Преобразователь уровня магнитный поплавковый: устройство, принцип работы и назначение

Магнитные поплавковые преобразователи измеряют уровень жидкости и передают его текущее значение в систему автоматизации. Общий элемент таких приборов – поплавок с постоянным магнитом.



Способ определения его положения зависит от конструкции. В герконовых, или магниторезистивных, преобразователях магнит воздействует на цепочку герконов и резисторов. В магнитострикционных приборах координата поплавка определяется по времени распространения импульса вдоль чувствительного элемента. Преобразователь устанавливают непосредственно в резервуар или используют вместе с байпасной камерой.

Что такое магнитный поплавковый преобразователь уровня

Магнитный поплавковый преобразователь уровня – прибор непрерывного действия, который определяет положение поверхности жидкости с помощью поплавка со встроенным постоянным магнитом и формирует соответствующий электрический сигнал.

Поплавок находится в контакте со средой и, подчиняясь закону Архимеда, следует за изменением ее уровня: разность гидростатического давления на нижнюю и верхнюю части поплавка создает выталкивающую силу, заставляющую его перемещаться вверх при повышении уровня жидкости. Магнитное поле воздействует на чувствительный элемент без жесткой механической связи с электронной частью.

Поплавок находится в контакте со средой и, подчиняясь закону Архимеда, следует за изменением ее уровня: разность гидростатического давления на нижнюю и верхнюю части поплавка создает выталкивающую силу, заставляющую его перемещаться вверх при повышении уровня жидкости. Магнитное поле воздействует на чувствительный элемент без жесткой механической связи с электронной частью.

Для передачи данных в промышленной автоматике часто используют унифицированный токовый сигнал 4–20 мА. В зависимости от модели также могут применяться резистивный выход, HART или RS-485.

к/т: 8-800-775-09-57, +7 (351) 799-54-26
Россия, г. Челябинск, ул. Гагарина, д.5, оф.507
e-mail: info@rusautomation.ru
www.rusautomation.ru

Назначение магнитных поплавковых преобразователей

Преобразователи применяют там, где требуется непрерывно контролировать уровень жидкости и передавать значение в систему управления.

Основные задачи:

- контроль заполнения и опорожнения резервуаров;
- измерение уровня воды, растворов, топлива, масел и нефтепродуктов;
- управление насосами и другим оборудованием;
- передача данных в ПЛК и АСУ ТП;
- регистрация изменения уровня.

Такие приборы используют в нефтегазовой и химической промышленности, энергетике, водоподготовке, коммунальном хозяйстве, на транспорте и других объектах с резервуарным оборудованием.

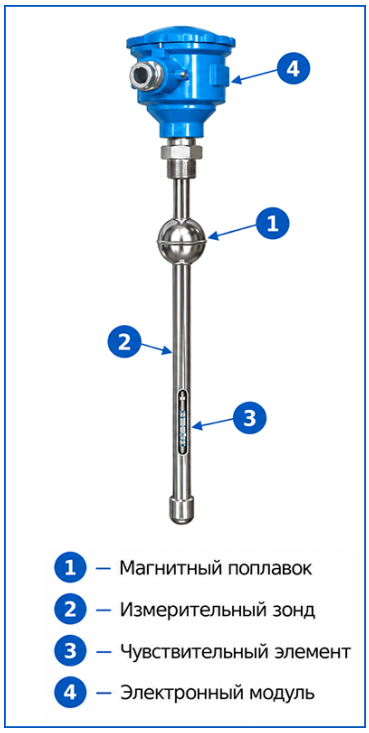
Устройство магнитного поплавкового преобразователя

Конструкция зависит от принципа измерения и способа монтажа. Основные элементы – магнитный поплавок, чувствительная система, электронный модуль и технологическое присоединение.

Магнитный поплавок

Поплавок перемещается вместе с поверхностью жидкости. В него встроен постоянный магнит, по положению которого прибор определяет уровень.

Размер и массу поплавка выбирают с учетом плотности среды. При слишком низкой плотности поплавок погружается глубже расчетного положения, поэтому этот параметр учитывают при подборе прибора.



Измерительный зонд

При погружном монтаже поплавок движется вдоль вертикального зонда.

Чувствительные элементы находятся внутри, а наружная часть зонда контактирует с жидкостью. Материал выбирают с учетом температуры, давления и химического состава среды.

Чувствительный элемент

В герконовом преобразователе внутри зонда находится последовательность магнитоуправляемых контактов и резисторов.

В магнитострикционном приборе используется волновод. Электроника определяет положение магнита по времени прохождения импульса.

к/т: 8-800-775-09-57, +7 (351) 799-54-26
Россия, г. Челябинск, ул. Гагарина, д.5, оф.507
e-mail: info@rusautomation.ru
www.rusautomation.ru

Электронный модуль

Электронный блок обрабатывает сигнал чувствительного элемента и преобразует его в формат, подходящий для системы автоматизации.

Конкретный выход зависит от модели прибора и требований проекта.

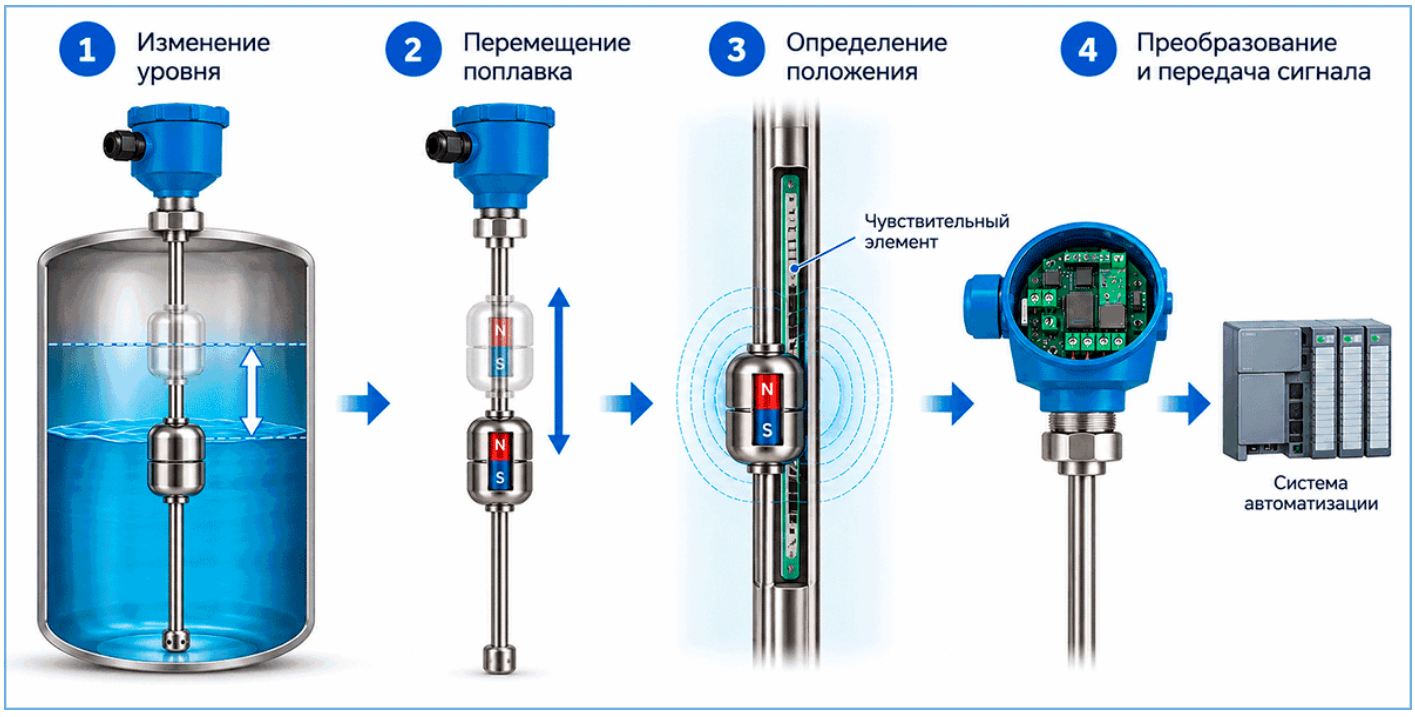
Принцип работы магнитного поплавкового преобразователя

Работа прибора основана на плавучести поплавка и взаимодействии постоянного магнита с чувствительным элементом.

При изменении уровня:

1. поверхность жидкости поднимается или опускается;
2. поплавок следует за ней;
3. вместе с ним перемещается постоянный магнит;
4. чувствительная система определяет новое положение магнита;
5. электронный блок преобразует полученное значение в выходной сигнал;
6. сигнал поступает в систему автоматизации.

Дальнейший способ определения координаты зависит от типа преобразователя.



Принцип работы магнитного поплавкового преобразователя

Герконовые магниторезистивные преобразователи

Внутри зонда герконового преобразователя размещается цепочка герконов и резисторов.

Геркон – магнитоуправляемый контакт. Когда поплавок проходит рядом с ним, магнит меняет состояние контакта. Одновременно изменяется сопротивление измерительной цепи.

Электронный модуль преобразует это изменение в сигнал, соответствующий уровню жидкости.

Герконовый принцип используется в поплавковых преобразователях FineTek FG и MLL-FG «РусАвтоматизация».

MLL-FG «РусАвтоматизация»

MLL-FG предназначены для непрерывного измерения уровня жидкостей.

Основные характеристики серии:

- диапазон измерения – до 3000 мм, до 6000 мм по спец. заказу;
- дискретность – 5 или 10 мм;
- выход – 4–20 мА;
- питание – 10–36 В;
- температура среды – от −40 до +125 °C;
- давление – до 25 бар в зависимости от исполнения;
- минимальная плотность среды – 600 кг/м³;
- материал зонда – AISI 316;
- степень защиты – IP66/IP67;
- резьбовое, фланцевое или приставное исполнение.



Приставные варианты устанавливают на байпасную камеру.

FineTek FG

FineTek FG также работают по герконовому принципу. Магнит поплавка воздействует на чувствительные элементы внутри штока, а изменение сопротивления преобразуется в выходной сигнал.



В серии есть исполнения с 4–20 мА, HART, RS-485 и трехпроводным резистивным выходом.

Для зондов и поплавков применяются нержавеющая сталь, полипропилен и PVDF, что позволяет выбирать исполнение под свойства рабочей среды.

к/т: 8-800-775-09-57, +7 (351) 799-54-26
Россия, г. Челябинск, ул. Гагарина, д.5, оф.507
e-mail: info@rusautomation.ru
www.rusautomation.ru

Почему герконовый преобразователь имеет дискретность

Положение поплавка в герконовом приборе определяется с шагом, который зависит от расстояния между чувствительными элементами внутри зонда.

Магнит последовательно воздействует на соседние герконы, поэтому первичное измерение имеет ступенчатый характер.

Для MLL-FG дискретность составляет 5 или 10 мм (указывается в артикуле). У FineTek FG она зависит от исполнения.

Дискретность не следует путать с погрешностью. Она показывает минимальный шаг положения, который способна различить измерительная система.

Если требуется более высокое разрешение, применяют магнитострикционный принцип.

Магнитострикционные поплавковые преобразователи

В магнитострикционном приборе вместо цепочки герконов используется волновод.

Электронный блок формирует импульс, который распространяется вдоль чувствительного элемента. В зоне магнитного поля поплавка возникает механический отклик. По времени его прохождения определяется координата магнита.

Такой способ не зависит от шага установки отдельных чувствительных элементов и позволяет точнее определять положение поплавка.

FineTek EG

FineTek EG – магнитострикционные преобразователи для задач, где требуется более высокая точность измерения.

В зависимости от исполнения доступны 4–20 мА, HART и RS-485. Есть варианты для повышенных температур и агрессивных сред.

Некоторые модели позволяют использовать несколько поплавков, например для одновременного контроля общего уровня и границы раздела двух жидкостей.



к/т: 8-800-775-09-57, +7 (351) 799-54-26
Россия, г. Челябинск, ул. Гагарина, д.5, оф.507
e-mail: info@rusautomation.ru
www.rusautomation.ru

Байпасные системы с магнитным поплавком

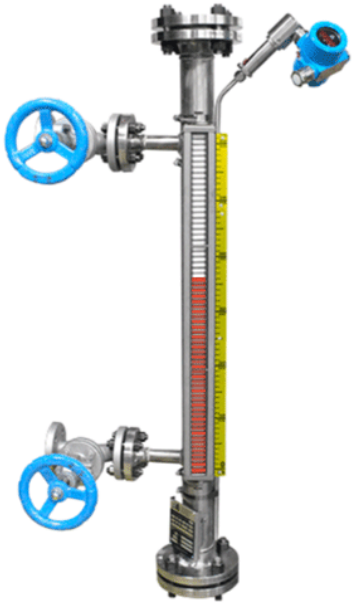
Преобразователь можно установить не в основной резервуар, а на наружную байпасную камеру.

Камера соединяется с емкостью технологическими патрубками. За счет принципа сообщающихся сосудов уровень жидкости в ней соответствует уровню в резервуаре.

Внутри камеры перемещается магнитный поплавок. Его положение считывает герконовый или магнитострикционный преобразователь.

Такую схему используют, когда прямой монтаж в емкость затруднен, внутри находятся мешалки или другие конструкции либо измерительный узел удобнее обслуживать снаружи.

ILL-BM «РусАвтоматизация»

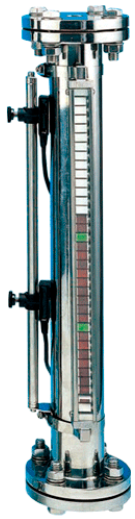


ILL-BM – байпасные магнито-поплавковые системы с наружной камерой и магнитным поплавком.

Систему можно комплектовать магнитострикционным преобразователем и дополнительными герконовыми сигнализаторами.

Для серии доступны камеры из AISI 316. Есть исполнения для процессов с повышенными температурой и давлением. В серии B16 температура среды может достигать +350 °C при соответствующем исполнении.

FineTek EF



FineTek EF также относятся к байпасным магнитным системам.

В зависимости от комплектации применяются передатчики 4–20 мА, герконовые или магнитострикционные преобразователи.

В линейке есть исполнения из нержавеющей стали для работы при повышенных температуре и давлении.

к/т: 8-800-775-09-57, +7 (351) 799-54-26
Россия, г. Челябинск, ул. Гагарина, д.5, оф.507
e-mail: info@rusautomation.ru
www.rusautomation.ru

Сравнение основных типов магнитных поплавковых преобразователей

Основные типы магнитных поплавковых преобразователей и их особенности приведены в таблице.

Тип	Принцип измерения	Особенности	Примеры
Герконовый	Магнит поплавка воздействует на герконы в резистивной цепи	Простая конструкция, измерение с заданной дискретностью	MLL-FG, FineTek FG
Магнитострикционный	Координата определяется по времени прохождения импульса вдоль волновода	Более высокое разрешение	FineTek EG
Байпасный с герконовым преобразователем	Поплавок движется во внешней камере, положение считывает герконовая система	Измерительный узел вынесен за пределы резервуара	ILL-BM в исполнении MG/A050, FineTek EF
Байпасный с магнитострикционным преобразователем	Координата поплавка в камере определяется магнитострикционным датчиком	Наружный монтаж и высокая точность	ILL-BM в исполнении SG, FineTek EF

Конкретные значения температуры, давления, диапазона и интерфейсов зависят от исполнения.

Основные параметры выбора

При подборе магнитного поплавкового преобразователя учитывают:

- диапазон измерения – должен соответствовать рабочему изменению уровня в емкости;
- точность и разрешение – для большинства технологических задач подходит герконовый принцип, а при повышенных требованиях к точности используют магнитострикционный;
- плотность жидкости – определяет плавучесть и рабочее положение поплавка;
- вязкость – влияет на скорость и свободу перемещения поплавка;
- температуру и давление – по ним выбирают конструкцию зонда, камеры, поплавка и технологического присоединения;
- материал контактирующих частей – он должен быть совместим со средой по химической стойкости и температуре;
- тип выходного сигнала – 4–20 мА, HART, RS-485, резистивный выход или другой интерфейс в зависимости от системы автоматизации;
- способ монтажа – непосредственно в резервуар или через байпасную камеру;
- условия внутри емкости – наличие мешалки, сильного потока, пены, осадка, кристаллизации и отложений;
- требования к взрывозащите и степени защиты корпуса.

к/т: 8-800-775-09-57, +7 (351) 799-54-26
Россия, г. Челябинск, ул. Гагарина, д.5, оф.507
e-mail: info@rusautomation.ru
www.rusautomation.ru

Сначала определяют свойства среды и условия процесса, затем выбирают принцип измерения и конструктивное исполнение. Это позволяет избежать ситуации, когда подходящий по диапазону прибор не подходит по плотности, температуре, давлению или способу монтажа.

Преобразователи уровня для нефтепродуктов

Одна из областей применения магнитных поплавковых преобразователей – контроль уровня топлива, масел и других нефтепродуктов. При выборе учитывают прежде всего плотность, вязкость, температуру продукта и условия монтажа.

Для стандартных задач непрерывного измерения можно использовать герконовые преобразователи. Например, MLL-FG производства «РусАвтоматизация» работают с жидкостями плотностью от 600 кг/м³ и подходят для многих светлых нефтепродуктов и масел при соответствии остальных параметров процесса.

Для горячих и вязких нефтепродуктов, а также при сложном монтаже можно применять байпасные системы ILL-BM «РусАвтоматизация». Практический пример использования магнитного байпасного решения – контроль уровня легких фракций нефти в емкости вакуумной дренажной системы.

На объектах, где при работе с нефтепродуктами возможно образование взрывоопасных газо- и паровоздушных смесей, применяют соответствующее взрывозащищенное исполнение оборудования. Например, индикаторы ILL-BM во взрывозащищенном исполнении имеют Сертификат соответствия ТР ТС 012 «О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах».

При работе с вязкими и склонными к застыванию продуктами важно учитывать сопротивление движению поплавка и возможность образования отложений. Они могут замедлять его перемещение или ограничивать ход.

Преимущества и ограничения поплавкового метода

К преимуществам магнитного поплавкового принципа относятся:

- непосредственное отслеживание поверхности жидкости;
- непрерывное измерение;
- возможность подключения к системам автоматизации;
- отсутствие контакта электронной части со средой;
- возможность погружного и байпасного исполнения;
- работа в металлических резервуарах;
- отсутствие зависимости от состава газовой среды над жидкостью.

Основные ограничения связаны с механикой поплавка. На его движение могут влиять высокая вязкость, отложения, кристаллизация и сильная турбулентность.

Поплавок подбирают по плотности рабочей среды, а для герконовых преобразователей учитывают дискретность измерения.

Как выбрать магнитный поплавковый преобразователь

Для подбора нужны следующие исходные данные:

- тип жидкости;
- плотность и вязкость;
- рабочая и максимальная температура;
- рабочее и расчетное давление;
- диапазон измерения;
- требования к точности и разрешению;
- требуемый выходной сигнал;
- материал контактирующих частей;
- конструкция резервуара;
- наличие мешалки, осадка и отложений;
- способ монтажа;
- требования к взрывозащите и степени защиты.

Если достаточно дискретности 5–10 мм, применяют герконовый преобразователь. Для более точного измерения выбирают магнитострикционный принцип. При сложном прямом монтаже используют байпасную камеру.

Часто задаваемые вопросы

Можно ли установить магнитный поплавковый преобразователь в горизонтальный резервуар?
Да, если зонд можно расположить вертикально и обеспечить рабочий ход поплавка.
При этом зависимость объема жидкости от высоты в горизонтальном цилиндрическом резервуаре нелинейна. Если система должна показывать не уровень, а объем, используют градуировочную таблицу емкости.

Что произойдет при изменении плотности жидкости?
Изменится глубина погружения поплавка.
При небольших изменениях прибор продолжает работать, но при широком диапазоне плотности может меняться положение поплавка относительно поверхности. Поэтому его выбирают с учетом минимальной рабочей плотности.

Можно ли измерять границу раздела двух жидкостей?
Да, если использовать подходящее исполнение.
Магнитострикционные преобразователи могут работать с несколькими поплавками разной плавучести: один отслеживает общий уровень, второй – границу раздела сред.

к/т: 8-800-775-09-57, +7 (351) 799-54-26
Россия, г. Челябинск, ул. Гагарина, д.5, оф.507
e-mail: info@rusautomation.ru
www.rusautomation.ru

Можно ли применять преобразователь при наличии пены?
Да, если поплавок сохраняет положение на поверхности жидкости, а не удерживается в пенном слое.Это зависит от плотности и структуры пены, поэтому для устойчивой плотной пены применимость проверяют отдельно.

Как измерять уровень в резервуаре с мешалкой?
Поплавок необходимо защитить от прямого воздействия потока.
Для этого используют успокоительную трубу или байпасную камеру.

Можно ли заменить герконовый преобразователь магнитострикционным без переделки резервуара?
Не всегда.
Нужно проверить монтажное присоединение, длину зонда, размеры поплавка, рабочие температуру и давление, а также параметры электрического подключения.
Если прибор устанавливается на существующую байпасную камеру, проверяют совместимость с ее конструкцией.

Что происходит с сигналом при обрыве линии?
Это зависит от схемы подключения, электроники прибора и настроек аналогового входа.
Неисправность обычно определяют по выходу сигнала за рабочий диапазон или по диагностике входного канала. Конкретные пороги задаются документацией преобразователя и контроллера.

Итог

Магнитный поплавковый преобразователь определяет уровень жидкости по положению поплавка с постоянным магнитом.

Герконовый принцип подходит для стандартных задач непрерывного контроля. Магнитострикционный используют, когда требуется более высокое разрешение. При сложном монтаже или необходимости вынести измерительный узел за пределы резервуара применяют байпасные системы.

Чтобы подобрать преобразователь под конкретную емкость и параметры процесса, обратитесь к инженерам «РусАвтоматизации». Специалисты помогут выбрать принцип измерения, конструктивное исполнение, материалы контактирующих частей и способ подключения к системе автоматизации.

к/т: 8-800-775-09-57, +7 (351) 799-54-26
Россия, г. Челябинск, ул. Гагарина, д.5, оф.507
e-mail: info@rusautomation.ru
www.rusautomation.ru