

## Принцип работы датчика уровня

Выбор правильного датчика уровня с учетом конкретных условий эксплуатации и измеряемой среды – сложная задача. Ассортимент устройств широк: емкостные, ротационные, мембранные, микроволновые, вибрационные и многие другие. Каждый тип отлично работает с конкретными контролируруемыми средами, но совершенно непригоден для других. Чтобы облегчить вам поиск, мы подготовили статью, в которой разобрали популярные применения датчиков уровня. Опытом поделились инженеры технической поддержки «РусАвтоматизации», подбирающие оборудование для заказчиков.

### Принципы работы датчиков уровня для сыпучих веществ

К сыпучим средам относятся: песок, цемент, уголь, зерновые культуры, гранулы, сахар, мука, карбамид, селитра и подобные вещества. В отличие от жидкостей, сыпучие материалы не образуют ровной поверхности при попадании в емкость хранения. Кроме этого, они могут быть пыльными, содержать влагу, слипаться между собой и налипать на устройство измерения, а также иметь разный размер частиц. Эти особенности следует учитывать при выборе средства контроля и места его установки. Рассмотрим использование разных датчиков уровня на конкретных примерах.

### Ультразвуковые датчики для измерения уровня ПВХ-гранул

Пластиковый гранулят представляет собой россыпь маленьких сферических частиц. Обычно они хранятся в высоких узких силосах.

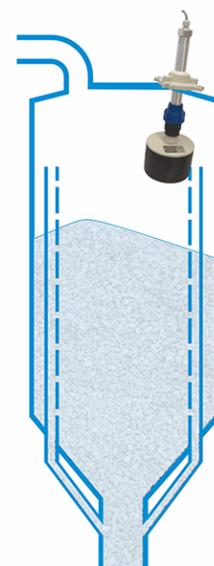
Для контроля уровня в силосе с поливинилхлоридными гранулами подойдет [ультразвуковой уровнемер](#).

Устройство работает следующим образом:

- Генерируется акустическая волна от датчика по направлению к материалу.
- При достижении поверхности измеряемой среды звук отражается.
- Отраженный импульс фиксируется датчиком.
- Текущий уровень рассчитывается по разнице времени между генерацией волны и ее отражением.

Для передачи результатов измерения у уровнемера имеется аналоговый токовый выход 4–20 мА. Для повышения точности приборы калибруются на пустой емкости или конфигурируются по параметрам резервуара (высоте, ширине).

При попадании в силос гранулят распределяется неравномерно, образует объем его в форме трапеции, поэтому датчик лучше располагать параллельно уровню насыпи. Ультразвуковой уровнемер позволяет мгновенно измерять текущий уровень, при этом он не реагирует на пыль.



Отличным примером для этого случая является линейка датчиков [SCD от EasyTREK](#). Они компактные, с хорошей защитой корпуса, и могут обеспечить измерение в диапазоне от 600 до 60000 мм (границы зависят от исполнения прибора).

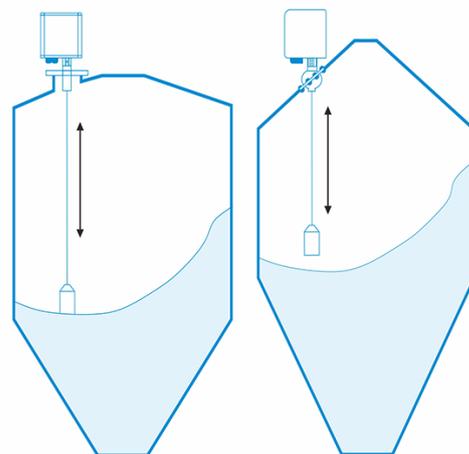


## Лотовый уровнемер для силоса пшеницы

Для контроля различных зерновых культур в силосных хранилищах отлично подходит [лотовый датчик](#). Внутри корпуса устройства расположена катушка с электроприводом. На катушку намотана лента или трос, на конце которых закреплен чувствительный элемент – лот.

Датчик обеспечивает измерение уровня по алгоритму:

- Лот фиксируется в верхней точке емкости.
- Для измерения проводят растормаживание, это приводит к опусканию груз под собственным весом.
- При погружении в емкость счетное устройство измеряет пройденное расстояние.
- Как только лот достигает среды, измерение останавливается, привод наматывает ленту/трос назад.
- Результаты измерения передаются через токовый сигнал 4-20 мА на вторичное устройство или контроллер.



В силосах с пшеницей уровень измеряется медленно. Вышеупомянутый датчик отлично справляется с задачей контроля наполнения силосного оборудования, будь там пшеница или любая другая зерновая культура.

Отличным примером устройств лотового типа являются датчики [Nivobob серии NB](#). В линейке имеются модели для контроля силосов высотой до 30 м. На точность измерения приборов не влияют свойства материала и степень запыленности среды.

## Микроволновый рефлексный датчик для контроля уровня строительных смесей

При хранении цемента, песка и различных смесей большой проблемой является высокая степень запыленности. Чтобы определить, насколько заполнена емкость, следует использовать приборы, инертные к пыли, – [микроволновые рефлексные уровнемеры](#).

Например, уровнемер [HTJ-715-4](#) оснащен измерительным зондом, погружаемым в материал. Электронный блок генерирует микроволновый импульс, который распространяется по зонду и при достижении среды отражается и возвращается. Текущий уровень вычисляется по времени с момента генерации до возвращения отраженного импульса.

Технология полностью исключает влияние негативных факторов на результаты измерения уровня строительной смеси в силосе или цистерне. Подключение осуществляется по токовой петле 4–20 мА. Дополнительно имеется HART-протокол. Через него с помощью специального ПО можно удаленно запрограммировать прибор и диагностировать неисправности.



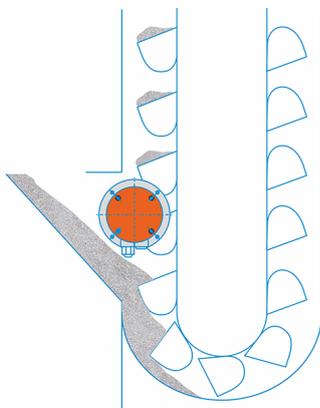
## Емкостный и мембранный сигнализаторы уровня для защиты конвейера от заштыбровки

Сигнализаторы для защиты конвейера от закупорки сыпучими материалами не измеряют текущее значение уровня. Они установлены в конкретной точке на стенке тары для хранения и контролируют, когда среда достигнет их.

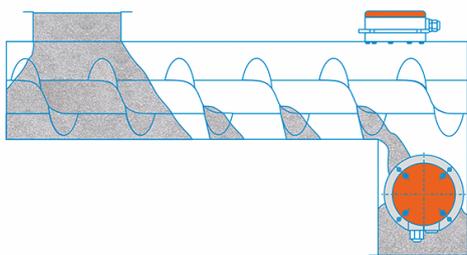
Задача у обоих приборов одна – контроль уровня, однако работают они по-разному:

- **мембранный датчик** основан на деформации мембраны под воздействием материала, что приводит к срабатыванию микропереключателя. Для подключения доступны группы контактов NC и NO. Устройства простые, не требуют сложной настройки. При правильной установке исключаются ложные срабатывания;
- **емкостной датчик** определяет значение уровня, используя разницу в диэлектрической проницаемости между контролируемым материалом и воздухом. Когда пшеница попадает в зону чувствительности датчика, диэлектрическая проницаемость среды меняется. Это приводит к изменению емкости конденсатора. При этом датчик срабатывает и выдает сигнал: обычно PNP или NPN, реже встречаются датчики с релейным выходом.

Оба типа датчиков активно используются для защиты конвейерного оборудования от закупорки и переполнения. В вертикальных конвейерах (нориях) их устанавливают в районе башмака. Чаще используется именно мембранный датчик, так как он дешевле и проще. Емкостные датчики нужно устанавливать так, чтобы они не касались ничего, кроме контролируемого материала. Их преимущество состоит в том, что можно настраивать чувствительность.



В ленточных и цепных конвейерах, а также в шнеках датчик устанавливается в верхней части корпуса или в отходящем самотеке. Сработка датчика говорит, что технологический узел не справляется с потоком материала. Включается блокировка, и подача прекращается.



На российском рынке популярны мембранные датчики серии [IL-MS от INNOLEVEL](#).



## Принципы работы датчиков уровня для жидких веществ

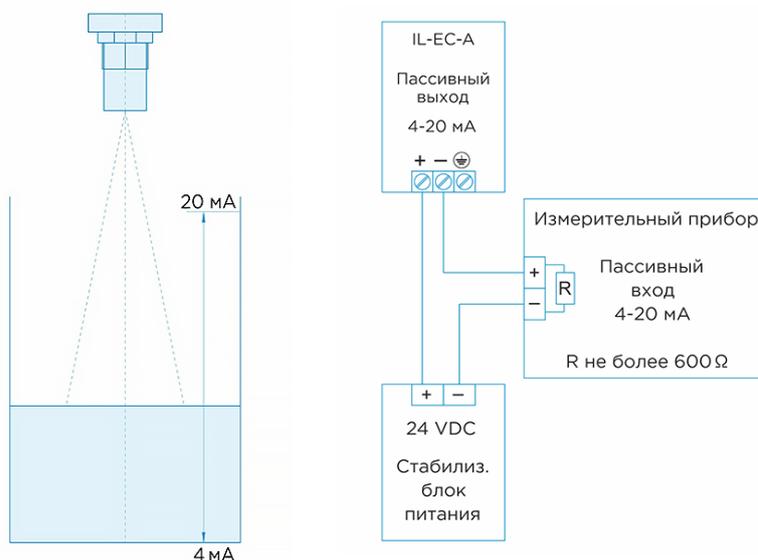
К жидкостям относится вода, водные растворы, напитки, пищевые продукты, а также различные химикаты: кислоты, щелочи и т.д. Между собой такие среды отличаются по плотности, электропроводности, склонности к пенообразованию, температуре кипения. В некоторых технологических емкостях предусмотрено активное ведение процесса, например, в смесителях. Из-за этого жидкость может бурлить или пениться.

Все это влияет на подбор уровнемеров для таких сред. Далее рассмотрим способы применения датчиков уровня для разных жидкостей.

### Ультразвуковой датчик для контроля наполнения пожарного бака

Рассмотрим решение задачи с помощью датчика модели [IL-EC-A](#) производства INNOLEVEL.

Компактный [ультразвуковой датчик](#) предназначен для установки на крышку емкости. Для технологического крепления предусмотрены гайки с уплотнительными резинками. Прибор закрепляется так, чтобы излучатель (черный цилиндрический элемент) был параллелен уровню жидкости. При этом он должен располагаться по центру резервуара, чтобы минимизировать неточность измерения из-за расхождения волны. Для настройки датчик оснащен цифровым табло и кнопками. С их помощью, зная все габаритные параметры емкости, можно настроить точную работу уровнемера.



Выходной сигнал устройства – 4-20 мА. Подключение осуществляется по токовой петле. В качестве измерительного прибора используется аналоговый модуль контроллера или любой индикатор аналоговых сигналов.

Вода в пожарных баках не имеет никаких особенностей: не пенится, не сильно бурлит (только при наполнении), поэтому ультразвуковой метод оптимален для точного контроля уровня.



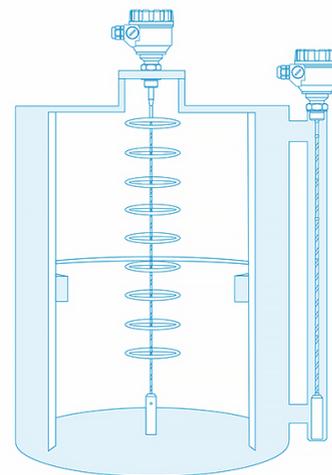
## Рефлексный датчик для измерения уровня пенящейся жидкости в емкости СИР-мойки

Для четкой и безаварийной работы СИР-станции необходимо точно контролировать уровень. Но здесь есть две особенности. Во-первых, используется среда с повышенным пенообразованием. Во-вторых, для СИР-мойки используются щелочные и кислотные растворы, а значит, присутствует агрессивная среда. Оптимальным решением для СИР-емкостей являются [микроволновые рефлексные датчики уровня](#).

Отличный пример – [MicroTREK НТО-730-4](#).

Прибор имеет измерительный зонд, который погружается в емкость. Выполнен он из нержавеющей стали, поэтому коррозия ему не страшна. При работе устройство производит микроволны, которые распространяются по электроду вниз и отражаются от поверхности жидкости. Электроника фиксирует время прохождения от генератора до жидкого материала и обратно. По этому временному показателю рассчитывается текущий уровень в емкости.

Технология измерения с помощью микроволн абсолютно не зависит от физических характеристик среды. Пенообразование не оказывает негативного влияния на точность показаний.



## Микроволновый радарный датчик для контроля КНС на химическом предприятии

Канализационные насосные станции работают со стоками, состоящими из воды и химикатов. Сама по себе среда пенится и может формировать неоднородные слои на поверхности. Кроме этого, она химически агрессивна. Обеспечить непрерывный контроль уровня можно с помощью [микроволнового радарного датчика](#).

[Уровнемер WEB-224-4](#) измеряет время прохождения микроволны от датчика до вещества и обратно. В отличие от других устройств, прибор не оснащен измерительным стержнем и производит контроль уровня, не контактируя со средой. Генерация и прием волны осуществляется антенной с частотой 25 Гц. Она обеспечивает отличную фокусировку и узкий угол луча.

Представленные характеристики позволяют устанавливать уровнемер в КНС любой конструкции. На измерения не влияет постоянное изменение физических свойств среды. Результаты передаются по унифицированному токовому сигналу 4–20 мА. Дополнительно модель поддерживает HART-протокол, что позволяет удаленно настраивать и диагностировать прибор.

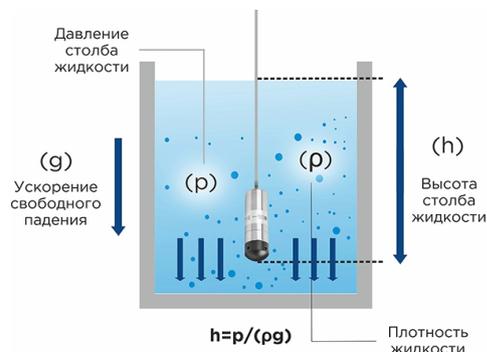


## Гидростатический уровнемер для управления скважиной

Для измерения уровня жидкости в глубоких скважинах подходит гидростатический метод. Он основан на зависимости давления жидкости от ее высоты (столба жидкости) над точкой измерения, а также от плотности этой жидкости.

Подойдут датчики, где измерительный элемент имеет форму гильзы. В ней располагается пьезорезистивный сенсор. Его сопротивление зависит от оказываемого давления.

Такой датчик можно закрепить чуть ниже погружного насоса, чтобы контролировать поднимающийся столб жидкости. Таким образом, осуществляется не только контроль уровня, но и защита от сухого хода. Хороший пример – серия устройств [MPM489W](#).



## Байпасный магнестрикционный датчик для измерения уровня конденсата чиллера

Уровнемеры, работающие по принципу магнестрикции, имеют стержень, по которому ходит поплавков. В последнем расположена группа постоянных магнитов. Электроника прибора генерирует токовый импульс, который расходится по всему стержню. При взаимодействии электрического поля волновода и постоянных магнитов (в поплавке) возникает скручивание. Это связано с особыми свойствами материала, из которого изготовлен стержень-волновод. Скручивание расходится в обе стороны: внизу затухает, а наверху фиксируется прибором. По разнице между временем генерации тока и достижения волны датчика можно вычислить текущий уровень.

Уровнемеры, работающие по принципу магнестрикции, имеют стержень, по которому ходит поплавков. В последнем расположена группа постоянных магнитов. Электроника прибора генерирует токовый импульс, который расходится по всему стержню. При взаимодействии электрического поля волновода и постоянных магнитов (в поплавке) возникает скручивание. Это связано с особыми свойствами материала, из которого изготовлен стержень-волновод. Скручивание расходится в обе стороны: внизу затухает, а наверху фиксируется прибором. По разнице между временем генерации тока и достижения волны датчика можно вычислить текущий уровень.

Магнестрикционный уровнемер можно использовать для контроля конденсата в промышленном чиллере. Так как не всегда имеется возможность изменить внутреннюю конструкцию охлаждающей установки, то помещение туда сенсора затруднительно. Решение этой проблемы – установка обводного блока, который образует с емкостью пару сообщающихся сосудов.

В байпасную линию устанавливают магнестрикционный уровнемер, обеспечивая:

- визуальный контроль уровня (через шкалу на байпасной колонке);
- мониторинг данных с помощью аналогового выходного сигнала 4-20 мА;
- интеграцию показаний в контроллер чиллера или внешнюю систему управления.

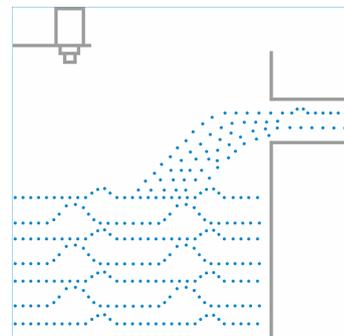


## Ультразвуковой датчик для промышленных септиков

Для контроля уровня в промышленных септиках лучше всего использовать бесконтактные методы. Любые контактные технологии могут давать сбои из-за налипания содержимого септика на измерительный элемент. Кроме того, физические свойства жидкости в септике непостоянны.

По этим причинам отличным вариантом будут [ультразвуковые датчики](#), например, устройства серии [ULM-53](#). Они специально разработаны для контроля уровня сточных вод, суспензий, кашеобразных и пастообразных смесей в открытых и закрытых емкостях и ямах.

Для монтажа достаточно установить металлическую пластину параллельно уровню септика. В ней необходимо высверлить отверстие, где прибор помещается и фиксируется гайкой.

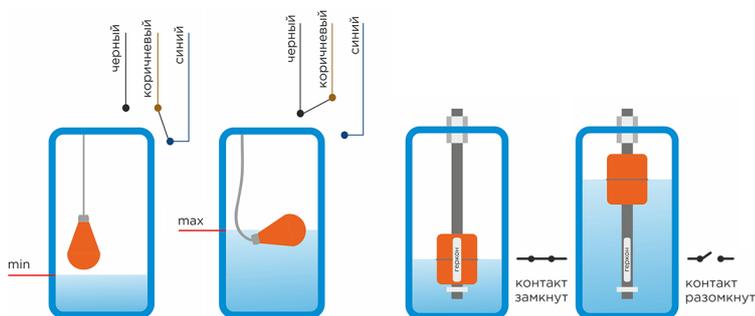


## Поплавковый сигнализатор для поддержания уровня в водонапорной емкости

Самые простые и одновременно надежные устройства для контроля уровня – поплавковые сигнализаторы. Принцип их работы основан на всплытии поплавка при увеличении уровня жидкости. Достигая заданного положения, поплавок активирует встроенный переключатель.

Последний может быть разных типов:

- [герконовый переключатель](#). Поплавок с магнитом движется относительно неподвижного элемента с герконом. Когда вместе с жидкостью поплавок поднимается, переключатель срабатывает;
- [механический переключатель](#). Часто это металлический шар, который при всплытии поплавка замыкает контактную группу.



Такие сигнализаторы – экономичный и надежный способ контроля уровня в различных водонапорных резервуарах. Они легко устанавливаются и могут напрямую управлять контакторами задвижек или насосного оборудования в соответствии с простыми алгоритмами регулирования.

## Вывод

В статье рассмотрели принципы работы различных датчиков уровня для сыпучих и жидких материалов на примере различных технологических процессов. Вы можете обратиться к нашим инженерам за подбором датчика с учетом особенностей вашего производства: измеряемого материала, емкости и так далее.

Для сложных задач доступно комплексное решение, включающее не только датчики, но и шкафы контроля и управления уровнем. [Подпишитесь на нашу рассылку](#), чтобы получать полезные материалы и быть в курсе новых технологий в области автоматизации!

