



Справочное руководство инженера по измерению уровня

ИЗДАНИЕ 2020 ГОДА



Измерение уровня

Технологии измерения уровня

Решения для измерения уровня

Измерение уровня жидких сред

Измерение уровня сыпучих материалов

Волноводный радар

Бесконтактный радар

Система измерения уровня в резервуаре

Измерение уровня по перепаду давления

Ультразвуковые уровнемеры

Сигнализаторы уровня

Проводимость материалов

Комплексные решения

Фланцы и конструкционные материалы

Сертификаты и разрешения

Контуры безопасности

Приложения

Этот справочник написан, как руководство пользователя, занимающегося проектированием систем измерения уровня в различных отраслях промышленности. Тема измерений уровня достаточно обширна, и ее полный охват в пределах одной книги невозможен, но мы постарались включить в это издание информацию по вопросам, которые вызывают у пользователей известные затруднения.

Мы привели широкий ряд примеров применения средств измерения уровня, и хотя здесь они представлены не все, пользователь сможет найти достаточно близкий вариант, чтобы руководствоваться им для решения собственных прикладных задач.

Помните о том, что выбор соответствующего устройства для измерения уровня всегда остается за пользователем, и наши методические указания – это лишь рекомендации, основанные на многолетнем опыте работы. Если вы не уверены в своем выборе, обратитесь к местному представителю Emerson.

Глава 1 – Измерение уровня, представляет собой обзор области измерения уровня. Здесь описываются различные причины, по которым необходимо проводить измерения уровня и даны ответы на некоторые вопросы, которые должны задать себе пользователи при выборе средств измерения уровня.

Глава 2 – Технологии измерения уровня, описывает широкий спектр технологий измерения уровня, имеющихся на рынке. Мы подробно рассматриваем технологии и принципы измерения, а также преимущества и недостатки каждой технологии. Причина этого заключается в том, что при большом разнообразии вариантов применения на рынке нет таких технологий, которые идеально подходят для каждой области применения. Различные условия рабочих процессов, измеряемая среда и предпочтения пользователя всегда будут влиять на окончательный выбор технологии.

Глава 3 – Решения Rosemount™ для измерения уровня, здесь представлен обзор продукции Rosemount, предназначенной для измерения уровня в различных технологических процессах. Однако, для получения более подробной информации рекомендуется просмотреть технические характеристики каждого вида продукции на сайте www.Emerson.ru/automation.

Глава 4 и 5 – Измерение уровня жидких сред и сыпучих материалов, выбор технологий, здесь рассматриваются конкретные технические решения для измерения уровня. Рассматриваемые здесь области применения были выбраны с целью продемонстрировать их разнообразие. Приведенный перечень не претендует на полноту охвата. Эти сведения помогут сделать первый шаг при выборе устройства измерения уровня для вашей прикладной задачи. В данной главе показаны примеры технических решений для каждой из областей применения.

Главы 6-12 – Рекомендации по установке, раздел описывает особенности установки для каждого метода измерения уровня.

Глава 13 – Комплексное решение, раздел посвящен порядку выбора волноводного уровнемера и выносной камеры для обеспечения идеальной компоновки.

Глава 14 – Фланцы и конструкционные материалы, объясняет все, что нужно знать пользователю о фланцах и материалах, из которых они изготовлены.

Глава 15 – Сертификация продукции и необходимые разрешения, представляет обзор применяемых стандартов.

Глава 16 – Контуры безопасности, объясняет значение контуров безопасности и разницу между понятиями «проверенный в эксплуатации» и «сертифицированный».

Глава 17 – Приложения, содержит справочную информацию, включая таблицы преобразования величин, значения диэлектрической проницаемости для различных сред, таблицы параметров пара, глоссарий по измерениям уровня и ответы на наиболее часто задаваемые вопросы.

Содержание

1. Измерение уровня _____ 7
2. Технологии измерения уровня _____ 27
3. Решения Rosemount для измерения и контроля уровня _____ 41
4. Типовые применения для жидких сред и выбор технологии измерения _____ 63
5. Применения для сыпучих материалов и выбор технологии измерения _____ 83
6. Рекомендации по установке волноводного радара _____ 91
7. Рекомендации по установке бесконтактного радара _____ 111
8. Рекомендации по монтажу системы учёта в резервуарных парках _____ 125
9. Рекомендации по установке систем измерения уровня по перепаду давления _____ 139
10. Рекомендации по установке ультразвуковых уровнемеров _____ 147
11. Рекомендации по монтажу сигнализаторов уровня _____ 151
12. Рекомендации по установке систем измерения уровня с учетом проводимости материалов _____ 157
13. Комплексное решение – волноводные радары и камеры _____ 161
14. Фланцы и конструкционные материалы _____ 169
15. Сертификация продукции и необходимые разрешения _____ 182
16. Контуры безопасности _____ 189
17. Справочный материал _____ 199

1

Измерение уровня

Тема	Страница
1.1 Для чего измеряется уровень? _____	8
1.2 Терминология в сфере измерения уровня _____	9
1.3 Выбор устройств _____	14
1.4 Классификация методов измерения уровня _____	17
1.5 Диэлектрическая проницаемость и измерения уровня с помощью радарного уровнемера _____	20
1.6 Измерения уровня по перепаду давления _____	25

1 Измерение уровня

Чтобы обеспечить безопасность и рентабельность процессов, важно иметь такие инструменты, которые обеспечивают надежные и точные измерения уровня. В основе измерения уровня лежит простое определение положения поверхности среды внутри резервуара, реактора или другой емкости. Если быть точнее, измерение уровня – это определение линейного вертикального расстояния между контрольной точкой (обычно основанием емкости хранения) и поверхностью жидкой среды, верхней поверхностью сыпучих материалов, или границей раздела двух жидкостей. Точный контроль уровня жидкости в резервуаре, реакторе или ином резервуаре очень важен во многих технологических применениях.

Измерение уровня часто используется для управления запасами. Чтобы обеспечить достаточный контроль, необходимы точные измерения, поэтому разработаны различные устройства и системы для измерения уровня продукта. Все они предназначены для обеспечения точного измерения уровня, хотя точность измерения и принципы работы для разных устройств различаются. Любое измерение уровня предусматривает взаимодействие между чувствительным элементом измерительного устройства или системы и продуктом внутри емкости хранения.

На следующих страницах представлены наиболее распространенные задачи по измерению уровня, а также разъясняется порядок применения различных методов измерений. При этом затрагиваются важные аспекты, которые следует учитывать при выборе устройства или системы измерения уровня для конкретного применения, а также преимущества и ограничения средств измерения уровня.

1.1 Для чего измеряется уровень?

1.1.1 Технологический учет запасов

Основной причиной для измерения уровня является необходимость отслеживать количество продуктов в единицах объема или массы. Промышленные требования по технологическому учету постоянно ужесточаются. Измерение уровня является одним из ключевых компонентов системы учета резервуарных парков для обеспечения надежного и точного управления запасами сырья и готовых продуктов.

К другим измерениям, выполняемым при технологическом учете, относятся измерение температуры, давления и уровня подтоварной воды. За последние несколько лет учет запасов приобрел особое значение не только для оперативного персонала, но и для компаний в целом, включая руководителей и лиц, ответственных за материальный учет и анализ непроизводительных потерь. Это является результатом повышенного внимания к вопросам безопасности, стоимости владения и стоимости продукции. В подавляющем большинстве случаев для задач учета запасов требуется погрешность измерения уровня не более ± 3 мм.

1.1.2 Коммерческий учет

Во многих случаях расчет количества покупаемого или продаваемого продукта (передаваемого на ответственное хранение) основывается на значении уровня продукта, по которому рассчитывается либо объем или масса (с применением математических уравнений или градуировочных таблиц, см. стр. 12). При коммерческом учете требования к погрешности уровнемера очень высоки, так как величина погрешности порядка 3 мм может привести к очень значительной ошибке при вычислении объема.

Существует два основных типа учета: юридический и коммерческий. Коммерческий учет происходит тогда, когда две стороны договариваются о требуемой точности измерения объема и о том, какие приборы при этом использовать. Юридический учет является более строгим и требует метрологически утвержденных средств измерения. Такие приборы сопровождаются официальным документом-разрешением на применение в данной сфере, обычно они должны иметь точность не менее 1 мм.

Руководства и рекомендации по использованию устройств измерения уровня для коммерческого учета доступны в международных стандартах, таких как Руководство по стандартам измерений в нефтяной промышленности (MPMS), глава 3.1В, и OIML R85. Кроме того, некоторые страны имеют национальные системы сертификации, которых необходимо придерживаться.

1.1.3 Производственная эффективность

Точное измерение уровня повышает эффективность. Например, если нефтебазе необходимо постоянно держать под рукой определенное количество материала, а резервуары для хранения заполнены не до конца, предприятие будет нести ненужные расходы на приобретение и обслуживание дополнительных емкостей для хранения. Резервуары для хранения, показанные на рис. 1.1.1, могут вместить еще 60 единиц продукции, прежде чем нефтебазе потребуются новые резервуары. Эффективное использование пространства для хранения предотвращает дополнительные расходы на ненужное приобретение дополнительного количества резервуаров для хранения.

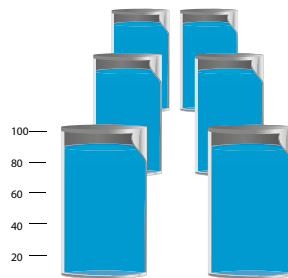


Рисунок 1.1.1: Эффективность хранения

1.1.4 Безопасность

Измерение уровня необходимо с точки зрения техники безопасности. Заполнение резервуаров свыше их емкости может создать угрозу безопасности производства – разлив (переполнение) в открытых резервуарах. Если в резервуарах содержатся едкие, химически активные, горячие, легковоспламеняющиеся или опасные материалы, то разливы или избыточное давление могут привести к катастрофическим последствиям. У резервуаров с продуктами такого типа важно также контролировать уровень для уверенности в отсутствии утечек. Предотвращение переполнения и обнаружение утечек имеет большое значение для соблюдения экологических норм.

1.1.5 Стабильная подача сырья

Для многих процессов необходима постоянная подача как на входе, так и на выходе производственных линий. Поддержание постоянной подачи может оказаться затруднительным, если она осуществляется с различными скоростями или если на линии подачи возникают перепады. Резервуар для хранения между линией подачи и технологическим процессом может выступать в качестве буфера, чтобы поддерживать постоянный поток на выходе, несмотря на колебания притока на входе (рис. 1.1.2). Если технологический уровень в резервуаре для хранения всегда поддерживается в соответствующем диапазоне, то скорость доставки подачи в резервуар для хранения может увеличиваться и уменьшаться, не влияя на скорость подачи из резервуара для хранения в технологический процесс.

Постоянная подача напрямую связана с качеством продукции в целлюлозно-бумажной промышленности, где постоянная подача гарантирует, что все листы бумаги будут иметь одинаковую толщину.

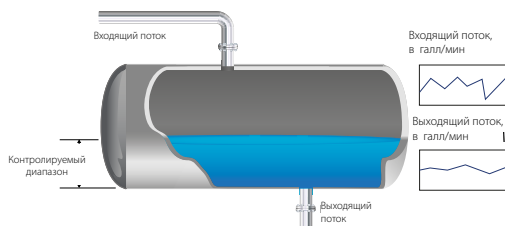


Рисунок 1.1.2: Обеспечение бесперебойной подачи

1.2 Терминология в сфере измерения уровня

Точный контроль уровня продукта в резервуаре, реакторе или другой емкости очень важен во многих областях применения. Чтобы обеспечить надлежащий контроль, необходимы точные измерения. В этом разделе представлены концепции и терминология по устройствам различных технологий для измерения уровня и принципу их действия, а также описывается как можно с их помощью определить некоторые другие параметры (например, объем, плотность).

Измерения уровня обычно выражаются в футах или метрах. Кроме того, уровень можно указать в процентах от полного заполнения объема или от измеряемого диапазона. Например, уровень в резервуаре на рис. 1.2.1 может быть выражен как 2,7 м, заполнение на 90% или 50% от измеряемого диапазона. Диапазон измерения представляет собой расстояние между самым низким и самым высоким уровнем, которое может измерить уровнемер (LT) в конкретном применении. На рисунке 1.2.1 диапазон измерения составляет от 2,45 до 3 м.



Рисунок 1.2.1: Измерения уровня

1.2.1 Средства индикации и средства управления

Индикатор уровня обеспечивает местное отображение уровня. Индикатор требует присутствие оператора, для считывания его показаний и выполнения соответствующих операций. Системы, в которых используются индикаторы уровня, называются разомкнутыми системами управления. Индикаторы также часто используются в качестве вспомогательного средства при калибровке автоматических систем управления.

Системы автоматического управления или системы с обратной связью способны контролировать уровень в резервуаре с помощью электронных приборов. Устройство измерения уровня в сочетании с измерительным преобразователем генерирует электронный управляющий сигнал, который пропорционален уровню в резервуаре. Этот сигнал принимается контроллером, управляющим другими устройствами (например, клапанами или насосами), которые, в свою очередь, контролируют количество продукта, поступающего в резервуар и выходящего из него. Резервуары с автоматическим управлением могут включать обычные указатели уровня.

1.2.2 Система управления резервуарным парком, непрерывное и дискретное измерение уровня

Система управления резервуарным парком

Система управления резервуарным парком применяется в случаях, когда на предприятие заказчика поступает сырье, которое хранится в накопительных резервуарах, а также при отгрузке готовой продукции, то есть когда есть задача технологического или коммерческого учета запасов сырья/готовой продукции. Высота резервуаров обычно составляет

от 10 до 30 метров. В некоторых случаях они бывают и меньших размеров, например, резервуары для присадок. Требования к погрешности измерения достаточно высоки – порядка 1..3 мм.

Типичные области применения систем управления резервуарными парками:

- Большие резервуарные парки на нефтебазах, нефтяных терминалах и нефтепроводах;
- Резервуары для хранения сырья/промежуточного продукта/готовой продукции на нефтеперерабатывающих предприятиях;
- Большие емкости для хранения сырья и готовой продукции на химических и асфальтовых заводах, электростанциях и топливных складах аэропортов.

Обычно в системе управления резервуарным парком, кроме уровня, выполняются измерение температуры, давления и уровня подтоварной воды. В систему управления парком включается оборудование связи, рабочие станции и программное обеспечение. Измеренные значения используются для расчета полезного объема, передаваемого потребителю (в коммерческих целях), учета запасов, для решения эксплуатационных задач и обеспечения безопасности. Измеренные значения часто используются для оформления коммерческих документов и должны быть очень точными, воспроизводимыми и надежными, полностью отвечая требованиям стандартов API MPMS 3.1 В и OIML R85, или национальных норм точности. Обладая инструментальной погрешностью ± 0.5 мм, система управления резервуарным парком от Rosemount соответствует требованиям этих международных стандартов к погрешности измерений и одобрена органами государственного регулирования многих стран.

Непрерывное измерение уровня

Часто на различных предприятиях применяются устройства для непрерывного измерения уровня. Измерение уровня обычно является независимым входным параметром для многих систем управления. Надежность и повторяемость измерений в этом случае часто важнее, чем высокоточные показания. Требование к точности обычно находится в диапазоне 5 – 10 мм.

Устройства непрерывного измерения уровня используются во всех отраслях промышленности, включая химическую, нефтегазовую, энергетическую, нефтеперерабатывающую, целлюлозно-бумажную, горнодобывающую, фармацевтическую промышленность, производство продуктов питания и напитков, и других обрабатывающих предприятиях. Резервуары в технологических процессах отличаются широким разнообразием размеров и формы, однако высота большинства из них не превышает 18 м. Во многих случаях измерение уровня выполняется в выносной камере, установленной снаружи резервуара.

Условия измерения могут различаться, в зависимости от положения, которое резервуар занимает в технологическом процессе. Промежуточные резервуары, отстойники являются достаточно простыми для измерения уровня. Измерение уровня в выносной камере также является

распространенным случаем измерения уровня, в реакторах и резервуарах-смесителях существуют некоторые сложности.

Точечное определение уровня

Сигнализаторы уровня часто применяются в дополнение к уровнемеру с непрерывным выходным сигналом для сигнализации верхнего и нижнего уровней. Сигнализаторы могут использоваться и самостоятельно для индикации заполненного или пустого состояния резервуара. Выбор типа сигнализатора определяется условиями механического монтажа, а также особенностями технологического процесса.

Выбор метода измерения с учетом применения

Понимание всех требований заказчика упрощает выбор средств дискретного/непрерывного измерения уровня для системы контроля параметров в резервуаре. В Главе 4 рассматривается ряд вариантов применений, приведены рекомендации по выбору подходящих методов измерения, ключевая информация по монтажу и рассмотрен передовой опыт применения уровнемеров различных типов. Так как рассматривать все возможные варианты применения практически нецелесообразно, приведенные в этой главе применения были выбраны с целью дать обзор наиболее распространенных решений, встречающихся во многих отраслях промышленности, а также некоторые из задач, которые сопряжены с некоторыми проблемами по измерению. Кроме того, приводятся примеры с применением различных методов измерений. Однако окончательное решение по выбору технологии будет зависеть от сочетания условий эксплуатации, ограничений по монтажу и возможностям метода измерения.

1.2.3 Контактные и бесконтактные измерения

При контактных измерениях часть измерительной системы находится в непосредственном контакте с содержимым резервуара. Примерами контактных методов измерения являются волноводные, поплавковые уровнемеры и метрштоки.

При бесконтактных измерениях ни одна из частей измерительной системы не контактирует напрямую с содержимым резервуара. Бесконтактные методы предпочтительны в случаях, когда измеряемая жидкость обладает особо абразивными, вязкими или коррозионными свойствами, имеет склонность к кристаллизации, либо загрязнена.

1.2.4 Измерение «снизу-вверх» и измерение «сверху-вниз»

Измерение «сверху-вниз» создает меньшую вероятность утечки (рис. 1.2.2) и позволяет устанавливать или снимать приборы для измерения уровня без опорожнения резервуара (например, радарный уровнемер). Измерения «сверху-вниз» могут выполняться в контакте или без контакта с технологической жидкостью.

Устройства измерения уровня, которые используют преобразователи давления, являются системами измерения «снизу-вверх». Как правило, при измерении «снизу-вверх»

осуществляется контакт с технологической жидкостью (например, измерение уровня по перепаду давления).

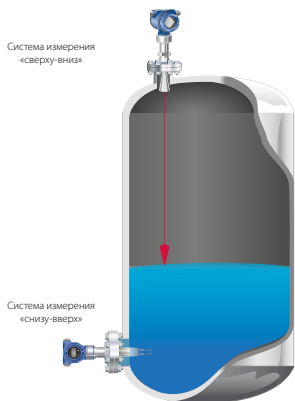


Рисунок 1.2.2: Измерение «снизу-вверх» и измерение «сверху-вниз»

1.2.5 Прямое или не прямое измерение

Прямое измерение уровня реализуется в случае непосредственного измерения расстояния до поверхности. Например, пользуясь щупом для проверки уровня масла в двигателе автомобиля, Вы выполняете прямое измерение. Прямое измерение не зависит от каких-либо других параметров технологического процесса.

Косвенное измерение, называемое также расчетным, подразумевает определение значения переменной, не являющейся уровнем, с последующим преобразованием полученного результата в значение уровня жидкости. Например, в преобразователях давления для расчета уровня используется масса и удельный вес жидкости.

1.2.6 Плотность

Плотность – это отношение массы материала на единицу объема. Плотность чаще всего выражается в килограммах на кубический метр ($\text{кг}/\text{м}^3$). Часто для выражения плотности используется величина удельного веса – плотность среды по отношению к плотности воды.

Удельный вес

Удельный вес – это отношение плотности материала к плотности воды при одинаковой исходной температуре. Вода имеет плотность $1 \text{ г}/\text{см}^3$ при 4°C . Глицерин, соединение, часто встречающееся в мыле, имеет плотность $1,26 \text{ г}/\text{см}^3$. Таким образом, при одинаковой температуре удельный вес глицерина равен 1,26.

1.2.7 Объем

Объем – это пространство, занимаемое данным количеством продукции, зачастую уровень используется для расчета объема. Объем обычно выражается в галлонах, литрах, кубических сантиметрах, кубических футах или баррелях. Определение объема по значению уровня – это наиболее распространенный вид расчетов.

Как правило, сначала измеряется уровень в резервуаре, а затем вычисляется объем на основании геометрических данных резервуара.

В электронных модулях многих уровнемеров хранятся данные о геометрии резервуаров распространенных типов, что позволяет получить выходной сигнал в единицах объема.

В других случаях объем можно рассчитать в распределенной системе управления (DCS), или в программируемом логическом контроллере (ПЛК), или определить из справочной таблицы, которая связывает уровень с объемом.

На следующей странице приведены соотношения между уровнем и объемом для ряда распространенных форм резервуаров:

Где:

- v = объем резервуара
- r = радиус резервуара
- H = высота резервуара (или длина)
- L = уровень продукции

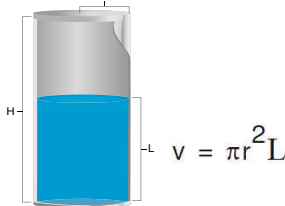
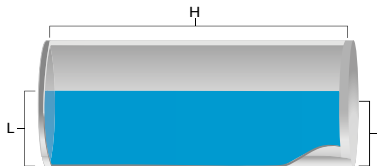


Рисунок 1.2.3: Вертикальная емкость в форме цилиндра



$$v = 2r^2 H \text{atan} \frac{\sqrt{L}}{\sqrt{2r-L}} + H(L-r)\sqrt{L(2r-L)}$$

Рисунок 1.2.4: Горизонтальная емкость в форме цилиндра

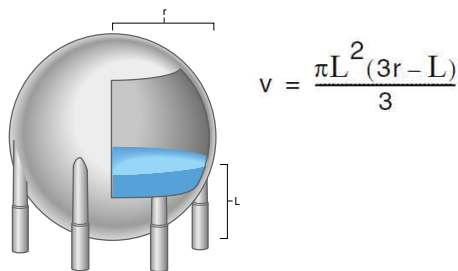


Рисунок 1.2.5: Сфера

If $L \leq r$

$$v = \frac{\pi L^2}{3} (3r - L)$$

If $r < L < (H - r)$

$$v = \frac{2}{3} \pi r^3 + \pi r^2 (L - r)$$

If $(H - r) \leq L$

$$v = \pi r^2 (H - 2r) + \frac{\pi (L + 2r - H)^2}{3} (3r - (L + 2r - H))$$

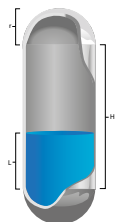
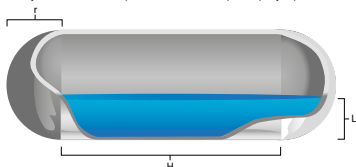


Рисунок 1.2.6: Вертикальный резервуар



$$v = \frac{\pi L^2}{3} (3r - L) + 2r^2 (H - 2r) \arctan \frac{\sqrt{L}}{\sqrt{2r - L}} + (H - 2r)(L - r) \sqrt{L(2r - L)}$$

Рисунок 1.2.7: Горизонтальный резервуар

Резервуары с выгнутыми днищами

Резервуары с выгнутыми днищами не имеют стандартной формы (рисунок 1.2.8). Поэтому объем этих резервуаров нельзя определить исходя строго из геометрии. Вместо этого для определения объема используются градуировочные таблицы.

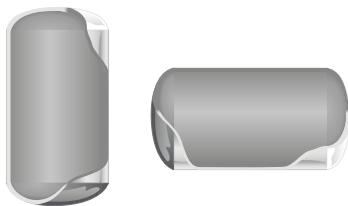


Рисунок 1.2.8: Резервуары с выгнутыми днищами

Градуировочные таблицы

Расчет объема, исходя из уровня и геометрии резервуара, обеспечивает измерение объема, достаточно точное для удовлетворения потребностей большинства пользователей. Однако в некоторых случаях геометрия резервуара может быть нестандартной, что не позволяет выполнять математическое моделирование взаимосвязи между уровнем и объемом. В таких случаях объем следует определять по показаниям уровня с помощью градуировочных таблиц.

Градуировочная таблица представляет собой справочную таблицу, которая связывает уровень с объемом по нескольким отдельным точкам в резервуаре (рис. 1.2.9). Такие таблицы обычно получают путем добавления известного объема продукта в резервуар и последующего измерения уровня продукта, соответствующего этому объему (ручная градуировка). Результаты измерения объема и уровня вносят в градуировочную таблицу. Затем, когда требуется измерение объема, измеряется уровень и определяется его соответствие в градуировочной таблице, чтобы найти требуемый объем.

Точка	Уровень (дюймы)	Объем (галлоны)
1	0	0
2	5	10
3	10	32
4	15	68
5	20	115
6	25	173
7	30	230
8	35	313
9	40	394
10	100	957

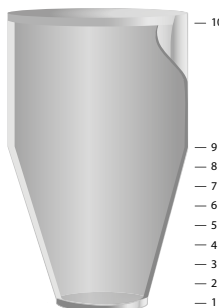


Рисунок 1.2.9: Градуировочная таблица вместимости

Градуировочные таблицы могут содержать лишь несколько точек для описания формы резервуара, или состоять из сотен пар значений уровня/объем. Больше количество точек используется для больших резервуаров, которые могут изменять форму при заполнении. Если измеренный уровень находится между двумя точками в таблице, то объем определяется путем интерполяции этих двух точек. Как правило, градуировочные таблицы имеют большее количество точек для тех частей резервуара, где зависимость уровня и объема не является линейной. Например, на рисунке 1.2.9 градуировочные точки сосредоточены рядом с дном резервуара. Такая концентрация обеспечивает лучшее разрешение в градуировочной таблице и более точное измерение.

Существует несколько причин для корректировки показаний уровнемера по градуировочной таблице. При наливе продукта в резервуар его боковые стенки деформируются. Деформация резервуара вызывает дополнительную погрешность в расчетах, основанных на неизменной геометрии резервуара.

Величина погрешности зависит от степени деформации. Градуировочные таблицы часто используются для устранения погрешности, возникающей из-за деформации резервуара (Рисунок 1.2.11).

Кроме того, градуировочные таблицы используются для корректировки соотношения уровня/объема для резервуаров неправильной формы (рисунок 1.2.9) или для резервуаров, внутри которых установлено какое-то оборудование (рисунок 1.2.11).

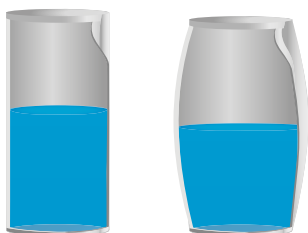


Рисунок 1.2.10: Ошибка выгиба

В некоторых случаях (например, при хранении и транспортировке нефти) ошибки, связанные с деформацией резервуара, могут привести к завышению или занижению сумм, выставляемых поставщиками к оплате потребителям.



1.2.11: Резервуар с внутренним оборудованием

1.2.8 Масса

Масса, как количество вещества, содержащегося в объекте, часто отождествляется с весом. Масса обычно выражается в килограммах, граммах, тоннах или фунтах. Масса не подвержена влиянию температуры. Так, 30 кг нефти при температуре 10 °С – это та же масса при 30 °С. Однако общий объем нефти может измениться в результате теплового расширения.

Если известна плотность материала, то массу можно рассчитать при помощи следующего уравнения, предварительно определив объем на основании измерений уровня:

$$\text{Масса} = \text{Плотность} \times \text{Объем}$$

Некоторые устройства измерения уровня могут измерять массу непосредственно (например, тензодатчики).

1.2.9 Граница раздела сред

Граница раздела сред представляет собой границу между двумя несмешивающимися (неспособными смешиваться) жидкостями с различной плотностью (например, нефть и вода). Измерение границы раздела проводится для обнаружения границы между двумя жидкостями, хранящимися в одном резервуаре, каждая из которых имеет разную плотность. Например, если поместить нефть и воду в один и тот же резервуар, нефть окажется на поверхности воды. Граница раздела между двумя жидкостями – это верхний уровень воды и нижний уровень нефти (рисунок 1.2.12).

Уровень поверхности раздела часто используется для откачки из резервуара только верхнего продукта. Измерение положения границы раздела позволяет определить момент прекращения откачки продукта.

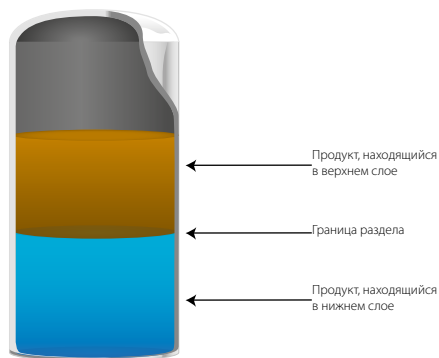


Рисунок 1.2.12: Граница раздела сред

Кроме того, измерение положения границы раздела может также использоваться в сепараторе для управления расходом верхней и нижней жидкостей на выходе из резервуара при минимальном уровне загрязнения.

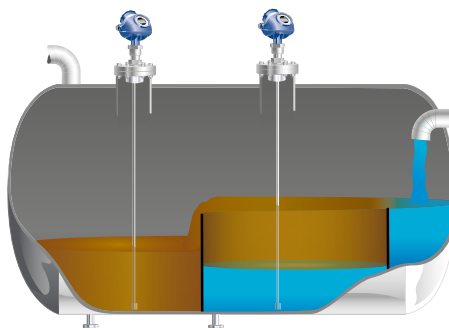


Рисунок 1.2.13: Измерение уровня и границы раздела сред в сепараторе

1.3 Выбор устройства

В связи с большим разнообразием доступных устройств измерения уровня, выбор подходящего устройства для конкретного применения может быть затруднен. Несмотря на то, что большинство методов измерения уровня можно использовать в различных технологических процессах, не существует универсального уровнемера, пригодного для всех случаев. Однако, задавая правильные вопросы и уточняя основные требования технологических процессов, заказчик может значительно сузить круг поиска и определить, какой уровнемер будет лучше всего работать в том или ином случае.

1.3.1 Для чего необходимо измерение уровня?

Вам нужно приблизительное указание уровня продукта, или вы хотите точно знать, сколько продукта находится в резервуаре?

Ответ на этот вопрос будет определять, какая информация потребуется от устройства для измерения уровня и какой тип измерения нужен, например, измерение массы или дискретный контроль.

Например, если пользователь хочет предотвратить перелив или узнать, когда возникнет необходимость пополнения резервуара, то сигнализатора уровня будет вполне достаточно. Если же необходимо поддерживать объем продукта в резервуаре в определенных пределах, потребуется уровнемер с непрерывным выходным сигналом. Если закачку необходимо знать расход продукта в тоннах, нужны измерения массы. При необходимости организовать управление материальными запасами или коммерческий учет потребуются полноценная система контроля параметров в резервуаре.

1.3.2 Необходимо ли измерение уровня границы раздела сред?

Перед тем, как приступить к выбору прибора для измерения уровня границы раздела сред, необходимо принять во внимание ряд факторов.

Для измерения границы раздела можно применять уровнемеры двух типов – волноводный уровнемер и датчик перепада давления. Ниже приводятся некоторые соображения, которые следует учесть при выборе одного из этих методов.

Волноводный радар

Системы контроля границы раздела сред основаны на разнице величины диэлектрической проницаемости этих двух сред.

Примеры типичных областей применения: нефть поверх воды, нефть поверх кислоты, органические растворители с низкой диэлектрической постоянной поверх воды или кислоты. К органическим растворителям с низкой диэлектрической проницаемостью относятся: толуол, бензол, циклогексан, гексан, терпентин и скипол.

- Жидкость с более низкой диэлектрической проницаемостью должна находиться сверху.
- Разница в значениях диэлектрической проницаемости двух жидкостей должна быть не менее 10.

- Диэлектрическая постоянная верхнего продукта должна быть известной (ее можно определить в условиях эксплуатации);
- Максимальная толщина верхнего слоя зависит от его диэлектрической проницаемости.
- Для определения границы раздела сред необходимо, чтобы толщина верхнего слоя жидкости была не менее 10-20 см, в зависимости от модели уровнемера и типа зонда. Более подробную информацию см. в разделе 5.5 «Рекомендации по установке волноводных радарных уровнемеров».
- Типовое применение: верхний продукт с низкой диэлектрической постоянной (менее 3), нижний продукт с высокой диэлектрической постоянной (более 20);
- Возможно одновременное измерение уровня и уровня границы раздела сред;
- Образование эмульсии может повлиять на определение границы раздела сред. Результаты измерения будут зависеть от формирующей смеси жидкостей. Во многих случаях уровень границы раздела сред измеряется в верхней части эмульсионного слоя. Тонкие эмульсионные слои (толщиной до 50 мм) не оказывают влияние на измерение.



Рисунок 1.3.1: Измерение на границе раздела сред с помощью волноводного радара

Перепад давления

Системы контроля границы раздела сред основаны на разнице в значениях плотности между двумя средами

- Обе мембраны датчика давления должны быть покрыты жидкостью;
- Расстояние между врезками установки мембран (L) x разность в плотности двух сред = перепад давления
- Рекомендуемая величина перепада давления не менее 500 мм водяного столба;
- Измерение возможно только для определения границы раздела сред
- Наличие эмульсии или нечеткая граница слоя раздела сред не влияют на измерения.

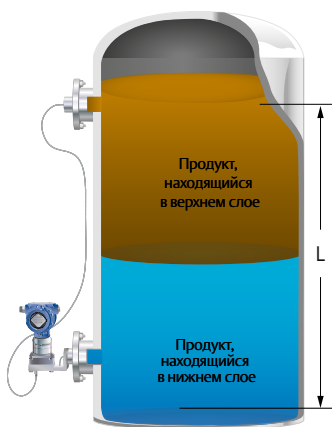


Рисунок 1.3.2: Определение границы раздела сред по перепаду давления

1.3.3 Каковы условия внутри резервуара?

Необходимо ли уровнемеру работать в условиях высокого давления и температуры?

Уровнемеры некоторых типов могут достаточно надежно работать при высоком давлении и высокой температуре, в то время как возможности других ограничены. На выбор типа уровнемера влияют допустимые пределы рабочего давления. В Таблице 1.3.1 приведены допустимые пределы рабочих параметров для некоторых наиболее распространенных типов уровнемеров. У некоторых уровнемеров устойчивость к воздействию параметров процесса достигается за счет ухудшения измерительных характеристик. Многие уровнемеры могут иметь повышенную погрешность измерения при колебаниях температуры технологического процесса.

Каково состояние поверхности, если поверхность неспокойная – какова причина – налив, перемешивание? Образуется ли пар или другие испарения над поверхностью продукта?

Измерение уровня приборами, реализующими измерение "сверху" может быть затруднено из-за неспокойного состояния поверхности или наличия паров. Например, принцип работы некоторых уровнемеров основывается на отражении сигнала от поверхности продукта. Непокойная поверхность продукта или пары могут ослаблять сигнал, либо привести к отсутствию отражения от поверхности. Состояние поверхности и парогазовой фазы в резервуаре в меньшей степени влияют на уровнемеры, реализующие принцип измерения «снизу»

Присутствуют ли в резервуаре границы раздела сред, градиент температуры продукта, пена, взвешенные частицы?

Наличие границы раздела сред, неравномерности температуры, пены, взвешенных частиц или препятствий внутри резервуара может повлиять на достоверность результатов, в зависимости от выбранного метода измерений. Например, взвешенные частицы могут вызывать засорение чувствительных элементов. Наличие пены требует особого

внимания, так как одним заказчикам требуется измерение уровня поверх слоя пены, а другим – под ним.

Существуют ли какие-либо ограничения по монтажу в резервуаре?

Следует, по возможности, использовать существующие отводы и патрубки резервуара. В некоторых случаях монтаж затруднен из-за наличия стеклянной футеровки или двоянных стенок в резервуаре. У небольших емкостей меньше доступное пространство для монтажа. Доступ к резервуарам может быть ограничен из-за расположения под землей, либо из-за близкого расположения резервуаров друг к другу, из-за высоты помещения, из-за наличия термоизоляции/подогрева. Плавающие крышки могут ограничивать монтаж некоторых устройств реализующих измерение «сверху-вниз».

Должен ли прибор монтироваться в выносной камере?

Камеры обеспечивают доступ к уровнемерам для калибровки или устранения неисправностей без остановки технологического процесса. Кроме того камера может быть установлена так, чтобы охватывать интересующий диапазон уровней, вместо измерения уровня во всем резервуаре. Диаметр отводных труб должен быть достаточным для обеспечения свободного сообщения камеры и резервуара и достоверного измерения уровня в резервуаре. По этой же причине расстояние между резервуаром и камерой должно быть минимальным. Для того чтобы температура жидкости в камере была как можно ближе к температуре в резервуаре, может потребоваться ее теплоизоляция или обогрев.

Метод измерения	Давление*	Температура
Радиоизотопный	Нет ограничений	Нет ограничений
Емкостной	От полного вакуума* до 345 бар	От -129 до 482 °C
Буйковый уровнемер	От полного вакуума до 276 бар	От -40 до 482 °C
Датчик давления с выносными мембранами	От полного вакуума до 276 бар	От -105 до 410 °C**
Датчик давления	От полного вакуума до 276 бар	От -40 до 193 °C

Метод измерения	Давление	Температура
Ультразвуковой бесконтактный уровнемер	От -0,25 до 3 бар	От -30 до 70 °C
Бесконтактный радар	От полного вакуума до 100 бар	От -60 до 400 °C
Волноводный радар	От полного вакуума до 345 бар	От -196 до 400 °C
Вибрационный сигнализатор	От -1 до 100 бар	От -70 до 260 °C
Поплавковое реле	От полного вакуума до 200 бар	От -60 до 400 °C

*Полный вакуум = -1,014 бар, атмосферное давление = 0 бар

**В условиях вакуума верхняя температура для уплотнений ограничена.

Таблица 1.3.1: Предельные значения давления и температуры

1.3.4 Каковы условия эксплуатации?

Какое влияние окажут условия окружающей среды на работу прибора?

Системы, размещаемые внутри помещений, вероятно, будут иметь достаточно стабильную окружающую среду с минимальными изменениями температуры и постоянной влажностью. Системы наружной установки, по всей вероятности, будут отличаться экстремальными значениями температуры и влажности. Вибрация, электромагнитные помехи и переходные процессы (скачки напряжения, вызванные молнией) представляют другие внешние проблемы, которые необходимо учитывать. Защита от помех (или защита от перенапряжений) и надлежащая система заземления могут помочь защитить от переходных процессов.

1.3.5 Каковы характеристики продукта?

Уровнемеры одного типа не могут одинаково хорошо работать во всех возможных технологических процессах. Для применения в процессах с агрессивными технологическими жидкостями могут потребоваться уровнемеры, смачиваемые части которых изготовлены из специальных материалов. В таком случае, убедитесь, доступны ли подобные материалы у выбранного поставщика контрольно-измерительного оборудования, не исключено, что лучшим выбором будет бесконтактный уровнемер.

Характеристики процесса могут влиять на разные устройства по-разному:

- Вязкий продукт может забивать чувствительные элементы некоторых уровнемеров;
- Пыль, пена и пары могут мешать распространению измерительного сигнала;
- Изменение плотности продукта вызывает дополнительную погрешность в работе датчиков давления, если не применяется компенсация;
- Изменение диэлектрической постоянной (электрохимическое свойство жидкости, обусловленное ее способностью передавать электрический заряд от одного тела другому) влияет на работу емкостных уровнемеров;
- Отложения продукта могут повлиять на чувствительность уровнемеров контактного типа;
- Сыпучие материалы имеют тенденцию к слеживанию и, как правило, не образуют плоскую поверхность. Выберите, в какой точке конуса/воронки будет измеряться уровень, и убедитесь, что значение уровня в этой точке обеспечивает достоверное представление об уровне среды в бункере.

1.3.6 Каковы требования к погрешности измерений в данном применении?

Как определяется погрешность измерительного прибора?

Прибор, эффективно работающий в небольшом резервуаре, может не обеспечить требуемую погрешность измерений в резервуаре большого объема. Например, относительная погрешность 0,1 % от диапазона измерений обеспечивает абсолютную погрешность уровня $\pm 1,5$ мм в резервуаре высотой 1,5 м. Этот же уровнемер обеспечивает погрешность ± 15 мм в резервуаре высотой 15 м.

Для уровнемеров, реализующих измерение «сверху», например, радарных уровнемеров, указывается либо величина абсолютной погрешности (± 3 мм), либо относительная погрешность, приведенная к измеряемому расстоянию. Следует принимать во внимание и дополнительную погрешность, возникающую из-за воздействия прочих факторов, в частности, из-за влияния температуры.

Необходима ли низкая погрешность измерения?

В некоторых случаях первостепенной задачей может быть способность обеспечить надежность измерений. В других случаях воспроизводимость измерений, то есть способность обеспечить неизменный результат при неоднократном измерении стабильного уровня, может иметь гораздо большее значение, чем низкая погрешность.

В системах управления резервуарными парками (для коммерческого учета и управления запасами) применяется большое число уровнемеров с самой низкой погрешностью, высокой стабильностью и воспроизводимостью измерений. Без обеспечения высоких измерительных характеристик влияние погрешности измерения на финансовую деятельность может быть очень велико, и было бы невозможно соблюдать требования международных и национальных стандартов к организации коммерческого учета.

1.3.7 Какие требования предъявляются к уровнемерам?

Какие виды сертификатов необходимы?

Сертификация для эксплуатации в опасных зонах должна отвечать местным требованиям. Для многих приборов может оказаться достаточным соблюдение стандарта по взрывобезопасности, но для эксплуатации на некоторых предприятиях или установках может потребоваться сертификат искробезопасности или другие виды сертификатов. В других случаях может потребоваться обеспечить соответствие санитарным требованиям.

Имеется ряд действующих национальных стандартов на соответствие систем коммерческого учета и управления материальными запасами местным метрологическим требованиям. Основным международным стандартом в области передачи продукта потребителю является OIML R85, который недавно был обновлен до версии R85:2008.

Каковы требования к выходным сигналам?

Наиболее распространенным выходным сигналом является непрерывный аналоговый сигнал 4–20 мА, не смотря на широкое распространение промышленных цифровых протоколов передачи данных. Кроме того, приобретает популярность беспроводная передача сигналов. В некоторых случаях необходимы сигнализаторы для оповещения операторов и реализации системы противоаварийной защиты.

Для обеспечения требуемого разрешения и погрешности в системах управления резервуарными парками необходимо использовать полевые шины для передачи информации от полевых приборов в распределенную систему управления.

Какие источники питания используются?

Большинство устройств будет работать при напряжении 12–24 В пост. тока, хотя встречаются приборы, работающие от сети переменного тока 110..220 В. Некоторые приборы способны работать на пониженном напряжении питания или в беспроводных сетях с питанием от батарей.

1.3.8 Какова общая стоимость устройства?

Помимо цены прибора для измерения уровня, при выборе датчика следует также учитывать стоимость установки и обслуживания. Как правило, более дешевые устройства (обычно механические) требуют более высокого уровня обслуживания. Более сложные электронные инструменты зачастую стоят дороже, но затраты на их обслуживание намного ниже. Первоначальные затраты на некоторые электронные технологии снижаются по мере увеличения технических возможностей и распространения на рынке.

Еще одним фактором стоимости является срок службы уровнемера. Недорогой прибор, который нуждается в частой замене, может потребовать намного больших затрат, чем более дорогой, но и более долговечный, надежный и более подходящий к условиям эксплуатации уровнемер. В общем случае, уровнемеры с более высокими рабочими характеристиками стоят дороже.

1.3.9 Каковы условия работы оператора?

И наконец, рассмотрим удобство эксплуатации устройства.

Будет ли выбранный метод измерений понятен людям, которым придется пользоваться им повседневно?

Будет ли обеспечиваться простота установки, калибровки и технического обслуживания уровнемера?

Несмотря на то, что производительность и инженерные вопросы имеют решающее значение, удобство повседневной эксплуатации уровнемера может оказаться ключевым фактором для окончательного выбора и долговременного применения прибора.

1.4 Классификация методов измерения уровня

Существует много методов измерения уровня. Доступен выбор от простых ручных методов до более совершенных, не требующих контакта с измеряемым продуктом. Некоторые методы могут иметь варианты исполнения как для непрерывного, так и для дискретного измерения уровня. Если объединить приборы для измерения уровня с общими характеристикам в группы, то можно выделить следующие четыре категории:

- Ручные или механические
- Электромеханические
- Электронные контактные
- Электронные бесконтактные

В данном разделе рассмотрена каждая из групп приборов, и подробно рассматриваются их функции, преимущества и недостатки.

1.4.1 Ручные/механические

Приборы, относящиеся к категории ручных/механических, не формируют электрических выходных сигналов. Оператор использует прибор для визуальной индикации количества продукта в резервуаре. Примерами приборов для измерения уровня этой категории являются смотровые окна или метршток. Эти приборы недороги, но не могут работать автоматически.

1.4.2 Электромеханические

Устройства в электромеханической категории представляют собой механические узлы с несколькими движущимися частями, которые создают электронный выходной сигнал для управления. В отличие от ручных/механических устройств, электромеханические устройства обеспечивают автоматическое измерение, которое можно считать дистанционно.

Устройства с движущимися частями, как правило, предъявляют высокие требования к техническому обслуживанию. При воздействии на электромеханические уровнемеры липких, вязких или агрессивных сред создаются условия для загрязнения и коррозии подвижных механических частей, в результате чего они часто требуют очистки и ремонта. Примером устройства для измерения уровня в этой категории является буйковый уровнемер.

1.4.3 Электронные контактные

Приборы, относящиеся к категории электронных контактных приборов, не имеют подвижных частей. Несмотря на то, что электронные контактные уровнемеры могут подвергаться влиянию отложений или коррозии, они более надежны в эксплуатации и требуют меньшего объема обслуживания по сравнению с электромеханическими. Примерами приборов для измерения уровня этой категории являются волноводные, емкостные уровнемеры, а также датчики давления.

1.4.4 Электронные бесконтактные

Приборы из категории электронных бесконтактных обеспечивают измерение уровня современными техническими средствами без какого-либо соприкосновения с продуктом. Так как они не имеют движущихся частей и не контактируют с продуктом непосредственно, требования к техническому обслуживанию минимальны. Электронные бесконтактные уровнемеры проще установить, чем уровнемеры других типов, так как при этом обычно не требуется опустошение резервуара. На измерение может влиять наличие испарений и пены. Примерами устройств измерения уровня в этой категории являются радарные и ультразвуковые уровнемеры.

1.4.5 Сравнение стоимости и эффективности

Выбор того или иного типа уровнемера зависит от того, что больше интересует пользователя – цена прибора, или измерительные характеристики. Эти два критерия в неявном виде пропорциональны. С другой стороны, стоимость обслуживания обратно пропорциональна эффективности.

На рисунке 1.4.1 показана взаимосвязь первоначальных затрат и эксплуатационных характеристик для различных групп уровнемеров.

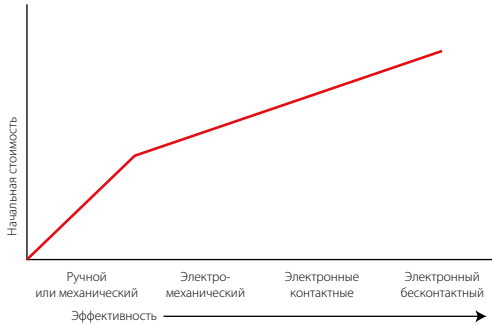


Рисунок 1.4.1: Сравнение начальной стоимости и эффективности

На рисунке 1.4.2 показана взаимосвязь между затратами на техническое обслуживание и типом выбранного устройства измерения уровня.

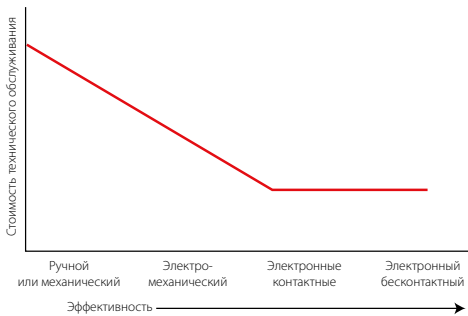


Рисунок 1.4.2: Стоимость обслуживания и эффективность технологии

1.4.6 Сводная таблица устройств

В Таблице 1.4.1. «Классификация измерений уровня» приводится распределение различных технологий измерения по соответствующим категориям. В таблице также указывается, какие технологические параметры могут измеряться каждым из устройств.

Категория устройства	Непрерывное измерение уровня	Точечное измерение уровня	Плотность	Граница раздела	Масса
Ручные или механические					
Поплавковые сигнализаторы		x		x	
Поплавковые уровнемеры	x				
Метршток/щуп	x	x			
Визуальные указатели/смотровые стекла	x			x	
Ленточные уровнемеры и системы	x		x	x	
Электромеханические					
Буйковые уровнемеры	x		x	x	
Магнитострикционные	x			x	
Резистивные ленты	x				
Ротационный сигнализатор		x			
Серво-уровнемеры	x			x	
Электронные контактные					
Емкостные	x	x		x	
По электропроводности		x			
Оптические		x			
Устройства измерения уровня по перепаду давления	x		x	x	x
Волноводный уровнемер	x			x	
Гибридные (по перепаду давления и радар)	x		x		x
Тепловые		x			
Вибрационные сигнализаторы (с вибрационной вилкой)		x			
Ультразвуковые уровнемеры		x			
Электронные бесконтактные					
Лазерные	x				
Тензодатчики	x				x
Радиоизотопные	x	x	x	x	
Бесконтактные радарные	x				
Ультразвуковые системы измерения уровня	x				

Таблица 1.4.1: Классификация уровня измерения

1.5 Диэлектрическая проницаемость и измерения уровня с помощью радарного уровнемера

«Что такое диэлектрическая постоянная?» Это вопрос, который часто возникает в том случае, когда при выборе технологии измерения уровня рассматривается технология типа радарной или емкостной. Работа бесконтактного радарного, волноводного и емкостного уровнемера в некоторой степени зависит от диэлектрической постоянной измеряемой среды. Так что же такое диэлектрическая постоянная, чем она определяется и какое влияние оказывает на уровнемеры?

1.5.1 Что такое диэлектрическая постоянная?

Для понимания физического смысла диэлектрической постоянной ее полезно рассмотреть в связи с понятием "диэлектрик". По определению, "Диэлектрик – это вещество с очень низкой электропроводностью, то есть изолятор. Такие вещества имеют электропроводность менее 1000 000 сименс/см. Вещества с несколько большей электропроводностью (от 10-6 до 10-3 сименс/см) называются полупроводниками. К наиболее распространенным твердым диэлектрикам относятся стекло, резина и аналогичные эластомеры, а также древесина и другие целлюлозные материалы. К жидким диэлектрикам относятся углеводородные и силиконовые масла, трансформаторное масло." (Источник: Hawley's Condensed Chemical Dictionary; 12th Edition. Richard Lewis).

Наряду с термином "диэлектрическая постоянная" широко распространено и другое ее название – "относительная диэлектрическая проницаемость", или количество энергии, которое может накапливаться в материале или передавать электромагнитное поле по сравнению с вакуумом. Диэлектрическая постоянная материала – это безразмерная величина, так как проницаемость материала рассматривается относительно проницаемости вакуума. Диэлектрическая постоянная проводника (например, меди) близка к бесконечности, потому что медь не может пропускать электромагнитное поле. Диэлектрическая проницаемость воздуха равна 1,0006, так как он пропускает электромагнитное поле практически так же хорошо, как и вакуум.

Материалы, которые являются хорошими изоляторами, имеют низкую относительную проницаемость или (диэлектрическую постоянную). Электропроводящие материалы имеют более высокие значения диэлектрической проницаемости. Несмотря на широкое использование, термин "диэлектрическая постоянная" не является предпочтительным, так как эта величина не является абсолютной, а диэлектрическая проницаемость не является константой – она зависит от частоты, давления, температуры, относительной влажности и других переменных параметров. (Источник: A Guide to characterization of dielectric materials at RF and microwave frequencies – The Institute of Measurement and Control, London 2003).

Стандартные измерения диэлектрической постоянной выполняются относительно вакуума, диэлектрическая

постоянная которого принята равной 1. При измерении ДП прочих материалов она приводится в сравнении с величиной ДП вакуума. Диэлектрические постоянные материалов, измеренные в одинаковых условиях, при 20 °C:

Электропроводность растворов зависит от химического состава, склонности к ионизации и концентрации. Несмотря на то, что простой формулы пересчета электропроводности в диэлектрическую проницаемость не существует, в общем случае можно уверенно полагать, что непроводящий материал будет иметь низкую диэлектрическую постоянную, а электропроводный – более высокие значения постоянной. Основным исключением из этого обобщения является вода.

Водные растворы, спирты, большинство неорганических кислот и щелочей имеют высокую диэлектрическую постоянную. Так как вода имеет полярную молекулу, ее диэлектрическая постоянная достаточно высока. Большинство углеводородов имеют неполярные молекулы, и поэтому для них характерны низкие значения диэлектрической постоянной.

Вода обладает уникальным сочетанием электропроводных и диэлектрических свойств. Например, электропроводность воды зависит от степени чистоты. Деионизованная и дистиллированная вода отличается высокой чистотой, так как из нее удалены соединения кальция, магния и железа. Несмотря на то, что деионизованная или дистиллированная вода обладает очень низкой электропроводностью (<2 мкСим), диэлектрическая постоянная остается достаточно высокой (>40). Питьевая вода в большинстве городов имеет электропроводность от 100 до 300 мкСим, но значение ДП при этом составляет от 70 до 80.

1.5.2 Какие факторы влияют на диэлектрическую постоянную?

Диэлектрическая постоянная вещества зависит от многих переменных. На ее значение может повлиять методика измерения, а также физические свойства вещества. К другим факторам можно отнести температуру и частоту электромагнитного излучения. Степень воздействия каждого из факторов может изменяться в зависимости от тестируемого вещества.

На диэлектрическую постоянную влияет дипольный момент молекул. Асимметричные молекулы соединений имеют большой дипольный момент, особенно те, которые состоят из атомов со значительно отличающимися значениями относительной электроотрицательности, например, вода. В результате значение диэлектрической постоянной подобных соединений более высокое. Вещества, имеющие более симметричные молекулы, например, большинство нефтепродуктов и других углеводородов, в меньшей степени

склонны к поляризации, и поэтому имеют низкое значение диэлектрической постоянной.

Фазовые изменения могут привести к значительным изменениям в диэлектрических свойствах. Например, лед имеет диэлектрическую проницаемость 3,2 при -12 °С, а только что выпавший снег (который содержит намного больше воздуха) имеет диэлектрическую проницаемость около 1,3 при -20 °С. Кристаллическая структура меняет полярность и, соответственно, диэлектрическая проницаемость падает.

В парообразном состоянии вещество будет иметь более низкую диэлектрическую постоянную, чем в жидком. Диэлектрическая постоянная паров многих соединений такая же, как у воздуха, и лишь незначительно изменяется с повышением давления. Исключениями являются пары аммиака, водяной пар и некоторые другие газы. Эти газы при высоком давлении могут оказывать значительное влияние на скорость распространения микроволнового излучения.

1.5.3 Стабильность диэлектрической проницаемости

Диэлектрическая постоянная может изменяться с изменением температуры и частоты электромагнитного излучения. Повышение температуры может вызвать уменьшение диэлектрической постоянной. Аналогично, повышение частоты, используемой при измерениях, может привести к уменьшению диэлектрической проницаемости некоторых жидкостей. Следует учесть, что для измерения диэлектрической постоянной используются частоты от 100 Гц до 25 ГГц и выше. Имеется ограниченное количество данных, подтверждающих эти изменения. Большинство данных по диэлектрическим свойствам приводятся только для одной частоты. По имеющимся данным, диэлектрическая постоянная многих жидкостей лишь незначительно изменяется с изменением частоты измерений, как правило, в знаках после запятой. Несмотря на достаточную стабильность диэлектрических свойств многих соединений, существуют и исключения. Ниже показаны примеры количественных изменений для масла на основе силикона, ароматического соединения и алифатического соединения.

Температура тоже может вызвать изменение диэлектрических свойств. Температура оказывает влияние на диэлектрическую постоянную материала в связи с тем, что изменяется количество молекул в известном объеме вещества.

По мере повышения температуры диэлектрическая постоянная уменьшается, из-за увеличения расстояния между молекулами способность материала к передаче энергии электрических зарядов уменьшается. Однако, отклонения значений диэлектрической постоянной, наблюдаемые в углеводородах, составляют от 0,0013 до 0,05% на градус Цельсия. На следующем рисунке представлена зависимость диэлектрической проницаемости различных углеводородов от температуры:

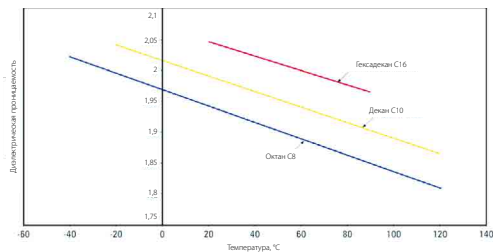


Рисунок 1.5.1: Зависимость диэлектрической постоянной от температуры для некоторых углеводородов

Давление может вызывать повышение диэлектрической постоянной газа благодаря уменьшению расстояния между молекулами. Для большинства газов зависимость диэлектрических свойств от давления минимальна. Для паров с минимальной величиной диэлектрической постоянной, подобных воздуху, ее величина возрастает при повышении давления незначительно. Диэлектрическая постоянная насыщенного водяного пара, относительно низкая при атмосферном давлении, сильно возрастает с увеличением давления и температуры.

Давление	Температура (°C)	DK
1 бар	100	1,006
15,5 бар	200	1,064
39,7 бар	250	1,152
85,9 бар	300	1,351
165,4 бар	350	1,863

Таблица 1.5.2: Увеличение диэлектрической постоянной насыщенного водяного пара с ростом давления и температуры

Среда	DK	при частоте	DK	при частоте
DC 710	2,98	100 Гц	2,60	10 ГГц
Пентахлорбифенил	5,58	10 ГГц	2,68	10 ГГц
Метанол	31	1000 кГц	8,9	10 ГГц
Реактивное топливо JP-1	2,12	10 ГГц	2,09	3 Гц

Таблица 1.5.1: Диэлектрическая проницаемость (DK) для различных сред на разных частотах

1.5.4 Влияние ДП на измерения уровня

Отражение сигнала

При измерении уровня при помощи радара измеряемая среда должна обеспечивать достаточный уровень отраженного сигнала. В общем случае, чем выше диэлектрическая постоянная, тем сильнее отраженный сигнал. Тем не менее, значительную роль играют другие факторы. Чем дальше находится мишень, тем сильнее должен быть импульс, чтобы к радару вернулся сигнал достаточного уровня. Перемешивание может вызвать "рассеяние" части отражений и тем самым понизить интенсивность сигнала, принимаемого радарным уровнем. Если перемешивание осуществляется в соединении с низкой диэлектрической проницаемостью, то посторонние отражения в резервуаре могут стать сильнее основных отраженных импульсов, используемых для измерения уровня жидкости.

Отражающая способность среды поддается оценке и является функцией диэлектрической постоянной. Ее можно определить следующим образом:

$$R = (\sqrt{\epsilon_r} - 1)^2 / (\sqrt{\epsilon_r} + 1)^2$$

где R = отражающая способность и ϵ_r = относительная диэлектрическая постоянная

На Рисунке 1.5.2 показана зависимость отражательной способности от диэлектрической постоянной материала. По мере возрастания диэлектрической постоянной амплитуда отраженного сигнала тоже возрастает. На показанном ниже примере A (линия синего цвета) видно, что при относительной диэлектрической проницаемости, равной 4, около 11% сигнала отражается, а потери мощности составляют около 10 дБ. В примере B (пурпурная линия), при более высоком значении диэлектрической постоянной порядка 30, отражается около 50% сигнала, и потери мощности гораздо меньше (-3 дБ).

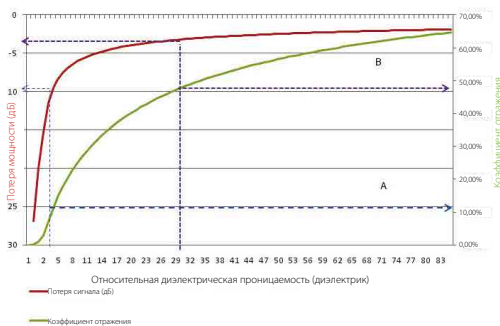


Рисунок 1.5.2: Соотношение отражательной способности и диэлектрической постоянной

Амплитуда эхосигнала

Интенсивность генерируемых сигналов главным образом зависит от частоты и размеров антенны.

Коэффициент усиления рассчитывается по формуле:

$$\text{Коэффициент усиления} = \eta(\pi D/\lambda)^2$$

Где:

- D = размер антенны (диаметр)
- λ = длина волны
- η = эффективность

Если размер антенны и эффективность сохраняются постоянными, то это уравнение упрощается до выражения $(1/\lambda)^2$. Уровнемер, работающий на частоте 26 ГГц с длиной волны 1,2 см будет иметь коэффициент усиления в 6 раз выше, чем уровнемер с антенной аналогичных размеров, работающий на частоте 10 ГГц с длиной волны 3 см.

На Рисунке 1.5.3 приведено сравнение эффективности антенны на различных частотах в зависимости от расстояния при заданном значении диэлектрической проницаемости. На этих графиках частота радара изменяется при постоянных размерах антенны. Поверхность жидкости спокойная.

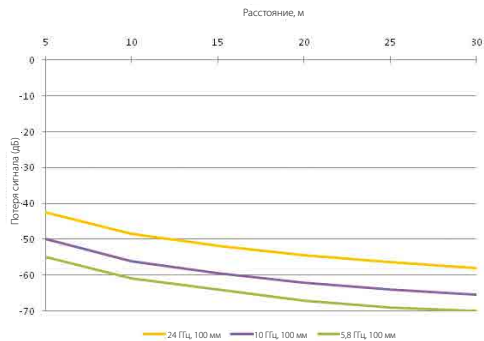


Рисунок 1.5.3: Зависимость амплитуды эхосигнала от расстояния на различных частотах при постоянном значении диэлектрической постоянной и одинаковом размере антенны.

Общая ширина луча сигнала радара обратно пропорциональна частоте, на которой работает уровнемер. Таким образом, при неизменном диаметре антенны диаметр луча радарного уровнемера, работающего на более высокой частоте, будет меньше, чем у прибора с более низкой рабочей частотой. Например, на расстоянии 10 м при диаметре антенны 4" диаметр луча радарного уровнемера будет равен 1,5 м при частоте 26 ГГц и 7,0 м при частоте 6 ГГц. Диаметр луча уровнемера, работающего на частоте 6 ГГц, в 4,6 раза больше, чем у уровнемера, работающего на частоте 26 ГГц при одинаковом размере антенны.

1 - Измерение уровня

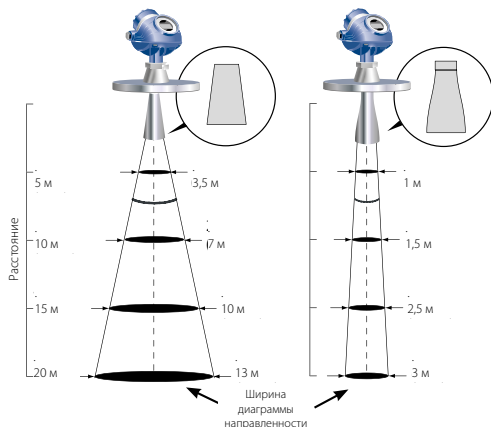


Рисунок 1.5.4: Сравнение угла и ширины луча для уровнемеров Rosemount 5401 (6 ГГц) и 5402 (26 ГГц) с антеннами одинакового размера и типа

При увеличении размера антенны ширина луча уменьшается, и эффективно возрастает коэффициент усиления антенны. Таким образом, при увеличении диаметра антенны амплитуда эхосигналов так же возрастает. На Рисунке 1.5.5 приводится зависимость амплитуды эхосигналов от расстояния для радарного уровнемера, работающего на частоте 6 ГГц, при различных размерах антенны, заданном значении диэлектрической постоянной и спокойном состоянии поверхности.

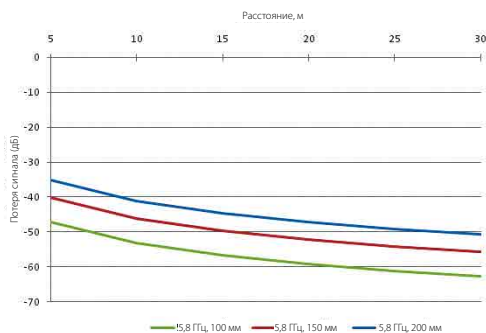


Рисунок 1.5.5: Зависимость амплитуды эхосигнала от расстояния для антенн различного размера при неизменных значениях диэлектрической постоянной и частоты

Для любого радарного уровнемера амплитуда эхосигнала будет уменьшаться в случае меньшей диэлектрической постоянной продукта и с увеличением расстояния. Таким образом, сложность выполнения качественных измерений для материалов с низким значением диэлектрической постоянной возрастает с увеличением расстояния. Для бесконтактного радара размер антенны должен быть выбран наибольший возможный как для повышения амплитуды, так и для улучшения условий приема отраженного сигнала. Использование устройства с более

высокой частотой позволяет осуществить эту оптимизацию при минимальном размере антенны. Как результат – обеспечивается значительная экономия расходов на монтаж и облегчается обслуживание радарного уровнемера. Кроме фундаментальных зависимостей, то, насколько эффективно уровнемер будет излучать и принимать сигнал, и насколько он хорошо будет работать с ослабленным эхосигналом, будет зависеть от способностей уровнемера по обработке сигнала.

Волноводный радар

Зависимость работы волноводного уровнемера от диэлектрической постоянной и расстояния аналогична. Отличие волноводных уровнемеров заключается в том, что вместо размера антенны выбирается тип зонда. Коаксиальный зонд обеспечивает самую высокую амплитуду сигнала по всей длине зонда, в то время как у одиночного зонда характерна тенденция к рассеянию энергии при увеличении расстояния до поверхности. В конечном счете, амплитуда эхосигнала зависит от диэлектрической постоянной, расстояния, типа зонда и метода обработки сигналов.

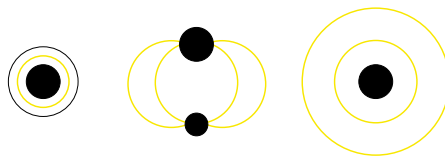


Рисунок 1.5.6: Схематическое сравнение рассеяния сигнала для трех основных типов зондов волноводных уровнемеров. Слева направо: коаксиальный, двойной и одиночный зонды.

Измерение уровня границы раздела сред при помощи радара

Для радарных уровнемеров обоих типов, при наличии двух несмешиваемых жидкостей, если верхняя имеет более низкую диэлектрическую постоянную, основная часть электромагнитного сигнала будет проходить сквозь верхний материал. Лишь небольшая часть сигнала будет отражаться назад к уровнемеру. Так, для материала с низким значением ДП, например, для нефти с ДП = 2, менее 5% мощности будет отражаться обратно к уровнемеру. Остальная часть сигнала будет проходить к следующей жидкости. В случае измерения уровня поверхности раздела нефть/вода этот факт позволяет обнаружить границу раздела двух жидкостей. Так как скорость движения микроволнового сигнала через верхнюю жидкость изменяется, при определении толщины слоя верхнего продукта необходимо учесть изменение времени прохождения сигнала. Если диэлектрическая постоянная жидкости в верхнем слое известна, расчет выполняется по формуле:

$$\text{Реальное расстояние} = \frac{\text{Электрическое расстояние}}{\sqrt{\text{ДП среды}}}$$

Емкостные уровнемеры

Для измерения уровня жидкости или уровня границы раздела сред емкостные уровнемеры используют принцип, основанный на измерении емкости между электродами.

Если установить в резервуар электрод уровнемера, резервуар превратится в конденсатор. Металлический стержень электрода выступает в качестве одной из пластин конденсатора, а стенка резервуара (или опорный электрод в неметаллических резервуарах) действует, как другая пластина. При повышении уровня, воздух или газ, окружающий электрод, вытесняется жидкостью, имеющей другое значение диэлектрической проницаемости. Изменение емкости происходит из-за того, что изменилась диэлектрическая проницаемость материала между пластинами. Это изменение обнаруживается приборами для измерения емкости и преобразуется в пропорциональный выходной сигнал.

Зависимость для емкости конденсатора выражается следующим уравнением:

$$C = 0,225 K (A/D)$$

где:

- C = емкостное сопротивление в фарадах
- K = диэлектрическая проницаемость материала
- A = площадь пластин в квадратных метрах
- D = расстояние между пластинами в метрах

В реальных условиях изменение емкости происходит различным образом в зависимости от измеряемого материала и выбора электрода для измерения уровня. Однако основной принцип всегда остается в силе. Если среда с низкой диэлектрической проницаемостью вытесняется средой с высокой диэлектрической проницаемостью, то суммарная емкость системы возрастает. При увеличении размеров электрода (возрастании эффективной площади поверхности) емкость возрастает; при увеличении расстояния между измерительным и опорным электродами емкость уменьшается. Уровень жидкости пропорционален измеряемой емкости. Так как емкость зависит от стабильности диэлектрических свойств среды по высоте, изменение диэлектрической постоянной будет оказывать влияние на суммарную погрешность измерения уровня или уровня границы раздела сред.

Как изменения диэлектрических свойств влияют на точность радарного уровнемера?

В общих случаях применения радарных уровнемеров для измерения уровня диэлектрическая постоянная материала влияет только на амплитуду эхосигнала поверхности. Изменения диэлектрической постоянной не оказывают какого-либо влияния на погрешность измерений. При определении влияния диэлектрической постоянной ее постоянство не имеет решающего значения. Вместе с тем, условное отнесение величины диэлектрической постоянной к диапазонам низких, средних или высоких значений является частью информации, необходимой для определения наиболее подходящей модели радарного уровнемера. К другим сведениям, влияющим на выбор, относятся высота резервуара, размер патрубка, размер антенны или тип зонда, а также состояние поверхности.

Для расчета толщины верхнего слоя при измерении границы раздела сред величина диэлектрической постоянной

верхнего продукта должна быть известна с определенной точностью. Часто это достигается настройкой параметров в ходе запуска уровнемера в эксплуатацию. Волноводные уровнемеры можно достаточно эффективно использовать для измерений границы раздела сред, их просто настроить как для измерения границы раздела, так и для измерения уровня. Дополнительная информация об измерения уровня поверхности раздела волноводным уровнемером приведена в разделе «Изменения диэлектрической проницаемости в углеводородах – влияние на точность измерения положения границы раздела сред при помощи радара».

1.5.5 Заключение

Диэлектрические свойства материала могут влиять на результаты измерения уровня бесконтактных радаров, волноводных радаров и емкостных технологий измерения уровня. При определении диэлектрической проницаемости необходимо учитывать множество переменных. В большинстве случаев изменения невелики и не оказывают заметного влияния на погрешность измерений бесконтактных и волноводных уровнемеров, так как они измеряют время прохождения сигнала, отраженного от поверхности. На работу емкостных уровнемеров колебания диэлектрической постоянной имеют большее значение, так как изменение свойств среды между пластинами пропорционально повлияет на значение уровня или уровня границы раздела. Величина диэлектрической постоянной является одним из параметров, определяющих выбор технологии измерений. К другим ключевым факторам следует отнести размеры и материал резервуара, тип зонда или антенны, а также состояние поверхности, в частности, наличие пены и турбулентности.

1.5.6 Ссылки

CRC Handbook of Chemistry and Physics – 75th edition

Dielectric Materials and Applications, Arthur von Hippel, ed. 1954

Instrument Engineer's Handbook – 3rd edition, Process Measurement and Analysis, Bela Liptak, editor-in-chief, 1995

Hawley's Condensed Chemicals Dictionary, 12th edition 1995

1.6 Измерения уровня по перепаду давления

Давление, создаваемое столбом жидкости, определяется тремя факторами:

- Глубина жидкости
- Давление на поверхность жидкости
- Плотность жидкости

Использование этих переменных позволяет выполнить измерения уровня по величине дифференциального давления.

1.6.1 Глубина жидкости

Давление в точке, находящейся под поверхностью жидкости, возрастает по мере увеличения высоты столба жидкости над точкой измерения. На давление влияет высота столба жидкости, а не ее объем. Если другие факторы (в частности, плотность жидкости и давление на ее поверхность) остаются постоянными, давление на глубине 3 м в большом резервуаре объемом 20 кубических метров не отличается от давления на глубине 3 м в небольшой емкости, содержащей всего 20 л воды. Примером из повседневной жизни может послужить заплыв на глубине полутора метров под поверхностью воды в плавательном бассейне или на глубине полутора метров под поверхностью воды в большом озере. Несмотря на то, что озеро содержит гораздо большее количество воды, давление на Ваше тело на глубине полтора метра не возрастает пропорционально объему. Давление на глубине полтора метра в озере и в бассейне одинаково.

Поскольку давление жидкости напрямую зависит от глубины (то есть уровня) жидкости, измерение давления может использоваться для определения уровня.

1.6.2 Давление на поверхность жидкости

Давление на поверхности жидкости – это давление, прикладываемое над столбом измеряемой жидкости. В открытом резервуаре на поверхность воздействует атмосферное давление (давление, оказываемое земной атмосферой). Если поверх столба жидкости в закрытом резервуаре поместить газ, то в результате на поверхности возникнет давление. Если поверх столба жидкости в закрытом резервуаре создан вакуум (безвоздушное пространство), то на поверхности возникнет отрицательное давление. Давление на поверхность жидкости в герметически закрытом объеме называется давлением в резервуаре. Для обеспечения корректного измерения давления столба жидкости необходимо учитывать влияние давления на поверхности. Эта компенсация осуществляется при измерении перепада давления. Для измерения давления собственно столба жидкости, в частности, при измерениях уровня, измеренное на поверхности давление вычитается из суммарного давления.

1.6.3 Плотность жидкости

Плотность представляет собой массу конкретного вещества на единицу объема. Жидкость с большей плотностью имеет большую массу на единицу объема. Жидкости с большей плотностью будут оказывать большее давление на данную область, чем жидкости с меньшей плотностью, поскольку единица объема жидкости с высокой плотностью тяжелее. Колебания температуры вызывают расширение и сжатие жидкостей, что приводит к увеличению или уменьшению их объема. При изменении объема жидкости изменяется и ее плотность.

Плотность часто выражают через удельный вес. Удельный вес – это отношение плотности определенной жидкости к плотности воды при одинаковой температуре. Вода имеет плотность 1000 кг/м³ при температуре 15,6 °С. Вместе с плотностью жидкости указывается температура, потому что она влияет на плотность. Плотность бензина равна 660 кг/м³ при температуре 15,6 °С. Для вычисления относительной плотности бензина, поделим его плотность на плотность воды:

$$660 \text{ кг/м}^3 / 1000 \text{ кг/м}^3 = 0,66$$

Поскольку удельный вес является отношением плотностей, он не изменяется при изменении единиц измерения. Следовательно, удельный вес бензина при 15,6 °С всегда составляет 0,66, даже если плотность бензина и плотность воды выражены в разных единицах измерения (например, фунт/фут³):

$$660 \text{ г/л} / 1000 \text{ г/л} = 0,66$$

При умножении удельного веса на высоту столба жидкости получается гидростатическое давление.

Гидростатическое давление, представляет собой давление, создаваемое столбом жидкости. Гидростатическое давление прямо пропорционально относительной плотности жидкости и высоте столба жидкости.

В зависимости от того, где установлен датчик давления, необходимо выполнить расчеты для устранения возможных ошибок и обеспечить правильное считывание гидростатического давления прибором. Датчики давления могут быть установлены выше или ниже уровня отбора (точки, в которой должны измеряться параметры технологической жидкости).

Если датчик давления монтируется под отбором, столб жидкости в импульсной линии будет создавать дополнительное давление на сенсор прибора. Если известны длина импульсной линии и удельный вес жидкости, дополнительное гидростатическое давление можно исключить из результата измерений. Если датчик давления монтируется над отбором, сила тяжести будет воздействовать на столб жидкости, оттягивая ее от сенсора датчика и создавая отрицательное гидростатическое давление. Отрицательное гидростатическое давление так же может быть рассчитано и исключено из результата измерений давления.

1.6.4 Факторы, влияющие на плотность

Плотность жидкости, по определению – это масса единицы объема материала. Масса, как количество вещества, содержащегося в объекте, часто отождествляется с весом, и выражается в единицах измерения веса: фунты, тонны, килограммы или граммы. При увеличении концентрации жидкости к ней добавляется дополнительная масса, и плотность изменяется. Например, 10 % серная кислота имеет плотность 1,07 кг/л, а концентрированная серная кислота имеет плотность 1,83 кг/л.

Масса не подвержена влиянию температуры. Однако по мере нагревания или охлаждения жидкости ее объем увеличивается или уменьшается, что вызывает изменение значения плотности (отношения массы к объему). Таким образом, температура оказывает значительное влияние на плотность. Для уровнемеров, у которых плотность учитывается в процессе измерений, изменение температуры будет влиять на значение уровня. Несмотря на возможность осуществления компенсации изменения плотности по температуре, плотность является фактором, который может внести существенную погрешность в измерение уровня, основанное на плотности.

2

Технологии измерения и контроля уровня

Тема	Страница
2.1 Волноводные уровнемеры _____	28
2.2 Бесконтактные радарные уровнемеры _____	29
2.3 Ультразвуковые уровнемеры _____	30
2.4 Ультразвуковые методы измерения и сигнализации уровня осадка в жидкости _____	31
2.5 Датчики давления _____	31
2.6 Емкостные уровнемеры _____	32
2.7 Буйковые уровнемеры _____	33
2.8 Радиоизотопные уровнемеры _____	34
2.9 Лазерные уровнемеры _____	34
2.10 Магнитострикционные уровнемеры _____	35
2.11 Магнитные указатели уровня _____	35
2.12 Серво-уровнемер _____	36
2.13 Вибрационные сигнализаторы уровня _____	37
2.14 Поплавковые и буйковые сигнализаторы уровня _____	37
2.15 Кондуктометрические системы контроля раздела пар/вода _____	38
2.16 Сравнительный обзор методов измерения уровня _____	39

2. Технологии измерения и контроля уровня

На рынке средств измерений представлены приборы, реализующие разнообразные методы измерения уровня, у каждого из которых есть как преимущества, так и недостатки. Нет универсального решения для всех случаев, но в некоторых процессах могут быть работоспособны несколько методов измерения. В текущем разделе описаны наиболее распространенные методы измерения уровня, их достоинства и недостатки.

2.1 Волноводные уровнемеры

- Непрерывное измерение уровня

2.1.1 Принцип работы

Волноводный радар (GWR) иногда называют также радаром с временным разрешением (TDR) или микроимпульсным радаром (MIR). Волноводный уровнемер устанавливается на крыше резервуара или в выносной камере, при этом зонд имеет длину, равную глубине емкости/камеры. Маломощный микроволновый импульс, распространяющийся со скоростью света, направляется вниз по зонду. В точке контакта зонда и жидкости (границы раздела воздух/вода) значительная часть энергии отражается и возвращается в обратном направлении по зонду в приемник.

Уровнемер измеряет время задержки между передаваемым и принимаемым отраженным сигналами, после чего встроенный микропроцессор рассчитывает расстояние до поверхности жидкости по формуле:

$$\text{Расстояние} = (\text{Скорость света} \times \text{время задержки}) / 2$$

Так как уровнемер запрограммирован по высоте емкости – обычно от нижней части резервуара или камеры – уровень жидкости рассчитывается микропроцессором.

В связи с тем, что часть энергии импульса продолжает распространяться вдоль зонда, то при погружении в жидкости с низкой диэлектрической проницаемостью можно зарегистрировать второй эхо-сигнал, отраженный от границы раздела двух жидкостей в точке ниже начального уровня жидкости.

Благодаря этой особенности волноводные радары успешно применяются для измерения граници раздела жидкость/ жидкость, в частности, нефти и воды, а так же для измерения уровня жидкости через слой пены.

Волноводный радар можно использовать в резервуарах, имеющих сложную геометрию, а также в камерах и емкостях с высокими патрубками. Они подходят для измерения уровня жидкостей с малыми значениями диэлектрической постоянной, в условиях неспокойной поверхности. В связи с тем, что работа радара не зависит от того, насколько «плоской» является отражающая поверхность, его можно с успехом использовать для измерения уровня порошковых и гранулированных материалов с наклонной поверхностью или жидкостей, поверхность которых представляет собой воронку.

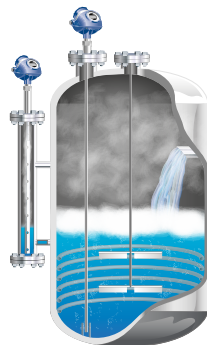


Рисунок 2.1.1 GWR может работать в возмущенных средах и в жестких условиях технологического процесса. Его можно устанавливать непосредственно в резервуар или в выносную камеру

2.1.2 Преимущества

Волноводный радар (GWR) обеспечивает точные и надежные измерения уровня и положения границы раздела сред, и может использоваться в самых разнообразных областях. Это нисходящее прямое измерение, поскольку прибор измеряет расстояние до поверхности. Волноводные радары могут применяться для работы с жидкостями, шламами, суспензиями и некоторыми видами твердофазных сред. Важнейшим преимуществом радара является отсутствие необходимости в какой-либо компенсации при изменении плотности, диэлектрических свойств или электропроводности жидкости. На точность измерений радара не влияют колебания давления, температуры и состояние паровоздушного пространства над жидкостью. Кроме того, радарные устройства не имеют движущихся частей, что сводит техническое обслуживание до минимума. GWR прост в установке и может легко заменить приборы других принципов измерения уровня, например, буйковый или емкостной уровнемер, даже при наличии продукта в резервуаре.

2.1.3 Ограничения

Несмотря на то, что волноводный радар может работать в самых разнообразных условиях, следует уделить особое внимание выбору зонда. Доступно несколько вариантов зондов, выбор производится исходя из условий технологического процесса, требуемой длины и ограничений по монтажу. Зонды не должны соприкасаться с металлическими объектами (кроме коаксиальных зондов), так как это влияет на измерительный сигнал. Если среда измерений имеет тенденцию к налипанию или обволакиванию, то следует использовать только одинарный зонд. Некоторые продвинутые GWR на рынке предлагают расширенную диагностику с возможностью обнаружения отложений на зонде. Камеры диаметром до 75 мм более восприимчивы к осадениям и в них сложнее избежать контакта зонда и стенок камеры.

2.2 Бесконтактные радарные уровнемеры

- Непрерывное измерение уровня

2.2.1 Принцип работы

Бесконтактные радарные уровнемеры реализуют два основных способа излучения радиоволн – импульсный и частотно-модулированный (FMCW).

Бесконтактный импульсный радар посылает микроволновый сигнал, который отражается от поверхности продукта и возвращается к датчику. Уровнемер измеряет время задержки между передаваемым и принимаемым отраженным сигналами, после чего встроенный микропроцессор рассчитывает расстояние до поверхности жидкости по формуле:

$$\text{Расстояние} = (\text{Скорость света} \times \text{время задержки})/2$$

При настройке уровнемера указывается расстояние до опорной точки – обычно это дно резервуара или камеры, микропроцессор рассчитывает уровень жидкости.

Радар FMCW также передает микроволны к поверхности продукта, однако передаваемый сигнал имеет постоянно меняющуюся частоту. Когда сигнал проходит вниз к поверхности жидкости и возвращается к антенне, он сравнивается с радиоизлучением, которое передается в резервуар в текущий момент. Разница частот между принимаемым и передаваемым сигналом прямо пропорциональна расстоянию до жидкости.

Поскольку измерения осуществляются бесконтактно и части уровнемера практически не подвергаются коррозии, такие уровнемеры являются идеальным выбором для измерений вязких, клейких сред и жидкостей с абразивными включениями. Довольно часто бесконтактные уровнемеры применяются в резервуарах с мешалками. При необходимости радарный уровнемер с высокой рабочей частотой может быть изолирован от технологического процесса шаровым клапаном. Большинство изготовителей предлагают бесконтактные радары для диапазонов измерений от 1 до 30 или 40 метров.

Рабочая частота бесконтактного радарного уровнемера влияет на его характеристики. Низкая частота уменьшает восприимчивость уровнемера к парам, пене и загрязнениям антенны, а более высокие частоты способствуют большей концентрации радиоизлучения, что позволяет свести к минимуму влияние патрубков, стенок и внутренних конструкций резервуара. Угол излучения обратно пропорционален размеру антенны, это значит, что при одинаковой рабочей частоте ширина измерительного луча уменьшается по мере увеличения размера антенны.

2.2.2 Преимущества

Бесконтактный радар выполняет прямое измерение «сверху вниз», так как измеряется расстояние до поверхности. Он может применяться для работы с жидкостями, шламами, суспензиями и некоторыми видами твердофазных сред. Важнейшим преимуществом таких уровнемеров является

отсутствие необходимости в какой-либо компенсации при изменении плотности, диэлектрических свойств или электропроводности жидкости. На точность измерений радара не влияют колебания давления, температуры и состояние паровоздушного пространства над жидкостью. Кроме того, радарные устройства не имеют движущихся частей, что сводит техническое обслуживание к минимуму. Бесконтактные радарные устройства можно изолировать от технологического процесса за счет использования защитных диафрагм, выполненных из ПТФЭ уплотнений или шаровых клапанов. Так как прибор не контактирует с измеряемой средой, его с успехом можно применять для работы с агрессивными и загрязненными средами.



Рисунок 2.2.1 Бесконтактные радары с антеннами различных типов для применения в различных условиях.

2.2.3 Ограничения

Ключевым условием успешной работы бесконтактного радара является его правильная установка на резервуаре. Поверхность измеряемой среды должна беспрепятственно просматриваться с места планируемой установки и монтажный патрубок должен иметь гладкие стенки без выступающих сварных швов.

Препятствия внутри резервуара, например, трубы, ребра жесткости и мешалки, вызывают ложные отраженные сигналы, но в большинстве уровнемеров имеются сложные программные алгоритмы, которые позволяют скрыть или игнорировать эти отражения.

Бесконтактный радар может использоваться в условиях турбулентности и перемешивания, но успешность и качество измерений будет зависеть от диэлектрической постоянной жидкости и интенсивности возмущений на поверхности. На измерение может оказывать влияние пена. Легкая и насыщенная воздухом пена, как правило, не отражает микроволны, а плотная и тяжелая пена может отражать микроволны.

При работе с жидкостями, имеющими низкую диэлектрическую проницаемость, большая часть излучаемой энергии поглощается жидкостью, и лишь небольшой остаток

энергии отражается назад в измерительный прибор. Вода и большинство химических растворов имеют высокий показатель ДК; мазут, смазочное масло и некоторые твердые вещества, такие как известь, имеют низкий ДК.

При наличии турбулентности на поверхности, например, из-за перемешивания, смешивания или разбрызгивания продукта большая часть сигнала теряется. Таким образом, сочетание низкой диэлектрической проницаемости жидкости и турбулентности может ограничить величину отраженного сигнала, попадающего в измерительную головку бесконтактного радара. Эта проблема может быть решена путем установки успокоительной трубы или выносной камеры для обеспечения спокойной поверхности в поле зрения уровнемера.

2.3 Ультразвуковые уровнемеры

– Непрерывное измерение уровня

2.3.1 Принцип измерения

Ультразвуковой уровнемер монтируется сверху и посылает ультразвуковой импульс вниз, внутрь резервуара. Этот импульс, распространяясь со скоростью звука, отражается от поверхности жидкости и возвращается к датчику. Уровнемер измеряет время задержки между передаваемым и принимаемым отраженным сигналами, после чего встроенный микропроцессор рассчитывает расстояние до поверхности жидкости по формуле:

$$\text{Расстояние} = (\text{Скорость звука} \times \text{время задержки})/2$$

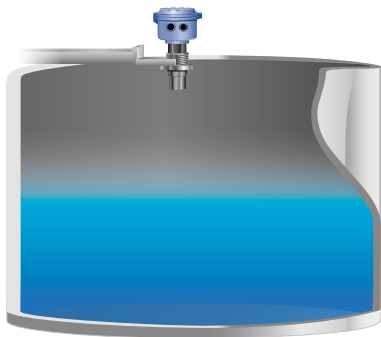


Рисунок 2.3.1 Пример установки ультразвукового уровнемера

При настройке уровнемера указывается значение опорной высоты – обычно это расстояние от дна резервуара до уровнемера, прибор вычисляет уровень в резервуаре.

2.3.2 Преимущества

Ультразвуковые уровнемеры могут быть установлены как на пустой, так и на заполненный резервуар. Как правило, запуск в эксплуатацию очень прост благодаря встроенным средствам настройки, позволяющим обеспечить ввод в эксплуатацию за считанные минуты.

Благодаря отсутствию движущихся частей и контакта с измеряемой средой устройства практически не нуждаются в обслуживании. Смачиваемые детали обычно изготовлены из инертных фторуглеродных материалов, устойчивых к воздействию конденсата технологических сред.

Поскольку устройство является бесконтактным, измерения уровня не подвержены влиянию изменений плотности, диэлектрических свойств или вязкости жидкости; ультразвуковые датчики имеют хорошие эксплуатационные характеристики при работе с водонасыщенными жидкостями и многими химическими соединениями. Изменения температуры процесса вызывают изменения скорости распространения ультразвукового импульса через парогазовое пространство над жидкостью, эти отклонения, как правило, автоматически корректируются по показаниям встроенного или выносного датчика температуры. Изменения давления процесса на результат измерений не влияют.

2.3.3 Ограничения

Работа ультразвуковых преобразователей основывается на том допущении, что ультразвуковой импульс не изменяет скорость распространения. Следует избегать таких применений, где над поверхностью жидкостей образуются испарения или плотные пары. В подобных случаях рекомендуется использовать радарные уровнемеры. Так как ультразвуковой импульс распространяется в воздушной среде, ультразвуковые уровнемеры нельзя применять в процессах со значительным вакуумметрическим давлением.

Применяемые конструкционные материалы ограничивают рабочие температуры до 70 °С и рабочее давление до 3 бар.

Состояние поверхности жидкости тоже имеет важное значение. Некоторая турбулентность допустима, но пенообразование зачастую ослабляет отраженный эхо-сигнал.

Внутренние конструкции резервуаров, например, трубы, ребра жесткости и мешалки, вызывают ложные отраженные сигналы, но в большинстве уровнемеров имеются сложные программные алгоритмы, которые позволяют скрыть или проигнорировать эти отражения.

Ультразвуковые преобразователи могут использоваться на бункерах с сухими продуктами, такими как гранулы, зерна или порошки, однако их сложнее вводить в эксплуатацию. При этом следует учитывать такие факторы, как угол наклона поверхности, заполненность и большие расстояния. Для работы с сухими продуктами лучше использовать волноводный радарный уровнемер.

2.4 Ультразвуковые методы измерения и сигнализации уровня осадка в жидкости

- Непрерывное измерение уровня

2.4.1 Принцип действия

Мониторинг содержания твердых частиц

Содержание взвешенных твердых частиц в шламе можно рассчитать путем измерения степени ослабления ультразвукового сигнала при его прохождении через жидкость.

Пара излучатель/приемник ультразвукового сигнала погружаются в резервуар, либо могут быть установлены в трубе. Ультразвуковой сигнал, который передается от излучателя к приемнику, ослабляется твердыми частицами в суспензии. Мощность полученного сигнала обратно пропорциональна содержанию твердых частиц в суспензии (плотности суспензии).

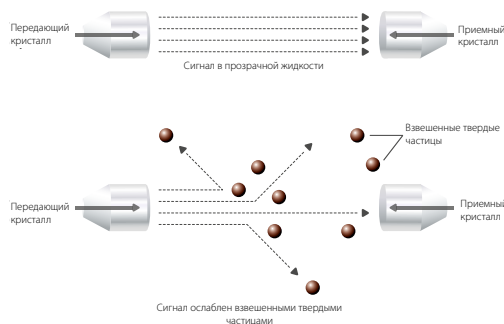


Рисунок 2.4.1 Принцип измерения содержания твердого осадка

2.4.2 Преимущества

Ультразвуковые системы просты в установке, как правило они оснащены встроенной функцией калибровки, и их можно быстро настроить.

Поскольку технология предназначена для работы непосредственно в среде, то на результаты измерений не влияют турбулентность, тяжелые испарения и пенообразование.

Принцип измерения не зависит от оптических свойств жидкости, обеспечивает отсутствие подвижных частей, таким образом подобные измерительные системы практически не нуждаются в техническом обслуживании.

2.4.3 Ограничения

Погружные ультразвуковые уровнемеры разработаны для работы в жидкостях, содержание взеси в которых находится в пределах 0,5 .. 15%. Если в надосадочной жидкости содержится большее количество взеси, то измерительный ультразвуковой сигнал может быть полностью рассеян.

Ультразвуковой сигнал также может ослабляться пузырьками воздуха/газа в надосадочной жидкости. Пузырьки газа/воздуха могут увеличить погрешность измерения.

Дополнительное ограничение – необходимо обеспечить постоянное погружение чувствительного элемента.

2.5 Датчики давления

- Непрерывное измерение уровня

2.5.1 Принцип работы

Датчики давления – это наиболее распространенная технология измерения уровня жидкости. Они имеют несложную конструкцию, отличаются простотой монтажа и эксплуатации, и работают в самых разных применениях и в широком диапазоне условий технологических процессов.

Если измерение уровня осуществляется в открытом/вентилируемом резервуаре, то может использоваться один датчик избыточного гидростатического давления (GP) или датчик дифференциального (перепада) давления (DP). Если резервуар закрыт или находится под давлением, то для компенсации давления в резервуаре должен измеряться перепад давления.

В дополнение к основным измерениям уровня датчики перепада давления могут быть настроены для измерения плотности и определения границы раздела сред.

Измерение уровня в открытом резервуаре

В случае открытой конструкции резервуара для того, чтобы получить значение уровня, измеряется гидростатический напор жидкости. Столб жидкости оказывает воздействие на основание столба, обусловленное собственным весом. Это воздействие, называемое гидростатическим давлением или давлением столба жидкости, может быть измерено в единицах давления. Гидростатическое давление определяется по следующему уравнению:

Гидростатическое давление = Высота x Удельная плотность

При изменении уровня (высоты столба) жидкости пропорционально изменяется гидростатическое давление. Поэтому простейшим способом измерения уровня в резервуаре является установка датчика давления на самом нижнем уровне жидкости. Тогда уровень жидкости над точкой измерения может быть получен по величине гидростатического давления, преобразуемой в высоту по приведенной выше формуле. Если единицы измерения давления не являются единицами высоты, их необходимо преобразовать (1 м в.д.ст. = 0,1 кг/см²).

Измерение уровня в закрытом резервуаре

Если резервуар находится под давлением, то показаний одного датчика избыточного давления недостаточно, так как датчик не может распознать, вызвано ли изменение общего давления изменением уровня жидкости или изменением давления в резервуаре. Для решения этой задачи в закрытых резервуарах должен применяться датчик перепада давления, чтобы скомпенсировать давление в резервуаре.

При измерении по перепаду давления, изменение суммарного давления в резервуаре в равной степени воздействует на верхний и нижний приемники давления, поэтому влияние внутреннего давления полностью исключается.



Рисунок 2.5.1 Общий вид измерительного преобразователя давления

На нижнем отборе вблизи дна резервуара, измеряется сумма гидростатического давления и давления в парогазовом пространстве. На верхнем отборе измеряется только давление в парогазовом пространстве. Разность давлений на отборах (дифференциальное давление) используется для определения уровня. Измерение по перепаду давления может быть выполнено с использованием одного датчика дифференциального давления с импульсными трубопроводами или капиллярными трубками и уплотнениями, или с помощью двух датчиков абсолютного давления, которые могут быть использованы для расчета дифференциального давления в конфигурации с электронными выносными сенсорами (ERS™).

Уровень = Перепад давления/Удельная плотность

2.5.2 Преимущества

В целом, датчики давления являются экономичным, простым в эксплуатации и хорошо изученным решением. Кроме того, датчики давления могут работать практически с любым резервуаром и жидкостью, включая шламы. Они функционируют в широком диапазоне давлений и температур, а также при наличии пены и турбулентности.

2.5.3 Ограничения

На точность измерения уровня датчиками давления может повлиять изменение плотности жидкости. Поэтому при работе с густыми, едкими или иными агрессивными жидкостями необходимо принимать особые меры предосторожности. Кроме того, некоторые жидкости (например, бумажная масса) имеют тенденцию к отвердеванию по мере возрастания концентрации. Датчики давления плохо работают с материалами в затвердевшем состоянии. Если датчики давления установлены

с импульсным трубопроводом (влажные/сухие колена), то изменения температуры окружающей среды могут повлиять на измерение из-за изменений плотности жидкости во влажном колене или конденсации жидкости в сухом колене. Закрытые капиллярные системы облегчают некоторые из этих проблем и их можно применять для снижения дополнительной погрешности.

Кроме того, технология электронных выносных сенсоров (ERS) позволяет устранить перепады температуры, заменив импульсные трубопроводы и капилляры цифровой архитектурой. Тем не менее, технология электронных выносных сенсоров разработана для высоких резервуаров и областей применения с низким или умеренным статическим давлением.

2.6 Емкостные уровнемеры

– Непрерывное измерение и дискретный контроль уровня

2.6.1 Принцип измерения

При установке электрода для измерения уровня в резервуаре образуется конденсатор. Металлический стержень электрода выступает в качестве одной из пластин конденсатора, а стенка резервуара (или электрод сравнения в неметаллических резервуарах) действует, как другая пластина. При повышении уровня воздух или газ, окружающий электрод, вытесняется материалом, имеющим другое значение диэлектрической проницаемости. Изменение емкости конденсатора происходит из-за изменения диэлектрических свойств пространства, материала между пластинами. Это изменение регистрируется элементами для измерения емкости и преобразуется в команду для исполнительного реле или в пропорциональный выходной сигнал.

Зависимость для емкости конденсатора выражается следующим выражением:

$$C = 0,225 K (A/D)$$

где:

C = емкость в фарадах

K = диэлектрическая постоянная материала

A = площадь пластин в квадратных метрах

D = расстояние между пластинами в метрах

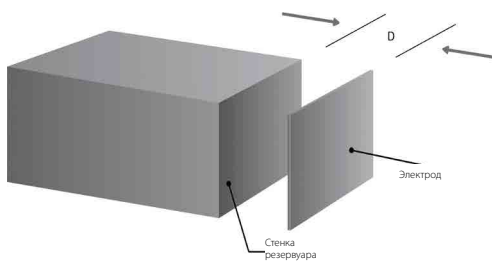


Рисунок 2.6.1 Принцип работы емкостного датчика

Диэлектрическая постоянная – это численное значение по шкале от 1 до 100, которая характеризует способность диэлектрика (материала между пластинами) удерживать электростатический заряд. Диэлектрическая проницаемость материала определяется на испытательном стенде. В реальных условиях изменение емкости происходит различным образом в зависимости от измеряемой среды и выбора электрода для измерения уровня. Однако основной принцип всегда остается в силе. Если материал с низкой диэлектрической проницаемостью вытесняется материалом с высокой диэлектрической проницаемостью, то суммарная емкость системы возрастает.

При увеличении размеров электрода (возрастании эффективной площади поверхности) емкость возрастает; при увеличении расстояния между измерительным и опорным электродами емкость уменьшается.

2.6.2 Преимущества

Емкостной датчик может использоваться в широком диапазоне технологических параметров, в частности, в условиях переменной плотности, повышенных температур (540°C), высоких давлений (345 бар), для вязких/клейких продуктов, суспензий, пенных материалов и паст. Его можно применять для измерения в одной или нескольких точках, непрерывного уровня сыпучих материалов и в жидкостях. Кроме того, он также может измерять границу раздела сред. Помимо прочего, емкостные датчики отличаются своей экономичностью.

2.6.3 Ограничения

Изменение диэлектрических свойств материала, а также осаждение продукта на зонде, приводят к ошибкам измерений емкостного датчика. Существуют различные варианты компенсации влияния отложений продукта на емкостных зондах.

В немаetalлических резервуарах или в резервуарах, не имеющих вертикальных стенок, требуется применение дополнительного электрода сравнения. Калибровка емкостного датчика может вызывать затруднения, особенно в случае невозможности «калибровки на стенде», а изменение условий в паровоздушном пространстве может повлиять на выходной сигнал. Кроме того, работа емкостных датчиков значительно нарушается в условиях сильного пенообразования.

2.7 Буйковые уровнемеры

- Непрерывное измерение уровня

2.7.1 Принцип измерения

Буйковый уровнемер устанавливается на крыше резервуара или чаше, в выносной камере, сообщаемой с резервуаром через отборы с отсечными вентилями, и содержит буюк на подвесе, соединенном при помощи торсионной трубки или пружины с головкой датчика/реле. Буйковый уровнемер спроектирован таким образом, чтобы быть тяжелее жидкости, в которой он используется, так что даже при полном погружении на подвеску действует сила, направленная вниз.

По мере того, как уровень жидкости в резервуаре поднимается и покрывает элемент, возникает выталкивающая сила, которая равна весу жидкости, вытесненной элементом (закон Архимеда). Это воспринимается датчиком, как снижение веса подвешенного элемента, и, поскольку эффективный вес буйка пропорционален уровню жидкости, расположенный в головке датчика микропроцессор может рассчитать уровень жидкости.



Рисунок 2.7.1 Общий вид пружинного буйкового уровнемера

2.7.2 Преимущества

Буйковые уровнемеры и реле широко распространены в промышленности и, при условии их регулярного технического обслуживания и проверки их калибровки, безотказно работают в течение многих лет. Эти приборы получили широкое распространение благодаря способности к работе при экстремальных значениях давления и температуры, а также возможности определения уровня границы раздела двух жидкостей даже при наличии эмульсионных слоев между ними, что позволяет осуществлять измерение уровня в тяжелых условиях эксплуатации.

2.7.3 Ограничения

Точность измерения уровня зависит от правильной калибровки прибора в условиях эксплуатации. Если эти условия изменяются, измерения уровня будут неправильными.

В частности, буйковые уровнемеры с торсионной трубкой требуют регулярного технического обслуживания и проверки калибровки, и в условиях пульсаций уровня они могут получить повреждение. Применение датчиков в рабочем диапазоне более 5 м практически нецелесообразно, в основном, из-за сложности монтажа.

2.8 Радиоизотопные уровнемеры

- Непрерывное и точечное измерение уровня

2.8.1 Принцип измерения

Радиоизотопные уровнемеры состоят из экранированного радиоизотопного источника, прикрепляемого с одной стороны резервуара или трубы, и приемника, размещаемого на противоположной стороне. Гамма-лучи испускаются источником и направляются через стенку резервуара, находящуюся в нем среду и дальнюю стенку резервуара на детектор. В радиоизотопных реле уровня применяются радиоизотопные источники определенного размера, обеспечивающие поддающееся измерению излучение при отсутствии продукта между источником и приемником.

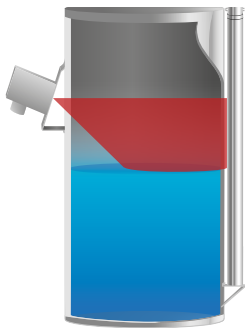


Рисунок 2.8.1 Общий вид радиоизотопного уровнемера

В радиоизотопных уровнемерах используются аналогичные источники, но они определяют величину поглощения гамма-излучения, проходящего от источника к детектору через толщу измеряемого продукта. Доза облучения, регистрируемого приемником, обратно пропорциональна количеству продукта в резервуаре.

Несмотря на то, что слово «радиоизотопный» иногда вызывает опасения, имеются документально подтвержденный опыт безопасного применения этого метода в промышленности в течение последних 30 лет и даже более.

2.8.2 Преимущества

Самым большим преимуществом радиоизотопной технологии является то, что она является «неинвазивной», то есть

технологические присоединения для прибора на резервуаре не нужны.

Кроме того, радиоизотопные устройства измерения уровня являются бесконтактными и не подвержены влиянию высоких температур, высоких давлений, едких, абразивных и вязких материалов, не чувствительны к перемешиванию и закупорке / заиливанию. Они могут применяться для непрерывного или тсигнализации уровня жидкостей и твердых сыпучих материалов, а также для определения границы раздела сред.

2.8.3 Ограничения

Значительные колебания плотности, особенно изменения концентрации водорода в материале, могут вызывать ошибки измерений. Налипшие слои материала на стенках резервуара тоже могут повлиять на результаты измерений. При использовании радиоизотопной технологии требуется лицензирование и постоянный контроль на отсутствие утечек, а также соблюдение высокого уровня требований по охране труда и технике безопасности при обращении с источниками излучения и утилизации отходов. Радиоизотопная технология имеет относительно высокую стоимость.

2.9 Лазерные уровнемеры

- Непрерывное измерение уровня

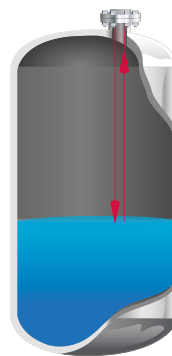


Рисунок 2.9.1 Общий вид лазерного устройства

2.9.1 Принцип измерений

В лазерном уровнемере применяется источник сфокусированного инфракрасного излучения, которое посылается к поверхности среды. Лазерный луч будет отражаться от поверхности твердых или жидких поверхностей. Время прохождения может быть измерено достаточно точно, чтобы определить диапазон или расстояние поверхности от сенсора.

2.9.2 Преимущества

Узкий сфокусированный луч делает эту технологию полезной в местах применения с ограниченным пространством. Это бесконтактная технология, без применения движущихся частей, что делает этот датчик устройством, не требующим

особого обслуживания. Лазерные уровнемеры хорошо работают в непрозрачных, хорошо отражающих жидкостях или сыпучих средах. Лазерная технология может реагировать на быстрые изменения уровня, отличается высокой точностью и может измерять на больших расстояниях.

2.9.3 Ограничения

Чтобы обеспечить надежную работу лазерного устройства, стеклянное окно, из которого выходит лазерный луч, должно оставаться чистым. Поэтому оно не должно работать в условиях пыли, тумана, пара или испарений. В дополнение, лазерный луч может не отразиться от поверхности спокойных, прозрачных жидкостей. При монтаже крайне важно выдержать перпендикулярность оси уровнемера к поверхности жидкости.

2.10 Магнитострикционные уровнемеры

- Непрерывное измерение уровня

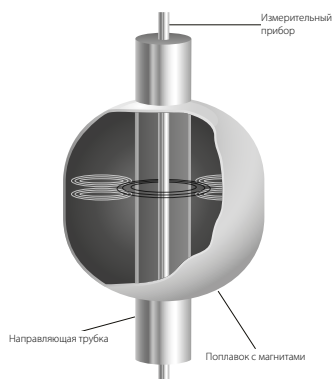


Рисунок 2.10.1 Возникновение магнитострикции при взаимодействии магнитных полей

2.10.1 Принцип работы

Магнитострикционные устройства измеряют момент пересечения двух магнитных полей, одно из которых создается в поплавке, а другое – в направляющей трубке. Поплавок может свободно перемещаться вверх и вниз по направляющей трубке при изменении уровня жидкости. Электроника генерирует токовый импульс малой мощности, распространяющийся по волноводу, и, когда магнитное поле импульса взаимодействует с полем, создаваемым магнитом поплавка, возникает "скручивание" чувствительного элемента. При этом создается ультразвуковая волна, время распространения которой измеряется электроникой уровнемера.

2.10.2 Преимущества

Магнитострикционные устройства отличаются точностью (< 1 мм). Одним уровнемером можно измерять как уровень, так и уровень границы раздела сред, а также измерять температуру процесса в одной или нескольких точках.

2.10.3 Ограничения

Магнитострикционный датчик измеряет положение поплавка, это означает, что любое изменение плотности может вызвать повышенную погрешность измерения. Магнитострикционная технология является интрузивной и поэтому устройство подвержено засорению и налипанию, а также восприимчиво к коррозии. Длинные датчики, обычно > 3 м, могут быть повреждены под действием турбулентности или при неправильной установке. Кроме того, датчик притягивает все металлические частицы в жидкости, изменяя свойства поплавка.

2.11 Магнитные указатели уровня

- Непрерывное измерение уровня

2.11.1 Принцип измерения

Магнитный указатель уровня (MLI) – это вертикальный индикатор, состоящий из камеры, установленной на технологическом резервуаре, и колонки с визуальными указателями для индикации уровня.

В камере размещены магнитные поплавки, которые движутся вверх и вниз вместе с поверхностью среды и переключают или перемещают указатели в колонке. Поплавки могут также управлять переключением магнитострикционных датчиков, чувствительных к магнитному полю.

Камера указателя изготовлена из немагнитного материала, стойкого к технологическим средам и способного противостоять воздействию температуры и давления. Камера устанавливается на технологическом резервуаре таким образом, что уровень жидкости в камере совпадает с уровнем жидкости в резервуаре, но поверхность среды в камере более спокойная. Камера присоединяется к резервуару через отборные трубы и может иметь несколько присоединений. В ней содержатся те же жидкости и границы раздела сред, что и в технологическом резервуаре, при условии, что присоединения обеспечивают надлежащее сообщение камеры и резервуара.

Магнитный поплавок или поплавки, содержащиеся в камере, рассчитаны на общий уровень и /или границу раздела среды между двумя смежными жидкостями в зависимости от их удельной плотности. Указатели обычно состоят из корпуса, в котором помещается колонка с флажками или роликами. Линии силового поля от немагнитного поплавка проходят сквозь стенки камеры и воздействуют на флажки или ролики, в результате чего они разворачиваются обратной стороной, окрашенной в контрастный цвет. Таким образом осуществляется индикация положения поплавка (поплавков) в камере. Уровень жидкости или границы раздела сред в камере поднимается и опускается; соответственно поднимается и опускается поплавок (поплавки), и положение уровня отображается на указателе. Линии магнитного силового поля могут воздействовать также на магнитострикционные датчики или магнитные реле любого типа, например, герконовые, установленные на колонке.

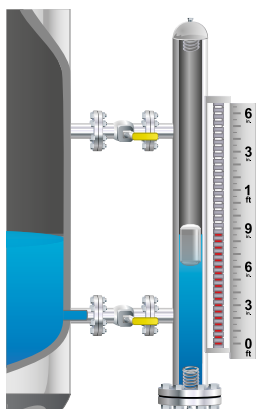


Рисунок 2.11.1 Общий вид магнитного индикатора уровня

2.11.2 Преимущества

Как правило, магнитные индикаторы уровня используются для предоставления обслуживающему персоналу визуальной индикации уровня рабочей жидкости, содержащейся в указанном резервуаре. Они имеют некоторое преимущество перед смотровыми стеклами, поскольку сам визуальный индикатор не содержит никакой технологической жидкости, поэтому исключается риск попадания жидкости в окружающую среду из-за разбитого смотрового стекла или неэффективных уплотнений. Кроме того, уровень жидкости можно наблюдать с некоторого расстояния, возможен контроль бесцветных жидкостей, можно надежно наблюдать уровень даже для тех жидкостей, которые вызывают загрязнение или травление смотрового стекла. Как правило, в нормальных условиях МЦИ способны работать в течение десятилетий.

2.11.3 Ограничения

В магнитных индикаторах уровня используются поплавки, которые подвержены загрязнению и заклиниванию. Если в среде присутствуют железные опилки, они могут захватываться магнитами и вызывать застревание поплавка. Кроме того, липкая среда, содержащая вещества, подобные парафину, может стать причиной застревания или зависания поплавка, если температура камеры опустится ниже температуры технологического процесса. Поплавки могут повредиться во время гидравлических испытаний, при очистке паром, а также в ходе запуска и остановки технологического процесса. В магнитных индикаторах иногда применяется поплавок-спутник, который магнитно связан с основным поплавком и перемещается вместе с ним. Известны случаи, когда связь основного поплавка с поплавком-указателем нарушается, и в этом случае возникает необходимость возврата индикатора в исходное состояние. Конструкция индикаторов "флажкового" типа сравнительно устойчива к подобным явлениям. В определенных обстоятельствах правилами котлонадзора предусматривается непосредственный контроль уровня технологической среды. В таких случаях магнитные индикаторы не применяются. Конструкция поплавка зависит от давления в резервуаре и удельного веса технологической жидкости во всем диапазоне рабочих температур. Наиболее сложными являются процессы, в которых сочетаются высокая температура,

высокое давление и низкий удельный вес, магнитные индикаторы могут применяться при температурах до 538 °С, при давлении свыше 275 бар и в жидкостях с удельным весом 0,4 и ниже.

2.12 Серво-уровнемер - Непрерывное измерение уровня

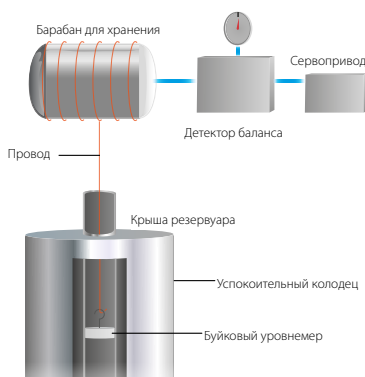


Рисунок 2.12.1 Общий вид уровнемера с сервоприводом

2.12.1 Принцип работы

В уровнемере, оснащемном сервоприводом, используется реверсивный двигатель, к которому присоединяются трос и буюк. Трос, к которому крепится буюк, намотан на измерительный барабан. Серводвигатель управляет электронными весами, которые постоянно отслеживают плавучесть частично погруженного буйка. В состоянии равновесия вес частично погруженного буйка компенсируется усилием уравновешивающих пружин. Подъем или опускание уровня вызывает изменение выталкивающей силы. Детектор равновесия воздействует на интегрирующую схему в двигателе, который, в свою очередь, вращает измерительный барабан, и буюк поднимается или опускается до восстановления равновесного положения.

Обычно сервоуровнемеры монтируются на крыше резервуара в успокоительной трубе. Труба необходима для обеспечения минимальной погрешности измерений и для устранения смещения буйка по горизонтали.

Если буюк не будет находиться в успокоительной трубе, то на его работу могут повлиять ошибки монтажа.

Сервоуровнемеры можно применять и для измерения границы раздела сред. В этом случае буюк будет рассчитан для того, чтобы плавать в более плотной среде и тонуть в слое верхней среды.

К факторам, влияющим на погрешность системы, относятся: удлинение троса из-за изменений температуры, место установки, деформация резервуара под действием жидкости, что вызывает смещение опорной точки, колебания плотности продукта, а также допуски при изготовлении троса и барабана.

2.12.2 Преимущества

Серво-уровнемер обеспечивает прямое измерение уровня с отличной точностью ($\pm 0,5$ мм).

Некоторые уровнемеры с сервоприводом можно активировать дистанционно, поднимая или опуская буйковый уровнемер так, чтобы поддержать общее значение повторяемости, провести проверку работоспособности или калибровку. При опускании буйкового уровнемера можно измерить плотность и /или обнаружить границу раздела воды под поверхностью продукта в нижней части резервуара.

2.12.3 Ограничения

Чтобы обеспечить максимальную точность, буйковый уровнемер должен быть установлен в успокоительном колодце, чтобы предотвратить горизонтальное перемещение буйкового уровнемера.

В конструкцию датчика входит много движущихся частей, которые подвержены механическому износу и чувствительны к загрязнению и налипанию.

Изменение плотности измеряемого продукта может повлиять на осадку чувствительного элемента в состоянии равновесия.

Несмотря на то, что с помощью сервоуровнемера можно измерять плотность и /или обнаружить границу слоя воды, это достигается погружением троса и буйка, в результате чего на них могут оставаться отложения продукта. Это может привести к повышенному объему технического обслуживания для поддержания минимальной погрешности измерений. Во время измерения плотности и положения границы слоя воды измерение уровня продукта невозможно.

2.13 Вибрационные сигнализаторы уровня

- Дискретный контроль уровня

2.13.1 Принцип действия

Вибрационный сигнализатор состоит из вилки с двумя лепестками, который вибрирует на собственной частоте под воздействием пьезоэлемента. Сигнализатор монтируется сверху или сбоку резервуара на фланцевое или резьбовое технологическое присоединение таким образом, чтобы вилка находилась внутри резервуара.

В воздухе вилка вибрирует на собственной резонансной частоте, которая контролируется электроникой. Когда жидкость покрывает вилку, частота колебаний падает, что определяется электронным блоком, который, в свою очередь, изменяет состояние на выходе сигнализатора. Вибрационный сигнализатор предоставляет эффективное средство для обнаружения наличия или отсутствия жидкостей.

2.13.2 Преимущества

На работу вибрационных сигнализаторов практически не оказывают воздействия: потоки жидкости, турбулентность, пузырьки, пена, вибрации, твердые включения, налипания, отложения, а также изменение свойств/ характеристик жидкости. После установки на объекте дополнительной калибровки не требуется. Сигнализаторы имеют минимальные требования к монтажу, отсутствие подвижных частей и зазоров практически полностью исключает потребность в техническом обслуживании.

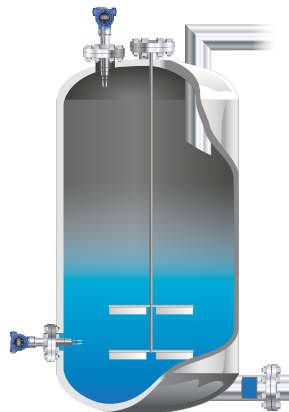


Рисунок 2.14.1 Монтаж вибрационного сигнализатора сверху или на боковой стенке резервуара

Вибрационные сигнализаторы приобрели популярность благодаря своим диагностическим возможностям. Некоторые современные типы имеют возможность постоянно проверять свое состояние и сообщать о повреждениях. Кроме того, некоторые из них способны отслеживать небольшие изменения и тренды в частоте колебаний вилки, открывая возможность определения характеристик жидкости на этом уровне.

2.13.3 Ограничения

Сигнализаторы с вибрационной вилкой непригодны для применения в очень вязких средах. Постепенные отложения между вилками, если их не остановить, могут привести к образованию перемычки на вилке, что в свою очередь может привести к ложному срабатыванию.

В случае экстремально высоких температур и давлений вибрационные сигнализаторы могут оказаться неприменимы.

2.14 Поплавковые и буйковые сигнализаторы уровня

- Дискретный контроль уровня

2.14.1 Принцип действия

Поплавковый сигнализатор уровня обычно монтируется на боковой стенке резервуара или в выносной камере и срабатывает, когда поплавок всплывает под действием жидкости, достигающей заданного уровня сигнализации. С поплавком конструктивно связан постоянный магнит, который взаимодействует со вторым постоянным магнитом в корпусе сигнализатора. Конструкция не содержит уплотнений, так как магниты взаимодействуют через стенку корпуса сигнализатора.

Эти простые электромагнитные устройства практически безотказны и обеспечивают надежное срабатывание при контроле верхнего или нижнего уровня. Имеется множество

2 - Технологии измерения и контроля уровня

вариантов исполнения и моделей реле, технологических соединений или характеристик переключения, удовлетворяющих требованиям практически любой прикладной задачи.

В случаях, когда точки переключения находятся значительно ниже точки монтажа реле, можно использовать реле буйкового типа. Работающий аналогично буйковому уровнемеру, боек расположен на кабеле и подвешен на пружине ниже точки крепления на требуемом уровне переключения.

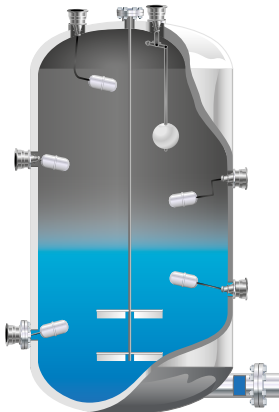


Рисунок 2.15.1 Различные монтажные положения сигнализаторов поплавкового типа

Боек имеет фиксированный вес, который поддерживается пружиной. Когда жидкость покрывает элемент, воспринимаемый пружиной эффективный вес снижается и рабочий постоянный магнит поднимается, взаимодействуя с другим постоянным магнитом, расположенным в корпусе реле. Буйковые конструкции используются также в условиях очень высоких давлений или при работе с жидкостями, имеющими низкую плотность.

2.14.2 Преимущества

Благодаря простоте конструкции с небольшим количеством компонентов поплавковые и буйковые реле очень надежны и легко обслуживаются. Для них не являются проблемой высокие давления и температуры, а разнообразие материалов смачиваемых деталей позволяет применять сигнализаторы практически в любой жидкости.

2.14.3 Ограничения

Поплавковые и буйковые сигнализаторы являются простыми пассивными устройствами и не имеют функций самопроверки, поэтому для них рекомендуется регулярный контроль и техническое обслуживание. Поплавок или боек, являясь движущимися деталями, подвержены загрязнению липкими или вязкими жидкостями.

2.15 Кондуктометрические системы контроля раздела пар/вода

- Непрерывное измерение и дискретный контроль уровня

2.15.1 Принцип измерения

При измерении электрического сопротивления жидкости в выносной камере или трубопроводе можно обнаружить присутствие воды (типичное значение от 2 до 100 кОм) или пара (типичное значение > 10 МОм).

Для измерения уровня воды в барабане котла можно установить набор электродов, смонтированных в выносной камере, присоединенной к барабану. Электроды размещаются над и под нормальным уровнем воды в барабане. Измеряется сопротивление среды на каждом электроде, и ступенчатое изменение сопротивления двух соседних электродов воспринимается как уровень раздела пар/вода.

Кроме того, в системах предотвращения попадания воды в турбины (TWIP) могут использоваться различные резистивные свойства пара и воды. Установив электроды в паропроводах и измерив сопротивление, можно обнаружить нежелательное присутствие воды, что позволит принять соответствующие меры безопасности.

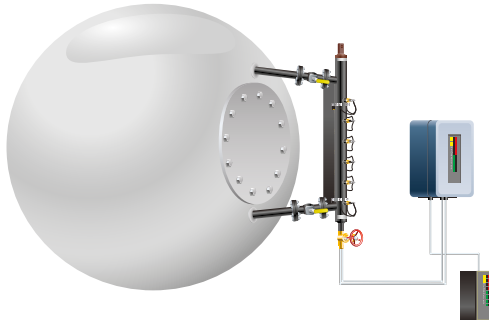


Рисунок 2.16.1 Система обнаружения воды/пара в барабане котла по принципу проводимости

2.15.2 Преимущества

Обнаружение присутствия пара или воды путем измерения удельного сопротивления давно подтвердило свою надежность. Разница между удельным сопротивлением воды и пара довольно существенна, что делает измерения простыми и надежными.

Использование электронного метода для определения уровня воды или дифференциации между присутствием пара или воды обеспечивает очень высокий уровень самоконтроля и целостности системы по сравнению с механическими методами, поскольку в конструкции нет движущихся частей. Благодаря этому значительно сокращается потребность в техническом обслуживании.

2.15.3 Ограничения

Надежность системы зависит от качества воды в системе. Хотя обычно применяется очень чистая вода, присутствие грязной воды может привести к загрязнению электродов. Однако в более сложных системах это не вызовет неисправности или отключения.

Рабочая температура ограничена материалом конструкции до 500 °С.

2 - Технологии измерения и контроля уровня

2.16 Сравнительный обзор методов измерения уровня

		код:		Волноводный уровнемер	Бесконтактный радар	Измерение уровня по перепаду давления/ гидростатическое давление	Ультразвуковые уровнемеры	Вибрационный сигнализатор	Поплавковые реле
		● Хорошо	● Зависит от условий применения						
		Непрерывное измерение					Контроль уровня		
Измерение	Уровень	●	●	●	●	●	●	●	●
	Граница раздела сред (жидкость – жидкость)	●	●	●	●	●	●	●	●
	Объем	●	●	●	●	●	●	●	●
	Плотность	●	●	●	●	●	●	●	●
	Масса	●	●	●	●	●	●	●	●
	Расход в открытом канале	●	●	●	●	●	●	●	●
Характеристики технологической среды	Изменяющаяся плотность	●	●	●	●	●	●	●	●
	Изменяющаяся диэлектрическая проницаемость	●	●	●	●	●	●	●	●
	Значительное изменение уровня pH	●	●	●	●	●	●	●	●
	Изменения давления и температуры	●	●	●	●	●	●	●	●
	Конденсация испарений	●	●	●	●	●	●	●	●
	Бурлящая (кипящая) поверхность среды	●	●	●	●	●	●	●	●
	Пена	●	●	●	●	●	●	●	●
	Среды, склонные к налипанию	●	●	●	●	●	●	●	●
	Вязкие среды	●	●	●	●	●	●	●	●
	Кристаллизующиеся среды	●	●	●	●	●	●	●	●
	Сыпучие вещества, гранулы, порошки	●	●	●	●	●	●	●	●
Взвеси и суспензии	●	●	●	●	●	●	●	●	
Особенности резервуара	Монтаж сверху	●	●	●	●	●	●	●	●
	Монтаж сбоку или внизу	●	●	●	●	●	●	●	●
	Монтаж в выносной колонне	●	●	●	●	●	●	●	●
	Монтаж вблизи стенки резервуара или помехи	●	●	●	●	●	●	●	●
	Высокая турбулентность	●	●	●	●	●	●	●	●
	Монтаж в высоком и узком патрубке	●	●	●	●	●	●	●	●
	Наклонная поверхность среды	●	●	●	●	●	●	●	●
	Высокая скорость изменения уровня	●	●	●	●	●	●	●	●
	Внутренние помехи	●	●	●	●	●	●	●	●
	Перемешивание	●	●	●	●	●	●	●	●
	Неметаллический резервуар	●	●	●	●	●	●	●	●
	Монтажный патрубок в центре резервуара	●	●	●	●	●	●	●	●
	Требуется установка клапанов или изоляция	●	●	●	●	●	●	●	●
Небольшой резервуар < 1 м	●	●	●	●	●	●	●	●	

Таблица 2.17.1: Сравнительная оценка методов измерения на основании их работоспособности в сложных условиях.



3

Решения Rosemount™ для измерения уровня

Тема	Страница
3.1 Волноводные уровнемеры _____	42
3.2 Бесконтактные уровнемеры _____	45
3.3 Система Rosemount для коммерческого учета в резервуарах _____	47
3.4 Ультразвуковые уровнемеры и контроллеры ____	50
3.5 Датчики перепада давления и гидростатический датчик уровня _____	52
3.6 Контроль уровня _____	54
3.7 Беспроводное измерение уровня, обнаружение и контроль _____	58
3.8 Выносные камеры _____	60
3.9 Система мониторинга резервуаров _____	61

3. Решения Rosemount для измерения уровня

Линейка продуктов компании Emerson для измерения уровня включает технологии, необходимые для обеспечения максимальной эффективности в широком диапазоне условий монтажа и областей применения, гарантируя точные и надежные измерения. В этой главе представлен обзор наших предложений. Подробную информацию о продуктах можно найти в его техническом описании на сайте Emerson.com.

3.1 Волноводные уровнемеры

Существует три разных модели волноводных радарных уровнемеров Rosemount: Rosemount 5300, Rosemount 3300 и Rosemount 3308. Рекомендации по выбору см. в таблице 3.1.1.

Преимущества волноводных уровнемеров Rosemount

- Высокоточные и надежные измерения
- Монтаж сверху, прямое измерение уровня и уровня границы раздела сред для жидких и твердых материалов.
- Широкий диапазон температур и давлений
- Не зависит от условий технологического процесса, таких как плотность, вязкость, проводимость, коррозионная активность, испарения, турбулентность, пыль, а также от изменения давления и температуры
- Отличное решение для установки в выносной камере, подходит для замены устаревших механических уровнемеров;
- Широкий спектр типов зондов практически для любой области применения
- Небольшое количество требований по установке
- Многофункциональный выход MultiVariable™ выводит данные об уровне, положении границы раздела сред, расстоянии, толщине верхнего слоя, объеме и мощности сигнала
- Широкий выбор материалов для контакта с рабочей средой, и технологических соединений
- Прочная модульная конструкция, обеспечивающая низкие эксплуатационные расходы и повышенную безопасность
- Беспроводные решения – Rosemount 3308 или с 5300 и 3300 в сочетании с беспроводным адаптером THUM компании Emerson.

3.1.1 Уровнемер Rosemount 5300

- Технология прямого переключения обеспечивает более сильный сигнал, чем у других 2-проводных уровнемеров GWR, гарантируя оптимальные возможности для измерения и надежности
- Проецирование конца зонда позволяет проводить измерения в средах с низкой диэлектрической проницаемостью на больших расстояниях.
- Динамическая компенсация пара обеспечивает высокую точность измерений в системах с насыщенным паром.

- Диагностика качества эхосигнала (SQM) позволяет организовать профилактическое обслуживание или выявить изменения в технологическом процессе, например образование пены;
- Интеллектуальная гальваническая развязка и улучшенная защита от перегрева
- Простая интеграция в новые или существующие установки с выбором 4-20 мА протокола HART™, FOUNDATION™ или Modbus с обширной поддержкой для расширенной диагностики
- Мощные и простые в использовании инструменты конфигурации
- Широкий выбор типов зондов практически для всех применений, включая зонды в исполнении на высокие давления и температуры для наиболее сложных применений;
- Надежная модульная конструкция и многопараметрический выходной сигнал MultiVariable™ обеспечивают минимизацию затрат на обслуживание и увеличивают безопасность;
- Возможность измерения уровня как жидких, так и сыпучих сред;
- Соответствие SIL 3: Сертификация на соответствие требованиям стандарта IEC 61508 на использование в системах противоаварийной защиты с системным уровнем надежности до SIL 3 (минимальное требование для одиночного использования (1oo1)
- на уровне надежности SIL 2 и для использования с резервированием (1oo2) на уровне SIL 3).
- Соответствует требованиям EN 12952-9 и EN 12953-11
- Доступны типы по ASME B31.1 для выбранных фланцев
- Большой коаксиальный зонд позволяет проводить измерения без верхней зоны нечувствительности
- Возможности обнаружения границы раздела сред



Rosemount 5300

3.1.2 Уровнемер Rosemount 3300

- Надежное решение для большого спектра задач, связанных с измерением или контролем уровня жидкостей;
- Первый 2-проводной датчик уровня и границы раздела сред с проверенной эксплуатационной надежностью
- Простое в применении ПО Radar Configuration Tools (RCT) делает настройку быстрой и легкой, а также обеспечивает диагностику с помощью инструментов построения графиков и регистрации сигналов.
- Легко интегрируется в существующую архитектуру HART и Modbus.



Rosemount 3300

3.1.3 Беспроводной уровнемер Rosemount 3308

- Первый в мире по-настоящему беспроводной волноводный радар для измерения уровня и границы раздела сред
- Надежное решение для большого спектра задач, связанных с измерением или контролем уровня жидкостей;
- Быстрый и простой ввод в эксплуатацию благодаря самоорганизующейся сети и простому в использовании человеко-ориентированному программному обеспечению, с интуитивно понятным графическим интерфейсом
- Обнаружение загрязнения зонда с помощью показателей качества сигнала
- Питание от аккумуляторной батареи, девять лет автономной работы с частотой обновления в одну минуту
- Расширенная диагностика состояния процессов и устройств с проактивными предупреждениями
- Технология прямого переключения обеспечивает высокую мощность сигнала для надежного измерения
- Опциональное исполнение с погрешностью ± 3 мм



Rosemount 3308

3 - Решения Rosemount для измерения уровня

Технические характеристики и рекомендации по выбору волноводного радарного уровнемера¹

		3300	3308	5300
Сертификаты	Взрывонепроницаемый корпус или искробезопасная цепь	●	●	●
	Защита от переполнения (DIBt/WHG)	●	○	●
	Сертифицировано по IEC 61508, уровень SIL 2	○	○	●
	Сертификаты для использования в морских условиях	○	○	●
	Соответствует требованиям EN 12952-9, EN12953-11, CRN и B31.1	○	○	●
Выход	4-20 мА и HART	●	○	●
	FOUNDATION fieldbus	○	○	●
	MODBUS	●	○	●
	WirelessHART	● ²	●	● ²
Конфигурация	ПО для настройки и поддержки ПК	●	○	●
	Пакет Rosemount AMS™ Suite и полевой коммутатор (например, 375/475)	●	●	●
	ДельтаВ	○	○	●
	Совместимый с DTM ³	●	○	●
	Расширенные возможности поддержки EDDL и модулей передачи данных	○	●	●
Диагностика	Стандартные диагностические возможности	●	●	○
	Расширенные диагностические возможности	○	●	●
Материалы зонда	Нержавеющая сталь или покрытие из тефлона (ПТФЭ)	●	●	●
	Дуплекс 2205, сплав С-276, сплав 400	○	○	●
Макс/мин. температура/давление	От -40 до 150 °С/от -1 до 52 бар	●	●	●
	От -196 до 400 °С/от -1 до 345 бар	○	○	●
Производительность	Максимальный диапазон измерений	23 м	17 м	50 м
	Минимальное значение диэлектрической постоянной при коаксиальном (одинарном) зонде ⁴	1,4/2,5	2,0 ⁵	1,2/1,4
	Погрешность измерений при исходных условиях	±5 мм	±3 мм	±3 мм
Сложные применения с одинарным зондом	Углеводороды, характеризующиеся турбулентностью	○	○	●
	Уровень и граница раздела сред	● ⁶	●	●
	Налипания (отложение) продукта на смачиваемых частях	○	●	●
	Сыпучие материалы	○	○	●
	Насыщенный пар	○	○	●
	Электромагнитные помехи	● ⁷	● ⁷	●

КОД: Опция доступна ● Опция недоступна ○

¹ более подробная информация приведена в листе технических данных продукта (PDS) и руководстве по применению и выбору GWR

² С беспроводным адаптером THUM Emerson 775

³ Для настройки в среде Fieldmate, FieldCare и PactWare

⁴ Более подробная информация приведена в ЛТД

⁵ При максимальном диапазоне измерения

⁶ Подходит до 9 м

⁷ В металлических резервуарах. Для обеспечения нормальной работы одинарных зондов в неметаллических резервуарах зонд должен иметь фланцевое присоединение, зонды с резьбовым присоединением следует устанавливать с металлическим фланцем (диаметром не менее 350 мм). Если баки неметаллические или открытые, обратитесь за консультацией к заводу-изготовителю.

Таблица 3.1.1: Технические характеристики и рекомендации по выбору волноводных радарных уровнемеров Rosemount

3.2 Бесконтактные уровнемеры

- Монтаж сверху, бесконтактное и прямое измерение уровня
- Широкий диапазон температур и давлений
- Широкий выбор антенн обеспечивает максимальную гибкость вариантов монтажа и применения
- Возможность изоляции трубной арматурой
- Не зависит от условий процесса, таких как плотность, вязкость, проводимость, обволакивание, коррозионная активность, испарения и изменение давления и температуры
- Подходит для загрязненных, подверженных обволакиванию и коррозионных сред
- Может использоваться в сочетании с беспроводным адаптером Rosemount THUM™ для обеспечения беспроводного решения.
- Высокая гибкость применения благодаря сменным головкам датчика и антеннам
- Отсутствие движущихся частей и контакта с жидкостью
- Простая настройка современного программного обеспечения уровнемера с помощью инструмента конфигурации ПО Rosemount Radar Master
- Конфигурация Rosemount 5408, совместимого с требованиями FDI, выполняется в удобном для пользователя ПО Rosemount Radar Master Plus
- Широкий выбор антенн и материалов
- Возможность измерения через стенки неметаллических резервуаров

Характеристики модели бесконтактного радара Rosemount 5408 см. в таблице 3.2.1.

Уровнемер Rosemount 5408



Rosemount 5408

- Уникальный энергоэффективный двухпроводной радар FMCW для оптимальной работы
- Частота 26 ГГц подходит для широкого спектра технологических применений, как для жидкостей, так и для твердых веществ
- Широкий диапазон температур и давлений
- Разработан и протестирован пользователями для обеспечения лучшей в своем классе безопасности, надежности и простоты использования
- Низкое напряжение питания 12 В пост. тока
- Невосприимчив к периодической потере мощности до 2 секунд
- Уникальная конструкция уплотнения из ПТФЭ устраняет необходимость в применении уплотнительных колец
- Интуитивный понятный процесс ввода в эксплуатацию благодаря адаптивной графике
- Rosemount 5408:SIS, разработанный с учетом требований безопасности и сертифицирован по IEC 61508 для уровней SIL2 с возможностью применения уровня SIL3.
- Выполняйте безопасное, простое и дистанционное контрольное тестирование, не прерывая процесс
- Совместим с требованиями FDI
- При работе в запыленной среде возможна продувка воздухом
- Гигиенические технологические присоединения и сертификаты для санитарного применения

3 - Решения Rosemount для измерения уровня

Технические характеристики бесконтактного радара ¹

		5408
Технология радара		FMCW
Сертификаты	Взрывонепроницаемый корпус или искробезопасная цепь	●
	Защита от переполнения (DIBt/WHG)	●
	SIL 2, предшествующее применение	○
	Сертификат соответствия уровню безопасности по IEC 61508	●
	Гигиенические сертификаты и разрешения	●
Сертификаты для использования в морских условиях		●
Выход	Отдельная проводка для питания и передачи сигналов (например, 4-х проводная)	○
	4-20 mA и HART	●
	Протокол FOUNDATION™	●
	MODBUS	○
	NAMUR	●
WirelessHART с адаптером THUM Emerson		●
Совместим с требованиями FDI		●
ПО для настройки и поддержки ПК		●
Конфигурация	Пакет Rosemount AMS™ Suite и полевой коммуникатор (например, 375/475)	●
	ДельтаВ	●
	Расширенные возможности EDDL	●
	Совместимый с DTM ²	○
Стандартные диагностические возможности		●
Диагностика	Расширенные диагностические возможности	●
	Диагностика электропитания	●
Материалы антенны	Нержавеющая сталь, сплав С-276, сплав 400 или тефлон (ПТФЭ)	●
	Титан или тантал	○
Рабочая температура		от -60 до 250 °C
Макс/мин давление		от -1 до 100 бар
Подключения	Резьбовой	●
	Tri Clamp	●
	Фланцевое исполнение	●
Максимальный диапазон измерений		40 м
Производительность	Минимальная диэлектрическая проницаемость	1,9 ³
	Погрешность измерений при исходных условиях	2 мм
	Тяжелые испарения или пузырящаяся /кипящая поверхность	●
Применение общие принципы	Клапаны, удлиненные штуцеры, малые отверстия и внутренние конструкции	●
	Высокая турбулентность и быстрые изменения уровня	●
	Твердые вещества, гранулы, порошки	●
Удлинительные насадки антенны		●

КОД: Опция доступна ● Опция недоступна ○

¹ более подробная информация приведена в листе технических данных (PDS).

² Для настройки в среде Fieldmate, FieldCare и PactWare

³ Если установлено в резервуаре. Мин. DC равен 1,4 при установке в металлической трубе. Диапазон измерений зависит от микроволновой частоты, размера антенны, диэлектрической постоянной и условий технологического процесса. Более подробная информация приведена в ведомости технических данных.

Таблица 3.2.1: Технические характеристики бесконтактного радара

3.3 Система Rosemount для коммерческого учета в резервуарах

Измерительная система Rosemount разработана для комплексного учета жидких продуктов на нефтеперерабатывающих предприятиях, резервуарных парках и топливных складах.

Измерительная система Rosemount для резервуаров измеряет и рассчитывает данные резервуаров для:

- Коммерческого учета
- Управления материально-техническим снабжением
- Транспортировки нефти
- Баланса массы и оценки/контроля потерь
- Эксплуатационного управления и контроля смешивания
- Обнаружения утечек и предотвращения переполнения

В состав измерительной системы Rosemount для резервуаров могут входить различные продукты, как показано далее в обзоре системы.

Ниже представлены ключевые продукты системы измерения резервуаров: Rosemount 5900S, 2240S, 2410 и ПО TankMaster. Кроме того, в состав измерительной системы резервуаров могут входить приборы Rosemount 5300 и 5408, описанные

в п. 3.1 и 3.2. Полное описание различных продуктов см. на сайте Emerson.ru/automation.

Систему можно настроить для предоставления следующих данных и функций резервуара:

- Измерение уровня, скорости изменения уровня, температуры и уровня воды на границе раздела сред
- Несколько входов температуры для расчетов средних значений
- Релейные или аналоговые выходы для сигналов высокого уровня SIL 2/SIL 3 и специальных функций
- Измерение давления испарений и гидростатического давления
- Расчеты общего наблюдаемого объема (TOV) и наблюдаемой плотности в модуле связи Rosemount 2410
- Расчет полезного объема в соответствии с API (с помощью пакета программ TankMaster™)
- Комплексные функции инвентаризации, гибридного и коммерческого учета (с ПО TankMaster)

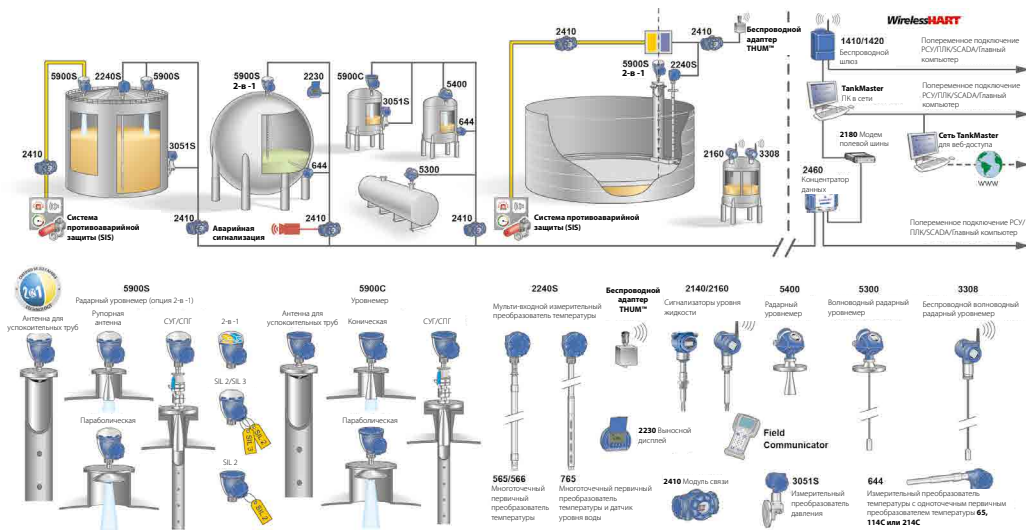


Рисунок 3.3.1 Обзор измерительной системы Rosemount для резервуаров

3 - Решения Rosemount для измерения уровня

3.3.1 Радарный уровнемер Rosemount 5900S

Rosemount 5900S представляет собой бесконтактный радарный уровнемер премиум-класса, обеспечивающий точность коммерческого учета и подходящий для любого применения на нефтеперерабатывающих заводах и на терминалах с резервуарными парками, на которых к измерениям уровня предъявляются высокий требования. Его метод измерения FMCW обеспечивает высочайшую точность и не подвержен влиянию большинства изменений свойств жидкости, таких как плотность и т. д.

Существует четыре основных типа датчиков Rosemount 5900S, подходящих для различных резервуаров:

- Rosemount 5900S с параболической антенной, для общего использования в резервуарах без успокоительной трубы. Может также применяться в сложных условиях резервуара, для измерения вязких сред и т. д.
- Rosemount 5900S с конической антенной, для установки на неподвижной крыше без успокоительной трубы
- Rosemount 5900S с антенной для измерения уровня в успокоительных трубах;
- Rosemount 5900S с антенной СУГ/СПГ, для сжиженного газа, такого как СУГ и СПГ



Rosemount 5900S с параболической антенной (слева) и с антенной для успокоительной трубы (справа).

Основные характеристики радарного уровнемера Rosemount 5900S:

- Высочайшая точность инструмента 0,5 мм с разрешениями на ведение коммерческого учета, включая сертификат OIML R85:2008
- Сертифицирован Exida на уровни SIL 2 и SIL 3 в соответствии с IEC 61508-2 и 61508-3
- Масштабируемая конструкция для максимальной гибкости
- Архитектура открытых систем для защиты ваших инвестиций
- 2-проводная низковольтная шина для резервуаров обеспечивает экономичность и безопасность установки
- Автоконфигурируемая шина для резервуаров на основе протокола FOUNDATION™ Fieldbus
- Устройство с резервированием измерения уровня (измеритель 2-в -1)
- Возможность обеспечения беспроводной связи Smart Wireless между резервуарами и операторской;
- Возможность полной эмуляции для экономичной установки в системах, поставляемых другими поставщиками.
- Мощный программный пакет управления запасами для полного контроля резервуарного парка

3.3.2 Радарный уровнемер Rosemount 5900C

Rosemount 5900C похож на Rosemount 5900S, за исключением того, что он разработан для тех областей применения, где требования к точности являются менее строгими. Погрешность уровнемера 3 мм. Он поддерживает сертификацию уровня SIL 2, но не поддерживает функциональность SIL 3 или 2-в -1.

3.3.3 Многоканальный измерительный преобразователь температуры Rosemount 2240S

Высокопроизводительный многоканальный преобразователь температуры Rosemount 2240S одобрен для применения в условиях коммерческого учета, где требуются очень точные измерения уровня и температуры для расчета стандартного полезного объема.

Основные характеристики измерительного преобразователя температуры Rosemount 2240S:

- Высокая точность преобразования температуры
- К преобразователю можно подключить до шестнадцати 3- или 4-проводных точечных датчиков температуры
- 2-проводная низковольтная шина для резервуаров обеспечивает экономичность и безопасность установки
- Встроенная функция онлайн-калибровки для сенсора уровня воды



Rosemount 2240

Rosemount 565

Rosemount 765

Доступные первичные преобразователи температуры включают следующие типы:

- Многоточечный первичный преобразователь температуры Rosemount 565 – стандартный температурный диапазон для атмосферных резервуаров или для использования в термокарманах, если он установлен в резервуаре под давлением
- Датчик температуры Rosemount 566 – для применения в криогенном оборудовании
- Датчик уровня воды Rosemount 765, интегрированный с первичным преобразователем температуры

3 - Решения Rosemount для измерения уровня

3.3.4 Полевой концентратор 2410

Концентратор Rosemount 2410 обеспечивает связь между полевыми приборами и операторской. Он доступен в двух вариантах исполнения – для одного резервуара или для группы резервуаров. Он также обеспечивает подачу питания по шине Tankbus.



Rosemount 2410

Ключевые особенности концентратора Rosemount 2410

- Соответствующая требованиям FISCO, искробезопасная коммуникационная шина для полевых устройств на резервуаре
- Автоматическая конфигурация полевых устройств на резервуаре
- Сбор данных значений измерений, таких как уровень, температура и давление
- Расчет средней температуры, наблюдаемой плотности и объема на основе градуировочных таблиц
- Подключение к диспетчерской через различные протоколы полевой шины, включая выход *WirelessHART*
- Реле SIL2/SIL3 и аналоговый выход для функции переполнения
- Полупроводниковое выходное реле, не сертифицированное для SIL, для аварийной сигнализации или управления процессом

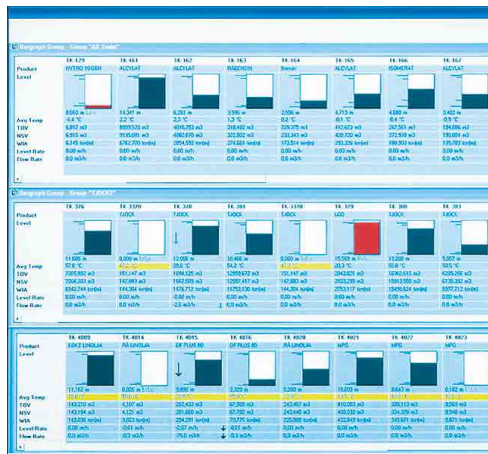
3.3.5 ПО TankMaster

Мощный и простой в использовании программный пакет TankMaster обеспечивает полное управление запасами резервуаров. В его состав входят функции для коммерческого учета и управления инвентаризацией, а также настройки, конфигурации и обслуживания. Все расчеты основаны на существующих стандартах API и ISO.

Программное обеспечение TankMaster предоставляет общий обзор и концентрируется на деталях: Общий наблюдаемый объем, валовой наблюдаемый объем, валовой стандартный объем и полезный стандартный объем. Добавив в систему датчики давления, можно отслеживать гидростатическое давление и давление испарений, плотность и массу. ПО TankMaster предоставляет все эти параметры в режиме онлайн, а с помощью сети TankMaster вы можете обеспечить

удаленный доступ через веб-интерфейс – другим сотрудникам вашей организации или клиентам и партнерам. ПО TankMaster легко интегрируется с большинством хост-систем на рынке, таких как ДельтаВ, Yokogawa, ABB и т. д. Ключевые особенности программного обеспечения TankMaster для управления запасами:

- Функции инвентаризации и коммерческого учета, такие как просмотр измеренных данных в режиме реального времени. Метрологически подтвержденные данные
- Инвентаризация в режиме реального времени на основе требований API и ISO
- Интерактивная настройка и установка системных уровнемеров
- Отчетность в виде рассылки по электронной почте, результатов проверки или файлов PDF
- Надежная обработка аварийных сигналов измеренных значений и рассылка отчетов об аварийных сигналах по электронной почте или на мобильные телефоны
- Выборка исторических данных и журналы аудита для событий
- Совместимость с устаревшими хост-системами через сервер OPC и связь Modbus.



Экран управления запасами ПО TankMaster

3.4 Ультразвуковой уровнемер и контроллеры

3.4.1 Ультразвуковые уровнемеры Rosemount 3100

Серия Rosemount 3100 представляет собой экономичное решение для измерения уровня, объема и расхода в открытом канале при атмосферном давлении.

Гибкость моделей для различных применений, таких как промышленные или муниципальные очистные сооружения для использования на открытых участках, в частности, на водохранилищах, реках или для удаленных работ

- Стандартное измерение уровня до 12 м
- Встроенные реле для аварийной сигнализации или контроля
- Точность не зависит от изменения плотности, диэлектрической проницаемости или вязкости
- Встроенная температурная компенсация корректирует изменения температуры испарений.
- Минимальные затраты на обслуживание; бесконтактная технология без движущихся частей, устойчивость к коррозии
- Степень защиты 6P/IP68 допускает возможность погружения
- Простота установки и настройки с помощью встроенного программирования, кнопок и встроенного дисплея или в сочетании с контроллером уровня Rosemount 3490
- Функция самообучения для игнорирования внутренних структур
- Может использоваться в сочетании с беспроводным адаптером THUM Rosemount для реализации беспроводного решения на удаленных объектах или в установках с подвижной инфраструктурой

В линейку входит 5 моделей ультразвуковых уровнемеров Rosemount.

Rosemount 3101 – для измерения уровня. Диапазон 8 м

Rosemount 3102 – Для измерения уровня, объема и расхода в открытом канале. Локальные реле. Диапазон 11 м

Rosemount 3105 – Для измерения уровня, объема и расхода в открытом канале в опасных зонах. Диапазон 11 м

Rosemount 3107 – Герметичный корпус. Для измерения уровня. Диапазон 12 м

Rosemount 3108 – Герметичный корпус. Для измерения объема и расхода в открытом канале. В состав входит дистанционный первичный преобразователь температуры. Диапазон 3,3 м

Инструкции по выбору правильной модели для вашего приложения см. в таблице на следующей странице.



Уровнемер Rosemount 3101, 3102, 3105 с алюминиевым корпусом



Уровнемер Rosemount 3101, 3102, 3105 с пластиковым корпусом



Rosemount 3107, 3108 с герметичным пластиковым корпусом

3.4.2 Контроллер уровня

- Обеспечивают искробезопасное питание для уровнемера и прочих полевых приборов с выходным сигналом 4-20 мА/HART
- Мастера программирования для помощи в конфигурации и настройке уровня, управлении насосом и работе приложений с открытым каналом
- В контроллер заложены стандартные уравнения расчета объема и расхода в открытом канале для большинства стандартных желобов и лотков;



Контроллер Rosemount 3490

- ЖК-дисплей, выход 4-20 мА, 5 релейных контактов однополюсных двухпозиционных переключателей, выход сумматора для измерения потока
- Цифровая связь с уровнемером по протоколу HART
- Регистрация до 7000 событий
- Может работать с беспроводным адаптером Emerson 775 THUM™ для реализации беспроводного решения

3 - Решения Rosemount для измерения уровня

Технические характеристики и руководство по выбору ультразвукового уровнемера¹

		3101	3102	3105	3107	3108
Применение	Уровень	●	●	●	●	●
	Расстояние, объем резервуара, расход в открытых каналах	○	●	●	●	●
	Уровень осадка	○	○	○	○	○
	Плотность осадка в резервуаре	○	○	○	○	○
	Плотность осадка на выходе из резервуара	○	○	○	○	○
Диапазон измерения уровня	от 0,3 до 3,3 м	●	●	●	●	●
	от 0,3 до 8 м	●	●	●	●	○
	от 0,3 до 11 м	○	●	●	●	○
	от 0,3 до 12 м	○	○	○	●	○
Сертификаты	Искробезопасная цепь и опасные зоны	○	○	●	●	●
Выход	2 однополюсных переключателя на одно направление	○	●	○	○	○
	2 реле управления (аварийной сигнализации), однополюсные двухпозиционные переключатели	○	○	○	○	○
	4-20 мА	●	●	●	●	●
	4-20 мА/HART	○	●	●	●	●
	WirelessHART с адаптером THUM	○	●	●	●	●
Материал смачиваемых частей	Поливинилиденфторид (пластик)	●	●	●	○	○
	Непластифицированный поливинилхлорид (пластик)	○	○	○	●	●
	Нержавеющая сталь 316	○	○	○	○	○
Класс защиты IP	IP66/67, тип 4X	●	●	●	○	○
	IP68, тип 6P	○	○	○	●	●
Температура окружающей среды	От -20 до 70 °C	●	●	●	○	○
	От -40 до 50 °C	○	●	●	●	●
	От -40 до 60 °C	○	●	●	●	●
	От -40 до 70 °C	○	●	●	○	○
Давление процесса	от -0,25 до 3,0 бар	●	●	●	●	●
	10 бар	○	○	○	○	○
	105 бар	○	○	○	○	○
Эталонная точность	± 0,5% от диапазона или ± 5 мм ²	●	●	●	●	●
	± 0,25% от диапазона или ± 2,5 мм ²	○	●	●	●	●

КОД: Опция доступна ● Опция недоступна ○

¹ Более подробная информация приведена в листе технических данных (PDS).

² В зависимости от того, что больше

Таблица 3.4.1: Технические характеристики и руководство по выбору для ультразвуковых уровнемеров Rosemount

3.5 Датчики перепада давления и гидростатические датчики уровня

3.5.1 Преобразователи для измерения уровня жидкости по перепаду давления (Преобразователи давления)

- Измерение уровня, плотности и уровня границы раздела сред
- Простота установки
- Возможность изоляции трубной арматурой
- Нечувствительность к изменениям в парогазовом пространстве, состоянию поверхности среды, наличию пены, коррозионным веществам и внутреннему оборудованию в резервуаре
- Расширенные средства диагностики и технологических оповещений;
- Единая структура кода модели для простоты оформления заказа;
- Разнообразие технологических соединений
- Лучшие характеристики в своем классе
- Протоколы HART, FOUNDATION fieldbus, Profibus и IEC 62591 (*протокол беспроводной связи WirelessHART*)

Существует несколько моделей измерительных преобразователей давления Rosemount. Рекомендации по выбору см. в таблице ниже.



Rosemount 3051S, прямой монтаж



Система Rosemount 3051S ERS™

Электронные выносные сенсоры (ERS)

- Цифровые решения для измерения давления в высоких резервуарах
- Устраняет капиллярные трубки
- Расширенное знание технологического процесса благодаря многопараметрическим возможностям функции MultiVariable

Разделительные системы 1199

- Множество вариантов исполнения прямого монтажа установки или с капиллярными соединениями для удовлетворения требований к монтажу на резервуаре
- Выпускаются для датчиков в любой конфигурации
- Возможность изготовления из различных материалов

3 - Решения Rosemount для измерения уровня

Технические характеристики и руководство по выбору систем измерения на основе давления¹

		3051S ERS	3051S	3051	2051	Гидростатическое
Протоколы уровнемера	4-20 mA	●	●	●	●	●
	HART	●	●	●	●	○
	FOUNDATION fieldbus	●	●	●	●	○
	WirelessHART	○	●	○	○	○
	WirelessHART с адаптером THUM	●	●	●	●	○
	Profibus	○	○	●	○	○
	Низкое энергопотребление (1 – 5 В пост тока)	○	○	●	●	○
Возможные измерения	Измерение уровня по перепаду давления, давление P-Hi, давление P-Lo Температура модуля P-Hi, температура модуля P-Lo Масштабируемая переменная, полученная по 20 точкам	●	○	○	○	○
	Измерение уровня по перепаду давления/Давление, температура модуля Масштабируемая переменная, полученная по 2 точкам	○	●	○	○	○
	Измерение уровня по перепаду давления/давление	○	○	●	●	○
	Гидростатический уровень	●	●	●	●	●
Дополнительные опции уровнемера	Выводной индикатор и интерфейс	●	●	○	○	○
	Дистанционная установка нуля и шкалы	●	●	●	●	●
	Расширенная диагностика	○	●	○	○	○
	Соответствие уровню безопасности согласно IEC 61508	○	●	○	○	○
Технологическая температура	От -20 до +90 °C	●	●	●	●	●
	От -105 до +316 °C	●	●	●	●	○
	От -105 до +410 °C	●	●	○	○	○
Давление процесса	Номинал фланца до PN100 или ANSI 2500	●	●	●	●	○
	Гидростатический уровень до 200 м	○	○	○	○	●
Материалы конструкции	более 15, включая нержавеющую сталь 316, тантал, сплав C-276, титан, золотое покрытие и покрытие из тефлона (ПТФЭ)	●	●	●	●	○
	Нержавеющая сталь 316 или алюминиевая бронза и керамический емкостной сенсор	○	○	○	○	●

КОД: Опция доступна ● Опция недоступна ○

¹ более подробная информация приведена в листе технических данных (PDS).

Таблица 3.5.1: Технические характеристики и руководство по выбору измерительных преобразователей давления Rosemount

3.6 Контроль уровня

3.6.1 Сигнализаторы уровня с вибрационной вилкой

Серия вибрационных сигнализаторов Rosemount 2100 обеспечивает надежное точечное обнаружение уровня для сигнализации, контроля и управления жидкостями и не требует значительного технического обслуживания.

- Устройства практически невосприимчивы к турбулентности, пене, вибрации, вязкости и липкой среде
- Подходит для бокового или верхнего монтажа на резервуарах или трубах
- Короткая вилка обеспечивает минимальное погружение в резервуар
- Сокращение затрат за счет простоты монтажа, минимального технического обслуживания и отсутствия дополнительной калибровки
- Встроенные средства диагностики осуществляют непрерывный мониторинг состояния электроники и механических узлов
- Конструкция вилки обеспечивает «быстрое стекание», что позволяет минимизировать время срабатывания даже в условиях вязкой или липкой среды
- Быстрое время стекания обеспечивает высочайшую скорость реагирования для переключения, а регулируемая задержка предотвращает ложное переключение во время турбулентности и разбрызгивания

В линейку входит 6 моделей серии Rosemount 2100;

Rosemount 2110 – компактная модель

- Компактная легкая конструкция, подходящая для установки в небольших резервуарах/трубах или для быстрого монтажа в больших объемах/применениях типа OEM
- Прочная нержавеющая сталь в сухой и смачиваемой области
- Постоянно мигающий светодиодный индикатор отображает статус прибора
- Магнитная контрольная точка
- Гигиенические технологические присоединения и сертификаты для санитарного применения



Rosemount 2110

Rosemount 2120 – стандартная модель

- Подходит практически для любых жидкостей
- Широкий выбор материалов, типов технологических соединений и вариантов выходных сигналов

- Мигающий светодиодный индикатор для контроля состояния устройства
- Подходит для использования в опасных зонах
- Магнитная контрольная точка
- Увеличенная длина вилки до 4 м
- Доступны сертифицированные безопасные модели для обеспечения функциональной безопасности
- Модель реле с низким напряжением, совместимая для работы с напряжением питания 12 В. Подходит для работы с аккумуляторами или солнечным батареями.
- Гигиенические технологические присоединения и сертификаты для санитарного применения



Rosemount 2120

Модель Rosemount 2130 с расширенными функциями

- Гибкость опций Rosemount 2120 с расширенными возможностями для сложных условий процесса.
- Расширенный диапазон рабочих температур
- Расширенные встроенные средства диагностики для непрерывного контроля состояния электроники и механических узлов
- Мигающий светодиодный индикатор для контроля состояния устройства
- Магнитная контрольная точка
- Доступны сертифицированные безопасные модели для обеспечения функциональной безопасности



Rosemount 2130

Rosemount 2140 – проводная модель HART для систем мониторинга и управления

- Первый в мире проводной уровнемер с вибрационной вилкой, работающий на базе протокола HART
- Простота установки в существующие контуры HART без дополнительной проводки
- Прочный корпус с двумя отделениями обеспечивает дополнительную защиту в тяжелых условиях эксплуатации
- Интеллектуальная и удаленная диагностика из диспетчерской для постоянного доступа к данным о состоянии

3 - Решения Rosemount для измерения уровня

Технические характеристики и руководство по выбору вибрационных вилок¹

		2110	2120	2130	2140	2140SIS	2160
Сертификаты	Взрывонепроницаемая оболочка	○	●	●	●	●	○
	Искробезопасный	○	●	●	●	●	●
	Общепромышленное исполнение	●	●	●	●	●	●
	Сертификация защиты от переливов (DIBt/WHG)	●	●	●	●	●	●
	Сертифицирован по IEC 61508 (SIL2)	○	●	●	○	●	○
	Гигиеническая сертификация (3A и EHEDG)	●	●	○	○	○	○
Выход	Прямое переключение нагрузки (перем. или пост. ток)	●	●	●	○	○	○
	Искробезопасный выход 8/16 мА	○	●	●	●	●	●
	Выходное двухполюсное реле на два направления	○	●	●	○	○	○
	Выходное двухполюсное реле на два направления (питание 12 В)	○	●	○	○	○	○
	PNP для ПЛК	●	●	●	○	○	○
	Искробезопасный NAMUR	○	●	●	○	○	○
	Реле сигнализации о неисправности	○	○	●	○	○	○
	HART	○	○	○	●	●	●
Диагностика	Базовая самопроверка/светодиодный индикатор состояния	●	●	●	○	○	○
	Расширенная и дистанционная диагностика состояния/самопроверка	○	○	●	●	●	●
	Интеллектуальная диагностика	○	○	○	●	●	○
Тестовая функция	Функциональные испытания	●	●	●	●	●	○
	Дистанционные частичные контрольные испытания	○	○	○	●	●	○
Корпус	Пластик	○	●	○	○	○	○
	Алюминий	○	●	●	●	●	●
	Нержавеющая сталь	●	●	●	○	○	○
Локальный пользовательский интерфейс	Локальный индикатор	○	○	○	●	●	●
	Локальный интерфейс оператора	○	○	○	●	●	○
Смачиваемый материал	Нержавеющая сталь 316L	●	●	●	●	●	●
	Сополимер ECTFE, покрытие нержавеющей стали 316L	○	●	●	●	●	●
	Коррозионно-стойкий сплав никеля C-276	○	●	●	●	●	●
Температура технологического процесса	от -40 до +150 °С	●	●	○	●	●	●
	от -70 до +260 °С	○	○	●	●	●	●
Давление процесса	100 бар при 50 °С	●	●	●	●	●	●
Класс защиты IP	IP66/67	●	○	○	○	○	○
	IP66/67 для типа 4X	○	●	●	●	●	●
Электрические схемы	Вилка	●	○	○	○	○	○
	Клемный блок	○	●	●	●	●	●
	Беспроводной	○	● ²	● ²	● ²	● ²	● ²
Подключения	Резьбовой	●	●	●	●	●	●
	Соединение Tri-Clamp	●	●	●	●	●	●
	Фланцевое исполнение	○	●	●	●	●	●
Возможно исполнение с увеличенной длиной	○	●	●	●	●	●	

КОД: Опция доступна ● Опция недоступна ○

¹ более подробная информация приведена в ведомости технических данных (PDS).

² При использовании совместно с беспроводным дискретным уровнемером Rosemount 702

Таблица 3.6.1: Технические характеристики и руководство по выбору вибрационных вилок

3 - Решения Rosemount для измерения уровня

- Мониторинг изменения характеристик среды и возможность планирования профилактического обслуживания благодаря расширенным функциям диагностики
- Уникальная функция обнаружения отложений песка и осадка
- Полностью интегрированная локальная и удаленная функциональная проверка/возможность частичной проверки работоспособности

Rosemount 2140:SiS – Проводная модель, сертифицированная по уровню безопасности, с протоколом HART

- Разработаны для обеспечения функциональной безопасности, управления в критических условиях и предотвращения переполнения
- Превосходный набор диагностических функций и лидирующая в отрасли низкая частота необнаруженных отказов 13 (FIT). Вероятность менее 1 опасного необнаруженного сбоя в течение более 8000 лет.
- Доля безопасных отказов до 97%
- Возможность удаленного конфигурирования, диагностики и контрольных испытаний позволяет работникам не заходить в резервуар
- Полностью интегрированное дистанционное частичное контрольное испытание упрощает тестирование и устраняет риски для безопасности, связанные с человеческими ошибками



Rosemount 2140:SiS и Rosemount 2140

Rosemount 2160 – беспроводная модель с протоколом HART

- Первый в мире датчик уровня жидкости *WirelessHART* для удаленных и труднодоступных мест
- Для установки не требуется никакая проводка/дополнительная инфраструктура.
- Установка и ввод в эксплуатацию в считанные минуты, удаленная настройка помогает минимизировать время нахождения на резервуаре
- Доступ к расширенной диагностике и полезным данным по протоколу HART, вне зависимости от расстояния – 10 м или 10 миль – от ваших резервуаров, помогает избежать регулярных обходов операторами.
- Надежная непрерывная работа до 10 лет автономной работы
- Масштабируемая технология – простое расширение зоны охвата автоматизации на вашем предприятии



Rosemount 2160

Рекомендации по выбору см. в таблице на следующей странице.

Варианты для горизонтального, вертикального монтажа и для установки в камере для самых жестких условий среды

- Идеально подходят для аварийной сигнализации, аварийного останова, контроля за работой насосов и определения границы раздела сред
- Работают практически в любой жидкости, а также при высоких значениях температуры и давления
- Устойчивы к изменениям температуры и диэлектрической проницаемости контролируемой среды, а также наличию испарений
- Широко используется во всех отраслях промышленности, авторизованы для использования в морских условиях
- Широкий выбор фланцев, поплавков и переключающих устройств
- Широкий выбор материалов конструкции
- Широкий стандартный диапазон или нестандартная конструкция камеры для соответствия существующим технологическим соединениям
- Погружная модель для монтажа внутри резервуара, если нет доступа к внешней стенке резервуара
- Модель сигнализатора для аварийной сигнализации в резервуаре с плавающей крышей для сигнализации в тех случаях, когда крыша поднимается слишком высоко или резервуар наклонен
- Обеспечивает непрерывное беспроводное подключение через уровнемер Rosemount 702

Инструкции по выбору правильной модели, горизонтальной или вертикальной, для вашей области применения см. в таблице на следующей странице.

3 - Решения Rosemount для измерения уровня

Технические характеристики и руководство по выбору электромеханических реле¹

		Гориз.	Верт.	
Сертификаты	Взрывонепроницаемая оболочка	●	●	
	Искробезопасный	●	●	
	Общепромышленное исполнение	●	●	
	Морское исполнение	●	●	
Тип выхода/ переключателя реле	Общепромышленное исполнение	●	●	
	Слаботочные цепи	●	●	
	Цепи высокой мощности	●	●	
	Герметичное исполнение	●	●	
	Пневматический	●	○	
	WirelessHART	● ⁴	● ⁴	
Корпус	Алюминий	●	●	
	Алюминиевая бронза	●	○	
	Пушечная бронза	●	○	
	Чугун	○	○	
	Холоднокатаная сталь	○	●	
	Нержавеющая сталь	●	●	
Детали, контактирующие с измеряемой средой	Нержавеющая сталь, специальные материалы		●	●
Температура технологического процесса	Макс. 400 °C ²	●	●	
	Мин. -100 °C ²	●	●	
Давление процесса	Максимум 102 бар при 20 °C	●	●	
	Максимум 200 бар при 20 °C	●	○ ³	
Монтаж	Резьбовой, фланцевый, монтаж в камере	●	●	

КОД: Опция доступна ● Опция недоступна ○

¹ более подробная информация приведена в ведомости технических данных (PDS).

² Зависит от выбранной опции и материала – см. ведомость технических данных.

³ Только специальная опция

⁴ При использовании совместно с беспроводным дискретным уровнемером Rosemount 702

Таблица 3.6.2: Технические характеристики и руководство по выбору реле поплавкового типа

3.7 Беспроводное измерение уровня, обнаружение и контроль

3.7.1 Введение

Rosemount предлагает беспроводные решения для измерения уровня в перерабатывающей промышленности. Беспроводные измерительные приборы Rosemount используют самоорганизующиеся сети, чтобы обеспечить постоянную доступность информации об измерениях. Самоорганизующиеся сети автоматически оптимизируют связь, чтобы гарантировать надежность данных более 99%.

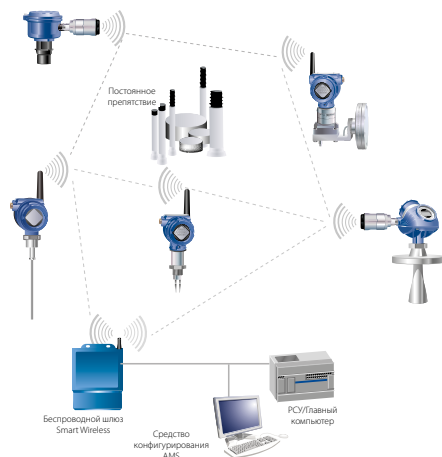


Рисунок 3.7.1: Схематическое изображение беспроводной самоорганизующейся сети с устройствами контроля уровня в технологическом процессе

3.7.2 Солнечные панели и аккумуляторные батареи

Уровнемеры могут получать питание комбинированным способом: от солнечных панелей и аккумуляторных батарей, если эти уровнемеры рассчитаны на такое применение.

Характеристики аккумуляторных батарей основаны на общем количестве компонентов, которые должны быть запитаны, требуемом напряжении и потребляемом токе.

Размер солнечной панели зависит от требований к размеру батареи и географического расположения площадки. Географическое положение следует учитывать, поскольку для работы солнечных батарей важен угол падения солнечных лучей на панель, а также средний облачный покров в регионе.

Время, которое требуется от аккумуляторных батарей для обеспечения питанием без солнечного света, может быть одним из ограничений размера. Поставщик солнечных панелей и аккумуляторов выбирает характеристики панелей

и элементов питания в зависимости от общей мощности нагрузки и расположения блоков.

3.7.3 Беспроводной адаптер Emerson 775 THUM™

Беспроводной адаптер 775 THUM компании Emerson – это устройство, с помощью которого можно модернизировать любое имеющееся двух- или четырехпроводное устройство HART, что позволит осуществлять беспроводную передачу данных измерений и диагностическую информацию, которые ранее были недоступны. Это простой способ получить доступ к уже имеющимся на вашем предприятии полевым интеллектуальным устройствам для повышения качества, безопасности и надежности, а также снижения затрат на эксплуатацию и техническое обслуживание.

- Использование оповещений и сигнализаций для ускорения поиска неполадок
- Получение доступа в реальном масштабе времени к обширным диагностическим данным о состоянии оборудования и эффективности технологического процесса
- Переход от реактивного (ответного) техобслуживания к упреждающему, обеспечив снижение затрат и экономию времени
- Осуществление мониторинга переменных HART, чтобы получить углубленное представление о характеристиках и условиях процесса
- Резервирование через комбинацию проводной + беспроводной связи



Рисунок 3.7.2: Беспроводной адаптер THUM 775 компании Emerson вместе с системой измерения уровня в резервуарах Rosemount

Беспроводной адаптер THUM 775 компании Emerson можно использовать со следующими продуктами уровня Rosemount:

- Rosemount 5300 и 3300
- Rosemount 5408
- Измерительная система Rosemount для резервуаров
- Ультразвуковые уровнемеры серии Rosemount 3100
- Преобразователь давления серии Rosemount 3051

3.7.4 Беспроводный датчик перепада давления 3051S

Ведущие в отрасли расширенные возможности IEC 62591 (Протокол беспроводной связи WirelessHART®).

- Готовые к монтажу беспроводные решения для измерения уровня
- Реализуйте беспроводные технологии с наименьшими затратами на проверенной платформе SuperModule
- Воспользуйтесь преимуществом большого срока службы модуля питания без необходимости ремонта
- Оптимальное использование безопасных характеристик единственного в отрасли искробезопасного модуля питания
- Внедряйте беспроводные технологии, используя существующий инструментарий и рабочие методики



Рисунок 3.7.3: Беспроводный датчик перепада давления 3051S

3.7.5 Беспроводной вибрационный сигнализатор уровня Rosemount 2160

Беспроводной вибрационный сигнализатор уровня объединяет опции беспроводной связи с технологией короткой вибрационной вилки серии Rosemount 2100. Этот прибор обладает всеми функциональными возможностями и характеристиками своих проводных собратьев из серии Rosemount 2100, за одним исключением – ему не нужна дорогостоящая и сложная проводка.

- По беспроводной сети передаются состояние сигнализатора, диагностическая информация и сигнализации PlantWeb;
- SmartPower™ – модуль питания с длительным сроком службы
- Сенсор-вибрационная вилка является энергоэффективным, срок службы батареи прилб. 10 лет при частоте обновления 60 секунд
- Длительное время автономной работы с высокой частотой обновления
- Wireless HART 7
- Настраивается для быстрого обновления с частотой в одну секунду



Рисунок 3.7.4: Беспроводной вибрационный сигнализатор уровня Rosemount 2160

3.7.6 Беспроводной уровнемер дискретных сигналов Rosemount 702

Беспроводной преобразователь дискретного сигнала Rosemount 702 совместим с широким спектром реле без электропитания, таких как реле давления, расхода и уровня в качестве входных устройств. Работает в режиме одного и двух каналов, предоставляя экономичный доступ к дискретным точкам, не подключенным к системе по причине высоких затрат на прокладку проводов и отсутствие устройств ввода/вывода.

- Подходит для использования с сигнализаторами поплавкового типа и системой обнаружения воды/пара Hydratect
- Простая и эффективная конструкция, модернизация переключающих устройств, существующих на заводе



Рисунок 3.7.5: Беспроводной преобразователь дискретного сигнала Rosemount 702 с сигнализатором поплавкового типа

3.7.7 Беспроводной волноводный радарный уровнемер Rosemount 3308

Первый волноводный радар с расширенными возможностями беспроводной связи. Разработан для точного измерения уровня и границы раздела сред в удаленных местах, уровнемер 3308 обеспечивает быструю и простую пуско-наладку, а также надежные измерительные данные.

3 - Решения Rosemount для измерения уровня

- Обнаружение загрязнения зонда с помощью показателей качества сигнала
- Девять лет автономной работы с частотой обновления в одну минуту
- Отсутствие проводов, подвижных частей и необходимости в повторной калибровке
- Расширенная диагностика состояния процессов и устройств с проактивными предупреждениями
- Технология прямого переключения обеспечивает высокую мощность сигнала для надежного измерения



Рисунок 3.7.6: Беспроводной волноводный радарный уровнемер Rosemount 3308

3.8 Выносные камеры

3.8.1 Введение

Устройство Rosemount 9901 – это конструктивно замкнутая камера для внешнего монтажа на резервуаре технологических средств контроля уровня Rosemount (Рисунок 3.10.1).



Рисунок 3.8.1: Окрашенная камера CS 9901 с камерой 5300 GWR и SST 9901

Внешний монтаж прибора в камере позволяет отсоединить его для планового технического обслуживания без вывода установки из эксплуатации. Эта возможность также полезна при наличии ограничений, не позволяющих монтировать прибор внутри резервуара и минимизировать изменения уровня в резервуарах с турбулентными жидкостями.

Данный подход имеет ряд преимуществ при решении сложных прикладных задач:

Ограничения внутри резервуара:

- Мешалка
- Теплообменник
- Внутренние конструкции

Разобщение прибора и резервуара:

- Оперативное техническое обслуживание
- Безопасность
- Опасные жидкости
- Высокое давление
- Высокая температура

Турбулентные состояния в резервуаре:

- Камера выполняет функции успокоительного колодца

3.8.2 Камера

Выносные камеры

Стандартная конструкция:
Боковой монтаж

Стандартная конструкция:
Сбоку и -снизу

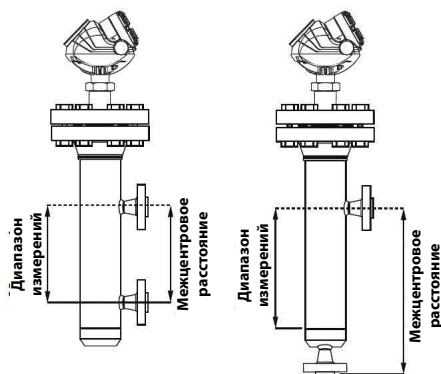


Рисунок 3.8.2: Наиболее распространенные конфигурации

Прибор монтируется на камере сверху при помощи фланцевого или резьбового соединения. Резьбовая версия применяется для вертикального поплавкового реле уровня.

Материалами стандартной конструкции являются углеродистая и нержавеющая сталь; другие материалы используются по запросу.

3.8.3 Конструкция камеры

Конструкция камеры Rosemount 9901 разработана в соответствии со стандартом ASME B31.3 (возможен вариант по B31.1) и отвечает требованиям директив, распространяемых на оборудование, работающее под давлением (PED).

На всех без исключения камерах применены воротниковые фланцы, привариваемые проплавным швом в соответствии

3 - Решения Rosemount для измерения уровня

со стандартами EN ISO 15614-1:2004 и ASME «Котлы и сосуды высокого давления», Раздел IX. Все сварщики имеют квалификацию, отвечающую требованиям стандартов EN ISO 287-1:2004 и ASME «Коды по котлам и сосудам высокого давления», Раздел IX.

Все конструкционные материалы имеют сертификат происхождения типа 3.1 в соответствии с EN 10204.

Каждая камера Rosemount 9901 обязательно проходит гидравлические испытания. Кроме того, предоставляется полный набор результатов неразрушающих испытаний (NDT).

Конструкция камеры Rosemount 9901 разработана в соответствии со стандартом ASME B31.3 (возможен вариант по B31.1) и отвечает требованиям директив, распространяемых на оборудование, работающее под давлением (PED).

На всех без исключения камерах применены воротниковые фланцы, привариваемые проплавным швом в соответствии со стандартами EN ISO 15614-1:2004 и ASME «Котлы и сосуды высокого давления», Раздел IX. Все сварщики имеют квалификацию, отвечающую требованиям стандартов EN ISO 287-1:2004 и ASME «Коды по котлам и сосудам высокого давления», Раздел IX.

Все конструкционные материалы имеют сертификат происхождения типа 3.1 в соответствии с EN 10204.

Каждая камера Rosemount 9901 обязательно проходит гидравлические испытания. Кроме того, предоставляется полный набор результатов неразрушающих испытаний (NDT).

3.9 Система мониторинга резервуаров

Мониторинговая система для резервуаров компании Rosemount сочетает модуль связи Rosemount 2410 с волноводным радаром Rosemount 5300 и бесконтактными радарными Rosemount 5408, обеспечивая понимание состояния технологического процесса с помощью программного обеспечения Rosemount TankMaster™ WinView. Система предназначена для небольших нефтебаз, которые нуждаются в автоматизации, предотвращении переполнения и /или лучшей видимости своих процессов.

Благодаря системе мониторинга резервуаров сокращаются потребности в кабелях и возможно достижение базового управления запасами при разумных затратах. Кроме того, систему можно сделать беспроводной с помощью адаптера Emerson Wireless 775 THUM™ и беспроводного шлюза Rosemount.

3.9.1 Rosemount 5300

Благодаря устройствам непрерывного измерения уровня контроль технологического процесса может осуществляться от начала и до конца. Радары Rosemount компании Emerson отличаются своей надежностью и точностью, они подходят для большинства областей применений. Rosemount 5300 сертифицирован по IEC 61508 (SIL 2) и может применяться

в системах безопасности.

Оба продукта имеют широкий спектр функций, которые обеспечивают эффективную, надежную и безопасную работу даже в самых сложных условиях. Более подробную информацию о продуктах можно найти в главах 3.1.1 и 3.2.2.

3.9.2 Модуль связи Rosemount 2410

Модуль связи Tank Rosemount 2410 взаимодействует с уровнемерами на резервуарах и обеспечивает их питание через Tankbus, а связь по протоколу Foundation fieldbus FISCO (искробезопасная концепция полевой шины). Модуль управляет связью и контролирует состояние всех подключенных уровнемеров. Он также предлагает обширную встроенную диагностику и обеспечивает искробезопасное питание для устройств резервуара.

Ток выдаваемый модулем связи Rosemount 2410, может достигать 250 мА. Рекомендуется не подключать более шести уровнемеров Rosemount™ 5300, чтобы обеспечить безопасную работу и постоянную высокую мощность при запуске. Для подключения еще большего количества уровнемеров используйте соединитель сегментов.

Более подробную информацию о модуле связи Rosemount 2410 можно найти в главе 3.3.4.

3.9.3 ПО Rosemount TankMaster WinView

ПО Rosemount TankMaster WinView представляет собой программный пакет с базовыми возможностями учета запасов. Данный пакет является экономически выгодной альтернативой для оперативного контроля небольших терминалов резервуаров, торговых терминалов, биотопливных и химических заводов и т. д. Его конфигурация выполняется с помощью мастера WinSetup, который входит в комплект поставки.

ПО WinView предлагает следующие функции:

- Аварийная сигнализация
- Связь с главным компьютером, Modbus и OPC
- Отчеты

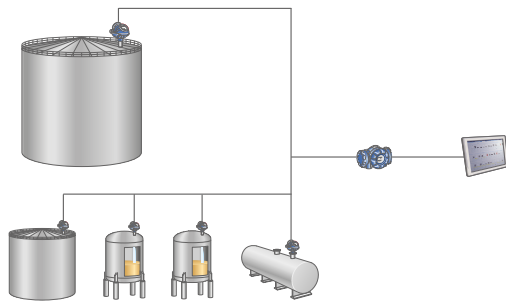


Рисунок 3.9.1: Система мониторинга резервуаров



4

Типовые применения и выбор метода измерения

Тема	Страница
4.1 Дренажные резервуары _____	64
4.2 Резервуары из пластика и стекловолокна _____	64
4.3 Аммиак _____	65
4.4 Применение в криогенном оборудовании _____	65
4.5 Резервуары для хранения сжиженного углеводородного газа _____	67
4.6 Сепараторы _____	67
4.7 Ректификационная колонна _____	70
4.8 Резервуары для смешивания нефтепродуктов _____	70
4.9 Резервуар реактора _____	71
4.10 Емкости для хранения серы _____	72
4.11 Измерение на металлических пластинах _____	72
4.12 Генерация пара _____	73
4.13 Градирня _____	74
4.14 Мониторинг уровня озера или пруда _____	75
4.15 Очистители _____	75
4.16 Применение для сточных колодцев _____	76
4.17 Измерение расхода в открытом канале _____	77
4.18 Мониторинг состояния сетчатого фильтра на входе воды _____	78
4.19 Контроль уровня _____	78
4.20 Системы измерения уровня в резервуарах _____	80
4.21 Системы мониторинга уровня в резервуарах _____	82

4. Типовые применения и выбор метода измерения

Понимание условий процесса упрощает выбор метода измерения уровня, сигнализации предельного уровня и системы управления резервуарным парком.

В этой главе перечислен ряд различных вариантов применения, даны рекомендации по подходящим технологиям и предоставлена ключевая информация по установке и лучшим методам использования. Поскольку описывать все возможные варианты применения не имеет смысла, системы измерения, выбранные для этой главы, предоставляют лишь общий обзор некоторых очень распространенных типов использования, которые встречаются во многих отраслях промышленности, а также нескольких сфер применения, в которых могут возникнуть специфические проблемы. Здесь также представлены примеры использования различных технологий. Тем не менее, окончательное решение о выборе технологии должно приниматься на основе условий применения, ограничений установки и возможностей технологии.

4.1 Дренажные резервуары

Основное назначение

Резервуары для утилизации жидких углеводородных отходов.

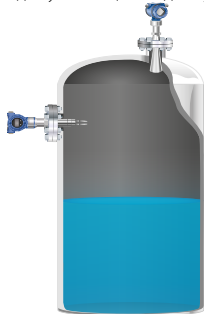


Рисунок 4.1.1: Определение уровня некондиционной нефти с помощью бесконтактного радара

Характеристики и проблемы применения

- Дренажные резервуары содержат смесь грязных углеводородов и воды.
- В них могут присутствовать отложения и вязкие материалы.
- Плотность и другие свойства жидкости могут изменяться.

Применяемые методы измерения

Метод измерения	Рекомендации по установке
Волноводный уровнемер, с одинарным зондом	Глава 6
Бесконтактный радарный уровнемер	Глава 7
Вибрационный сигнализатор	Глава 11

4.2 Резервуары из пластика и стекловолокна

Основное назначение

Пластиковые резервуары обычно используются для хранения коррозионных химикатов. Зачастую у них нет отверстий в верхней части для установки приборов.

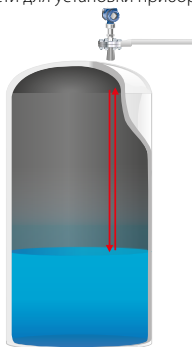


Рисунок 4.2.1: Измерение уровня в пластиковом резервуаре с помощью бесконтактного радара через крышу

Применяемые методы измерения

Метод измерения	Рекомендации по установке
Бесконтактный радарный уровнемер, 5408 с кронштейном, антенна 150 или 200 мм.	Глава 7
Волноводный уровнемер может использоваться для резервуаров, в которых содержатся сыпучие вещества, или для технологических резервуаров с нефтью/водой. Используйте 5300 с одинарным зондом	Глава 6

Опыт применения

Изогнутая поверхность крыши позволит сливать конденсат на внутренней стороне крыши и предотвратит помехи для радарного сигнала. Это также позволит дождю или снегу стекать с поверхности крыши, не создавая препятствий для работы радарному уровнемеру. Резервуары с плоской крышей не рекомендуются по вышеуказанным причинам.

4 - Типовые применения для жидких сред и выбор технологии измерения

Установите бесконтактный радар с максимально возможной высотой антенны (150 или 200 мм) над крышей резервуара на кронштейне. Общий вес снижается ввиду отсутствия фланца. Антенна должна быть смонтирована горизонтально, т.е. параллельно поверхности продукта, а не крыши.

4.3 Аммиак

4.3.1 Аммиак, безводный (NH₃)

Основное назначение

Аммиак широко используется во различных процессах химической промышленности. Он является сырьем для производства удобрений и применяется во многих химических процессах. Кроме того, он применяется в промышленности в качестве чистящего/дезинфицирующего средства и в качестве хладагента. Аммиак, используемый в коммерческих целях, часто называют безводным аммиаком, что подчеркивает отсутствие воды в этом материале. Безводный аммиак хранится под давлением или при низкой температуре.

Характеристики и проблемы применения

- Безводный аммиак характеризуется тяжелыми испарениями, которые могут вызывать коррозию некоторых эластомеров
- Изменения плотности являются распространенным явлением при колебаниях температуры
- В резервуарах иногда имеются успокоительные трубы и / или отсечные клапаны.

Применяемые методы измерения

Метод измерения	Рекомендации по установке
Система управления резервуарным парком	Глава 8
Волноводный радарный уровнемер с уплотнением для высокого давления	Глава 6
Бесконтактный радарный уровнемер	Глава 7
Вибрационный сигнализатор	Глава 11
Поплавковое реле	Глава 11

Наилучшие решения

- Если используется волноводный радар, следует выбрать технологическое уплотнение HP (для высокого давления). В этом уплотнении не применяются уплотнительные кольца, оно имеет несложные барьеры для предотвращения утечек испарений.

4.3.2 Аммиак водный (гидроксид аммония, NH₄OH)

Основное назначение

Водный аммиак представляет собой раствор аммиака в воде. Он используется в разбавленном виде для таких продуктов, как дезинфицирующие или бытовые чистящие средства, а также для многих промышленных применений. Коммерчески доступен в концентрации до 30% аммиака в воде.

Характеристики и проблемы применения

- Водный аммиак стабилизируется в присутствии воды, поэтому фазовые изменения встречаются не так часто, как при использовании безводного аммиака. Показания плотности более стабильные.
- Присутствуют испарения
- Иногда используются клапаны

Применяемые методы измерения

Метод измерения	Рекомендации по установке
Волноводный радарный уровнемер	Глава 6
Бесконтактный радарный уровнемер	Глава 7
Перепад давления	Глава 9
Вибрационный сигнализатор	Глава 11

4.4 Применение в криогенном оборудовании

К сжиженным газам относятся такие материалы, как СПГ, СНГ, этилен, пропилен, R22 и другие хладагенты, диоксид углерода, азот, аргон и ксенон. Они применяются в качестве топлива, хладагентов, компонентов сырья и других материалов.

Характеристики и проблемы применения

Как правило, эти жидкости очень хорошо очищены, имеют низкую вязкость и низкое значение диэлектрической постоянной. Размеры и формы резервуаров в обрабатывающей промышленности различаются, однако наиболее распространены горизонтальные цилиндры пулевидной формы. Самую большую проблему представляет температура и ее влияние на свойства жидкости и, следовательно, измерение уровня. Во время перемещения жидкости в импульсные трубопроводы или выносные камеры повышение температуры может вызвать расширение или испарение жидкости.

Кроме того, диапазон температуры окружающей среды для электроники датчика начинается от -50 °C и выше. Если температура блока электроники слишком близка к температуре процесса, это может повлиять на производительность устройства.

4 - Типовые применения для жидких сред и выбор технологии измерения

Диэлектрические постоянные распространенных сжиженных газов и хладагентов

Продукт	диэлектрической постоянной DC	F	C
Аммиак (R 717)	25	-103	-75
Аргон, сжиженный	1,5	-376,0	-226,7
Брометан	2,0	-198	-128
Бутан	1,4	30,2	-1,0
Углекислый газ (R 744)	1,6	32,0	0,0
Этан	1,9	-288,4	-178,0
Этан (R170)	1,9	-288,4	-178,0
Этилен	1,5	26,6	-3,0
Фтор (сжиженный)	1,5	-332,0	-202,2
Фреон (различный)	от 1,7 до 1,9	68	20
Гексан	2,0	-130,0	-90,0
Метан (Жидкий природный газ)	1,7	-295,6	-182,0
Азот (сжиженный)	1,3	-310	-190
Пропан (R290)	1,6	32,0	0,0
Пропилен (R 1270)	11,9		
Трифторметан (R-23)	6,3	-22	-30
Ксенон	1,9	-169,6	-112,0

Применяемые методы измерения

Метод измерения	Рекомендации по установке
Волноводный уровнемер с зондом криогенного исполнения	Глава 6
Преобразователь давления с низкотемпературной заполняющей жидкостью	Глава 9

Волноводный радарный уровнемер

Используйте зонд с криогенным уплотнением (опция C для модели 5300). Доступны как одинарные, так и коаксиальные версии, они подходят для работы при температуре до -195°C . Используйте коаксиальный зонд для жидкостей с очень низкой диэлектрической проницаемостью и для области применений, где в резервуаре могут присутствовать внутренние препятствия. Одинарный зонд может использоваться для сред с более высокой диэлектрической проницаемостью или в выносных

камерах. Зонды могут быть установлены непосредственно в резервуаре или в выносной камере. Камера и ее соединения должны быть хорошо изолированы, чтобы минимизировать изменения температуры. У волноводных уровнемеров, термоизоляция не должна закрывать верхнюю часть уплотнения зонда. Это необходимо для обеспечения температуры окружающей среды в пределах рабочего диапазона блока электроники.

Датчик перепада давления

Используйте преобразователь давления с низкотемпературной заполняющей жидкостью, такой как Syltherm XLT. Эта жидкость может выдерживать низкие температуры до -105°C . Камера высокого давления связана с импульсной линией. Датчик давления должен быть поднят на 0,6 м выше уровня верхнего отвода. В этом случае обеспечивается подогрев жидкости, особенно, когда температура процесса превышает температурные ограничения жидкости.

Камера низкого давления должна быть связана с сухим коленом. Это так же поможет обеспечить температуру блока электроники в пределах его рабочего диапазона.

На высоких резервуарах с небольшим статическим давлением и криогенной температурой можно применять гидростатические уровнемеры с выносными электронными мембранами (ERS).

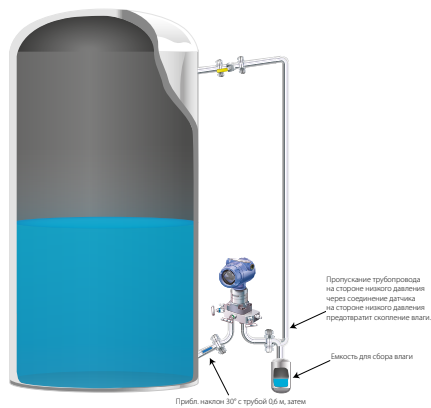


Рисунок 4.4.1: Преобразователь давления, влажное/сухое колено, с низкотемпературной заполняющей жидкостью

4.5 Резервуары для хранения сжиженного углеводородного газа

Основное назначение

Сжиженный углеводородный газ состоит в основном из пропана (до 95%) и небольших количеств бутана. Это побочный продукт нефтеперерабатывающей промышленности и источник топлива для промышленного и бытового использования.

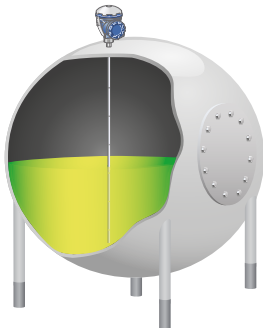


Рисунок 4.5.1: Газгольдер с системой коммерческого учёта

Характеристики и особенности применения

Сжиженные газы, такие как пропан, бутан, изобутан могут храниться в сферических резервуарах. Сжиженный углеводородный газ может храниться в резервуарах различных форм и размеров, при этом очень распространены горизонтальные резервуары. Патрубки часто могут быть оборудованными клапанами. Резервуары часто оборудованы успокоительными трубами и выносными камерами. Сложность измерения уровня, во многих случаях, связана с очень низкой диэлектрической постоянной и низкой плотностью. Фазовые изменения и, следовательно, изменение плотности, а также испарение и конденсация характерны при изменении давления и температуры.

Применяемые методы измерения

Метод измерения	Рекомендации по установке
Система управления резервуарным парком	Глава 8
Волноводный уровнемер	Глава 6
Бесконтактный радарный уровнемер	Глава 7

Опыт применения

- Волноводные уровнемеры для небольших горизонтальных резервуаров. При прямом монтаже на резервуаре должен использоваться коаксиальный зонд. При монтаже в камере может использоваться одинарный зонд;
- Бесконтактные радары в успокоительных трубах для высоких резервуаров и при наличии отсечных клапанов;
- Системы коммерческого учёта для крупных резервуаров.

4.6 Сепараторы

4.6.1 Двухфазный сепаратор

Основное назначение

Емкость, в которой углеводородные жидкости могут быть разделены на газовую и жидкую фазу. Двухфазные сепараторы могут быть выполнены в виде горизонтальных или вертикальных резервуаров.

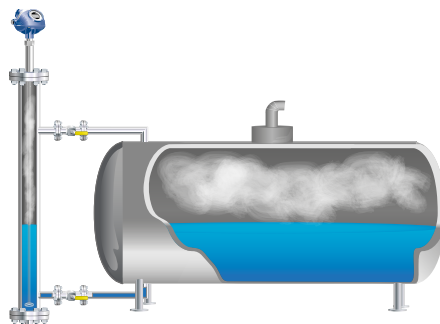


Рисунок 4.6.1: Двухфазный сепаратор

Характеристики и особенности применения

Сырые углеводороды могут содержать парафины и другие вязкие материалы. Плотность материала может варьироваться в зависимости от поставки. Давление и температура будут широко варьироваться в зависимости от источника жидкости и ее местоположения в процессе.

Из-за различной геологии куста скважин некоторые углеводороды могут содержать песок и отложения. Со временем они могут накапливаться в основании сепаратора, снижая производительность. Чрезмерное накопление может привести к блокировке впускных отверстий или распространению отложения вниз по линиям и к насосам.

4 - Типовые применения для жидких сред и выбор технологии измерения

Применяемые методы измерения

Метод измерения	Рекомендации по установке
Волноводный уровнемер с одинарным зондом	Глава 6
Перепад давления	Глава 9
Вибрационный сигнализатор Rosemount 2140 (функция переключателя песка)	Глава 11

4.6.2 Трехфазный сепаратор

Основное назначение

Трехфазный сепаратор используется для разделения углеводородных жидкостей на 3 компонента: газ, нефть и вода. Иногда эта операция называется отделением свободной воды (FWKO), когда свободная вода удаляется из нефти перед следующей стадией обработки.

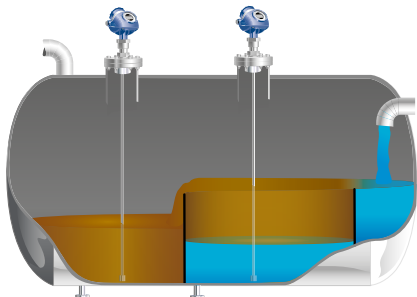


Рисунок 4.6.2: Трехфазный сепаратор

Характеристики и особенности применения

Сырые углеводороды могут содержать парафины и другие вязкие вещества. Плотность материала может варьироваться в зависимости от поставки. Давление и температура будут широко варьироваться в зависимости от источника жидкости и ее местоположения в процессе.

Некоторые системы FWKO, используемые с тяжелой нефтью, могут нагреваться.

Из-за различной геологии куста скважин некоторые углеводороды могут содержать песок и отложения. Со временем они могут накапливаться в основании сепаратора, снижая производительность. Чрезмерное накопление может привести к блокировке впускных отверстий или распространению отложения вниз по линиям и к насосам.

Применяемые методы измерения

Метод измерения	Рекомендации по установке
Волноводный уровнемер с одинарным зондом, прямой монтаж или установка в камере	Глава 6
Перепад давления	Глава 9
Вибрационный сигнализатор Rosemount 2140 (функция переключателя песка)	Глава 11

4.6.3 Двухфазный сепаратор со сбросом воды

Основное назначение

Двухфазный сепаратор со сбросом воды содержит секцию меньшего размера, где может накапливаться вода для эффективного удаления.

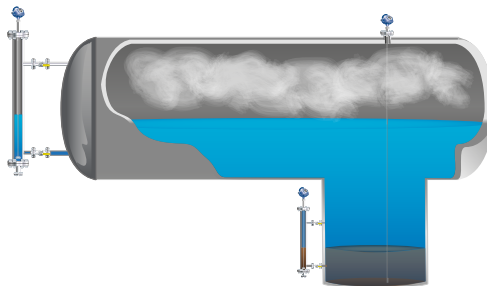


Рисунок 4.6.3: Двухфазный сепаратор с водосборником

Характеристики и особенности применения

- Применяется для нефти и воды. В зависимости от разделения жидкости может присутствовать эмульсионный слой
- Присутствие загрязненных или парафиновых углеводородов может вызвать частичное обволакивание, поэтому рекомендуется использовать одинарный зонд
- Обычно работают в небольшом измерительном диапазоне (< 1 м), если только датчик не установлен сверху резервуара и не входит в водосборник.

Применяемые методы измерения

Метод измерения	Рекомендации по установке
Волноводный уровнемер, с одинарным жестким зондом	Глава 6
Вибрационный сигнализатор	Глава 11

ПРИМЕЧАНИЕ!

Сигнализаторы или поплавки могут использоваться для обнаружения того момента, когда граница раздела сред достигает заранее определенной точки.

4.6.4 Резервуары факельного хозяйства

Основное назначение

Служит аварийным резервуаром для сброса сред при останове технологического процесса и обеспечивает равномерную подачу на факел.

Характеристики и особенности применения

- Поскольку жидкость может получена из разных источников, плотность и другие свойства продукта могут варьироваться
- Условия давления и температуры будут зависеть от местоположения в технологическом процессе.

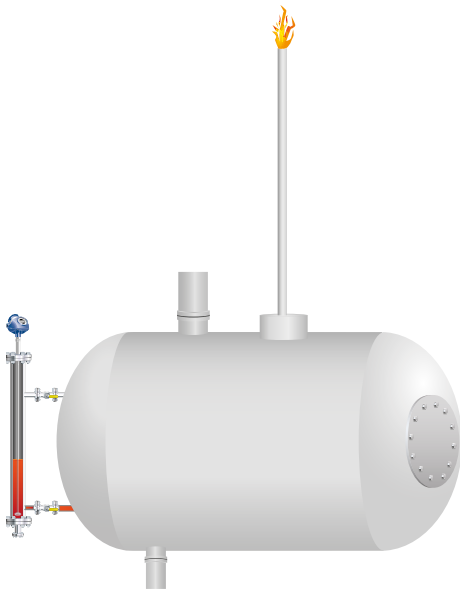


Рисунок 4.6.4: Факельная ловушка с волноводным радаром

Применяемые методы измерения

Метод измерения	Рекомендации по установке
Волноводный уровнемер с одинарным зондом, монтаж в камере или прямой монтаж	Глава 6
Перепад давления	Глава 9
Бесконтактный радарный уровнемер для более высоких резервуаров	Глава 7

Наилучшие решения

Волноводный уровнемер с одинарным зондом наименее восприимчив к возникновению осадений. Для очень высоких резервуаров, в которых уровень может изменяться быстро, рекомендуется использовать бесконтактный радар.

4.6.5 Обнаружение отложений песка

Основное назначение

Служит для определения необходимости очистки, чтобы обеспечить максимальную производительность резервуара и предотвратить попадание песка в трубопровод.

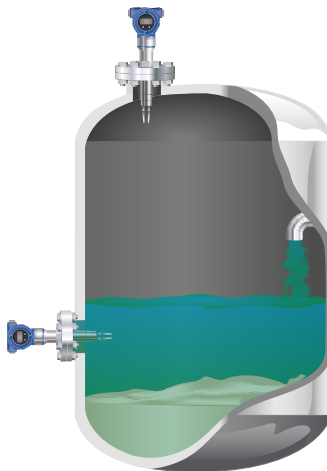


Рисунок 4.6.5: Вибрационные сигнализаторы с функцией обнаружения песка

Характеристики и особенности применения

- Грязные/обволакивающие среды внутри сепаратора, которые могут накапливаться на поверхности приборов
- Ограниченное количество доступных технологических входов в резервуар сепаратора
- Геологические различия в местах расположения сепараторов означают, что характеристики отложений могут отличаться

Применяемые методы измерения

Метод измерения	Рекомендации по установке
Сигнализатор с вибрационной вилкой с функцией обнаружения песка	Глава 11

4 - Типовые применения для жидких сред и выбор технологии измерения

Наилучшие решения

- Рекомендуется Rosemount 2140 с функцией обнаружения песка
- Выберите подходящую настройку в соответствии с типом осадка – от наиболее до наименее компактного
- Устройство может быть установлено в верхней или боковой части сепаратора в зависимости от расположения доступных технологических соединений

4.7 Ректификационная колонна

Основное назначение

Ректификационная колонна предназначена для разделения смеси жидкостей на фракции, имеющие разные температуры кипения. Пары проходят сквозь колонну и накапливаются при определённой температуре на тарелках.

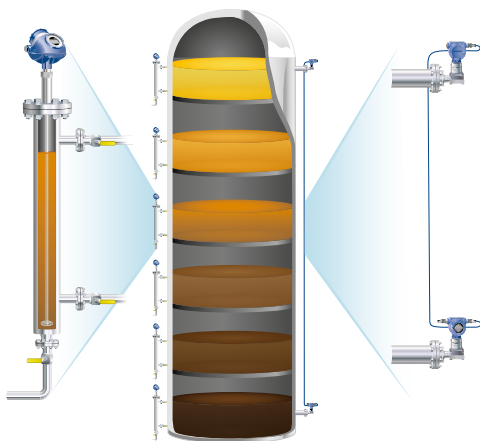


Рисунок 4.7.1: Измерение уровня в ректификационной колонне; слева показан волноводный уровнемер, а справа датчик перепада давления

Характеристики и особенности применения

- Дистилляционная колонна имеет широкий диапазон температур по своей высоте. В нижней части температура может достигать значения до 400 °С;
- Жидкости, особенно, в нижней части могут быть загрязненными, и могут образовывать налипания и закупорку импульсных линий;
- Выносные камеры и отводные трубы должны иметь термоизоляция для уменьшения риска закупорки и поддержания низкой вязкости среды.

Применяемые методы измерения

Метод измерения	Рекомендации по установке
Волноводный уровнемер с одинарным зондом	Глава 6
Система измерения по перепаду давления (Система DP)	Глава 9
Система измерения по перепаду давления: ERS	Глава 9

Опыт применения уровнемеров на тарелках колонны

- Волноводный радар; используйте стандартное уплотнение для верхней части башни, где температура составляет менее 150 °С. Используйте уплотнение для высокой температуры/высокого давления для нижних секций, где температура превышает 150 °С
- Перепад давления, настроенная система. Используйте высокотемпературные заполняющие жидкости с расширителем теплового диапазона для нижних секций колонны

Опыт применения датчиков перепада давления на колонне

- Перепад давления; 3051S ERS
- Максимальный промежуток между отводными отверстиями = 152,4 м.
- Чтобы покрыть пролеты за пределами 152,4 м, может потребоваться несколько систем ERS.
- Соотношение статического давления и перепада давления должно быть менее 100:1 (проконсультируйтесь с Emerson по поводу применения соотношения более 100:1).

4.8 Резервуары для смешивания нефтепродуктов

Основное назначение

Смесительные резервуары используются для смешивания жидкостей или сыпучих веществ с жидкостями, обычно при нормальных условиях окружающей среды. Измерения уровня необходимы для контроля добавления жидкости.

Характеристики и особенности применения

- Среда может быть агрессивной с образованием испарений, завихрений и пены
- Обычно в резервуаре установлена мешалка для перемешивания



Рисунок 4.8.1: Измерение уровня в баке с мешалкой

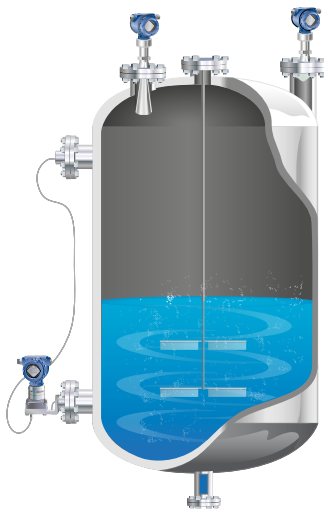


Рисунок 4.8.2: Измерение уровня шлама с помощью бесконтактного радарного уровнемера и перепада давления

Применяемые методы измерения

Метод измерения	Рекомендации по установке
Бесконтактный радарный уровнемер	Глава 7
Перепад давления	Глава 9
Ультразвуковой (если нет пены)	Глава 10

4.8.1 Суспензии

Характеристики и особенности применения

Суспензии представляют собой смеси жидких и взвешенных частиц. Как правило, для удержания твердых частиц в суспензии необходимо перемешивание.

Применяемые методы измерения

Метод измерения	Рекомендации по установке
Бесконтактный радарный уровнемер	Глава 7
Измерение с помощью перепада давления (ERS или настроенная система) с удлиненной разделительной мембраной	Глава 9
Ультразвуковые уровнемеры	Глава 10

4.9 Резервуар реактора

Основное назначение

Резервуары реактора сходны с резервуарами для смешивания нефтепродуктов, они отличаются тем, что для получения конечного продукта необходима химическая реакция. Хотя сами компоненты могут создавать экзотермическую или эндотермическую реакцию, иногда требуется внешнее тепло.

Характеристики и особенности применения

- Часто присутствуют испарения, пена, турбулентность
- В процессе реакции плотность может измениться
- Давление может варьироваться от вакуума до избыточного давления

4 - Типовые применения для жидких сред и выбор технологии измерения

Применяемые методы измерения

Метод измерения	Рекомендации по установке
Бесконтактный радарный уровнемер	Глава 7
Перепад давления, ERS или настроенная система	Глава 9

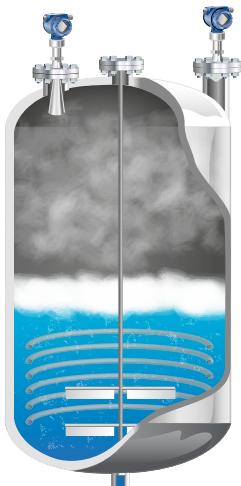


Рисунок 4.9.1: Измерение уровня в корпусе реактора с помощью бесконтактного радарного уровнемера

Наилучшие решения

- Система, настроенная на измерения по перепаду давления, для небольших резервуаров высокого давления
- Система, настроенная на измерения по перепаду давления, ERS, для более высоких резервуаров с низким статическим давлением (отношение статического давления к величине разницы давлений должно быть менее 100:1)

4.10 Емкости для хранения серы

Основное назначение

На нефтеперерабатывающих заводах элементарная расплавленная сера удаляется в качестве побочного продукта в процессе десульфурации. Емкости для сбора должны быть горячими, чтобы сера оставалась жидкой.

Характеристики и особенности применения

Полурасплавленное твердое вещество находится в горячем и хорошо изолированном состоянии. Испарения серы могут быть тяжелыми и конденсироваться в более холодных местах. Задача состоит в том, чтобы минимизировать конденсацию.

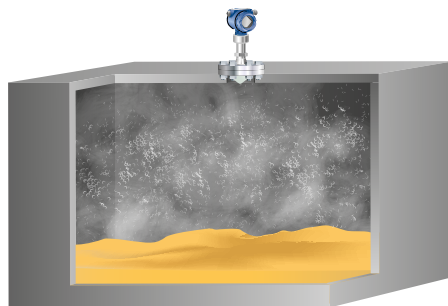


Рисунок 4.10.1: Rosemount 5408 с изолированной антенной

Применяемые методы измерения

Метод измерения	Рекомендации по установке
Бесконтактный радарный уровнемер	Глава 7
Волноводный уровнемер с одним гибким зондом	Глава 6

Наилучшие решения

Используйте Rosemount 5408 с конической антенной или антенной с технологическим уплотнением. При установке в патрубок он должен быть хорошо изолирован и подвергаться тепловому контролю для уменьшения конденсации серы. Используйте изоляцию, электрообогрев штуцера или аналогичные меры для снижения количества отложений. По возможности избегайте высоких штуцеров.

Также можно использовать Rosemount 5408 с параболической антенной. Антенна должна находиться внутри резервуара. Это минимизирует потенциальную кристаллизацию или отложение.

Для контроля уровня сигнала можно использовать систему оценки качества сигнала, чтобы определить, необходимость в очистке антенны или зонда.

4.11 Измерение на металлических пластинах

Основное назначение

Иногда в качестве мишени для датчика уровня используются металлические пластины. Пластина может быть прикреплена к демпферу или другому движущемуся объекту, она будет использоваться для указания положения.

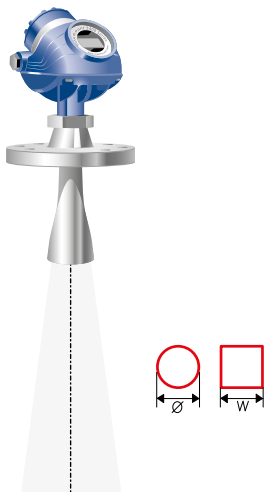


Рисунок 4.11.1: Рекомендации по установке радарных уровнемеров Rosemount серии 5408 с отражательной пластиной

Характеристики и проблемы применения

В основном, характерны нормальные условия. В зависимости от расположения, возможны более жесткие условия вблизи технологического оборудования с высокими температурами или с широким диапазоном температуры окружающей среды.

Применяемые методы измерения

Метод измерения	Рекомендации по установке
Бесконтактный радарный уровнемер	Глава 7
Ультразвуковые уровнемеры	Глава 10

Рекомендации:

Установите уровнемер на кронштейн по центру над пластиной. Уровнемер должен быть расположен перпендикулярно металлической поверхности. Размер поверхности должен быть достаточно большим, чтобы вместить ширину луча на максимально ожидаемом расстоянии.

4.12 Генерация пара

4.12.1 Контроль уровня в барабане котла

Основное назначение

Неверные значения уровня в барабане могут привести к повреждению барабана, котла и даже турбины. При уровне в барабане ниже заданного, котел может взорваться. При уровне выше заданного пар может захватить воду, которая, при попадании в турбину,

может повредить её лопатки. Резервирование измерений необходимо по требованиям безопасности.

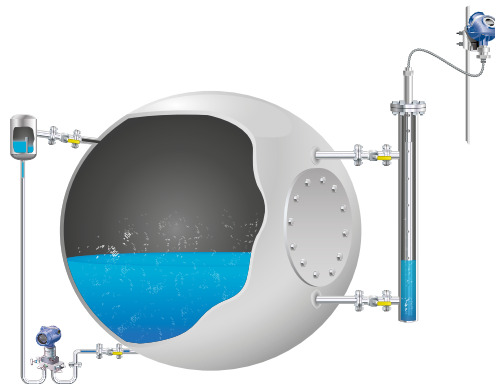


Рисунок 4.12.1: Контроль уровня в барабане котла по датчику перепада давления и по волноводному уровнемеру

Характеристики и особенности применения

- Требуется оборудование для работы при высоком давлении и температуре
- Плотность и диэлектрическая проницаемость пара возрастают с увеличением давления и температуры
- Плотность и диэлектрическая проницаемость жидкости уменьшаются с увеличением давления и температуры
- Изменения плотности как пара, так и жидкости требуют компенсации в DCS для измерения уровня с помощью преобразователя давления.
- Диэлектрические изменения в паре требуют компенсации при измерении волноводным радаром
- Диапазон измерения очень узкий

Применяемые методы измерения

Метод измерения	Рекомендации по установке
Волноводный уровнемер с динамической компенсацией испарений	Глава 6
Перепад давления, влажное колено, сбалансированный	Глава 9

4 - Типовые применения для жидких сред и выбор технологии измерения

Наилучшие решения

- Волноводный радар; с динамической компенсацией пара для систем под давлением свыше 27 бар
- Перепад давления; для систем барабана котла с давлением выше 42 бар рекомендуются влажные колена. Для систем, где давление < 42 бар, рекомендуются сбалансированные системы

4.12.2 Системы питающей воды

Основное назначение

Нагреватели питательной воды поэтапно повышают давление и температуру воды до того, как она попадет в котел.

Регулирование уровня в подогревателе питательной воды может влиять на производительность всей станции. Согласно требованиям по промышленной безопасности необходимы резервированные измерения.

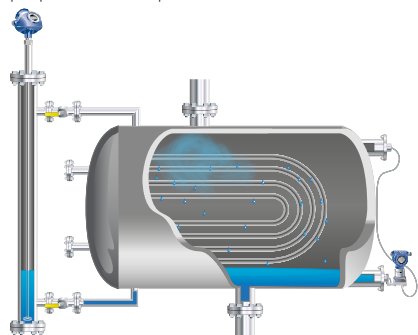


Рисунок 4.12.3: Уровень питательной воды в подогревателе, выносные камеры с широким и узким диапазоном измерения

Характеристики и особенности применения

- В нагревателях питательной воды ВД изменяется плотность жидкости и диэлектрические свойства испарений при повышении давления и температуры.
- Обычно имеются магнетитовые наслоения

Применяемые методы измерения

Метод измерения	Рекомендации по установке
Волноводный уровнемер; с динамической компенсацией испарений для систем под давлением свыше 27 бар*	Глава 6
Перепад давления	Глава 9

*Используйте стандартные зонды GWR для применений с низким давлением

4.12.3 Деаэрактор

Основное назначение

Деаэрактор удаляет растворенные газы из воды. Очистка производится паром, который затем улавливается в виде

конденсата. Точное регулирование уровня в деаэракторе обеспечивает непрерывную подачу питательной воды к питаемому насосу котла.

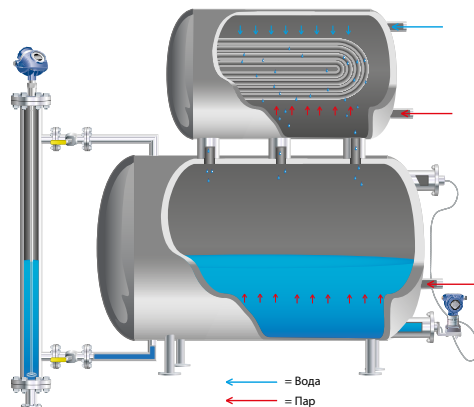


Рисунок 4.12.4: Измерение уровня в деаэракторе волноводным уровнемером и датчиком перепада давления

Характеристики и особенности применения

- Обычно работает при низком давлении (< 3,47 бар), а иногда и при небольшом вакууме
- Вода является очень чистой, плотность стабильна

Применяемые методы измерения

Метод измерения	Рекомендации по установке
Волноводный уровнемер	Глава 6
Перепад давления	Глава 9

Наилучшие решения

- Волноводный уровнемер. Используйте зонд стандартного исполнения

4.13 Градирня

Основное назначение

Циркуляционная вода градирни используется для охлаждения конденсата пара после турбин. После поглощения тепла в конденсаторе вода охлаждается за счет испарения в градирне. Для циркуляции через конденсатор в бассейне градирни поддерживается постоянный уровень воды.

4 - Типовые применения для жидких сред и выбор технологии измерения

Характеристики и особенности применения

- Хотя охлаждаемая вода может быть чистой, в бассейне может собираться мусор
- Может присутствовать пена в зависимости от химической обработки воды
- В зависимости от типа колонны и места установки оросительная вода может быть похожа на дождь на устройстве уровня

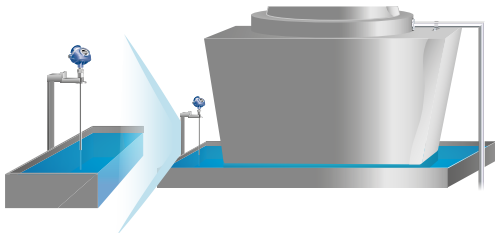


Рисунок 4.13.1: Измерение уровня в бассейне градирни волноводным уровнемером

Применяемые методы измерения

Метод измерения	Рекомендации по установке
Волноводный уровнемер	Глава 6
Бесконтактный радарный уровнемер	Глава 7
Ультразвуковые уровнемеры	Глава 10

ПРИМЕЧАНИЕ!

Зачастую все уровнемеры могут быть установлены с помощью кронштейна, удерживающего устройство над бассейном градирни.

4.14 Мониторинг уровня озера или пруда

Основное назначение

Уровень в озере или в пруду контролируется с целью обеспечения достаточного запаса воды.

Характеристики и проблемы применения

- Вода
- Нисходящее измерение («сверху-вниз»)

Иногда используются успокоительные колодцы. В холодном климате на поверхности может образовываться лед. Бесконтактные устройства будут измерять поверхность льда. Часто используются в производстве электроэнергии или в системах водоснабжения и водоотведения.

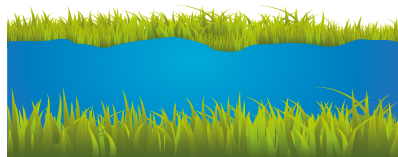


Рисунок 4.14.1: Измерение уровня в пруду

Применяемые методы измерения

Метод измерения	Рекомендации по установке
Волноводный уровнемер, если не ожидается лед	Глава 6
Бесконтактный радарный уровнемер	Глава 7
Ультразвуковые уровнемеры	Глава 10
Гидростатическое давление	Глава 9

4.15 Очистители

Основное назначение

В рамках предочистки вод в очистителе удаляются твердые включения, пыль и биологические отходы.

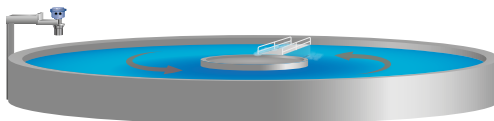


Рисунок 4.15.1: Измерение уровня в очистителе

4 - Типовые применения для жидких сред и выбор технологии измерения

Характеристики и особенности применения

Требуются два измерения:

- Измеряется общий уровень для поддержания оптимальной эффективности
- Контролируется уровень ила с помощью сенсора ила для определения накопления твердых частиц в нижней части очистителя

Применяемые методы измерения

Метод измерения	Рекомендации по установке
Ультразвуковые уровнемеры	Глава 10
Ультразвуковые мониторы плотности осадка	Глава 10

Наилучшие решения

Ультразвуковая технология – прекрасный выбор для измерения общего уровня. Оба уровнемера можно установить на кронштейн.

Ультразвуковые мониторы ила могут использоваться для обнаружения скопления осадка.

4.16 Применение сточного колодца

4.16.1 Сточные колодцы (сливная яма для отработанного масла, конденсата)

Основное назначение

Отстойник – это резервуар, расположенный в низком месте или ниже основного оборудования, в котором собираются отходы или перелившиеся жидкости. Здесь можно собрать отработанное масло, отработанный конденсат, химикаты или воду для последующей переработки или утилизации.

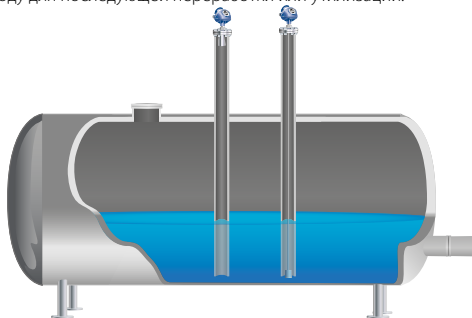


Рисунок 4.16.1: Уровень сборника конденсата с бесконтактным или волноводным радарным уровнемером

Характеристики и особенности применения

- В отстойниках может содержаться загрязненная нефтепродуктами вода.
- Зачастую измерение возможно только «сверху-вниз»
- Иногда желательно измерить границу раздела сред

Применяемые методы измерения

Метод измерения	Рекомендации по установке
Волноводный уровнемер	Глава 6
Бесконтактный радарный уровнемер	Глава 7
Ультразвуковой, если давление минимально	Глава 10
Гидростатическое давление, если не находится под давлением	Глава 9
Вибрационный сигнализатор	Глава 11

4.16.2 Открытые отстойники

Основное назначение

Очищенные сточные или дождевые воды содержатся в открытых сточных колодцах.

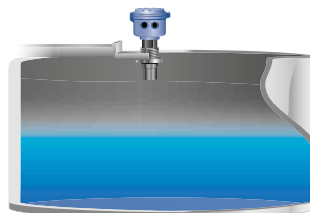


Рисунок 4.16.2: Измерение в открытом отстойнике с помощью ультразвукового уровнемера

Характеристики и особенности применения

- Вода
- Нисходящее измерение («сверху-вниз»)

Применяемые методы измерения

Метод измерения	Рекомендации по установке
Волноводный уровнемер	Глава 6
Бесконтактный радарный уровнемер	Глава 7
Ультразвуковые уровнемеры	Глава 10
Гидростатический	Глава 9

4.16.3 Подземные отстойники

Основное назначение

Подземные отстойники используются для сбора потоков отходов. Они часто находятся под землей для удобства наполнения и изоляции в условиях экстремальных температур.

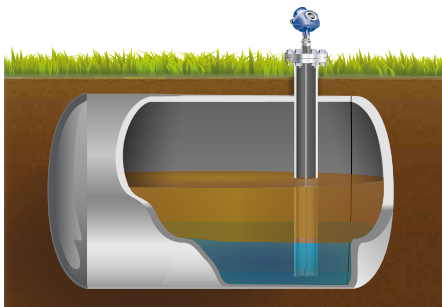


Рисунок 4.16.3: Подземный резервуар с волновым радаром

Характеристики и особенности применения

- В отстойниках может содержаться загрязненная нефтепродуктами вода.
- Зачастую измерение возможно только «сверху-вниз»
- Иногда желательнее измерить границу раздела сред

Применяемые методы измерения

Метод измерения	Рекомендации по установке
Волноводный уровнемер	Глава 6
Бесконтактный радарный уровнемер	Глава 7
Ультразвуковой, если давление минимально	Глава 10
Гидростатическое давление, если не находится под давлением	Глава 9

4.17 Измерение расхода в открытом канале

Основное назначение

Расходомеры для открытых каналов позволяют измерять расход жидкости, обычно воды, когда она протекает в обустроенном открытом канале. В канале имеется сужение или лоток, перед которым с ростом расхода увеличивается уровень. Уровень пересчитывается в значение расхода, для сужающих устройств разного типа установлены формулы расчета расхода из уровня.

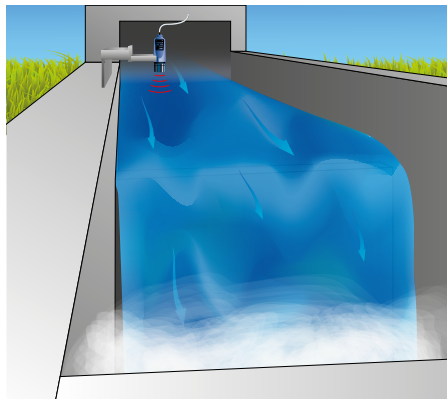
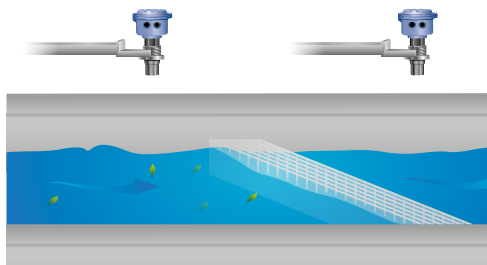


Рисунок 4.17.1: Измерение потока в открытом канале с помощью ультразвукового уровнемера

Характеристики и особенности применения

Уровень жидкости, обычно воды, протекающей через сужение поднимается. Высота подъёма используется для определения величины расхода. Измерения, обычно, проводятся в условиях окружающей температуры. В холодную погоду, тёплые потоки могут создавать густой туман. В каналах с хозяйственно-бытовыми стоками может появляться пена.



Применяемые методы измерения

Метод измерения	Рекомендации по установке
Ультразвуковые уровнемеры	Глава 10
Бесконтактный радарный уровнемер	Глава 7

4.18 Мониторинг состояния сетчатого фильтра на входе воды

Рисунок 4.18.1: Мониторинг впускного сетчатого фильтра с помощью ультразвуковых уровнемеров

Основное назначение

Сырая вода отбирается из водохранилища или реки. Водозабор требует удаления биологических примесей и мусора, поэтому вода проходит через сита или сетчатый фильтр для удаления мусора. Измерения проводятся на обеих сторонах этих фильтров, чтобы контролировать любое засорение.

Характеристики и особенности применения

- Применение сырой воды, которая может быть турбулентной
- На стороне входящего потока может плавать мусор
- Нисходящее измерение («сверху-вниз»)

Применяемые методы измерения

Метод измерения	Рекомендации по установке
Ультразвуковые уровнемеры	Глава 10
Волноводный радарный уровнемер	Глава 6

Наилучшие решения

Ультразвуковые уровнемеры в сочетании с контроллером для расчета перепада уровней и запуска аварийного сигнала могут использоваться для приложений с небольшими расстояниями (<9 м) и там, где условия окружающей среды являются достаточно мягкими. Для применений на большем расстоянии, например, когда доступ ограничен, более подходящими являются радарные уровнемеры.

4.19 Контроль уровня

Основное назначение

Основная цель контроля уровня состоит в том, чтобы оценить, достигла ли рабочая среда определенного уровня внутри резервуара. В случае применения для обнаружения жидкости сенсор точечного измерения уровня определяет, является ли он сухим или влажным в определенной точке резервуара.

Точечные элементы измерения уровня, такие как сигнализаторы с вибрационной вилкой или механические реле поплавкового типа, могут использоваться как отдельно, в качестве основного средства определения уровня, так и в качестве резервного к устройству непрерывного измерения уровня, добавляя в систему дополнительное преимущество – функцию резервирования.

Точечные сенсоры измерения уровня часто применяются для измерений в технологических резервуарах и для контроля

запасов. Здесь показано несколько типичных вариантов применений:

- Предотвращение переполнения



Рисунок 4.19.1: Предотвращение переполнения

Механические системы защиты от переливов (MOPS)

Обычно их работа зависит от действий человека, т.е. сигнализация уведомляет оператора и он должен принять соответствующие меры для предотвращения переполнения

Характеристики и особенности применения:

- Возможны длительные перерывы между активациями устройства для предотвращения переполнения
- Датчик может подвергаться воздействию суровых условий окружающей среды
- Некоторые жидкости могут быть вязкими/липкими
- Могут присутствовать коррозионные материалы
- Может быть размещен в опасных зонах
- Уровень жидкости может быстро меняться
- Нужно обеспечить возможность для выполнения функциональной проверки
- Требуется локальное и удаленное предупреждение/аварийное сообщение

Автоматическая система предотвращения перелива (AOPS)

Функция обеспечения безопасности (SIF) автоматически отключает оборудование предприятия в случае перелива.

Характеристики и особенности применения:

- Датчик может подвергаться воздействию суровых условий окружающей среды
- Некоторые углеводороды (LNG/LPG) могут быть легкими (низкий SG)

4 - Типовые применения для жидких сред и выбор технологии измерения

- Могут присутствовать коррозионные материалы
- Может быть размещен в опасных зонах
- Возможны длительные перерывы между активациями устройства для предотвращения переполнения
- Нужно обеспечить возможность для выполнения функциональной проверки (контрольного испытания)
- Соответствие конструкции системы и оборудования стандартам IEC61508/61511

Сигнализаторы с вибрационной вилкой являются популярным современным выбором, поскольку они не только являются простым и экономически эффективным средством для надежного предотвращения перелива, их также можно устанавливать на боковой поверхности резервуара, если невозможно установить решение для измерения «сверху-вниз», например, волноводный или бесконтактный радарный уровнемер.

Наилучшие решения

- Выберите сенсор, безопасность которого сертифицирована по IEC61508, с SFF > 90%
- Выберите сенсор с высоким уровнем диагностических функций и минимальным числом опасных необнаруженных сбоев
- Рекомендуется, функция удаленного тестирования из диспетчерской

Для предотвращения переполнения рекомендуется использовать Rosemount 2140:SI5

- Сигнализация верхнего и нижнего уровней

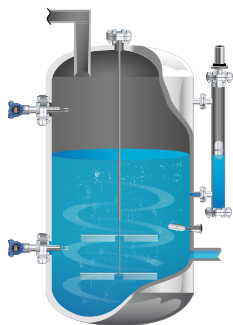


Рисунок 4.19.2: Сигнализация верхнего и нижнего уровня

Вибрационные вилки и поплавковые сигнализаторы отлично подходят для контроля максимального и минимального уровней в резервуарах с различными типами жидкостей.

Аварийная сигнализация по высокому уровню посылает звуковое, визуальное или электронное предупреждение, чтобы уведомить о том, что технологическая жидкость достигла верхнего предела, обычно эта граница устанавливается на уровне 25% уровня резервуара.

Аварийный сигнал низкого уровня предупреждает операторов о состоянии низкого уровня, которое, если его оставить без контроля, может привести к ситуации работы всухую или стать причиной утечки.

Распространенной практикой является установка независимого реле сигнализации верхнего уровня в качестве резервного устройства на случай отказа основного устройства измерения уровня.

Характеристики и особенности применения:

- Датчик может подвергаться воздействию суровых условий окружающей среды
- Некоторые жидкости могут быть вязкими/липкими
- Могут присутствовать коррозионные материалы
- Может быть размещен в опасных зонах
- Уровень жидкости может быстро меняться
- Может потребоваться локальное и удаленное предупреждение/аварийное сообщение
- Может быть ограничен доступ к верхней части резервуара/доступные места врезки могут отсутствовать
- Может быть ограничена мощность для установки на месте

Наилучшие решения

- Оцените условия применения – там, где процесс является коррозионным или присутствуют тяжелые условия окружающей среды, рекомендуется применять сигнализаторы с вибрационной вилкой и -за их обширных функций диагностики и возможностей тестирования.
- Если доступ к верхней части резервуара ограничен, вибрационную вилку можно установить сбоку. Механические поплавковые реле могут быть установлены в камере, или можно выбрать погружную версию для внутренней установки
- Если процесс может вызывать осаждения, выберите технологию вибрационной вилки, которая не имеет движущихся частей. Если характеристики применения требуют использования технологии механического поплавка (например, высокое давление/температура), необходимо проводить регулярную проверку и очистку.
- При удаленной установке монтируйте беспроводной Rosemount 2160 так, чтобы расширить зону действия автоматизации без необходимости устанавливать дополнительную инфраструктуру.
- Если мощность ограничена, установите Rosemount 2120 с опцией выходного реле малой мощности, которое совместимо с системами с питанием от солнечных панелей или от аккумуляторных батарей, или установите Rosemount 2160 со встроенным модулем питания.

Применение для насосов

- Управление насосом

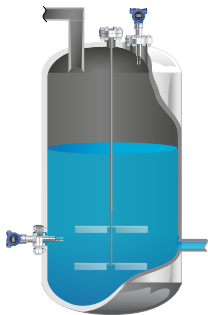


Рисунок 4.19.3: Управление насосом

Иногда резервуар будет оснащен сигнализатором высокого и низкого уровня, чтобы автоматизировать циклы наполнения и опорожнения и удерживать жидкость в желаемых пределах.

- Защита насосов и предотвращение работы на холостом ходу

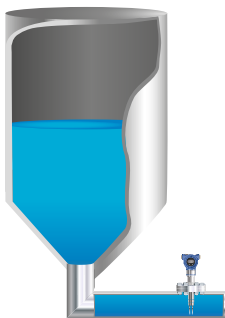


Рисунок 4.19.4: Защита насоса

Этот вариант применения представляет собой подмножество аварийных сигналов низкого уровня, посредством которых реле низкого уровня передает аварийный сигнал, чтобы предупредить оператора о том, что технологическая жидкость достигла критического низкого уровня. Это предотвращает работу в отсутствие жидкости, которая может привести к повреждению подшипников и /или уплотнений или опасной ситуации перегрева в экстремальных условиях.

Кроме того, аварийную сигнализацию можно использовать в качестве предупреждения для запуска вторичного процесса, такого как процедура безразборной чистки (CIP).

Кроме того, можно использовать точечные элементы измерения уровня в качестве средства контроля уровня смазочного масла в насосе, чтобы гарантировать, что резервуар не работает всухую.

- Обнаружение пустой трубы



Рисунок 4.19.5: Беспроводной датчик для определения наличия жидкости в трубе

Датчик аварийной сигнализации устанавливается через стенку трубы, чтобы обнаружить наличие или отсутствие жидкости. Это может быть способом защиты насоса или включения/выключения другого прибора, например, расходомера.

Применяемые методы измерения

Применение	Сигнализатор с вибрационной вилкой	Поплавковое реле
Предотвращение переполнения	x	
Сигнал предельного высокого уровня	x	x
Сигнал предельного низкого уровня	x	x
Управление насосом	x	x
Защита насоса	x	

Таблица 4.19.1: Показаны технологии, подходящие для различных приложений обнаружения уровня точки. См. также: Рекомендации по установке, глава 10

4.20 Системы измерения уровня в резервуарах

4.20.1 Резервуары с неподвижной крышей

Основное назначение

Как правило, это большие резервуары, которые содержат готовые продукты, такие как очищенные нефтепродукты. Кроме того, они могут содержать сырье для переработки. В обоих случаях необходимы очень точные измерения для целей контроля запасов и коммерческого учета.

4 - Типовые применения для жидких сред и выбор технологии измерения

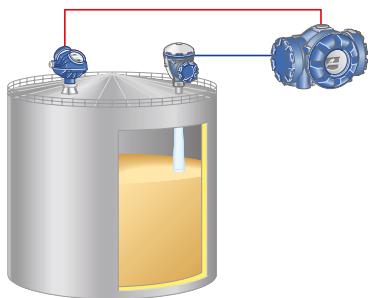


Рисунок 4.20.1: Резервуар-хранилище с системой учета для измерения запасов

Характеристики и особенности применения

Большие вертикальные резервуары, содержащие сырую нефть или нефтепродукты. Также это могут быть резервуары для смешивания, например, на разгрузочных установках, где смешиваются специальные добавки.

Применяемые методы измерения

Метод измерения	Рекомендации по установке
Высокоточная измерительная система для резервуаров	Глава 8

4.20.2 Резервуары с плавающей крышей

Основное назначение

Резервуары с плавающей крышей используются для летучих парообразных жидкостей, таких как бензин. Крыша движется по поверхности жидкости и сводит к минимуму испарения.

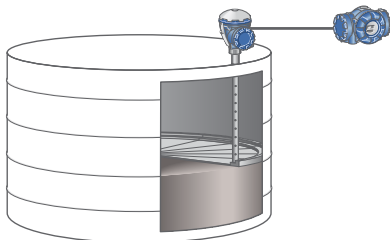


Рисунок 4.20.2: Резервуар с плавающей крышей с системой учета для измерения запасов

Характеристики и особенности применения

Большие вертикальные резервуары, содержащие нефть, с внешней/внутренней плавающей крышей. Для измерения уровня часто доступны успокоительные колодцы. Крыша движется вверх и вниз за пределами успокоительного колодца.

Применяемые методы измерения

Метод измерения	Рекомендации по установке
Высокоточная измерительная система для резервуаров	Глава 8
Бесконтактный радарный уровнемер	Глава 7

Наилучшие решения

Измерение уровня следует проводить с точки доступа к успокоительному колодцу, чтобы обеспечить максимальную точность и избежать ошибок из-за наклона крыши. В качестве альтернативы положение крыши можно измерить с помощью бесконтактного устройства, установленного на кронштейне в верхней части. Однако при наклоне крыши точность снижается. В таких случаях можно использовать несколько устройств и сравнивать результаты.

4.20.3 Резервуары для сжиженного природного газа (СПГ)

Основное назначение

Основным компонентом СПГ является метан, с небольшим включением пропана и этана, невозможно обеспечить его сжижение только путем повышения давления. Газ охлаждают до -161°C и при этом он становится жидкостью в процессе, известном как «сжижение». Это уменьшает его объем в 600 раз и обеспечивает значительную экономию при транспортировке.

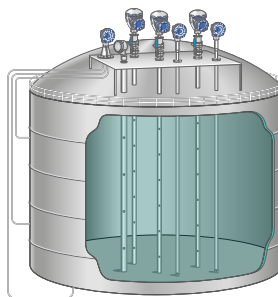


Рисунок 4.20.3: Резервуар для сжиженного нефтяного газа с системой учета

Характеристики и особенности применения

Большие вертикальные криогенные резервуары с охлажденным сжиженным природным газом. Из-за размера, криогенных условий, наличия предохранительных клапанов, испарений и низкой диэлектрической проницаемости для работы требуются специальные инструменты.

Применяемые методы измерения

Метод измерения	Рекомендации по установке
Высокоточная измерительная система для резервуаров	Глава 8

4.20.4 Эмульция

Основное назначение

Эмульция обеспечивает экономически эффективную альтернативу модернизации системы учета в резервуарах, как для измерения уровня, так и для устройств в диспетчерской, включая программное обеспечение для управления запасами. Обновление системы может быть выполнено поэтапно или за один раз.

Rosemount 5900 поддерживает эмульцию устройств для измерения уровня, основанную на технологии поплавковых, серво- или радарных уровнемеров. При этом можно использовать одну и ту же проводку и хост-систему.

Характеристики и особенности применения

Многие системы учета резервуаров все еще полагаются на старые механические устройства, использующие поплавковую технологию или сервоприводную систему, которые могут предоставлять не очень надежные результаты измерений и создают неоправданно высокие затраты на техническое обслуживание из-за их подверженности отказу. Несмотря на это, руководители предприятий неохотно идут на их замену современными и более надежными альтернативами.

Замена всей системы учета содержимого резервуаров считается слишком дорогой, а частичные обновления затруднены из-за проблем совместимости связи. Поэтому руководители предприятий часто смиряются с высокими расходами на техническое обслуживание просто потому, что не знают никаких других вариантов.

Тем не менее, эмульция обеспечивает простое и экономически эффективное решение для проектов модернизации системы учета резервуаров, позволяя заменять существующее оборудование на устройства от альтернативных поставщиков без необходимости прокладки новых проводных или коммуникационных сетей. Кроме того, эмульция также решает проблему с неработающими радарными уровнемерами в сложных условиях.

Применяемые методы измерения

Метод измерения	Рекомендации по установке
Высокоточная измерительная система для резервуаров	Глава 8

4.21 Системы мониторинга уровня в резервуарах

Основное назначение

Система мониторинга резервуаров предназначена для установки на небольших нефтебазах. Учитывая широкую область применения уровнемеров Rosemount 5300 и Rosemount 5408, система подходит для использования во многих различных отраслях промышленности, таких как химическая и нефтегазовая. Типичными областями применения могут быть дозировочные резервуары или осветлители.

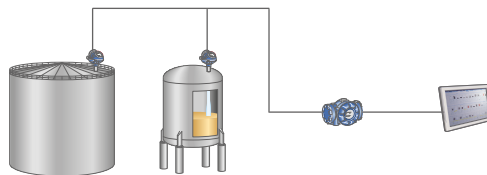


Рисунок 4.21.1: Система мониторинга резервуаров

Характеристики и особенности применения

В зависимости от отрасли и типа измеряемой среды при измерении возникает много разных проблем. Как правило, это будет группа небольших резервуаров без какой-либо автоматики или резервуары с устройствами контроля уровня, но без системы предотвращения переполнения, нуждающиеся в дополнительной системе безопасности. В некоторых случаях установлены автоматизированные системы, однако резервуары не подключены к системе для контроля содержимого.

Применяемые методы измерения

Метод измерения	Рекомендации по установке
Волноводный уровнемер	Глава 6
Бесконтактный радарный уровнемер	Глава 7

Наилучшие решения

Используйте волноводный или бесконтактный радарный уровнемер в зависимости от характеристик применения, используемых на нефтебазе. При необходимости можно использовать беспроводную связь для удаленных мест размещения резервуаров.

5

Применения для сыпучих материалов и выбор технологии измерения

Тема	Страница
5.1 Технологии измерения сыпучих материалов ____	84
5.2 Непрерывное измерение уровня и объема ____	84
5.3 Контроль уровня твердых веществ _____	90



5. Применение для сыпучих сред и выбор технологий

Процесс измерения сыпучих материалов очень затруднен. Как правило, он связан с наличием пыли, неровных поверхностей, тяжелых отложений и «крысиных нор». Сам материал часто имеет очень низкую диэлектрическую проницаемость. Структура данной главы аналогична структуре четвертой главы, здесь содержатся рекомендации по подходящим технологиям. Тем не менее, окончательное решение о выборе технологии должно приниматься на основе конкретных условий применения, ограничений установки и возможностей технологии. Перечисленные здесь твердые вещества выбраны в качестве представителей общих направлений применения. Определены различные группы, чтобы показать общие характеристики, которые часто наблюдаются для различных сыпучих веществ.

Краткое обобщение: Для систем управления/технологического процесса в технологических бункерах малого и среднего размера используйте волноводный или бесконтактный радарный уровнемер.

5.1 Технологии измерения сыпучих материалов

5.1.1 Волноводный радарный уровнемер

Волноводный радарный уровнемер может использоваться в различных областях применения. Особенно хорошо он подходит для небольших резервуаров с диаметрами < 10 м, в которых содержатся порошки и мелкие гранулированные материалы, и где ограничена площадь установки. При увеличении высоты резервуара износ датчика и увеличение растягивающего усилия становится все более важным критерием для его использования. Как и любое другое радарное устройство, прибор быстро реагирует на изменения уровня, поэтому он также подходит для технологических процессов и небольших резервуаров.

5.1.2 Бесконтактный радарный уровнемер

Бесконтактный радарный уровнемер можно использовать в целом ряде применений. Он не имеет ограничений относительно веса материала, поэтому может использоваться в средах, где волноводный радарный уровнемер неприменим из-за наличия растягивающих усилий или риска поломки зонда.

Бесконтактный радарный уровнемер может охватывать большую часть поверхности, чем волноводный радарный уровнемер, поэтому будет немного более точным. Как и любое другое радарное устройство, прибор быстро реагирует на изменения уровня, поэтому он также подходит для технологических процессов и небольших резервуаров.

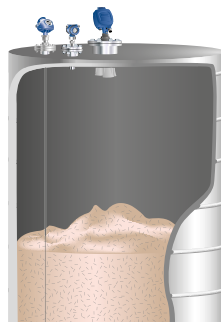


Рисунок 5.1.1: Волноводный радарный уровнемер и бесконтактный радарный уровнемер на бункере

5.2 Системы непрерывного измерения уровня и объема

5.2.1 Хранение семян

Основное назначение

Перед переработкой в различные виды масел семена, в частности подсолнечник, ядро пальмы, сафлор, соя, кунжут и рапс, или орехи, такие как арахис, миндаль и грецкие орехи, транспортируются на завод и хранятся там в больших бункерах для обеспечения непрерывного производственного процесса.

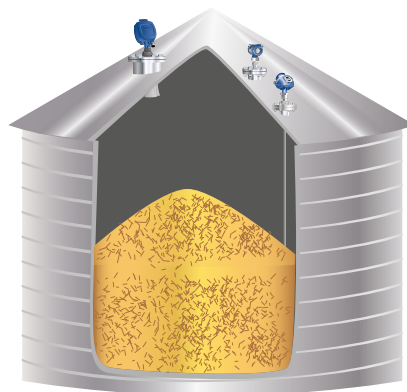


Рисунок 5.2.1: Волноводный и бесконтактный радарный уровнемер на семенном бункере

5 - Применения для сыпучих материалов и выбор технологии измерения

Характеристики и особенности применения

- DC обычно <2
- Возникает скопление материала
- Бункеры могут иметь диаметр более 15 м и высоту более 40 м
- Пыльная окружающая среда

Применяемые методы измерения

Метод измерения	Рекомендации по установке
Бесконтактный радарный уровнемер	Глава 7
Волноводный радарный уровнемер	Глава 6

Наилучшие решения

Волноводный или бесконтактный радарный уровнемер для резервуаров малого/среднего размера и для контроля.

5.2.2 Хранение муки

Основное назначение

Существует два основных варианта хранения муки:

- Мельница, где мука хранится до ее поставки или упаковки
- Производственные площадки, такие как пекарня, где она хранится до передачи в производство.



Рисунок 5.2.2: Зернохранилище с волноводным и бесконтактным радарным уровнемером

Характеристики и особенности применения

- Порошок
- DC <2
- Мука имеет тенденцию прилипать к стенкам бункера, создавая наросты и «крысиные норы»
- Может иметь низкую насыпную плотность

Применяемые методы измерения

Метод измерения	Рекомендации по установке
Волноводный радарный уровнемер	Глава 6
Бесконтактный радарный уровнемер	Глава 7

Наилучшие решения

Волноводный или бесконтактный радарный уровнемер для резервуаров малого/среднего размера и для контроля, например, на конечных производственных площадках (т. е. в пекарнях).

5.2.3 Хранение сахара

Основное назначение

Существует два основных варианта хранения сахара:

- Заводы по производству сахара, где сахар, в качестве конечного продукта, хранится до его поставки или упаковки.
- Места производства продуктов питания, где сахар хранится до передачи в производство.

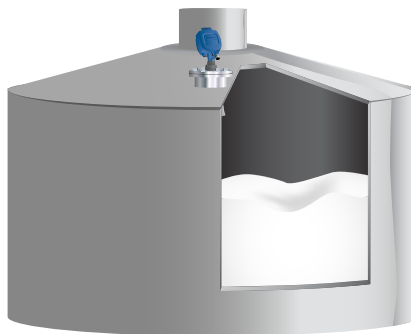


Рисунок 5.2.3: Устройство акустической фазированной антенной решетки на бункере для хранения сахара

Характеристики и особенности применения

- Сахар и сахарная пыль имеют тенденцию накапливаться, создавая отложения и «крысиные норы»
- DC <2
- Клейкая природа материалов заставляет сахар прилипать к антенне или другим частям системы
- Пыльная окружающая среда

Применяемые методы измерения

Метод измерения	Рекомендации по установке
Бесконтактный радарный уровнемер	Глава 7
Волноводный радарный уровнемер	Глава 6

Наилучшие решения

Волноводный или бесконтактный радарный уровнемер для резервуаров малого/среднего размера и для контроля, например, на конечных производственных площадках.

5.2.4 Хранение зерна

Основное назначение

Зерно доставляется автомобильным или железнодорожным транспортом на завод, где оно загружается в бункеры для хранения перед анализом, предварительной очисткой и передачей в производство.



Рисунок 5.2.4: Бесконтактный радарный уровнемер на зернохранилище

Характеристики и особенности применения

- Во время операций наполнения образуется пыль
- Нельзя смешивать разные сорта пшеницы
- Большие размеры бункеров, как правило, с несколькими точками опорожнения, способствуют появлению неравномерных образований и скоплений внутри бункера, что затрудняет точное измерение

Применяемые методы измерения

Метод измерения	Рекомендации по установке
Волноводный радарный уровнемер	Глава 6
Бесконтактный радарный уровнемер	Глава 7

Наилучшие решения

Волноводный или бесконтактный радарный уровнемер для резервуаров малого/среднего размера и для контроля.

5.2.5 Склад угля/Бункер/ Установка для смешивания угля

Основное назначение

Уголь подвергается среднему измельчению, затем хранится в угольном бункере.

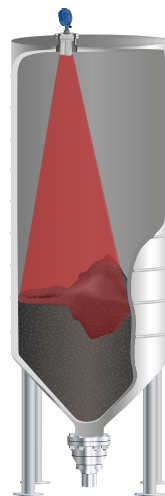


Рисунок 5.2.5: Склад угля с устройством акустической фазированной антенной решетки

Характеристики и особенности применения

- Размер хранилища и наличие пыли затрудняют точное измерение количества угля в бункере или смесительном оборудовании.
- Риски безопасности для персонала, который входит в зоны хранения, чтобы «оценить» уровни

Применяемые методы измерения

Метод измерения	Рекомендации по установке
Бесконтактный радарный уровнемер	Глава 7

Наилучшие решения

Бесконтактный радарный уровнемер для малых/средних резервуаров/угольных бункеров и для контроля.

5.2.6 Бункеры для угля/бункеры для суточного запаса угля

Основное назначение

Транспортировка угля в бункеры осуществляется с помощью конвейеров и разгрузочных тележек. Эти бункеры используются для подачи угля в шаровые мельницы, которые, в свою очередь, подают измельченный уголь в котлы. Для каждого котла предусмотрен, по крайней мере, один бункер. Как правило, для каждой установки используется по два котла.

Характеристики и особенности применения

- Большие размеры, сильная запыленность
- Уголь имеет решающее значение для обеспечения непрерывного процесса, поэтому необходимо контролировать и учитывать фактический объем угля, чтобы предотвратить остановки технологического процесса

Применяемые методы измерения

Метод измерения	Рекомендации по установке
Бесконтактный радарный уровнемер	Глава 7

Наилучшие решения

Бесконтактный радарный уровнемер для малых/средних резервуаров и для контроля.

5.2.7 Зольная пыль

Основное назначение

Содержимое бункера с зольной пылью транспортируется пневматическим способом в бункер для хранения зольной пыли. Затем бункер выгружают на грузовики, которые вывозят материал для использования в других целях.

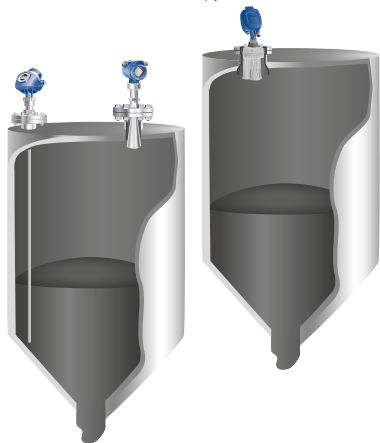


Рисунок 5.2.6: Измерение уровня зольной пыли с помощью бесконтактного и волноводного радарного уровнемера

Характеристики и особенности применения

- Зольная пыль, образующаяся при сжигании угля, создает очень пыльную среду и имеет тенденцию прилипать, создавая накопления внутри бункера
- Показатели плотности и диэлектрической проницаемости зольной пыли являются достаточно низкими
- Как правило, бункеры с зольной пылью имеют очень большие размеры, чтобы обеспечить непрерывный поток из бункеров

Применяемые методы измерения

Метод измерения	Рекомендации по установке
Волноводный радарный уровнемер	Глава 6
Бесконтактный радарный уровнемер	Глава 7

Наилучшие решения

Волноводный или бесконтактный радарный уровнемер для резервуаров малого/среднего размера и для контроля.

5.2.8 Древесная щепа/древесные гранулы

Основное назначение

Древесная щепа, древесные гранулы или опилки хранятся в больших бункерах или на складах до начала производственного процесса.

Характеристики и особенности применения

- Материал имеет тенденцию слипаться, создавая неравномерное оседание, он часто вызывает проблемы при опорожнении через штуцеры вдоль дна бункера.
- Сочетание больших размеров бункеров и нерегулярного оседания затрудняет операторам оценку истинного объема хранимых запасов.

Применяемые методы измерения

Метод измерения	Рекомендации по установке
Бесконтактный радарный уровнемер	Глава 7

Наилучшие решения

Бесконтактный радарный уровнемер для контроля.

5.2.9 Цементные бункеры

Основное назначение

На практике применяется 2 основных типа хранения цемента:

- Заводы по производству цемента, где цемент, в качестве конечного продукта, хранится до его поставки или упаковки.
- Производственные площадки, такие как производство бетона/блоков, где цемент хранится до подачи в производственный процесс.

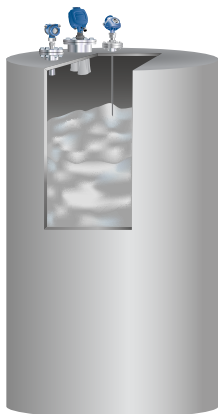


Рисунок 5.2.7: Измерение уровня цемента с помощью бесконтактного и волноводного радарного уровнемера

Характеристики и особенности применения

- Для данных бункеров характерна очень пыльная среда внутри бункера
- Существует тенденция к образованию отложений и «крысиных нор»
- Несколько точек наполнения и опорожнения создают неровности на поверхности материала

Применяемые методы измерения

Метод измерения	Рекомендации по установке
Волноводный радарный уровнемер	Глава 6
Бесконтактный радарный уровнемер	Глава 7

Наилучшие решения

Волноводный или бесконтактный радарный уровнемеры для резервуаров малого/среднего размера и для контроля.

5.2.10 Бункеры для хранения ПП/ПЭ

Основное назначение

Конечный гранулированный продукт хранится в бункерах перед отправкой на заводы по производству пластиковых изделий или упаковывается в мешки.



Рисунок 5.2.8: Бункер для хранения полиэтилена с волноводным радарным уровнемером

Характеристики и особенности применения

- ПП и ПЭ гранулы могут иметь низкую диэлектрическую проницаемость
- Пыльная окружающая среда

Применяемые методы измерения

Метод измерения	Рекомендации по установке
Волноводный радарный уровнемер	Глава 6
Бесконтактный радарный уровнемер	Глава 7

Наилучшие решения

Бесконтактный радарный уровнемер со сфокусированным лучом может использоваться для небольших резервуаров и для контроля. Волноводный радарный уровнемер может использоваться для малых резервуаров в целях контроля с включенной функцией проецирования конца зонда.

5.2.11 Бункеры для порошкового пластика

Основное назначение

Порошок ПВХ хранится в бункерах до его доставки или упаковки. Бункеры могут быть очень большими по размеру, до нескольких тысяч тонн на бункер.

Характеристики и особенности применения

- Большое количество пыли, образующейся в процессе наполнения
- Относительно низкая диэлектрическая проницаемость делает измерение истинного объема хранимого порошка ПВХ очень затруднительным

Применяемые методы измерения

Метод измерения	Рекомендации по установке
Волноводный радарный уровнемер	Глава 6
Бесконтактный радарный уровнемер	Глава 7

Наилучшие решения

Волноводный или бесконтактный радарный уровнемеры для малых резервуаров и для контроля.

5.2.12 Хранение мелкой руды

Основное назначение

Мелкая руда хранится в бункерах до ее переработки. В бункерах содержится мелкая руда, которая может непрерывно поступать в печь в случае возникновения проблем в системе переработки руды.

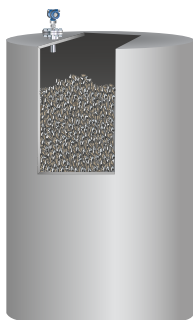


Рисунок 5.2.9: Бункер для хранения мелкой руды с бесконтактным радаром

Характеристики и особенности применения

- Необходимость непрерывной подачи материала
- Пыльная окружающая среда

Применяемые методы измерения

Метод измерения	Рекомендации по установке
Бесконтактный радарный уровнемер	Глава 7

Наилучшие решения

Бесконтактный радарный уровнемер для контроля.

5.2.13 Хранение обожженного известняка

Основное назначение

Обожженный известняк хранится в бункерах до начала обработки.

Характеристики и особенности применения

- Во время заполнения обожженный известняк образует пыль и имеет тенденцию прилипать к стенкам бункера, создавая «красные норы» и отложения
- Может иметь низкую насыпную плотность

Применяемые методы измерения

Метод измерения	Рекомендации по установке
Бесконтактный радарный уровнемер	Глава 7

Наилучшие решения

Бесконтактный радарный уровнемер для малых/средних резервуаров и для контроля.

5.2.14 Бункер для гашеной извести

Основное назначение

Гашеная известь хранится в бункерах до ее упаковки и отправки.

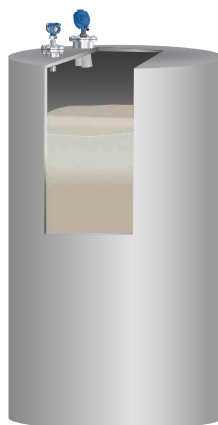


Рисунок 5.2.10: Бункер для гашеной извести с бесконтактным радаром

Характеристики и особенности применения

- Гашеная известь – это очень мелкий порошок, который во время наполнения и опорожнения образует много пыли.
- Имеет тенденцию прилипать, создавать «красные норы» и отложения
- Размер бункеров для извести варьируется для разных площадок и даже в пределах одной площадки
- Может иметь низкую насыпную плотность

5 - Применения для сыпучих материалов и выбор технологии измерения

Применяемые методы измерения

Метод измерения	Рекомендации по установке
Бесконтактный радарный уровнемер	Глава 7

Наилучшие решения

Бесконтактный радарный уровнемер для малых/средних резервуаров и для контроля.

5.2.15 Сухие ингредиенты для химикатов/моющих средств

Основное назначение

Сырье хранится в бункерах до его передачи в производственный процесс.

Характеристики и особенности применения

- Поскольку сырье обрабатывается вместе, важно точно измерить содержание бункеров для обеспечения непрерывного производства.

Применяемые методы измерения

Метод измерения	Рекомендации по установке
Бесконтактный радарный уровнемер	Глава 7

Наилучшие решения

Новейшие бесконтактные радарные уровнемеры являются лучшим выбором, благодаря их высокой чувствительности и уникальным программным алгоритмам, они хорошо подходят для контроля уровня в такой среде. Опция продувки воздухом защищает антенну от пыли и конденсата. Если радар установлен на бункерах для сушки древесной щепы, антенна с технологическим уплотнением, с покрытием из ПТФЭ, будет альтернативой антеннам с продувкой воздухом, для обеспечения чистоты антенны.

5.3 Контроль уровня твердых веществ

Основное назначение

Контроль уровня сыпучих материалов в порошках и гранулах для предотвращения переполнения или работы всухую.



Рисунок 5.3.1: Контроль уровня с помощью лопастного и стержневого вибрационного сигнализаторов

Характеристики и особенности применения

- Разнообразие характеристик продукта
- Пыльная окружающая среда
- Резервуары могут иметь очень большие размеры
- Во время наполнения/опорожнения емкости может накапливаться электростатический заряд
- Технологическая среда может быть абразивной
- Технологическая среда может быть тяжелой

Применяемые методы измерения

Метод измерения
Вибрационный сигнализатор
Вибрационный стержневой сигнализатор
Емкостный сигнализатор
Лопастной сигнализатор

Наилучшие решения

Установите сигнализатор для контроля в сочетании с технологией непрерывного измерения уровня и /или резервированием для предотвращения переполнения или работы всухую.

6

Рекомендации по установке волноводных уровнемеров

Тема	Страница
6.1 Выбор зонда _____	92
6.2 Зоны нечувствительности _____	93
6.3 Характеристики процесса _____	94
6.4 Диапазон измерения (5300) _____	94
6.5 Измерение уровня раздела сред _____	95
6.6 Конструктивные элементы резервуаров _____	96
6.7 Технологическое присоединение _____	97
6.8 Монтажное пространство _____	98
6.9 Изолированные резервуары _____	98
6.10 Размещение в резервуаре _____	99
6.11 Монтаж в неметаллических резервуарах _____	100
6.12 Особенности применения с сыпучими веществами _____	100
6.13 Монтаж в выносной камере/ успокоительной трубе _____	101
6.14 Замена буйкового уровнемера в выносной камере _____	104
6.15 Закрепление зонда _____	105
6.16 Центровочные диски _____	107
6.17 Руководство по выбору уплотнения _____	107
6.18 Заземление _____	108
6.19 Рекомендации по установке волноводного радара для применения с сыпучими веществами _____	108

6. Рекомендации по установке волноводных уровнемеров

Уровнемеры 5300 могут применяться аналогично уровнемерам 3300, дополнительно 5300 обеспечивают большие диапазоны измерения пониженной диэлектрической проницаемостью или там, где требуется протокол Foundation™ Fieldbus. Устройство Rosemount 3308 может использоваться в большинстве областей применения для измерения уровня жидкостей, где требуется беспроводное соединение. В таблице 3.1.1 дополнительно представлены некоторые указания относительно того, какой уровнемер следует выбрать для конкретного применения.

Компания Rosemount выпускает три типа волноводных уровнемеров (GWR): серия Rosemount 5300, серия Rosemount 3300 и серия Rosemount 3308.

В следующей главе рассмотрены некоторые рекомендации по установке уровнемера 5300. Более подробную информацию об уровнемерах 3300 и 3308 см. в листах технических данных на сайте Emerson.ru/automation.

6.1 Выбор зонда

Существует шесть различных типов зондов для волноводных уровнемеров Rosemount. В большинстве случаев применения предпочтительным выбором является одинарный зонд. При выборе подходящего зонда для радарных волноводных уровнемеров Rosemount необходимо использовать следующие рекомендации:

G = рекомендуется, NR = не рекомендуется, AD = зависит от приложения,
(Для получения дополнительной информации следует связаться с представительством компании Emerson)

	Жесткий одинарный	Сегментированный жесткий одинарный	Гибкий одинарный	Коаксиальный	Жесткий двойной	Гибкий двойной
Измерения						
Уровень	G	G	G	G	G	G
Уровень границы раздела сред (жидкость/ жидкость)	G	G	G	G	G	G
Характеристики технологической среды						
Изменяющаяся плотность	G	G	G	G	G	G
Изменяющаяся диэлектрическая проницаемость ⁽¹⁾	G	G	G	G	G	G
Значительное изменение уровня pH	G	G	G	G	G	G
Изменения давления	G	G	G	G	G	G
Изменения температуры	G	G	G	G	G	G
Конденсация испарений	G	G	G	G	G	G
Бурлящая (кипящая) поверхность	G	G	AD	G	G	G
Пена (предотвращение механическим путем)	NR	NR	NR	AD	NR	NR
Пена (измерение верхнего уровня пены)	AD	AD	AD	NR	AD	AD
Пена (измерение уровня пены и жидкости)	AD	AD	AD	NR	AD	AD
Чистые жидкости	G	G	G	G	G	G
Жидкость с очень низкой диэлектрической проницаемостью	G	G	G ⁽²⁾	G	G	G ⁽²⁾
Обволакивающие/клеякие жидкости ⁽³⁾	AD	AD	AD	NR	NR	NR
Вязкие жидкости ⁽³⁾	AD	AD	G	NR	AD	AD
Кристаллизующиеся жидкости	AD	AD	AD	N	NR	NR

6 - Рекомендации по установке волноводных уровнемеров

	Жесткий одинарный	Сегментированный жесткий одинарный	Гибкий одинарный	Коаксиальный	Жесткий двойной	Гибкий двойной
Твердые вещества, гранулы, порошки	AD	AD	G	NR	NR	NR
Рыхлые среды	G	G	G	NR	NR	NR
Особенности резервуара						
Зонд находится рядом (менее 30 см) со стенкой резервуара/объектами, создающими помехи	AD	AD	AD	G	G	G
Зонд может касаться стенки патрубка резервуара или объектов, создающих помехи.	NR	NR	NR	G	NR	NR
Турбулентность	G	G	AD	G	G	AD
Турбулентное состояние жидкости, создающее большую нагрузку на зонд	NR	NR	AD	NR	NR	AD
Высокие узкие патрубки	AD	AD	AD	G	AD	AD
Угловая или наклонная поверхность (вязкие или сыпучие материалы)	G	G	G	NR	AD	AD
Брызги жидкости или испарения могут попадать на зонд над поверхностью среды	NR	NR	NR	G	NR	NR
Наличие электромагнитных полей внутри резервуара	AD	AD	AD	G	AD	AD
Возможность очистки зонда	G	G	G	AD	AD	AD

- (1) В случае измерения общего уровня изменяющаяся диэлектрическая проницаемость не оказывает никакого влияния на измерение. При измерении границы раздела сред изменяющаяся диэлектрическая проницаемость верхней жидкости будет увеличивать погрешность измерения уровня границы раздела сред.
- (2) Ограниченный диапазон измерений.
- (3) Для применения в клейкой и вязкой среде не рекомендуется использовать центровочные диски, устанавливаемые вдоль зонда.

Таблица 6.1.1: Рекомендации по выбору зонда

6.2 Зоны нечувствительности

Диапазон измерений зависит от типа зонда, диэлектрической проницаемости продукта и условий монтажа и ограничивается зонами нечувствительности в верхней и нижней частях зонда. В зонах нечувствительности

точность превышает ± 30 мм, и сами измерения могут оказаться невозможными. Измерения вблизи зон нечувствительности будут иметь пониженную точность.

	Диэлектрическая проницаемость	Жесткий одинарный	Гибкий одинарный	Коаксиальный	Жесткий двойной	Гибкий двойной
Верхняя зона нечувствительности	80	10 см	10 см	5 см	10 см	10 см
	2	9 см	9 см	9 см	8,3 см	8,3 см
Нижняя зона нечувствительности	80	1 см	1 см	2 см	2 см	2 см
	2	12 см	12 см	13 см	12 см	12 см

Таблица 6.2.1: Зоны нечувствительности для разных типов зондов и диэлектрических постоянных см. на рисунке 5.2.1

6 - Рекомендации по установке волноводных уровнемеров

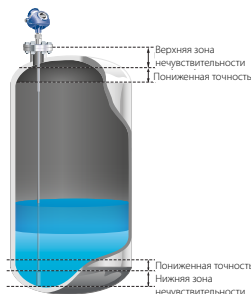


Рисунок 6.2.1: Связь диапазона измерения с зонами нечувствительности

6.3 Характеристики процесса

Уровнемеры 5300 обладают высокой чувствительностью, обусловленной усовершенствованной обработкой сигнала и высоким отношением сигнал/шум. Это позволяет работать в условиях помех различного происхождения. Однако перед монтажом уровнемера необходимо учесть следующие обстоятельства.

Обволакивание

Следует избегать сильного обволакивания зонда, поскольку это может снизить чувствительность датчика и привести к ошибкам измерения. При применении для измерения уровня вязких или клейких сред может потребоваться периодическая очистка зонда. Для применения в клейкой и вязкой среде важно правильно выбрать зонд.

Коаксиальный	Двойной	Одинарный зонд
Максимальная вязкость		
500 сП	1500 сП	8000 сП ⁽¹⁾⁽²⁾
Обволакивание/скопление осадка		
Не рекомендуется допускать обволакивание	Допускается тонкий слой обволакивания, но без образования перемычек	Обволакивание допускается

(1) В случае применения в турбулентной среде и в очень вязких продуктах необходимо проконсультироваться в местном представительстве Emerson.

(2) При использовании зондов в вязких или кристаллизующихся средах область штуцера должна быть горячей, чтобы осаждение вблизи верхней части зонда было сведено к минимуму. Для таких вариантов применения подумайте об использовании НР или стандартных зондов.

(3) Для применения в клейкой и вязкой среде не рекомендуется использовать центровочные диски, установленные вдоль зонда.

Таблица 6.3.1: Рекомендации по выбору типа датчика для различной вязкости продукта

Максимальная погрешность измерений, возникающая из-за обволакивания, составляет 1–10% в зависимости от типа зонда, диэлектрической постоянной, толщины осадений и длины участка с осадениями над поверхностью продукта. Опция диагностики для определения параметров качества сигнала (SQM) может дать представление об амплитуде отраженного сигнала в сравнении с шумом, и когда следует очищать зонд.

Образование перемычек из осадений

Сильное обволакивание приводит к образованию перемычек между двумя зондами в случае применения двойного зонда или между трубой и внутренним стержнем для коаксиальных зондов, что может привести к ошибочным показаниям уровня, поэтому такое явление следует предотвращать. В этих ситуациях рекомендуется использовать одинарный зонд.

Пена

Качество измерения радарного уровнемера 5300 при наличии пены зависит от свойств пены; легкая и воздушная или плотная и тяжелая, с высокой или низкой диэлектрической проницаемостью и т. д. Если пена является проводящей и плотной, уровнемер может измерять поверхность пены. Если проводимость пены низкая, радиоизлучение будет проникать сквозь пену, и уровнемер будет измерять уровень поверхности жидкости.

Испарения

В некоторых случаях, например, таких как кипящая вода под высоким давлением, над поверхностью продукта может образовываться пар, что может оказывать влияние на точность измерений. Уровнемеры 5300 можно настроить так, чтобы компенсировать влияние пара.

Кипящие углеводороды

Для продуктов с очень низкими диэлектрическими постоянными, таких как кипящие углеводороды и твердые вещества, может потребоваться снижение порогового значения и/или активирование функции проецирования конца зонда (PEP).

6.4 Диапазон измерения (5300)

Диапазон измерения зависит от типа зонда и конкретных условий технологического процесса. В качестве руководства для чистых жидкостей можно использовать таблицу 6.4.1 a-d.

Жесткий одинарный и сегментированный жесткий одинарный зонд:
Максимальный диапазон измерений
3 м – для зондов диаметром 8 мм 6 м – для зондов диаметром 13 мм 10 м – для зондов диаметром 13 мм (сегментированные)
Минимальная диэлектрическая проницаемость при максимальном диапазоне измерения
1,4 (или 1,25 в металлических выносных камерах или успокоительных колодцах) ⁽¹⁾⁽²⁾

Таблица 6.4.1a: Рекомендации по диапазону измерения для жестких одинарных зондов

6 - Рекомендации по установке волноводных уровнемеров

Гибкий одинарный зонд ⁽¹⁾	
Максимальный диапазон измерений	
50 м	
Минимальная диэлектрическая проницаемость при максимальном диапазоне измерения	
15 м ⁽¹⁾	
25 м ⁽¹⁾	
35 м ⁽¹⁾	
42 м	
46 м	
50 м	

Таблица 6.4.1b: Рекомендации по диапазону измерения для гибких одинарных зондов

Коаксиальный	Жесткий двойной
Максимальный диапазон измерений	
6 м	3 м
Минимальная диэлектрическая проницаемость при максимальном диапазоне измерения	
1,2 (Стандарт)	1,4
1,4 (НР/С)	
2,0 (НТНР)	

Таблица 6.4.1c: Рекомендации по диапазону измерения для коаксиальных и жестких двойных зондов

Гибкий двойной	
Максимальный диапазон измерений	
50 м	
Минимальная диэлектрическая проницаемость при максимальном диапазоне измерения	
25 м ⁽¹⁾	
35 м ⁽¹⁾	
40 м ⁽¹⁾	
45 м	
50 м	

- (1) Программная функция проецирования конца зонда улучшает минимальную диэлектрическую проницаемость. Для получения более подробной информации свяжитесь с региональным представителем компании Emerson.
- (2) Диапазон измерения может быть ниже в зависимости от установки.

Таблица 6.4.1d: Рекомендации по диапазону измерения для гибких двойных зондов

Максимальный диапазон измерения будет отличаться в зависимости от конкретных условий применения уровнемера:

- наличия конструкций вблизи зонда;
- Среда с большей диэлектрической постоянной обеспечивает более сильный эхосигнал, что позволяет увеличить диапазон измерений
- Пена на поверхности и взвешенные частицы в свободном пространстве резервуара могут повлиять на точность измерений
- Сильное обволакивание/загрязнение на зонде может уменьшить диапазон измерения и привести к ошибочным показаниям измерений уровня
- Наличие электромагнитных помех в резервуаре
- Материал резервуара (например, бетон или пластик) для измерений с помощью одинарных зондов

6.5 Измерение уровня раздела сред

Уровнемеры 5302 идеально подходят для измерения уровня и границы раздела нефти и воды, а также других жидкостей, диэлектрические постоянные которых существенно отличаются.

Уровнемеры 5301 можно использовать для измерения уровня границы раздела в тех случаях, когда датчик полностью погружен в жидкость.

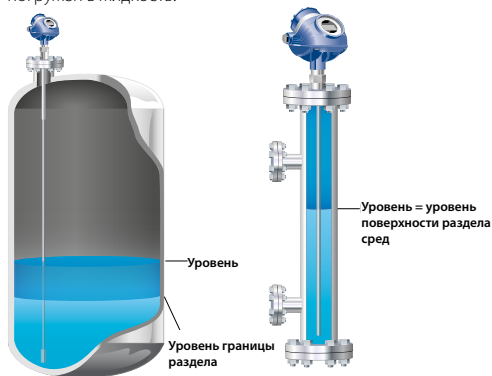


Рисунок 6.5.1: Измерение уровня поверхности раздела сред с помощью уровнемеров 5302 и 5301 (с полностью погруженным зондом)

Для измерения уровня раздела сред уровнемер использует остаточную энергию первого отраженного сигнала. Часть импульса, которая не отразилась от поверхности верхнего продукта, продолжает движение, пока не отразится от поверхности нижнего продукта. Скорость распространения микроволн полностью зависит от диэлектрической проницаемости верхнего продукта. Чтобы измерить границу раздела сред, должны быть выполнены следующие критерии:

6 - Рекомендации по установке волноводных уровнемеров

- Диэлектрическая проницаемость верхнего продукта должна быть известна и неизменна. В ПО Rosemount Radar Master имеется встроенный калькулятор, с помощью которого пользователь может определить диэлектрическую проницаемость верхнего продукта
- Диэлектрическая проницаемость верхнего продукта должна быть меньше диэлектрической проницаемости нижнего продукта, чтобы происходило отражение сигнала.
- Разность между значениями диэлектрической проницаемости двух продуктов должна быть больше 6.
- Максимальная диэлектрическая проницаемость для верхнего продукта: 10 для коаксиального зонда, 8 для двойного и 7 для одинарного зонда
- Максимальное расстояние между границами раздела сред составляет 50 м минус значение максимальной толщины верхнего продукта. Тем не менее, характеристики могут варьироваться в зависимости от различных применений.

Максимальная толщина верхнего слоя и диапазон измерений в основном определяются диэлектрическими проницаемостями двух сред.

Типичным применением является измерение уровня и границы раздела нефти (маслянистой жидкости) и воды (водянистой жидкости). При этом диэлектрическая постоянная верхней среды меньше 3, а диэлектрическая постоянная нижней среды больше 20.

Для таких применений максимальный диапазон измерений ограничен длиной коаксиального, жесткого двойного и жесткого одинарного зонда.

Для гибких зондов максимальный диапазон измерений будет уменьшаться в зависимости от максимальной толщины слоя верхнего продукта согласно приведенной ниже диаграмме. Тем не менее, характеристики могут варьироваться в зависимости от различных применений.

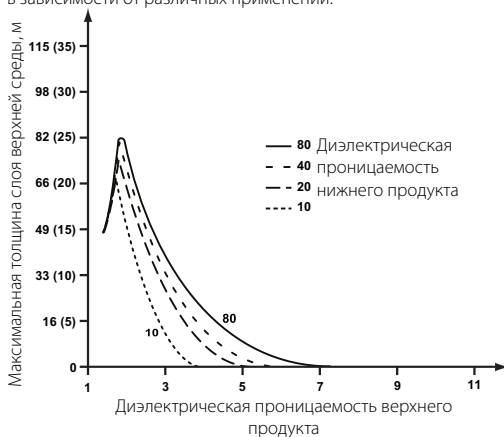


Рисунок 6.5.2: Максимальная толщина верхнего продукта для гибкого одинарного зонда

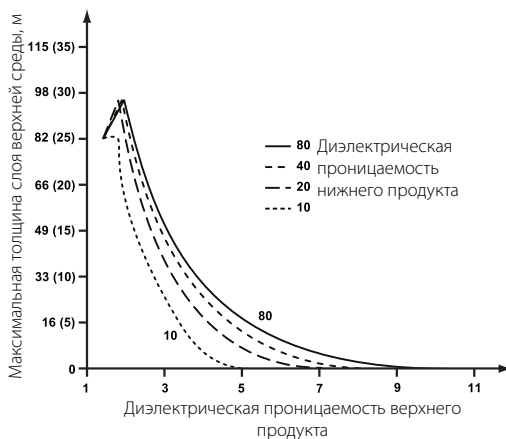


Рисунок 6.5.3: Максимальная толщина верхнего продукта для гибкого двойного зонда.

ПРИМЕЧАНИЕ!

Максимальное расстояние до границы раздела = 50 м – максимальная толщина верхнего продукта.

Иногда на поверхности раздела двух сред образуется эмульсионный слой (смесь двух продуктов), который может повлиять на измерения на границе раздела сред.

Для получения помощи при работе с эмульсионной жидкостью обратитесь к местному представителю Emerson.

6.6 Конструктивные элементы резервуаров

Нагреватели, перемешивающие устройства

Так как микроволны распространяются по зонду, волноводные уровнемеры 5300 практически не чувствительны к влиянию внутренних конструкций резервуара. При применении уровнемеров с двойными и одинарными зондами необходимо избегать физического контакта зонда с внутренними конструкциями резервуара.

Следует избегать применения уровнемера с незакрепленным зондом в случае возможного контакта зонда с перемешивающими устройствами, а также в резервуарах с интенсивным перемещением жидкости. Если во время работы возможно перемещение зонда на расстояние до 30 см от любого объекта, зонд рекомендуется закрепить.

Для стабилизации положения зонда и устранения влияния боковых сил можно подвесить дополнительный груз на конце зонда (только для гибких зондов) или же закрепить конец зонда ко дну резервуара.

6 - Рекомендации по установке волноводных уровнемеров

Форма резервуара

Волноводный радарный уровнемер нечувствителен к форме резервуара. Поскольку радиосигнал распространяется по зонду, форма дна резервуара влияния на измерение не оказывает. Уровнемер работает одинаково хорошо в резервуарах как с плоским, так и со сферическим дном.

6.7 Технологическое присоединение

Уровнемеры 5300 имеют резьбовое присоединение, которое обеспечивает простой способ монтажа на крыше резервуара. Уровнемеры также можно смонтировать в патрубках с различными фланцами.

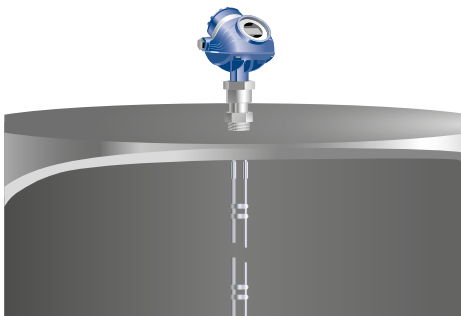


Рисунок 6.7.1: Монтаж на крыше резервуара с помощью резьбового соединения.

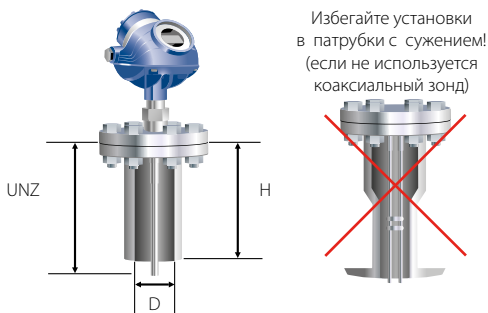


Рисунок 6.7.2: Установка в патрубках

Уровнемер может быть установлен в патрубок при помощи подходящего фланца. Рекомендации по выбору размеров патрубков, приведены в таблице 6.7.1. Для патрубков малого диаметра может потребоваться увеличение верхней зоны нечувствительности (UNZ), чтобы исключить верхнюю часть резервуара из области измерения уровня. В данном случае может понадобиться также настройка порога амплитуды. В большинстве случаев установки патрубков рекомендуется использовать настройку ближней зоны (Trim near zone), например, когда в ближней зоне есть мешающие объекты.

ПРИМЕЧАНИЕ!

Зонд не должен касаться патрубка, за исключением случаев использования коаксиального зонда. Если размер патрубка меньше рекомендованного, это может привести к уменьшению диапазона измерений.

	Одинарный (жесткий/ сегментированный/ гибкий)	Коаксиальный	Двойной (жесткий/ гибкий)
Рекомендуемый диаметр патрубка (D)	150 мм	> диаметра зонда	100 мм
Минимальный диаметр патрубка (D) ⁽¹⁾	50 мм	> диаметра зонда	50 мм
Рекомендуемая высота патрубка (H) ⁽²⁾	100 мм + диаметр патрубка ⁽³⁾	Н/П	100 мм + диаметр патрубка

- (1) Чтобы исключить воздействие патрубка на результаты измерений, может потребоваться запустить функцию Trim Near Zone (настройка ближней зоны) или настроить верхнюю зону нечувствительности.
- (2) В некоторых применениях могут использоваться более высокие патрубки. Для получения более подробной информации свяжитесь с региональным представителем компании Emerson.
- (3) При установке одиночного гибкого зонда в высоком патрубке рекомендуется использовать длинный стержень (LS)

Таблица 6.7.1: Особенности установки в патрубке

Длинный стержень – 250 мм – рекомендован для одинарных гибких зондов в высоких патрубках.



Рисунок 6.7.3: Одинарный гибкий зонд с длинным стержнем

6 - Рекомендации по установке волноводных уровнемеров

ПРИМЕЧАНИЕ!

Избегайте установки одинарных зондов в патрубки с условным диаметром 250 мм и более. Особенно в средах с малой диэлектрической проницаемостью. Для устранения влияния большого патрубка рассмотрите возможность установки патрубка меньшего диаметра внутрь большого патрубка.

6.8 Монтажное пространство

Удостоверьтесь в том, что уровнемер установлен так, что имеется достаточно свободного пространства для доступа к нему и для обслуживания. Для максимальной эффективности работы уровнемера не рекомендуется монтировать его вблизи стенок резервуара или объектов, находящихся внутри резервуара.

Если зонд будет смонтирован вблизи стенки, края патрубка или другого объекта в резервуаре, при измерении уровня возможно появление помех. В таблицах 6.8.1 и 6.8.2 приведены рекомендации по расстоянию до стенки резервуара.

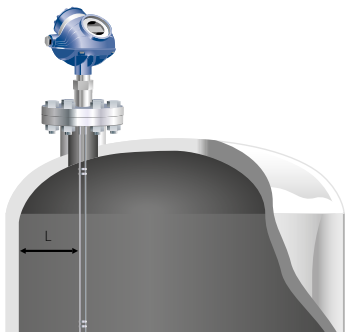


Рисунок 6.8.1: Расстояние до стенки

Коаксиальный	Жесткий двойной	Гибкий двойной
0 мм	100 мм	100 мм

Таблица 6.8.1: Рекомендуемое минимальное расстояние **L** до стенки резервуара или других предметов в резервуаре

Жесткий/сегментированный/гибкий одинарный

100 мм	Гладкая металлическая стенка
500 мм ⁽¹⁾	Внутренние конструкции, такие как трубы и балки, бетонные или пластиковые стенки, жесткие металлические стенки резервуара

(1) В случае измерения сред с низкой (1,4 и ниже) диэлектрической постоянной. Если измеряемая среда имеет относительно высокую ДП, то расстояние до стенки может быть меньше.

Таблица 6.8.2: Рекомендуемое минимальное расстояние **L** до стенки резервуара или других предметов в резервуаре для одинарных зондов

6.9 Изолированные резервуары

Если уровнемер 5300 применяется в процессах с высокими температурами, примите во внимание температуру окружающей среды в месте монтажа. Толщина изоляции не должна превышать величины 10 см над опорной точкой уровнемера.

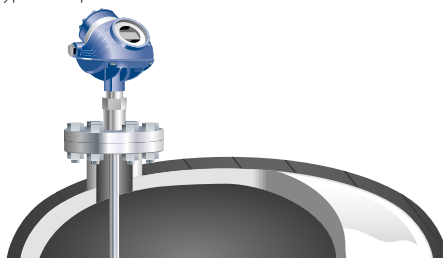


Рисунок 6.9.1 Резервуар с термоизоляцией

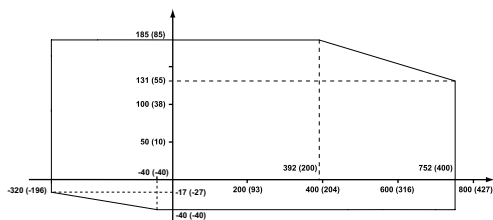


Рисунок 6.9.2 Зависимость температуры окружающей среды от температуры технологического процесса

6.10 Размещение в резервуаре

Для жидкостей

При поиске подходящего монтажного положения для уровнемера рекомендуется тщательно учитывать особенности резервуара. Уровнемер должен быть смонтирован так, чтобы влияние возмущающих факторов было сведено до минимума.

При наличии турбулентности следует закрепить зонд на дне резервуара.



Рисунок 6.10.1: Размещение уровнемера в резервуаре с жидкой средой

При установке уровнемера следует учитывать следующие рекомендации:

- Не устанавливайте уровнемер вблизи впускных труб.
- Не устанавливайте вблизи перемешивающих устройств. Если зонд может оказаться на расстоянии 30 см от перемешивающего устройства, рекомендуется закрепить конец зонда.
- Закрепление зонда рекомендовано также в случае наличия турбулентности в резервуаре
- Следует избегать установки вблизи нагревательных элементов
- Патрубок не должен распространяться внутрь резервуара
- Зонд не должен прикасаться к патрубку или внутренним конструкциям резервуара
- Зонд следует располагать так, чтобы он подвергался минимальной поперечной нагрузке

ПРИМЕЧАНИЕ!

Значительные перемещения жидкости могут вызвать усилия, которые могут сломать жесткие зонды.

Для сыпучих материалов

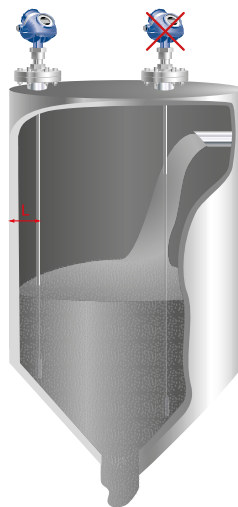


Рисунок 6.10.2: Размещение уровнемера в бункере с сыпучей средой

При монтаже уровнемера следует учесть следующие рекомендации:

- Не устанавливайте уровнемер рядом с впускными трубами, чтобы избежать попадания продукта на зонд.
- Регулярно проверяйте зонд на наличие дефектов
- Во время установки рекомендуется, чтобы резервуар был пуст
- В бетонных бункерах расстояние от зонда до стенки должно быть не менее 500 мм.
- Положение зонда должно быть стабилизировано, например закреплением конца зонда к дну резервуара. Для применения в сыпучих средах рекомендуется гибкий одинарный зонд Ø6 мм, так как он обладает более высокой механической прочностью. При наклонном монтаже зонд должен иметь прогиб не менее $\geq 1\text{ см}/2,54\text{ м}$
- Избегайте закрепления конца зонда в резервуарах высотой более 30 м, так как нагрузка на закрепленный зонд будет в несколько раз больше, чем на свободно висящий
- Осаждения продукта на стенках бункера могут повлиять на работу уровнемера. Размещайте уровнемер таким образом, чтобы зонд не прикасался к осадениям, и был на достаточном расстоянии от них

6 - Рекомендации по установке волноводных уровнемеров

Материал	Нагрузка на гибкий одинарный зонд 4 мм, кН				Нагрузка на гибкий одинарный зонд 6 мм, кН			
	Длина зонда 15 м		Длина зонда 35 м		Длина зонда 15 м		Длина зонда 35 м	
	Ø резервуара = 3 м	Ø резервуара = 12 м	Ø резервуара = 3 м	Ø резервуара = 12 м	Ø резервуара = 3 м	Ø резервуара = 12 м	Ø резервуара = 3 м	Ø резервуара = 12 м
Пшеница	670 (3)	1120 (5)	1800 (8)	4500 (20) Превышает предел прочности на разрыв	900 (4)	1690 (7,5)	2810 (12,5)	6740 (30) Превышает предел прочности на разрыв
Гранулы полипропилена	340 (1,5)	670 (3)	810 (3,6)	2360 (10,5)	450 (2)	920 (4,1)	1190 (5,3)	3510 (15,6)
Цемент	900 (4)	2020 (9)	2470 (11)	7310 (32,5) Превышает предел прочности на разрыв	1350 (6)	2920 (13)	3600 (16)	10790 (48) Превышает предел прочности на разрыв

Таблица 6.10.1: Нагрузки на зонд, установленный в резервуарах с различными продуктами

6.11 Монтаж в неметаллических резервуарах

Для обеспечения нормальной работы одинарных зондов в неметаллических (пластиковых) резервуарах зонд должен иметь фланцевое присоединение, зонды с резьбовым присоединением следует устанавливать на металлическую пластину (диаметром не менее 200 мм).

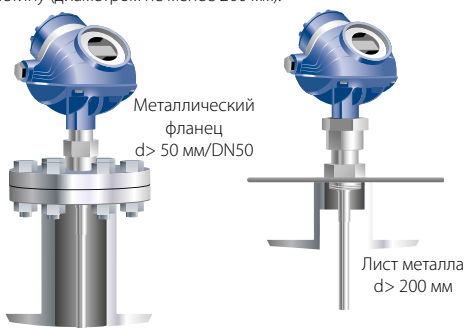


Рисунок 6.11.1: Монтаж в неметаллических резервуарах

Электромагнитные возмущения должны быть сведены к минимуму, поскольку они могут повлиять на результаты измерений.

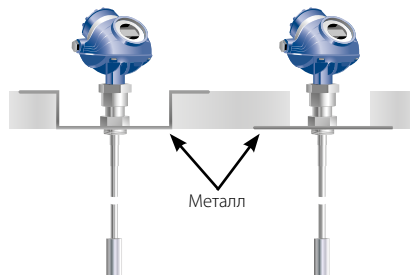


Рисунок 6.11.2: Установка в бетонных бункерах

6.12 Особенности применения с сыпучими веществами

Для сыпучих веществ рекомендуется использовать гибкий одинарный зонд, он поставляется в двух версиях для разных нагрузок и длин:

- Допустимая нагрузка для зонда диаметром 4 мм составляет не менее 12 кН
Максимальная нагрузка составляет 16 кН
- Диаметр 6 мм
Допустимая нагрузка составляет минимум 29 кН
Максимальная нагрузка составляет 35 кН

6 - Рекомендации по установке волноводных уровнемеров

При планировании установки уровнемеров 5300 для работы с сыпучими веществами следует учитывать следующее:

- Крыша бункера/силоса также должна выдерживать нагрузку, которая действует на зонд
- Величина нагрузки на зонд зависит от размеров бункера, насыпной плотности материала и коэффициента трения. Величина нагрузки возрастает по мере того, как зонд засыпается материалом, так же она больше в силосах большего диаметра и на зондах большего диаметра
- В случае образования осадений из слежавшегося материала применяйте зонд диаметром 6 мм
- В зависимости от положения зонда в бункере, величина нагрузки на закрепленный зонд может быть от двух до десяти раз больше, чем на незакрепленный зонд с грузом⁽¹⁾

(1) Зонды длиной 30 м и более не следует закреплять за груз.

Рекомендации для оценки нагрузки, оказываемой на свободновисящий зонд или зонд с грузом в бункере с гладкими металлическими стенками, приведены в таблице 6.10.1. В расчетах учитывался коэффициент запаса прочности 2. Для получения дополнительной информации следует связаться с местным представительством компании Emerson.

ПРИМЕЧАНИЕ!

В средах, в которых возможно образование электростатического напряжения, например, в пластмассах, рекомендуется заземлять конец зонда.

6.13 Монтаж в выносной камере/успокоительной трубе

Способ установки

Выносные камеры

Рекомендации по установке

См. главу 11

Выносную камеру часто называют байпасной камерой. Правильный выбор размеров камеры и соответствующего зонда является ключом успешной работы оборудования.

Для предотвращения контакта зонда со стенкой в случае одинарного жесткого, гибкого и двойного гибкого зонда предусмотрены центрирующие диски.

Центрирующий диск устанавливается на конец зонда и удерживает зонд в центре трубы выносной камеры.



При использовании центрирующего диска зонд не должен контактировать со стенкой камеры.

Рисунок 6.13.1: Не допускайте контакта зонда со стенкой выносной камеры

ПРИМЕЧАНИЕ!

Для исключения влияния объектов, расположенных около выносной камеры, необходимо, чтобы камера была выполнена из металла. Выполнение этого требования обязательно, если необходимо измерять уровень среды с низкой диэлектрической постоянной.

Жесткий одинарный Гибкий одинарный

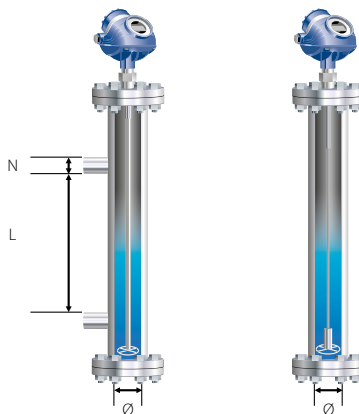


Рисунок 6.13.2: Монтаж одинарных зондов в выносную камеру/успокоительную трубу

Диаметр отводных труб должен быть менее диаметра трубы выносной камеры $N < \varnothing$. Эффективный измерительный диапазон $L \leq 300$ мм.

6 - Рекомендации по установке волноводных уровнемеров

Тип зонда	Рекомендуемый диаметр	Минимальный диаметр
Жесткий одинарный/ сегментированный жесткий одинарный	75 или 100 мм	50 мм
Гибкий одинарный	100 мм	Обратитесь к местному представителю Emerson
Жесткий двухпроводной ⁽¹⁾	75 или 100 мм	50 мм
Гибкий двухпроводной ⁽¹⁾	100 мм	Обратитесь к местному представителю Emerson
Коаксиальный	Н/П	37,5 мм

(1) Активный стержень/трос должен находиться на расстоянии не менее 15 мм от стенки камеры

Таблица 6.13.1: Рекомендуемый и минимальный диаметр выносной камеры/успокоительной трубы для зондов различного типа

Рекомендуемый диаметр камеры – 75 мм или 100 мм. В камерах диаметром менее 75 мм могут возникать проблемы, связанные с отложениями продукта и сложностью недопущения контакта между зондом и стенкой камеры. Возможно применение камер диаметром более 150 мм, но это не дает каких-либо преимуществ для измерений.

Рекомендуется использовать одинарные зонды уровнемеров 5300. Прочие типы зондов более восприимчивы к возникновению осадений и их следует применять в крайнем случае⁽¹⁾. Исключение составляет измерение уровня сжиженных газов под давлением более 40 бар, в этом случае необходимо применять коаксиальные зонды. Зонд не должен прикасаться к стенкам трубы, и должен иметь длину, равную длине трубы выносной камеры, но не должен упираться в ее дно. Выбор типа зонда зависит от его длины:

- Менее 4,5 м: рекомендуется жесткий одинарный зонд. Используйте центровочный диск для зонда > 1 м. Зонды длиной более 1 м рекомендуется применять с центрирующим диском⁽²⁾;
- Более 4,5 м: рекомендуется использовать гибкий одинарный зонд с грузом и центрирующим диском

Для измерений возле нижнего конца одинарного гибкого зонда 4 мм из нержавеющей стали может использоваться "короткий" груз. Его высота составляет 50 мм, диаметр – 37,5 мм. Код опции W2.

В случае применения выносных камер в технологических процессах с высокими температурами рекомендуется выполнять термоизоляцию для предотвращения ожогов обслуживающего персонала и затрат на обогрев камеры. См. рис. 6.13.3 применение термоизоляции желательного и часто является обязательным для обеспечения надежной работы волноводного уровнемера:

- В технологических процессах с высокими температурами, изоляция помогает сократить конденсацию, так как уменьшает падение температуры верхней части камеры
- Термоизоляция предотвращает застывание продукта в камере и в отводных трубах

- (1) Одинарный зонд вместе с трубой камеры образует коаксиальный зонд. В данном случае нет необходимости применять зонды с повышенной чувствительностью – коаксиальные или двойные, блок электроники уровнемера 5300 обеспечивает достаточную чувствительность при работе с одинарными зондами.
- (2) Величина переходных зон и наличие груза не позволяют применять гибкие зонды длиной менее 1 м. Для коротких гибких зондов желательное применение "короткого" груза.

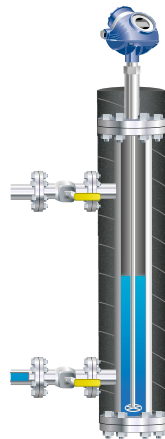


Рисунок 6.13.3: Камера с термоизоляцией

При установке уровнемера в выносную камеру 9901, длина зонда может быть рассчитана:

- Отводные трубы "сбоку": Длина зонда = Межцентровое расстояние + 48 см
- РОтводные трубы "сбоку-снизу": Длина зонда = Межцентровое расстояние + 10 см

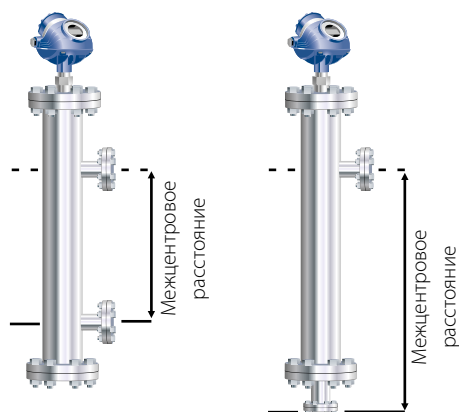


Рисунок 6.13.4: Размеры камеры

ПРИМЕЧАНИЕ!

Указанные выше формулы не действительны для расчета габаритных размеров выносных камер для зондов с функцией динамической компенсации ДП пара.

Функция динамической компенсации ДП пара поддерживает зонды длиной до 4 м.

Для возможности измерения диэлектрической постоянной при использовании функции динамической компенсации существует ограничение минимального расстояния от фланца до поверхности.

Если расстояние до поверхности будет меньше, уровнемер переключится на статическую компенсацию ДП пара, и будет использовать последнее измеренное значение ДП.

Это минимальное расстояние (обозначенное X на рисунке 6.13.5) составляет 560 мм для короткого зонда и 710 мм для длинного зонда (см. рисунок справа).

Минимальный диапазон измерений для уровнемеров с функцией динамической компенсации ДП пара составляет 300 мм.

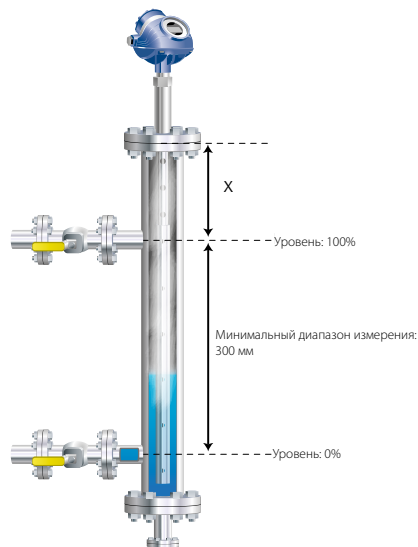


Рисунок 6.13.5: Минимальное расстояние X для уровнемеров с функцией динамической компенсации ДП пара

6.13.1 Дополнительные требования для монтажа в успокоительные трубы

- Рекомендуется применять трубы диаметром 100, 150 и 200 мм.
- Диаметр трубы должен быть постоянным на всем ее протяжении.
- Труба должна иметь, по крайней мере, одно отверстие над поверхностью жидкости для уравнивания давления внутри трубы и в резервуаре.
- Для измерения уровня расслаивающихся сред или для измерения уровня поверхности раздела труба должна иметь перфорацию в виде отверстий или щелей для обеспечения протока жидкости внутрь трубы.
- Отверстия могут быть выполнены с одной стороны трубы. Внутри трубы не должно быть сварных швов, заусенцев и прочих неровностей.
- Зонд уровнемера не должен быть длиннее трубы.
- Гибкий одинарный зонд может быть снабжен "тяжелым грузом" для обеспечения более сильного натяжения зонда. (Код опции W3)
- Зонд может быть снабжен центрирующим диском, металлическим или пластиковым, наружный диаметр диска должен быть немного меньше, чем внутренний диаметр трубы. Центрирующий диск должен находиться внутри трубы.
- В трубах небольшого диаметра центрирующие диски могут быть установлены по всей длине зонда через определенные интервалы. Диски должны быть изготовлены из материалов с низкими диэлектрическими свойствами, такими как ПТФЭ, ПЭЭК, или керамика. В этом случае среды должны быть чистыми во избежание образований осадений, на дисках.



Рисунок 6.13.6: Волноводный уровнемер установлен в успокоительную трубу

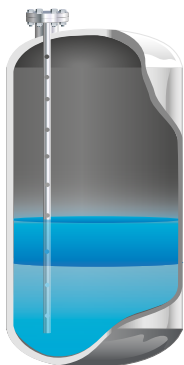


Рисунок 6.13.7: Успокоительная труба для измерения уровня и уровня раздела сред



Рисунок 6.13.8: Успокоительная труба для измерения уровня

6.14 Замена буйкового уровнемера в выносной камере

Уровнемер 5300 идеально подходит для замены буйкового уровнемера в существующей камере. Для обеспечения возможности установки в камеры с нестандартными фланцами уровнемер может быть укомплектован зондом со специальным фланцем.

Преимущества уровнемера 5300

- Отсутствуют подвижные части, что существенно сокращает объем технического обслуживания и повышает готовность уровнемера
- Надежное измерение, которое не зависит от плотности, турбулентности и вибрации

Рекомендации по замене буйковых уровнемеров на волноводные уровнемеры 5300:

При замене буйкового уровнемера на уровнемер 5300, убедитесь что фланец и длина зонда подходят к выбранной камере. Возможно использование как стандартных ANSI и EN (DIN), так и специальных фланцев.

Рекомендации по длине зонда представлены в таблице 6.14.1

Производитель камеры	Длина зонда ⁽¹⁾
Fisher (249B, 249C, 2449K, 249N, 259B)	Длина буйка + 229 мм
Masonellan (уровнемеры с торсионной трубкой), специальные фланцы	Длина буйка + 203 мм
Прочие уровнемеры с торсионной трубкой ⁽²⁾	Длина буйка V + 203 мм
Magnetrol (уровнемер с пружинным подвесом) ⁽³⁾	Поплавковый уровнемер + от 195 мм до 383 мм
Прочие уровнемеры с пружинным подвесом	Буйковый уровнемер + 500 мм

- (1) При использовании промывочного кольца добавить 25 мм.
- (2) Для камер других производителей могут быть небольшие вариации длины зонда. Дано приблизительное значение, фактическую длину следует уточнить.
- (3) Длина буйка зависит от расчетного удельного веса, расчетных давления и температуры и должна быть проверена дополнительно.

Таблица 6.14.1: Требуемая длина зонда для выносных камер различных производителей

6.15 Закрепление зонда

Если в резервуаре возможно турбулентное течение, может потребоваться закрепить конец зонда. В зависимости от типа зонда могут применяться различные способы крепления зонда к дну резервуара. Крепление помогает избежать контакта зонда со стенкой или другими объектами в резервуаре и поломки зонда.

Гибкий двойной или одинарный зонд с грузом и рым-болтом

К резьбовому (M8x14) отверстию на конце груза может быть присоединено рым-болт (в комплект не входит). Зонд может быть закреплен к дну резервуара за рым-болт.

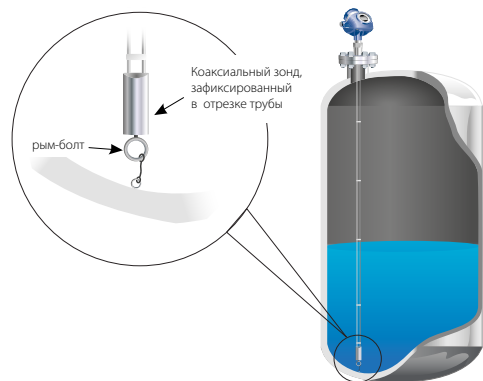


Рисунок 6.15.1: Гибкий двойной или одинарный с грузом и рым-болтом

Гибкий двойной или одинарный зонд с грузом и магнитом

К резьбовому (M8x14) отверстию на конце груза может быть присоединен магнит (в комплект не входит). Для фиксирования положения зонда под магнитом можно разместить металлическую пластину.

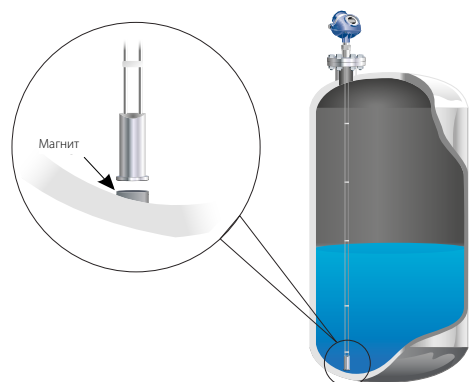


Рисунок 6.15.2: Гибкий двойной/одинарный с грузом и магнитом

Коаксиальный и большой коаксиальный зонд, закрепленный на стенке резервуара

Коаксиальный и большой коаксиальный зонд можно прикрепить к стенке резервуара используя кронштейн. Кронштейн обеспечивается пользователем. Убедитесь, что кронштейн и зонд в точке присоединения имеют зазор для обеспечения возможного температурного расширения без деформаций.

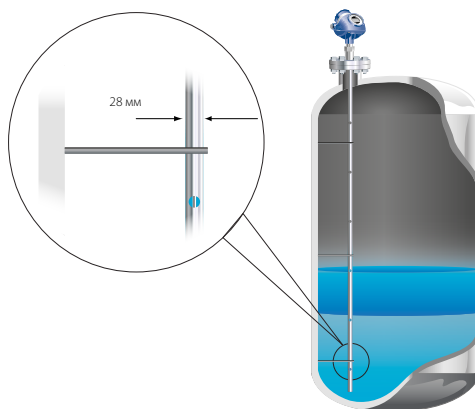


Рисунок 6.15.3: Коаксиальный зонд, прикрепленный к стенке резервуара

Коаксиальный зонд

Коаксиальный зонд может быть зафиксирован с помощью отрезка трубы, приваренной к дну резервуара. Отрезок трубы обеспечивается пользователем. Зонд должен перемещаться в трубе свободно для обеспечения возможного теплового расширения зонда.

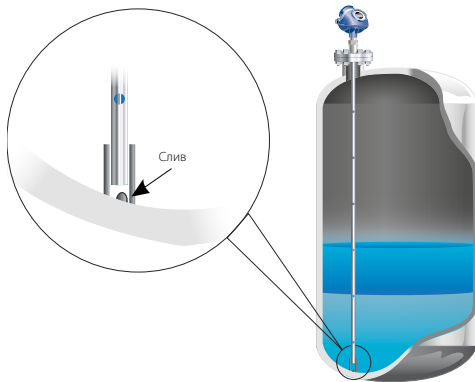


Рисунок 6.15.4: Коаксиальный зонд, зафиксированный в отрезке трубы

6 - Рекомендации по установке волноводных уровнемеров

Жесткий двойной зонд

Жесткий двойной зонд можно закрепить к стенке резервуара: активный стержень может быть укорочен, в кронштейн может быть закреплен пассивный стержень. Кронштейн обеспечивается заказчиком. Убедитесь, что стержень может перемещаться в кронштейне, для обеспечения температурного расширения зонда без деформаций.

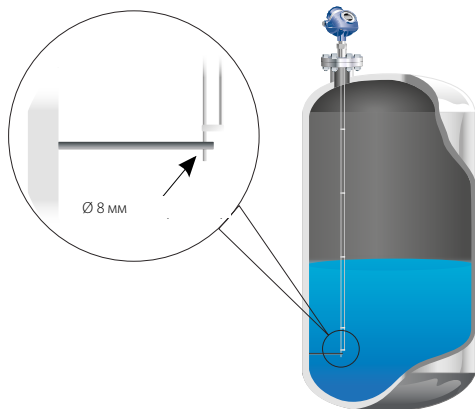


Рисунок 6.15.5: Жесткий двойной зонд, закрепленный к стенке резервуара

Гибкий одинарный зонд

Для крепления можно воспользоваться тросом зонда. Пропустите трос через подходящую точку крепления (например, через приваренное кольцо) и закрепите его с помощью двух зажимов. Длина петли прибавится к зоне нечувствительности. Расположение зажимов определит начало переходной зоны. Длину зонда следует настраивать, исходя из расстояния от нижней поверхности фланца до верхнего зажима.

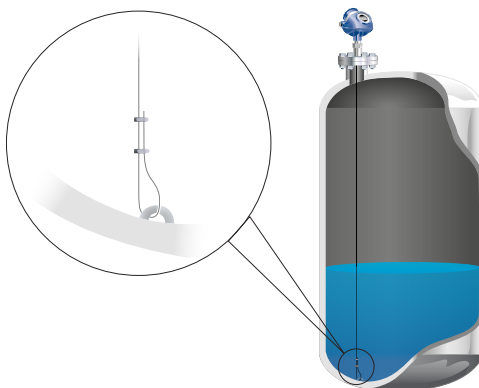


Рисунок 6.15.6: Гибкий одинарный, закрепленный к дну резервуара

Сыпучие среды

Пропустите трос через подходящую точку крепления (например, через приваренное кольцо) и закрепите его с помощью двух зажимов. Для снижения нагрузки на зонд необходимо, чтобы зонд провисал на 1 см на каждый метр своей длины.

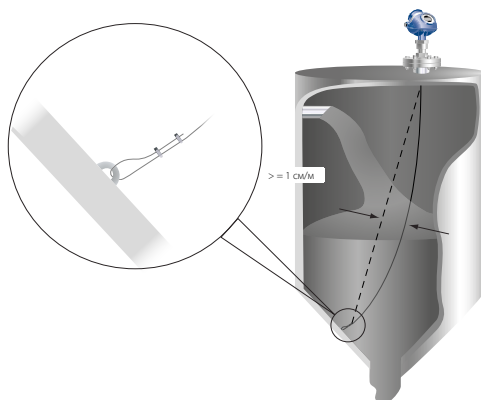


Рисунок 6.15.7: Закрепление зонда для измерения уровня сыпучих сред

Вариант зажима для гибкого одинарного зонда

Ослабьте винты зажима. Пропустите трос зонда через подходящую точку крепления, например через приваренную проушину. Затяните винты. Требуемый момент затяжки и размеры шестигранника:

- 4-мм зонд: 15 Нм, шестигранник 4 мм
- 6-мм зонд: 25 Нм, шестигранник 5 мм

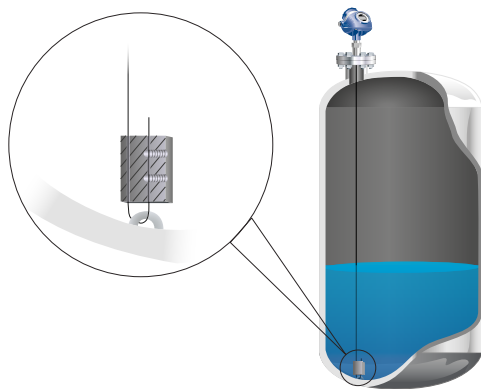


Рисунок 6.15.8: Гибкий одинарный зонд с зажимом

6.16 Центровочные диски

Для предотвращения контакта зонда со стенкой к дну при установке в трубу, для одинарного жесткого, одинарного гибкого и двойного гибкого зонда могут применяться центрирующие диски. Диск крепится к концу зонда, и удерживает зонд в центре камеры. Диски могут быть изготовлены из нержавеющей стали, сплава С-276 или ПТФЭ.

При установке центрирующего диска важно правильно расположить его в трубе.

Сортамент труб						
Размер трубы	5s, 5	10s, 10	40s, 40	80s, 80	120	160
50 мм	50 мм	50 мм	50 мм	50 мм	Н/П ⁽¹⁾	Н/П ⁽²⁾
75 мм	75 мм	75 мм	75 мм	75 мм	Н/П ⁽¹⁾	50 мм
100 мм	100 мм	100 мм	100 мм	100 мм	100 мм	75 мм
125 мм	100 мм	100 мм	100 мм	100 мм	100 мм	100 мм
150 мм	150 мм	150 мм	150 мм	150 мм	100 мм	100 мм
175 мм	Н/П ⁽¹⁾	Н/П ⁽¹⁾	150 мм	150 мм	Н/П ⁽¹⁾	Н/П ⁽¹⁾
200 мм	200 мм	200 мм	200 мм	200 мм	150 мм	150 мм

(1) Типоразмер не доступен для данного диаметра трубы.

(2) Центровочный диск отсутствует.

Таблица 6.16.1: Выбор диаметра центрирующего диска в зависимости от сортамента трубы

В таблице ниже приведен действительный наружный диаметр дисков.

Размер диска	Действительный диаметр диска
50 мм	45 мм
75 мм	68 мм
100 мм	92 мм
150 мм	141 мм
200 мм	188 мм

Таблица 6.16.2: Наружные диаметры дисков

ПРИМЕЧАНИЕ!

Центрирующие диски не предназначены для применения с зондами, имеющих оболочку из ПТФЭ.

Чтобы не допустить изгиба зонда (жесткого), либо перекручивания и касания стенки камеры (гибкий зонд), рекомендуется оставлять небольшой зазор между концом зонда и дном камеры. Рекомендованная величина расстояния составляет не менее 25 мм, с учетом возможной сферической формы дна камеры.

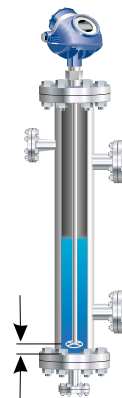


Рисунок 6.16.1: Рекомендуемый зазор в 25 мм между концом зонда и дном камеры

6.17 Руководство по выбору уплотнения

Уровнемеры 3300 и 5300 предназначены для измерения уровня в самых разных областях применения. Для удовлетворения требований к установке и применению доступны четыре типа технологических уплотнений, которые выбираются указанием своего обозначения в коде модели:

S – стандартное исполнение

H – исполнение для высоких давлений и высоких температур

P – исполнение для высоких давлений

C – криогенное исполнение

Такой набор исполнений обеспечивает широкие пределы рабочих давления и температур волноводных уровнемеров Rosemount.

В целом стоит выбирать исполнение, которое удовлетворяет параметрам технологического процесса. Это гарантирует максимальную чувствительность и минимизирует количество деталей зонда, изготовленных из керамики или тефлона. Так же следует учитывать возможность конденсации и образования осадений продукта в полостях зондов некоторых исполнений.

6 - Рекомендации по установке волноводных уровнемеров

По этой причине стоит применять зонды исполнения для высоких давлений в технологических процессах с температурами до 200 °С, так как при сравнительно небольших температурах технологические среды могут быть более вязкими и поэтому предпочтительнее применять зонды с полностью заполненным уплотнением. Обратите внимание, что именно температура фланца является параметром, используемым в качестве ориентира при выборе уплотнения.*

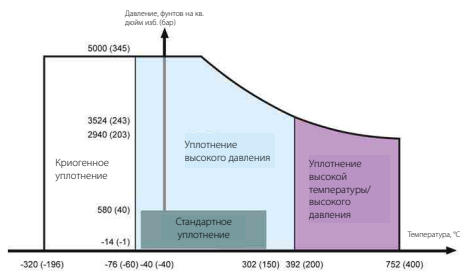


Рисунок 6.17.1: Рекомендуемый выбор типа технологического уплотнения

Если технологический процесс предполагает присутствие температур ниже – 60 °С, необходимо применять зонды криогенного исполнения из-за специальных требований к выполнению сварных соединений.

*За исключением коаксиальных зондов, где внутренние центрирующие кольца из ПТФЭ имеют температурный предел 200 °С.

6.18 Заземление

В результате различных природных явлений образуются электромагнитные импульсы, под воздействие которых может попасть уровнемер. Важно обеспечить надлежащее заземление уровнемера для оптимизации встроенной защиты от переходных процессов. Неправильное заземление может привести к отказам: неустойчивые показания, пульсации, ухудшение связи и неправильное определение уровня.

6.19 Рекомендации по установке волноводного радара для применения с сыпучими веществами

Волноводный уровнемер может использоваться в различных областях применения. Особенно хорошо он подходит для небольших резервуаров диаметром < 10 м, в которых содержатся порошки и мелкие гранулированные материалы, и где ограничена площадь установки. При увеличении высоты резервуара износ датчика становится все более важным критерием для его использования.

Преимущества

- возможность измерения уровня сред с низкой диэлектрической постоянной
- возможность использования функции проецирования конца зонда
- занимает незначительное пространство внутри бункера
- невосприимчивость к помехам от внутренних конструкций бункера
- 2-проводная схема подключения

Недостатки

- восприимчив к нагрузкам на зонд
- зонд подвержен износу
- показания объема расчетным методом

Модель	Высота бункера	Ширина бункера	Электропитание	Ограничения по материалу	Применяемые протоколы передачи данных	Первичное измерение	Дополнительные функции
Rosemount 5303	1-30 м	Неограничено	2-проводной	DC > 1,1 до 12 м при активированной функции проецирования конца зонда DC > 1,4	4-20 мА, HART, FOUNDATION™, Fieldbus, Modbus*, WirelessHART*	Уровень	Проецирование конца зонда, показатели качества сигнала

Таблица 6.19.1: Основные характеристики уровнемеров 5303

6.19.1 Особенности монтажа

Обязательно устанавливайте зонд в пустом бункере, регулярно осматривайте зонд на наличие повреждений. В случае применения уровнемеров на бункерах высотой более 30 м обратитесь к представителю Emerson за консультациями.

Размещение уровнемера при установке

Устанавливайте зонд как можно дальше от наливных и сливных отверстий. Это минимизирует нагрузку и износ и способствует предупреждению возмущений от загружаемого продукта. С целью компенсации погрешностей измерений, вызванных заполнением материала в центре в виде конуса, рекомендуется устанавливать уровнемер на расстоянии $1/3 - 1/2$ радиуса бункера. Минимальное рекомендуемое расстояние от зонда до стенки резервуара или возмущающего объекта 50 см, если стенка выполнена из гладкого металла, то расстояние может составлять 10 см.

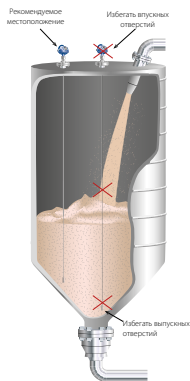


Рисунок 6.19.1: Монтажное положение волноводного уровнемера

Установка на патрубке

Рекомендуется использовать короткий патрубок. Максимальная рекомендуемая высота патрубка составляет диаметр патрубка + 100 мм. Если патрубки имеют высоту более 100 мм, рекомендуется использовать длинный стержень, чтобы не допустить контакта зонда со штуцером. Не используйте штуцеры диаметром 250 мм/DN250 или более, особенно в средах с малой диэлектрической проницаемостью.

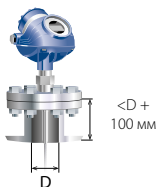


Рисунок 6.19.2: Рекомендованные размеры патрубка для волноводных уровнемеров

Специальные бункеры

На неметаллических бункерах волноводный уровнемер должен устанавливаться с металлической пластиной диаметром не менее 350 мм. Для соединения проводов следует использовать металлическое экранирование. В бункерах с бетонной крышей уровнемер 5303 должен устанавливаться утопленным во внутреннюю полость крыши или патрубке.

6.19.2 Закрепление зонда

Лучше всего обеспечить свободное провисание зонда, в случае турбулентной среды зонд все же следует закрепить. Конец зонда длиной свыше 30 м не следует закреплять. При креплении зонда он должен провисать, чтобы снизить риск поломки зонда. Выбирайте зонд длиннее необходимого предела измерений так, чтобы в середине зонда имелся прогиб, больший или равный 11 см на метр длины зонда.

Электростатические разряды

В некоторых средах, таких как пластиковые гранулы, возможно накопление статического электричества и случайное возникновение электростатического разряда. Хотя электроника уровнемеров 5303 допускает воздействие некоторого статического разряда, обеспечение хорошего грунтового заземления электроники и закрепление конца зонда на резервуаре создаст заземляющие контуры для защиты электроники. Если продукт образует статическое электричество, зонд должен быть должным образом заземлен ($R < 1 \text{ Ом}$).

6.19.3 Допустимые нагрузки

Для измерения уровня сыпучих сред рекомендуется к применению одинарный гибкий зонд. Он поставляется в двух версиях для работы с различными нагрузками. При планировании установки уровнемера важно помнить следующее:

- Крыша бункера должна выдерживать максимальную нагрузку зонда
- Растягивающая нагрузка зависит от размера бункера, плотности материала и коэффициента трения. Усилия растут вместе с увеличением погруженной длины, ширины бункера и диаметра зонда
- При креплении зонда к стенке резервуара усилия, воздействующие на зонд, как правило, увеличиваются в два-десять раз.

6 - Рекомендации по установке волноводных уровнемеров

Материал	Длина зонда 15 м		Длина зонда 35 м	
	Ø резервуара = 3 м	Ø резервуара = 12 м	Ø резервуара = 3 м	Ø резервуара = 12 м
Пшеница	670 (3)	1120 (5)	1800 (8)	4500 (20) ⁽¹⁾
Пластиковые гранулы	340 (1,5)	670 (3)	810 (3,6)	2360 (10,5)
Зольная пыль	770 (3,4)	1690 (7,5)	1980 (8,8)	5980 (26,6) ⁽¹⁾
Угольная пыль	540 (2,4)	1190 (5,3)	1390 (6,2)	4230 (18,8) ⁽¹⁾
Цемент	900 (4)	2020 (9)	2470 (11)	7310 (32,5) ⁽¹⁾

(1) Превышает предел текучести 12 кН.

Таблица 6.19.2: Растягивающая нагрузка для гибкого одинарного зонда длиной 4 мм, фунты (кН)

Материал	Длина зонда 15 м		Длина зонда 35 м	
	Ø резервуара = 3 м	Ø резервуара = 12 м	Ø резервуара = 3 м	Ø резервуара = 12 м
Пшеница	900 (4)	1690 (7,5)	2810 (12,5)	6740 (30) ⁽¹⁾
Пластиковые гранулы	450 (2)	920 (4,1)	1190 (5,3)	350 (15,6)
Зольная пыль	1130 (5)	2520 (11,2)	2950 (13,1)	8990 (40) ⁽¹⁾
Угольная пыль	790 (3,5)	1780 (7,9)	2070 (9,2)	6320 (28,1)
Цемент	1350 (6)	2920 (13)	3600 (16)	10790 (48) ⁽¹⁾

(1) Превышает предел текучести 29 кН.

Таблица 6.19.3: Растягивающая нагрузка на гибкий одинарный зонд 6 мм, фунтов (кН)

7

Рекомендации по установке бесконтактных радарных уровнемеров

Тема	Страница
7.1 Выбор антенны _____	113
7.2 Диапазон измерения в жидкостях _____	115
7.3 Выбор места установки _____	115
7.4 Особенности установки на патрубке _____	115
7.5 Пространство для обслуживания _____	117
7.6 Ширина луча _____	117
7.7 Резервуар _____	118
7.8 Препятствия _____	118
7.9 Клапаны _____	118
7.10 Монтаж в выносной камере/ успокоительной трубе _____	118
7.11 Заземление _____	119
7.12 Измерение уровня бесконтактными радарными уровнемерами с использованием металлической пластины _____	119
7.13 Выравнивание корпуса уровнемера _____	121
7.14 Рекомендации по установке бесконтактного радара для работы с сыпучими материалами _____	121

7. Рекомендации по установке бесконтактных радарных уровнемеров

Компания Emerson предлагает бесконтактные радарные уровнемеры Rosemount: модели 5408. Бесконтактные радары могут работать на разных частотах, это влияет на эффективность их измерений. Для импульсных радаров в применениях с испарениями и пеной предпочтительно использовать низкую частоту. Высокая частота предпочтительна в большинстве других приложений из-за большей гибкости монтажа.

Уровнемеры 5408

5408 – это 2-проводной уровнемер, основанный на технологии FMCW, что обеспечивает его превосходную надежность и точность. Уровнемер способен справляться с самыми сложными условиями процесса, такими как пена, испарения, турбулентность, высокая температура и давление. У него меньше требований к установке, а узкий угол луча позволяет легко избежать помехи. Он поставляется в двух версиях: для технологического контроля 5408 для систем противоаварийной защиты 5408:SI5.



Рисунок 7.1: Бесконтактный радарный уровнемер Rosemount 5408

7 - Рекомендации по установке бесконтактных радарных уровнемеров

7.1 Выбор антенны

Модель и руководство для антенны

5408

В этой таблице приведены рекомендации по выбору модели и антенны в зависимости от применения.

G = Хороший
AD = Зависит от применения

(обратиться к местному представителю Emerson)

NR = не рекомендуется

Коническая



Лучший выбор для большинства применений, включая закрытые емкости, установки в успокоительной трубе/камере и использование над открытыми резервуарами

Технологическое уплотнение



Подходит для небольших технологических соединений и агрессивных сред. Версия Tri-clamp для применения в оборудовании гигиенического класса

Параболическая



Альтернатива для измерения на больших диапазонах в сочетании с такими условиями, как продукты со слабой отражающей способностью. Подходит для широкого спектра твердых материалов

Рекомендации для резервуара

Установка рядом с гладкой стенкой резервуара	G	G	G
Несколько блоков на одном резервуаре	G	G	G
Внутренние препятствия, прямо на пути ⁽¹⁾	G	G	G
Внутренние препятствия, исключение ⁽¹⁾	G	G	G
Угол рассеивания луча	50-миллиметровая (DN50) коническая антенна 18° 75-миллиметровая (DN80) коническая антенна 14° 100-миллиметровая (DN100) коническая антенна 10°	50-миллиметровая антенна 18° 75-миллиметровая антенна 14° 100-миллиметровая антенна 10°	200-миллиметровая (DN200) параболическая антенна 4,5°
Антенна простирается ниже штуцера	G	Н/П	G
Антенна установлена заподлицо в гладком штуцере диаметром до 2 м.	G	AD	NR
Антенна утоплена в штуцере с неровностями, такими как плохие сварные швы	Используйте расширенную антенну	G	NR
Монтаж в успокоительном колодце	G	G	G
Клапаны	G	G	G
Дальние расстояния (> 35 м)	G ⁽⁴⁾	G ⁽⁴⁾	G
Возможность очищения антенны	G	G	G

(1) Препятствие не должно находиться в пределах радарного луча. Предпочтительный выбор обусловлен более узким радарным лучом: модель Rosemount 5402 и конусная антенна.

(2) Допускается использование расширенной конической антенны.

(3) Активная часть должна выступать под штуцером.

(4) Максимальный диапазон измерения для Rosemount 5408: SIS в безопасном режиме составляет 25 м

Таблица 7.1.1: Выбор антенны уровнемеров 5408 с учетом различных характеристик резервуара

7 - Рекомендации по установке бесконтактных радарных уровнемеров

Модель и руководство для антенны	5408		
	Коническая	Технологическое уплотнение	Параболическая
<p>В этой таблице приведены рекомендации по выбору модели и антенны в зависимости от применения.</p> <p>G = Хороший AD = зависит от применения (обратитесь к местному представителю Emerson)</p> <p>NR = не рекомендуется</p>			
Характеристики технологической среды			
Испарения (легкие, средние)	G	G	G
Испарения (тяжелые)	G	G	G
Конденсация испарений /накопление продукта ⁽¹⁾	G	G	G
Кипящая/турбулентная поверхность (низкая/средняя)	G	G	G
Кипящая/турбулентная поверхность (тяжелая)	G	G	G
Кипящая/турбулентная поверхность (успокоительная труба)	G	G	G
Пена ⁽²⁾	G	G	G
Пена (успокоительная труба) ⁽³⁾	G	G	G
Коррозийные продукты (доступны варианты)	G	G	G
Материалы с очень низкой диэлектрической проницаемостью	G	G	G
Изменение плотности/диэлектрической проницаемости/рН/давления/температуры	G	G	G
Обволакивающие/вязкие/кристаллизующиеся жидкости	G	G	G
Твердые вещества, гранулы, порошки	G	G	G

- (1) Отложений часто можно избежать или уменьшить их путем обогрева или очистки.
- (2) Используйте коническую антенну диаметром 150-200 мм.
- (3) Пена может отражать, быть невидимой для сигнала или поглощать радарный сигнал. Монтаж на трубе предпочтителен, поскольку он снижает тенденцию к пенообразованию.
- (4) Другие варианты материалов, контактирующих с рабочей средой, включают сплав С-276 и сплав 400. Более подробная информация приведена в листе технических данных.
- (5) Может потребоваться продувка воздухом

Таблица 7.2.1: Сравнение и выбор бесконтактных радаров Rosemount – характеристики рабочей среды

7.2 Диапазон измерения в жидкостях

Диапазон измерений зависит от диапазона рабочих частот, размера антенны, диэлектрической постоянной (DC) и условий технологического процесса.

Чем выше значение диэлектрической проницаемости, тем сильнее отражение. Цифры, представленные в таблицах ниже, – рекомендованные значения для оптимальной эффективности работы. Возможны большие диапазоны измерения. Благодаря превосходному уровню сигнала уровнемеров 5408 диэлектрическая проницаемость не влияет на диапазон измерения. Более подробную информацию можно получить в торговом представительстве компании Emerson.

A. Нефть, бензин или другие углеводороды и нефтехимические продукты (DC = 1,9-4,0). В трубах или с идеальными условиями поверхности, для некоторых сжиженных газов (DC = 1,4-4,0)

B. Спирты, концентрированные кислоты, органические растворители, смеси масла и воды и ацетон (DC = 4,0-10,0).

C. Проводящие жидкости, например, растворы на водной основе, разбавленные кислоты и щелочи (DC > 10,0).

7.3 Выбор места установки

Перед установкой бесконтактного уровнемера необходимо учесть конкретные требования к монтажу, емкости и характеристикам процесса.

Для оптимальной эффективности работы уровнемеры следует устанавливать уровнемер в положении, обеспечивающем отчетливый и беспрепятственный доступ к поверхности среды (A):

- Создающие турбулентность впускные патрубки (B) и неподвижные металлические объекты с горизонтальной поверхностью (C) должны находиться за пределами сигнального луча.
- Мешалки с большими горизонтальными лопастями могут понизить эффективность работы прибора, поэтому установите уровнемер в положении, где это влияние минимально. Вертикальные или наклонные лопасти чаще всего не обнаруживаются уровнемером, но создают турбулентность (D)
- Не монтируйте уровнемер по центру резервуара (E)
- Необходимо постоянно соблюдать рекомендуемое расстояние до стены, в противном случае это может повлиять на точность (F). Как правило, оптимальное расстояние составляет 1/4 диаметра от стенки резервуара
- Антенна должна быть выровнена по вертикали

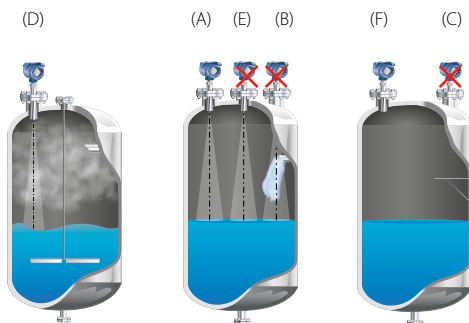


Рисунок 7.3.1: Правильный выбор места установки имеет большое значение

- Можно использовать металлическую успокоительную трубу для предотвращения помех от различных предметов, турбулентности и пены (G)
- Неметаллические стенки резервуаров пропускают сигнал радара, поэтому объекты снаружи резервуара могут вносить помехи.
- Выбирайте максимально возможный диаметр антенны при установке. Широкая антенна повышает концентрацию луча радара, снижает восприимчивость к помехам от препятствий и обеспечивает максимальный коэффициент усиления.
- В одном резервуаре можно использовать несколько уровнемеров без взаимного влияния (H)

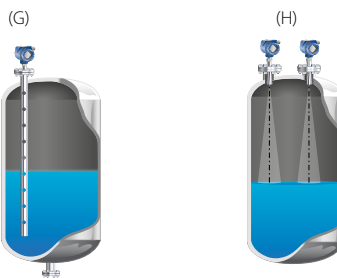


Рисунок 7.3.2: Установка в успокоительной трубе и установка нескольких уровнемеров 5408 в одном резервуаре

7.4 Особенности установки на патрубке

Необходимо принять во внимание некоторые соображения, связанные с установкой уровнемера на патрубке, в зависимости от выбора антенны.

Уровнемеры 5408 с конической антенной

Антенну можно установить в патрубок высотой до 1,2 м. Если внутри патрубка имеются объекты способные создать помехи, используйте удлиненную антенну.

7 - Рекомендации по установке бесконтактных радарных уровнемеров

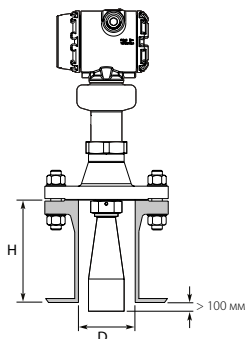


Рисунок 7.4.1: Требования к патрубкам для установки уровнемера 5408 с конической антенной

Уровнемеры 5408 с параболической антенной

В случае наклонных крыш резервуаров параболическую антенну можно отрегулировать под углом. Антенну можно установить в патрубках до:

- 150 мм для 8-дюймовой трубы сортамента
- 200 мм для 10 дюймовой трубы сортамента

Препятствия внутри патрубка могут оказывать влияние на измерения, поэтому их следует избегать.

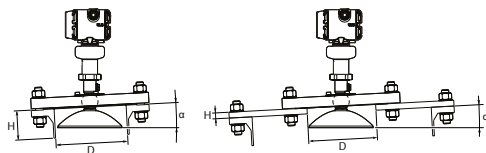


Рисунок 7.4.2: Требования к патрубкам для установки уровнемеров 5408 с параболической антенной

Уровнемеры 5408 с антенной с технологическим уплотнением

Данный тип антенн может использовать на патрубках высотой до 1,2 м. Препятствия внутри патрубка могут повлиять на измерения, поэтому их следует избегать.

Фланец на резервуаре должен быть плоским или с выступающим краем, однако возможно применение и фланцев другой конструкции. Обратитесь за консультацией к представителю Emerson.

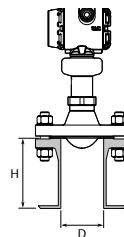


Рисунок 7.4.3: Требования к патрубкам для установки уровнемеров 5408 с конической антенной с технологическим уплотнением

Антенна	Мин. D	Макс. H
50 мм (DN50)	45 мм	1,2 м
75 мм (DN80)	70 мм	1,2 м
100 мм (DN100)	70 мм	1,2 м

Таблица 7.4.1: Размеры патрубков для установки уровнемеров 5408 с конической антенной с технологическим уплотнением

Модель уровнемера	Тип/размер/материал антенны	L (мм)
5408	Конус 50 мм SST	145
	Конус 75 мм SST	143
	Конус 100 мм SST	166
	Технологическое уплотнение 50 мм	1200
	Технологическое уплотнение 75 мм	1200
	Технологическое уплотнение 100 мм	1200
	Параболический Ø 200 мм STD	150 или менее
	Параболический Ø 250 мм STD	200 или менее

Таблица 7.4.2: Требования к патрубкам для бесконтактных радарных уровнемеров Rosemount

7.5 Пространство для обслуживания

Если уровнемер устанавливается рядом со стенкой или другими препятствиями в резервуаре, например, нагревателями и лестницами, в отраженном сигнале могут появиться помехи. Поэтому необходимо соблюдать следующий минимальный зазор в соответствии с таблицей 7.5.1.

Устанавливайте датчик так, чтобы имелось достаточно свободного пространства для доступа к нему (см. Таблицу 7.5.1).

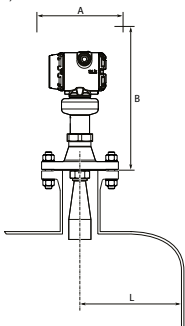


Рисунок 7.5.1: Рекомендации по пространству для обслуживания Rosemount 5408

Требования к свободному пространству		Расстояние, мм
Пространство для обслуживания с (A)		500
Высота пространства для обслуживания (B)		600
Расстояние до стенки резервуара (L)	Минимум	200
	Рекомендуемое	1/4 диаметра резервуара

Таблица 7.5.1: Рекомендации по пространству для обслуживания Rosemount 5408

7.6 Ширина луча

При установке уровнемера следует учесть следующие рекомендации:

- Уровнемер должен устанавливаться так, чтобы в пределах угла луча было как можно меньше внутренних конструкций.
- Если расстояние от уровнемера до стенки резервуара минимальное, плоская стенка резервуара может быть расположена внутри луча антенны.

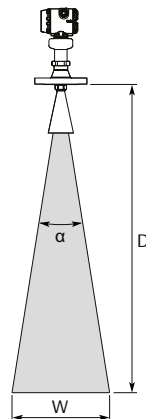


Рисунок 7.6.1: Ширина луча уровнемеров 5408

Расстояние М	50 мм (DN 50) Конус/ Уплотнение	75 мм (DN 80) Конус/ Уплотнение	100 мм (DN 100) Конус/ Уплотнение	200 мм (DN200) Параболический
	Ширина луча, м			
5	1,6	1,2	0,9	0,4
10	3,2	2,5	1,8	0,8
15	4,8	3,7	2,6	1,2
20	6,3	4,9	3,5	1,6
25	7,9	6,1	4,4	2,0
30	9,5	7,4	5,3	2,4
40	12,7	9,8	7,0	3,1

Таблица 7.6.1: Ширина луча для уровнемеров 5408

Размер антенны	Угол луча (α)
Конус 50 мм	18°
Конус 75 мм	14°
Конус 100 мм	10°
Параболическая 200 мм	4,5°

Таблица 7.6.2: Угол луча уровнемеров 5408 для антенн разных типов

7.7 Резервуар

Наличие нагревательных элементов, мешалок и других предметов в резервуаре может привести к появлению помех и шума в измерительном сигнале. Вертикальные конструкции оказывают минимальное влияние, поскольку сигнал радара рассеивается, а не возвращается обратно к антенне.

Форма дна резервуара влияет на отраженный сигнал, если поверхность продукта расположена вблизи дна резервуара. Бесконтактные радарные уровнемеры Rosemount имеют встроенные функции для оптимизации эффективности измерений для различных форм дна.

7.8 Препятствия

Бесконтактные радарные уровнемеры Rosemount должны быть установлены таким образом, чтобы на пути радарного сигнала не было таких объектов, как нагревательные змеевики, лестницы и т. д. Эти объекты могут привести к ложным эхо-сигналам, что отрицательно скажется на эффективности измерений. При этом датчик имеет встроенные функции для уменьшения влияния мешающих объектов, если полностью устранить данные объекты не удается.

7.9 Клапаны

Уровнемеры 5408 и Rosemount 5402 можно изолировать от технологического процесса за счет использования клапана:

- Используйте полнопроходной шаровый клапан.
- Обеспечьте отсутствие уступа между шаровым клапаном и патрубком или успокоительной трубой, внутренняя поверхность должна быть ровной без переходов.
- Предпочтительно использовать антенну с технологическим уплотнением, поскольку она не требует катушки. Кроме того, можно применять коническую антенну

Клапаны можно соединять с трубами.

7.10 Монтаж в выносной камере/успокоительной трубе

Установка в успокоительной трубе/камере рекомендуется для тех резервуаров, где состояние поверхности может быть чрезвычайно турбулентным. При использовании трубы количество пены или турбулентности уменьшаются. Для установок в успокоительных трубах/камерах можно использовать любые конические антенны.

Хотя обычно технологические радарные уровнемеры обеспечивают надежную работу при установке в успокоительных трубах, все технологические радарные уровнемеры, независимо от марки или типа, спроектированы так, чтобы обеспечивать оптимальную производительность при свободном распространении луча. При установке в успокоительных трубах точность технологического радара может зависеть от распространения микроволн через успокоительную трубу. Для обеспечения максимальной

точности в успокоительных трубах используйте радарный уровнемер 5900. Его уникальные антенные решетки используют микроволновый режим с низкими потерями, предназначенный специально для успокоительных труб.

7.10.1 Успокоительная труба

Размеры и цифры указаны для Rosemount 5408.

Труба

- Трубы должны быть цельнометаллическими.
- Труба должна иметь постоянный внутренний диаметр.
- Внутренняя поверхность трубы должна быть гладкой, чистой и не иметь каких-либо острых краев (допустимы гладкие стыки труб, но они могут снизить точность.)
- Конец трубы должен выходить за нулевой уровень.

Отверстия

- Максимальный диаметр отверстия составляет 25 мм.
- Минимальное расстояние между отверстиями равно 150 мм.
- Отверстия следует просверлить только с одной стороны, после чего следует удалить заусенцы.
- Просверлите максимум одно отверстие над поверхностью продукта.

Антенна

- Зазор между конической антенной и успокоительной трубой не должен превышать 5 мм. При необходимости, закажите антенну большего размера и обрежьте ее на месте.

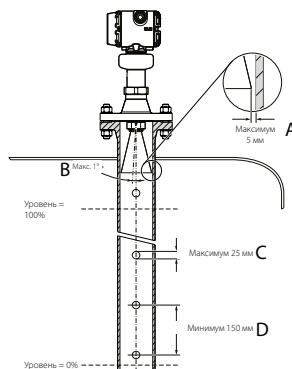


Рисунок 7.10.1: Требования к успокоительной трубе

Модель	A	B	C	D
Rosemount 5408	5 мм	1°	25 мм	150 мм

Таблица 7.10.1: Требования к успокоительной трубе для бесконтактного радара

7.10.2 Камера

Размеры и цифры указаны для Rosemount 5408. Необходимо учитывать следующие требования к выносным камерам:

- Камеры должны быть цельнометаллическими.
- Камеры должна иметь постоянный внутренний диаметр.
- Впускные трубы не должны входить во внутреннюю часть камеры.
- Внутренняя поверхность камеры должна быть гладкой, чистой и не иметь каких-либо острых краев (допустимы гладкие стыки труб, но они могут снизить точность.)
- Зазор между конической антенной и камерой не должен превышать 5 мм. При необходимости закажите большую антенну и обрежьте ее по месту.

Модель	A	B	C	D
Rosemount 5408	5 мм	1°	50 мм	150 мм

Таблица 7.10.2: Требования к выносным камерам для бесконтактных радаров

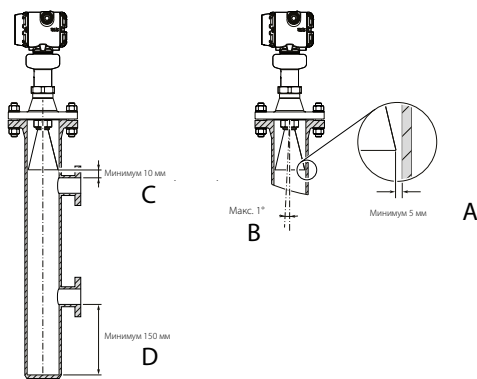


Рисунок 7.10.2: Требования к камере

7.11 Заземление

Различные природные явления могут вызвать попадание в уровнемер избыточного потенциала. Крайне важно правильно выполнять заземление для оптимизации встроенной защиты от переходных процессов. Неправильное заземление может привести к отказам, неустойчивым показаниям, пульсациям, ухудшению связи и неправильному определению уровня.

7.12 Измерение уровня бесконтактными радарными уровнемерами с использованием металлической пластины

В некоторых задачах по измерению уровня при помощи бесконтактного уровнемера предпочтительным, а иногда и единственным решением может оказаться применение отражательной пластины. В таких случаях отражатель перемещается вместе с поверхностью среды, отслеживая таким образом изменение уровня. Для измерений в подобных условиях идеально подходят бесконтактные радары Rosemount с отражателями, если воспользоваться простыми рекомендациями, приведенными в данном документе.

Отражатель

Отражатель или мишень имитирует поверхность. Для бесконтактных радаров Rosemount рекомендуется использовать плоскую металлическую пластину произвольной толщины. Форма пластины должна быть круглой или квадратной.

7 - Рекомендации по установке бесконтактных радарных уровнемеров

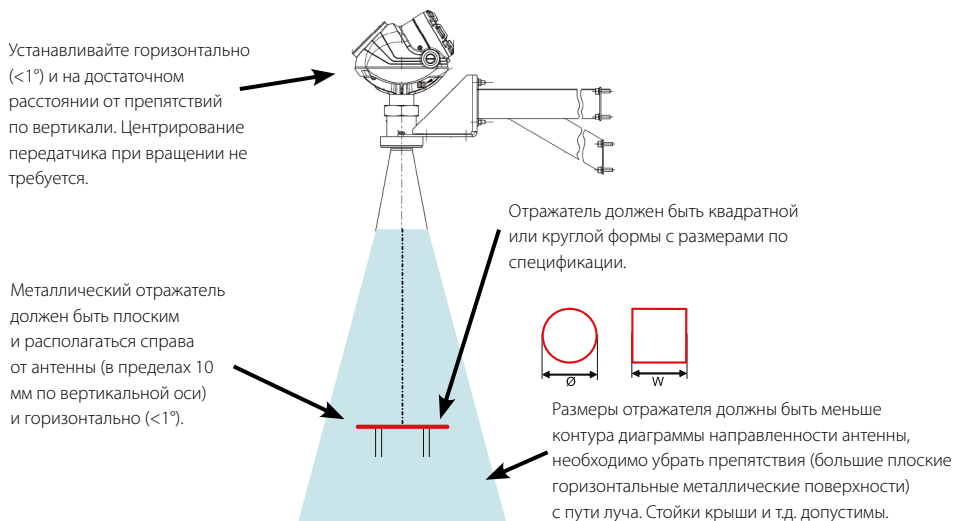


Рисунок 7.12.1: Рекомендации по установке радаров Rosemount серии 5408 с отражательной пластиной

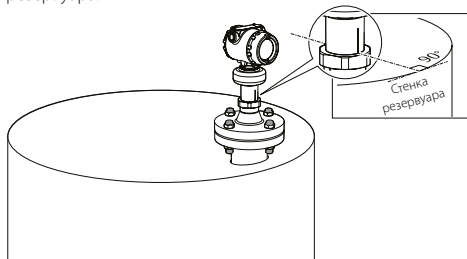
Форма отражателя может быть прямоугольной или эллиптической, однако минимальный размер должен соответственно совпадать со значениями W или \varnothing , приведенными в таблице выше.

7.13 Выравнивание корпуса уровнемера

Уровнемеры 5408 имеют линейную поляризацию, это означает, что их основание имеет эллиптическую форму, и что уровнемер должен быть правильно повернут к стенке резервуара.

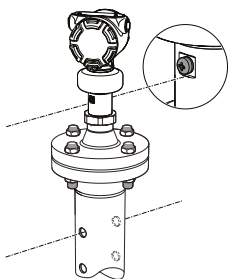
Открытый резервуар

Выровняйте метку на измерительном модуле вдоль стенки резервуара.



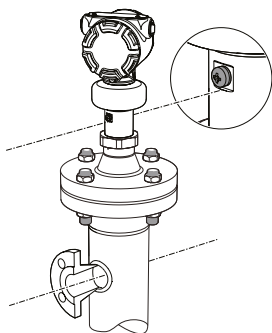
Выравнивание уровнемера в успокоительной трубе

Выровняйте винт внешнего заземления вдоль отверстий успокоительной трубы.



Выравнивание уровнемера в выносной камере

Выровняйте винт внешнего заземления вдоль технологических соединений.



7.14 Рекомендации по установке бесконтактного радара для работы с сыпучими материалами

Бесконтактный радар можно использовать в целом ряде применений. Он не имеет ограничений относительно веса материала, поэтому может использоваться в средах, где волноводный радар неприменим из-за наличия растягивающих усилий или риска поломки зонда.

Бесконтактные радары могут охватывать большую часть поверхности, по сравнению с волноводными радарными, поэтому они обеспечивают повышенную точность. Как и любое другое радарное устройство, они быстро реагируют на изменения уровня.

Преимущества

- Узкий луч
- Занимает незначительное пространство внутри бункера
- Невосприимчивость к помехам от внутренних конструкций бункера
- Проводная схема подключения

Недостатки

- Может требоваться очистка
- Показания объема расчетным методом

7.14.1 Особенности монтажа

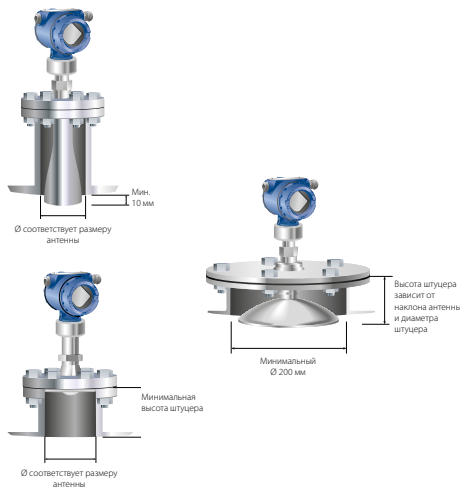
Размещение уровнемера при установке

Не следует устанавливать бесконтактный уровнемер в центре бункера или вблизи стенки резервуара.

Уровнемеры рекомендуется устанавливать на расстоянии 2/3 радиуса резервуара. Следует избегать установки при котором входной поток продукта будет попадать в область распространения луча уровнемера.

Требования к антенне

Для бесконтактных радарных уровнемеров доступны следующие типы антенн: коническая, параболическая и антенна с технологическим уплотнением. Требования по установке для каждого типа антенн, представлены на рисунке 7.14.2.



7.14.2 Диапазон измерения

Рекомендуемый диапазон измерения для Rosemount 5408 варьируется в зависимости от типа антенны и диэлектрической проницаемости продукта. Подробная информация о диапазоне измерений представлена в таблице 7.14.1.

Рисунок 7.14.2: Требования по установке Rosemount 5408 с конической антенной, параболической антенной и антенной с технологическим уплотнением.

В применениях с сыпучими материалами следует минимизировать потенциальные помехи от патрубка. Как правило, уменьшение длины патрубка приводит к усилению отражения от поверхности. Это применимо ко всем типам антенн.

Коническая антенна фиксирована и должна устанавливаться перпендикулярно земле. Хотя наклон параболической антенны регулируется, тем не менее при ее установке также рекомендуется сначала выровнять ее перпендикулярно земле. Дополнительную информацию см. в справочном руководстве для уровнемера Rosemount 5408.

Если сигнал ослабляется скоплением конденсата на антенне, рекомендуется обеспечить термоизоляцию патрубка, тем самым свести к минимуму перепад температур между внутренней частью и окружающей средой. Антенну следует устанавливать внутри резервуара так, чтобы уменьшить возможность образования конденсата.

7 - Рекомендации по установке бесконтактных радарных уровнемеров

Антенна Rosemount 5408	Легкий порошок ⁽¹⁾	Легкие гранулы и пеллеты ⁽²⁾	Тяжелый порошок ⁽³⁾	Продукты размером с зерно ⁽⁴⁾	Более крупные частицы ⁽⁵⁾
50 мм (DN50) конусная/ технологическое уплотнение ⁽⁶⁾	5 м	10 м	25 м	25 м	35 м
75 мм (DN80) конусная/ технологическое уплотнение ⁽⁶⁾ 100 мм (DN100) конусная/ технологическое уплотнение ⁽⁶⁾	15 м	20 м	30 м	30 м	40 м
100 мм (DN100) конусная ⁽⁶⁾	20 м	30 м	40 м	40 м	40 м
200 мм (DN200) параболическая ⁽⁷⁾	35 м	40 м	40 м	40 м	40 м

(1) Пластиковый порошок и др. (Диэлектрическая проницаемость: 1,2)

(2) Пластиковые гранулы и др. (Диэлектрическая проницаемость: 1,35)

(3) Порошок извести, цемент, песок и т. д. (Диэлектрическая проницаемость: 1,5)

(4) Ядра, отмола и др. (Диэлектрическая проницаемость: 1,5)

(5) Древесная щепа/гранулы и др. (Диэлектрическая проницаемость: 1,7)

(6) Для большинства применений рекомендуется использовать коническую антенну и антенну с технологическим уплотнением.

(7) Рекомендуется для увеличенных диапазонов измерения, обычно > 20 м.

Таблица 7.14.1: Таблица диапазонов измерения для уровнемеров 5408

Цифры, указанные в Таблице 7.14.1, должны рассматриваться в качестве руководства; общий диапазон измерений может отличаться в зависимости от других влияющих факторов, например, скорости наполнения резервуара, расположения продукта в резервуаре, соотношения диаметра хранилища и хранилища величины уклона насыпи продукта, наличия внутренних препятствий в хранилище, пыли, конденсата, отложений на антенне и т.п.

7.14.3 Устранение пыли

Пыль часто присутствует в применениях с сыпучими материалами. Даже если взвесь пыли не оказывает непосредственного негативного воздействия работу бесконтактного уровнемера, она может осаждаться на поверхности антенны. Если количество отложений станет слишком большим, это может негативно сказаться на измерении. В таких случаях рекомендуется использовать продувку воздухом.

Самый простой способ определить, необходима ли продувка воздухом это открыть люк и посмотреть, есть ли на устройстве значительный слой пыли. Если это так, то скорее всего, необходима продувка воздухом.

При отсутствии возможности подачи воздуха антенна с технологическим уплотнением из ПТФЭ обеспечивает идеальное решение для агрессивных сред и устойчива к воздействию пыли и /или конденсации.

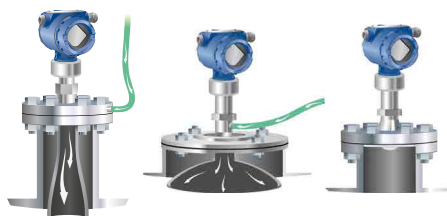


Рисунок 7.14.3: Продувка антенн уровнемера 5408



8

Рекомендации по монтажу системы учета в резервуарных парках

Тема	Страница
8.1 Требования по монтажу конической антенны	__ 126
8.2 Требования к параболической антенне	_____ 128
8.3 Требования к антенне в успокоительной трубе	_ 131
8.4 Требования к антенне для СУГ/СПГ	_____ 132
8.5 Многозонный первичный преобразователь температуры	_____ 135

8. Рекомендации по монтажу системы учёта в резервуарных парках

При определении места монтажа радарного уровнемера Rosemount 5900S следует внимательно изучить условия технологического процесса в резервуаре.

Уровнемер 5900S должен устанавливаться так, чтобы воздействие помех от каких-либо объектов было сведено к минимуму и чтобы эти объекты не находились в зоне действия луча радара. Убедитесь, что условия эксплуатации в пределах установленных ограничений, указанных в Приложении А: Справочные данные» в справочном руководстве.

Во время монтажа убедитесь, чтобы уровнемер 5900S в дальнейшем не подвергался воздействию температур и давлений, превышающих значения, указанные в приложении А: Справочные данные» в справочном руководстве.

Пользователь несет ответственность за соблюдение требований к монтажу внутри резервуара, таких как:

- Химическая совместимость материалов, контактирующих со средой
- Расчетное/рабочее давление и температура

Исходя из технических требований можно определить требуемый код модели уровнемера 5900S (наносится на шильде антенны) согласно данным "Информация для заказа" на с. А-9 руководства по эксплуатации.

Не устанавливайте уровнемер 5900S в применениях, не предназначенных для его эксплуатации, например, где возможно воздействие очень интенсивных магнитных полей или чрезвычайных погодных условиях.

Антенны с пластиковой и окрашенной поверхностью при определенных экстремальных условиях могут генерировать пожароопасный потенциал электростатического заряда.

При монтаже устройства во взрывоопасных зонах необходимо использовать инструменты, чистящие вещества и т. п., которые не вызывают электростатический заряд.

Требования и рекомендации по монтажу радарного уровнемера Rosemount 5900S с различными типами антенн см. в справочном руководстве.

8.1 Требования по монтажу конической антенны

Уровнемер Rosemount 5900S с конической антенной необходимо монтировать таким образом, чтобы исключить попадание труб или других препятствий в луч уровнемера, которые могут ограничить видимость дна резервуара. Предусмотрены два типа фланца: горизонтальный фланец для вертикального монтажа и наклонный фланец для монтажа рядом со стенкой резервуара. Для получения дополнительной информации в отношении требований к монтажу конической антенны и требований к сревисному пространству следует обращаться к чертежам для механического монтажа.

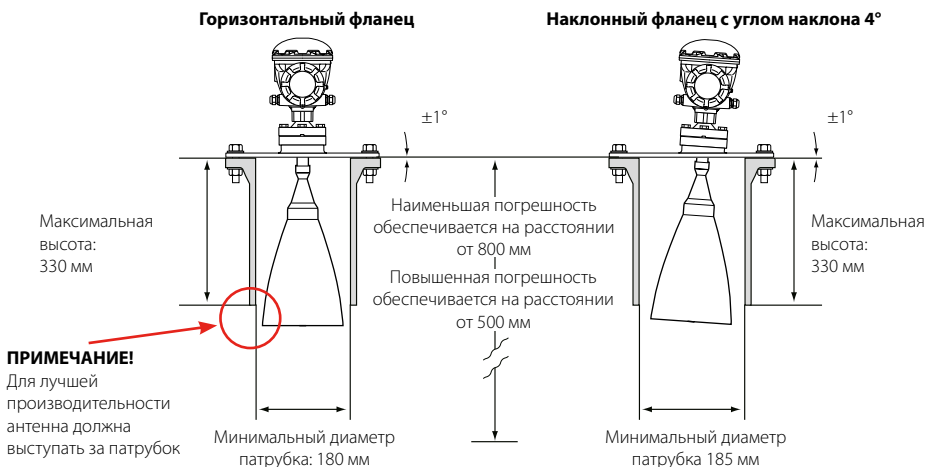


Рисунок 8.1.1: Требования к патрубку для уровнемера с конической антенной

8 - Рекомендации по монтажу системы учета в резервуарных парках

Требования к патрубку

Фланец	Минимальный диаметр патрубка, мм
Горизонтальный фланец	180
Наклонный фланец с углом наклона 4°	185

Таблица 8.1.1: Минимальный диаметр патрубка для 5900S с конической антенной

Требования к свободному пространству

Для уровнемеров с конической антенной предлагаются два варианта фланца. Один фланец имеет угол наклона 4°, а другой является горизонтальным. Размеры фланцев см. на монтажном чертеже.

Горизонтальный фланец применяется в том случае, если стенка не попадает внутрь луча радара шириной 30°. Если монтаж антенны по вертикали нельзя осуществить, не вызвав попадания стенки резервуара внутрь луча радара, необходимо направить 5900S в сторону от стенки, используя фланец с углом наклона 4°. Наклон требуется для того, чтобы обеспечить максимальную точность.

Ниже представлено минимально допустимое расстояние L, характеризующее размер свободного пространства.

Фланец	Минимальное расстояние L до стенки резервуара (м)
Горизонтальный фланец	$R \times 0,2$ (R = опорная высота резервуара)
Фланец с углом наклона 4°	0,6 ⁽¹⁾

(1) В исключительных случаях уровнемер Rosemount 5900S с конической антенной можно устанавливать ближе к стенке резервуара, если существует такая необходимость. За рекомендациями обращайтесь в подразделение Emerson/Rosemount Tank Gauging

Таблица 8.1.2: Минимальное расстояние L до стенки резервуара для уровнемера 5900S с конической антенной

ПРИМЕЧАНИЕ!

В некоторых случаях, когда максимальная точность не нужна, можно использовать горизонтальный фланец, даже если стенка попадает внутрь луча радара. При наличии сомнений обращайтесь за рекомендациями в подразделение к местному представителю Emerson.

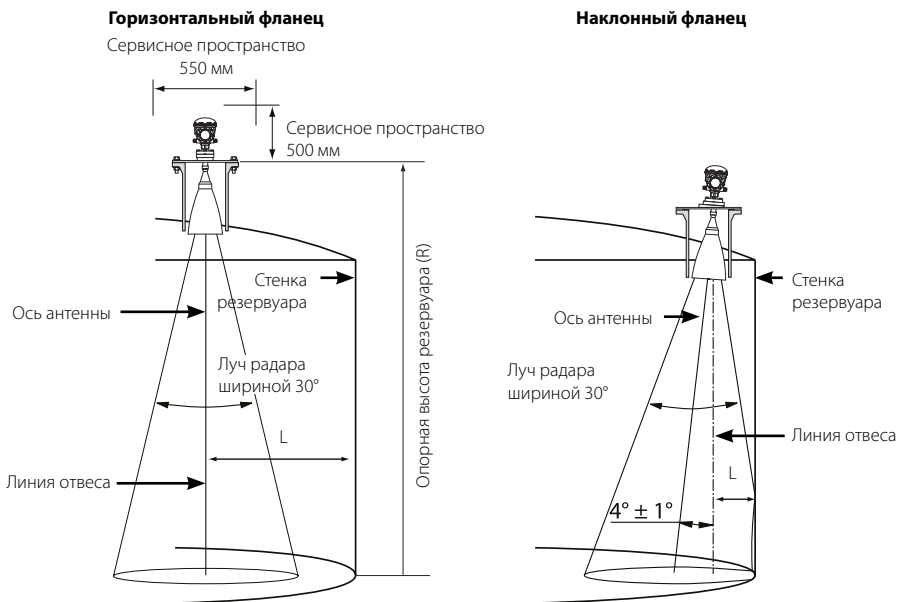


Рисунок 8.2.1: Два доступных варианта фланцев

8.2 Требования к параболической антенне

Наклон

Угол наклона уровнемера 5900S с параболической антенной в направлении центра резервуара не должен превышать $1,5^\circ$. При измерении сред, с повышенным образованием конденсата, таких как битум/асфальт, луч радара должен быть направлен строго вертикально.

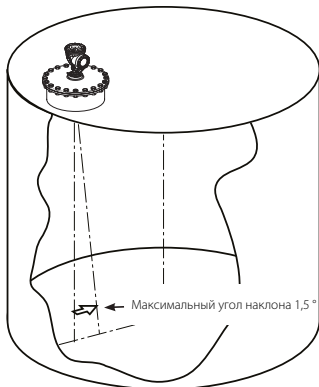


Рисунок 8.2.1: Максимальный угол наклона уровнемера с параболической антенной

Требования к фланцам

Уровнемер Rosemount 5900S с параболической антенной монтируется на патрубок резервуара при помощи фланцевой муфты. Она предназначена для простой регулировки угла наклона уровнемера в пределах заданного диапазона.

Существует два варианта фланцевой муфты. Один вариант исполнения крепится к фланцу при помощи гайки, другой приваривается.

Фланцевая муфта должна монтироваться на фланце перед монтажом уровнемера на патрубки резервуара.

Фланец должен соответствовать определенным требованиям, чтобы исключить воздействие помех на луч радара от стенок резервуара. Это позволяет радарному сигналу отразиться от поверхности продукта и вернуться в уровнемер с максимальной мощностью сигнала.

Для надлежащей регулировки положения антенны необходимо, чтобы угол наклона фланца резервуара соответствовал следующим требованиям (см. рис. 7,21):

- максимум $4,5^\circ$ от стенки резервуара;
- максимум 2° к стенке резервуара.

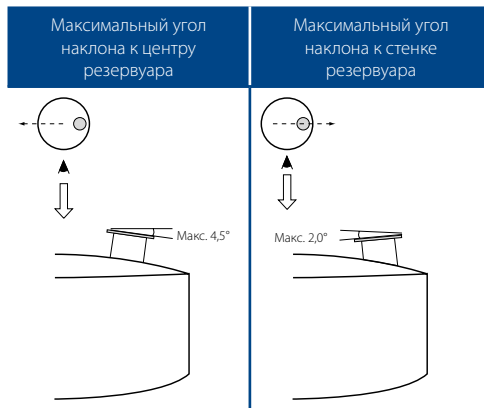


Рисунок 8.2.2: Максимальный угол наклона ответного фланца

Если ответный фланец не соответствует требованиям, проиллюстрированным на рис. 8.2.2, требования к наклону параболической антенны могут быть выполнены с использованием сварной фланцевой муфты. Фланцевую муфту можно монтировать под углом к фланцу до 17° , как показано на рис. 8.2.3.

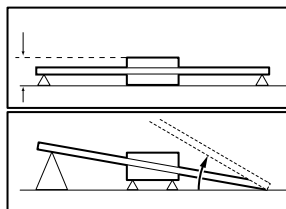
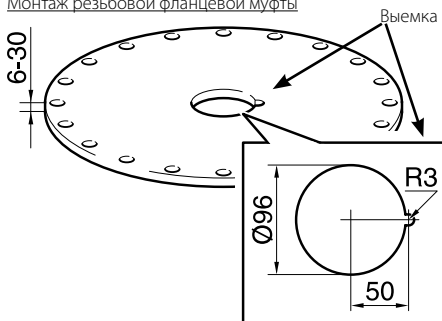


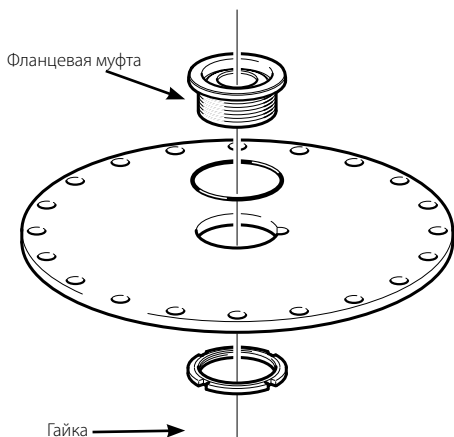
Рисунок 8.2.3: Максимальный угол наклона для приварного фланца

8 - Рекомендации по монтажу системы учета в резервуарных парках

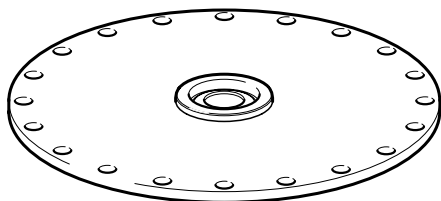
Монтаж резьбовой фланцевой муфты



1. Используйте трубу с толщиной стенки 6-30 мм.
2. Убедитесь, что диаметр отверстия составляет 96 мм. Обеспечьте небольшой скос на одной стороне фланцевого отверстия.



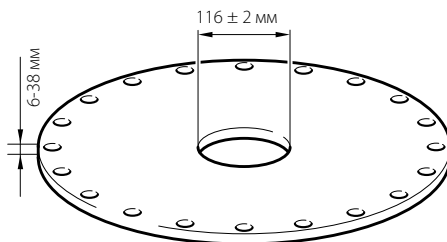
3. Поместите уплотнительное кольцо на фланец и вставьте фланцевую муфту в отверстие. Убедитесь, что четыре со стороны фланцевой муфты плотно прилегает к скосу на фланце.



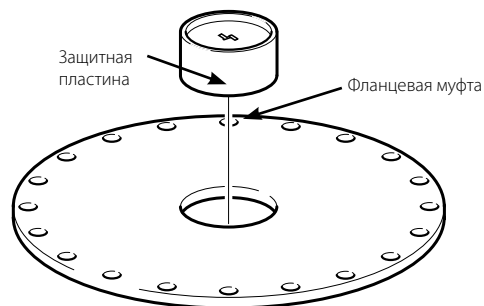
4. Затяните гайку так, чтобы фланцевая муфта была надежно закреплен на фланце (момент затяжки 50 Нм).

Рисунок 8.2.4: Действия по монтажу фланцевой муфты с зажимом

Монтаж приварной фланцевой муфты

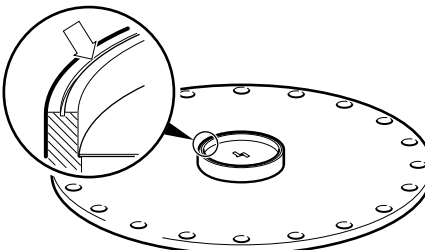


1. В случае горизонтального монтажа в соответствии с требованиями из раздела «Требования к параболической антенне» на стр. xx убедитесь, что диаметр отверстия составляет 116 ± 2 мм.
2. Если требования к фланцу из раздела «Требования к параболической антенне» на стр. xx не выполняются, отверстие необходимо обработать, чтобы придать ему овальную форму и подготовить для приварки фланцевой муфты под углом.



3. Защитные пластины должны находиться на фланцевой муфте до завершения сварочных работ. Эти пластины предохраняют поверхность фланцевой муфты от сварочных искр.

Канавка



4. В процессе монтажа фланцевой муфты позаботьтесь о том, чтобы паз при установке фланца на патрубок был ориентирован вверх.

Рисунок 8.2.5: Действия по монтажу приварной фланцевой муфты

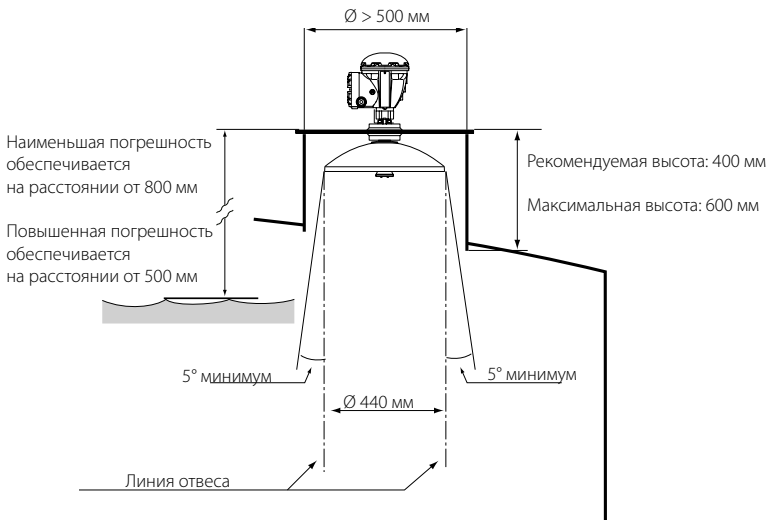


Рисунок 8.2.6: Требования к патрубкам для Rosemount 5900S с параболической антенной

Требования к патрубкам

Если уровнемер Rosemount 5900S с параболической антенной монтируется на патрубке \varnothing 500 мм, высота патрубка не должна превышать 600 мм. На пути луча радара не должно быть препятствий в пределах угла 5° от края параболической антенны до нижнего края патрубка.

Уровнемер Rosemount 5900S должен монтироваться так, чтобы расстояние между фланцем и поверхностью продукта превышало 800 мм. Наибольшая точность достигается в том случае, если уровень продукта находится на расстоянии менее указанного.

Высота патрубка большего диаметра может превышать 0,6 м, если соблюдается требование по прямой видимости с углом 5° , см. рис. 8.2.6.

Требования к свободному пространству

Ширина луча радара уровнемера Rosemount 5900S с параболической антенной составляет 10° . Препятствия (конструкционные балки, трубы диаметром свыше 50 мм, и т. п.) на пути луча радара обычно не допускаются, поскольку они могут привести к ложным отраженным сигналам. Тем не менее, в большинстве случаев, гладкие стенки резервуара или небольшие объекты не оказывают значительного влияния на луч радара.

Для обеспечения оптимальных эксплуатационных характеристик ось антенны должна находиться на расстоянии не менее 800 мм от стенки резервуара.

Для получения дополнительной информации по оценке расстояния обратитесь в местное поразделение компании.

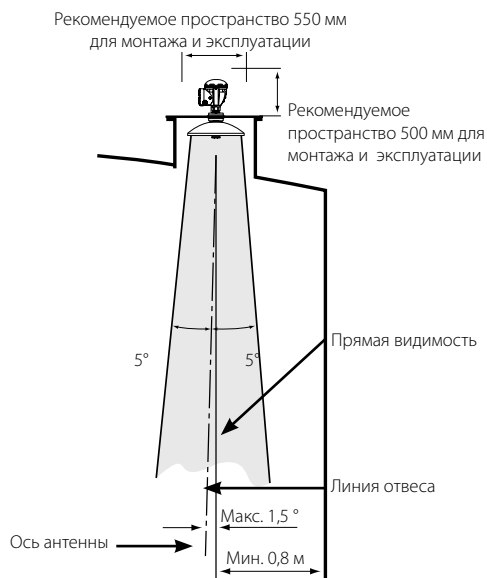


Рисунок 8.2.7: Требования к свободному пространству для уровнемера Rosemount 5900S с параболической антенной

8.3 Требования к антенне в успокоительной трубе

Уровнемер Rosemount 5900S предназначен для монтажа в успокоительной трубе. Он может монтироваться на существующих фланцах успокоительной трубы без вывода резервуара из эксплуатации.

Антенны для успокоительных труб Rosemount 5900S выпускаются для труб диаметром 125, 150, 200, 250 и 300 мм.

Предусматривается два варианта исполнения под различные требования для обеспечения простого монтажа и обслуживания:

- Уровнемер 5900S с антенной для успокоительных труб в стационарном исполнении имеет фланец для облегчения монтажа и используется в тех случаях, когда не требуется доступ к трубе для ручных замеров;
- Уровнемер 5900S с антенной для успокоительных труб в исполнении с люком предназначен для применений с проведением ручных замеров.

Требования к успокоительной трубе

Антенна для успокоительных труб Rosemount 5900S применяется для фланцев и труб диаметров 125, 150, 200, 250 и 300 мм. Регулировка под габариты осуществляется путем подбора соответствующей антенны для успокоительной трубы.

Успокоительная труба должна располагаться вертикально с отклонением 0,5° (0,2 м на 20 м). Если данное требование выполнить невозможно, обратитесь в местное подразделение компании Emerson.

В табл. 8.3.1 представлен ряд сортиментов и внутренних диаметров труб, пригодных для монтажа антенных различного диаметра.

Требования к фланцам

Фланцы уровнемеров 5900S с антенной для успокоительных труб совместимы с фланцами размером 125, 150, 200, 250 и 300 мм. Уровнемер оснащен фланцем для герметизации резервуара. Отклонение фланца резервуара по горизонтали не должно превышать $\pm 2^\circ$.

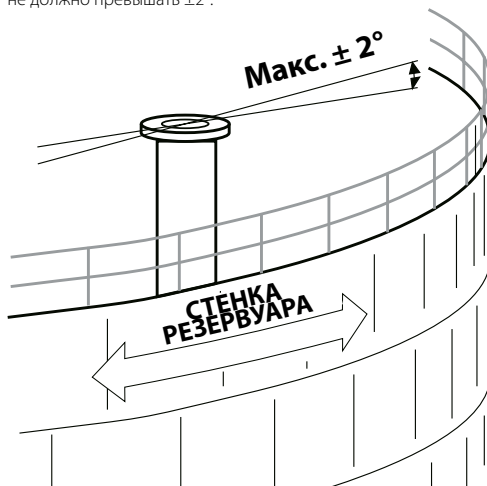


Рисунок 8.3.1: Отклонение фланца по горизонтали не должно превышать $\pm 2^\circ$.

Рекомендации по монтажу

При проектировании новых резервуаров рекомендуется успокоительная труба диаметром 200 мм и более. Данная рекомендация особенно важна для резервуаров с вязкими средами.

Перед изготовлением новых успокоительных труб рекомендуем обратиться в местное подразделение компании Emerson.

Для достижения оптимальных рабочих характеристик суммарная площадь пазов или отверстий в успокоительной трубе не должна превышать значений, указанных в табл. 8.3.2 ниже. Данные значения относятся к общей площади отверстий по всей длине трубы независимо от ее длины. В некоторых случаях допускается превышение предельных значений суммарной площади, указанных в табл. 8.3.2. В случае превышения указанных пределов обратитесь в местное подразделение компании Emerson за консультацией.

Размер антенны (дюймы)	Размеры антенны (мм)	Подходит для трубы с размерами	
		Размер	Внутренний диаметр (мм)
5	120,2	SCH10-SCH60	134,5 – 125,3
6	145,2	SCH10-SCH60	161,5 – 150,3
8	189	SCH20-SCH80	206,3 – 193,7
10	243	SCH10-SCH60	264,7 – 247,7
12	293,5	SCH 10-40-XS	314,7 – 298,5

Таблица 8.3.1: Размер антенны и соответствующий внутренний диаметр трубы.

8 - Рекомендации по монтажу системы учета в резервуарных парках

Размер трубы (дюймы)	5	6	8	10	12
Максимальная площадь прорезей или отверстий (m^2)	0,1	0,1	0,4	0,8	1,2

Таблица 8.3.2: Максимальная площадь прорезей и отверстий

Свободное пространство

При монтаже уровнемера Rosemount 5900S с антенной для успокоительных труб рекомендуется предусмотреть свободное пространство следующих размеров:

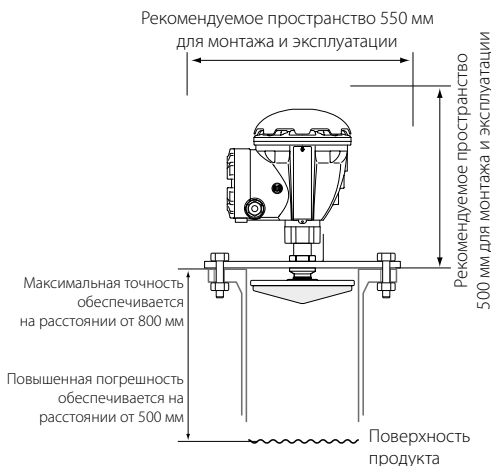


Рисунок 8.3.2: Требования к свободному пространству для уровнемера Rosemount 5900S с антенной фиксированного исполнения

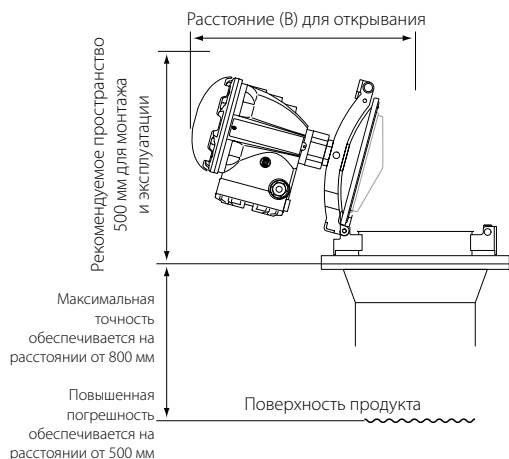


Рисунок 8.3.3: Требования к свободному пространству для уровнемера Rosemount 5900S с антенной для откидного люка

Размер антенны	Расстояние В (мм)
125 мм	470
150 мм	470
200 мм	480
250 мм	490
300 мм	490

Таблица 8.3.3: Требования к пространству В для антенн разных размеров

8.4 Требования к антенне для СУГ/СПГ

Измерение температуры и давления

Измерение температуры и давления является необходимым для высокоточного измерения уровня в резервуарах для хранения сжиженного углеводородного газа (СУГ)/сжиженного природного газа (СПГ). В состав системы могут входить радарные уровнемеры 5900S, многозонные первичные преобразователи температуры 2240S, измерительные преобразователи 644, а также преобразователи давления, чтобы получить все необходимые переменные измерения.

Успокоительная труба и опорный отражатель

Перед монтажом уровнемера необходимо установить успокоительную трубу. Успокоительная труба предоставляется заказчиком и должна изготавливаться в соответствии с установочными чертежами.

Рекомендуется использовать три типа стальных труб:

- DN100
- труба из нержавеющей стали диаметром 4 дюйма, сортament 10
- труба из нержавеющей стали диаметром 4 дюйма, сортament 40

При заказе уровнемера необходимо указать тип трубы в форме «Необходимая информация о системе» (Required System Information, RSI).

Успокоительная труба должна быть вертикальной с максимальным отклонением не более $\pm 0,5^\circ$, а ее фланец — горизонтальной с отклонением не более $\pm 1^\circ$, как показано на рис. 8.4.1.

Успокоительная труба изготавливается с большим количеством отверстий, чтобы обеспечить надлежащую циркуляцию продукта и равномерную плотность продукта внутри и снаружи трубы. Диаметр отверстия должен составлять 20 мм. Все отверстия в верхней части успокоительной трубы должны располагаться на одной стороне трубы.

Опорный отражатель позволяет подтвердить измерения уровня, выполненные уровнемером Rosemount 5900S, когда резервуар находится под давлением. Он монтируется на успокоительной трубе в отверстие, направленном под углом 90 градусов к остальным отверстиям.

8 - Рекомендации по монтажу системы учета в резервуарных парках

Опорный отражатель должен быть расположен на расстоянии 2500 мм ниже фланца, как показано на рисунке 8.4.1. Между опорным отражателем и максимальным уровнем продукта должно быть минимальное расстояние 200 мм. Чтобы выполнить это требование, опорный отражатель может быть установлен выше, до 1000 мм ниже фланца.

Опорный отражатель должен быть выровнен с отверстием для болта на фланце успокоительной трубы, как показано на рисунке 8.4.1. Положение опорного отражателя должно быть четко обозначено на фланце успокоительной трубы (см. Рисунок 8.4.1), чтобы обеспечить правильное выравнивание уровнемера Rosemount 5900S.

Инструкции по монтажу прилагаются к опорному отражателю и отражающей пластине.

Дополнительную информацию о том, как настроить 5900S для измерений СУГ/СНГ см. в разделе «Конфигурация LPG» в справочном руководстве 5900S, документ № 300520EN.

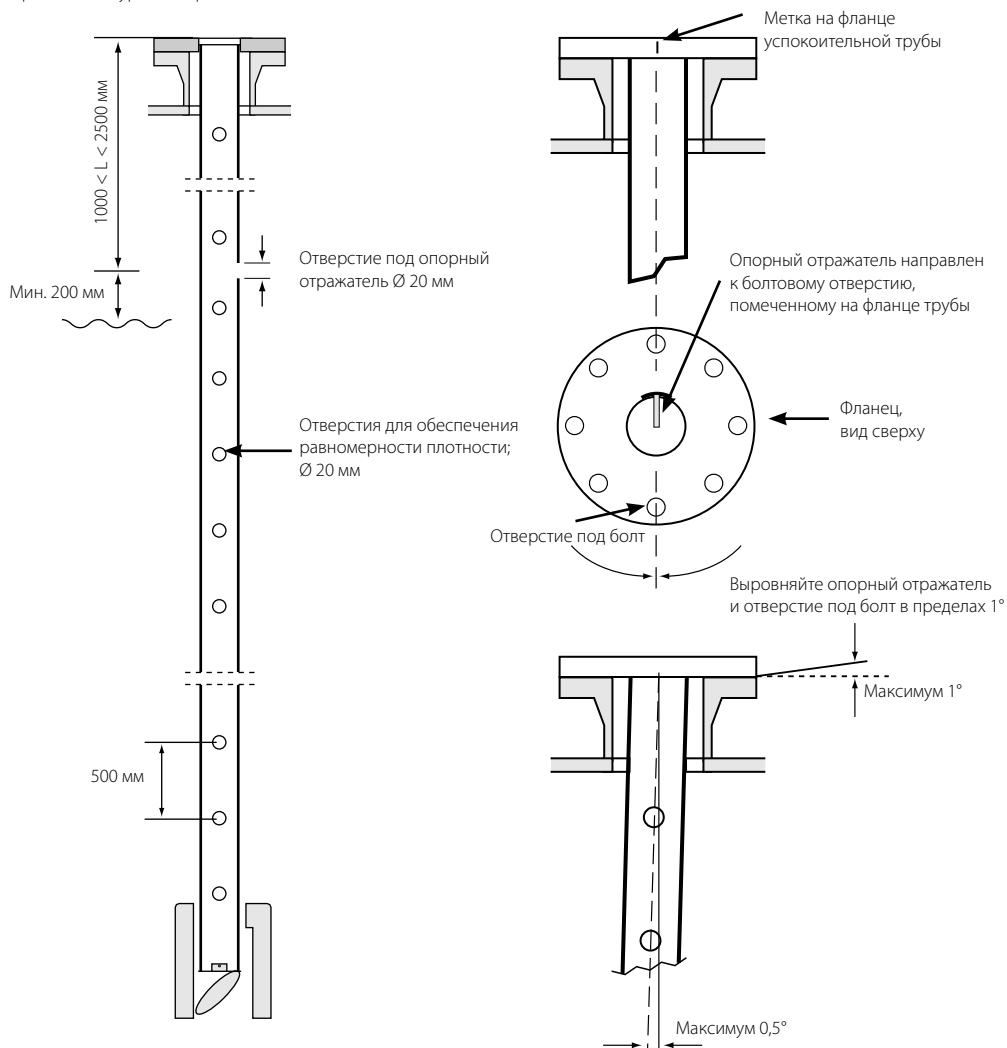


Рисунок 8.4.1: Установка опорного отражателя и требования к наклону для фланца и успокоительной трубы

8 - Рекомендации по монтажу системы учета в резервуарных парках

Отражающая пластина с калибровочным кольцом

Отражающая пластина монтируется с нижней стороны успокоительной трубы и снабжается кольцом, которое используется для калибровки уровнемера на этапе установки при пустом резервуаре. Инструкции по монтажу прилагаются к опорному отражателю и отражающей пластине.

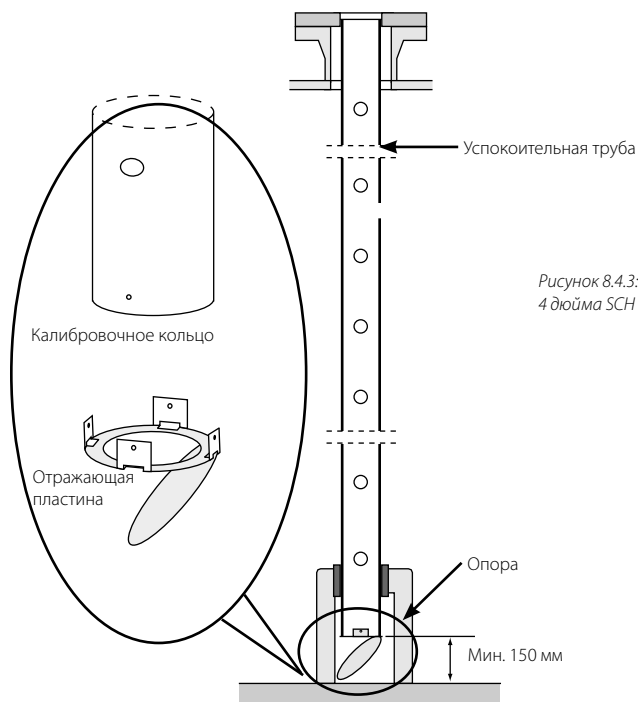


Рисунок 8.4.2: Успокоительная труба с отклоняющей пластиной и проверочным штифтом

Отражающая пластина может быть прикреплена к неподвижной трубе одним из трех способов:

- Сварное соединение
- Болты и гайки М4
- Заклепочное соединение

Для труб размером 4 дюйма SCH 40 и DN 100 требуется дополнительное кольцо для отражающей пластины, как показано на рисунке 8.4.2 и рисунке 8.4.3.

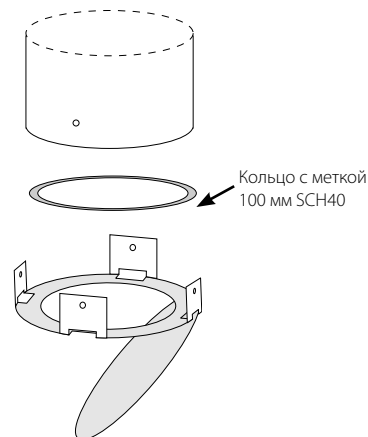


Рисунок 8.4.3: Монтаж отражающей пластины на трубу 4 дюйма SCH 40

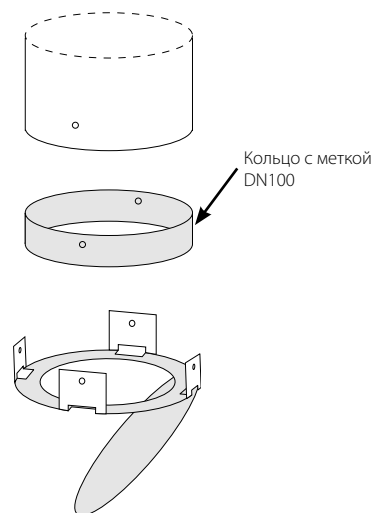


Рисунок 8.4.4: Монтаж отражающей пластины на трубе DN 100

Свободное пространство

При монтаже уровнемера Rosemount 5900S с антенной для СУГ/СНГ рекомендуется предусматривать свободное пространство со следующими размерами.

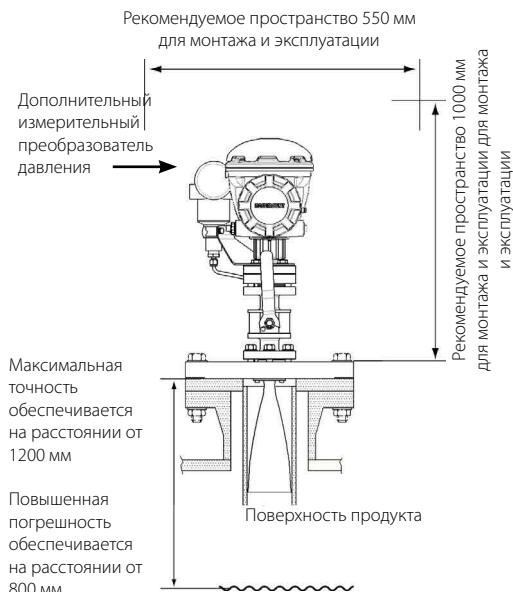


Рисунок 8.4.5: Требования к свободному пространству для уровнемера Rosemount 5900S с антенной для СУГ/СПГ

Удлиняющая труба для минимального расстояния

Уровнемер Rosemount 5900S должен располагаться так, чтобы между фланцем и максимальным уровнем продукта обеспечивалось расстояние не менее 1200 мм. При необходимости для подъема уровнемера может использоваться удлиняющая труба. Это позволяет проводить измерения ближе к верху резервуара, чем в остальных случаях, как показано на рис. 8.4.6.

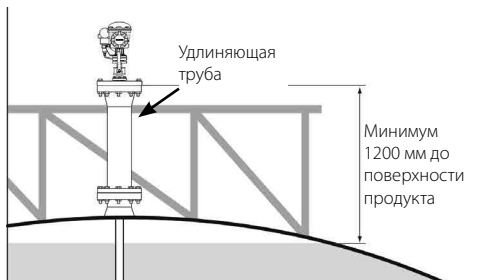


Рисунок 8.4.6: Уровнемер 5900S с удлиняющей трубой

8.5 Многозонный первичный преобразователь температуры

Многозонный первичный преобразователь температуры (MST) измеряет температуру с помощью нескольких первичных преобразователей температуры Pt100, расположенных на разной высоте для получения температурного профиля и средней температуры продукта. Точечные первичные преобразователи температуры располагаются в гибкой газонепроницаемой трубке из нержавеющей стали, которая прикрепляется к дну резервуара, см. п. «Установка трубки первичного преобразователя температуры» в справочном руководстве.

К многоканальному измерительному преобразователю температуры Rosemount 2240S можно подключить до 16 первичных преобразователей температуры Pt100.

Особенности процедуры установки

Многозонный первичный преобразователь температуры (MST) и сенсор уровня воды (WLS) следует устанавливать в резервуар до установки многоканального измерительного преобразователя температуры Rosemount 2240S.

MST/WLS обычно монтируются на дно резервуара с помощью груза, прикрепляемого к концу трубки. При заполнении или нагревании резервуар расширяется, что вызывает небольшое смещение крыши вверх. Груз снабжен карабином, который позволяет ему перемещаться для предотвращения повреждения трубки.

Многозонный первичный преобразователь температуры температуры (MST):

- Соблюдайте осторожность при работе с гибкой защитной трубкой
- Первичный преобразователь температуры и датчик уровня воды следует устанавливать как можно дальше от нагревательных змеевиков и мешалок.
- В случае повреждения гибкой трубки обратитесь в компанию Emerson.
- Не пытайтесь закрепить или отремонтировать первичный преобразователь температуры, поскольку это может привести к серьезным неисправностям.
- Датчик уровня воды:
- Соблюдайте осторожность при работе с датчиком уровня воды
- Не снимайте защиту с датчика, пока не определитесь с его окончательным положением в резервуаре

8 - Рекомендации по монтажу системы учета в резервуарных парках

Установка в резервуарах с фиксированной крышей

В резервуарах с фиксированной крышей MST крепится к фланцу, установленному на соответствующем патрубке.

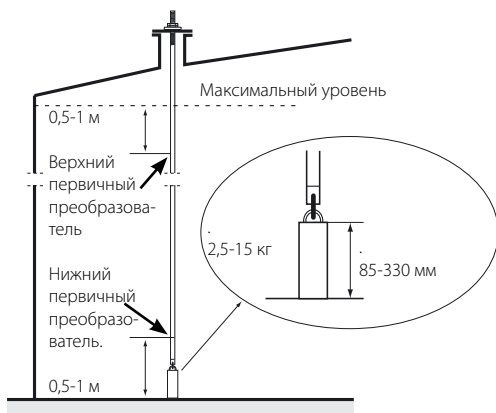


Рисунок 8.5.1: Установка многозонного первичного преобразователя температуры в резервуарах с фиксированной крышей

Установка в резервуарах с плавающей крышей

В резервуарах с плавающей крышей первичные преобразователи температуры монтируются в успокоительной трубе, как показано на рис. ниже, или в других подходящих отверстиях крыши.

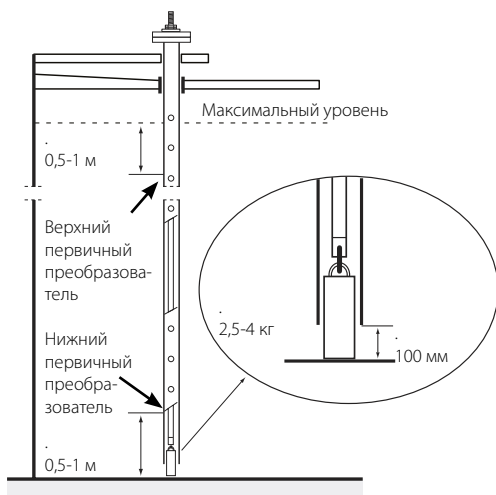


Рисунок 8.5.2: Установка многозонного первичного преобразователя температуры в успокоительной трубе.

Применение для коммерческого учета

При использовании для коммерческого учета согласно стандарту API, глава 7, рекомендуется устанавливать минимум один первичный преобразователь температуры на каждые 3 метра, как показано на рис. 8.5.3.

Emerson в некоторых случаях рекомендуют устанавливать больше первичных преобразователей температуры для резервуаров коммерческого учета в зависимости от условий эксплуатации резервуаров.

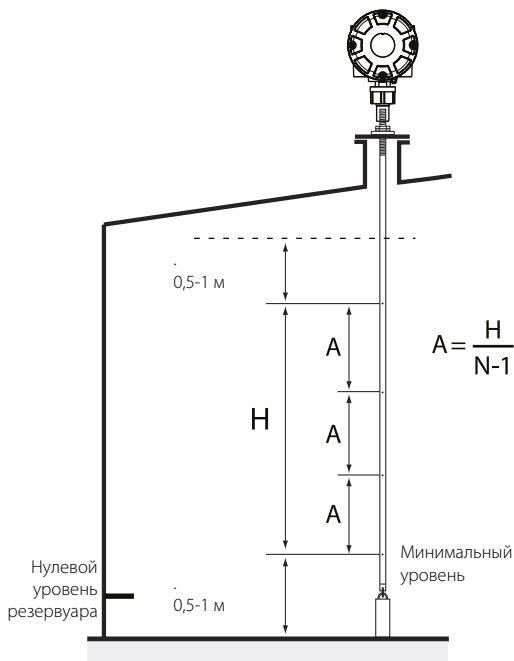


Рисунок 8.5.3: Рекомендованное расположение первичных преобразователей температуры при использовании для коммерческого учета

Датчик уровня воды

Зонд датчика уровня воды со встроенными первичными преобразователями температуры крепится к нижнему концу гибкой защитной трубки. Для стабилизации трубки крепится груз, как показано на рисунке на следующей странице:

8 - Рекомендации по монтажу системы учета в резервуарных парках

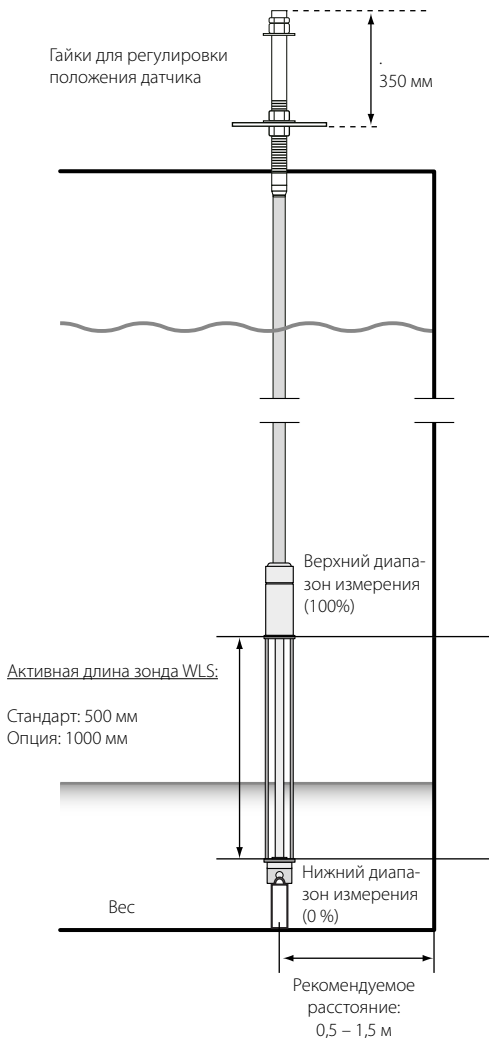


Рисунок 8.5.4: Датчик уровня воды со встроенными первичными преобразователями температуры

Трубку можно дополнительно стабилизировать, прикрепив концентрический груз над зондом WLS, а не на конце, чтобы обеспечить выполнение измерений как можно ближе к дну резервуара. Также можно извлечь рым-болт, который находится на конце трубы.

Установка трубки первичного преобразователя температуры

Для установки трубки первичного преобразователя температуры выполните следующие действия:

1. Прикрепите к трубке груз.
2. Установите трубку таким образом, чтобы резьба в верхней части трубки соответствовала фланцу штуцера, как показано на рисунке ниже.
3. После установки трубки на штуцере отрегулируйте ее положение с помощью контргайки. Если груз установлен на конце трубки, он должен едва касаться дна резервуара.
4. Установите многоканальный измерительный преобразователь температуры Rosemount 2240S.

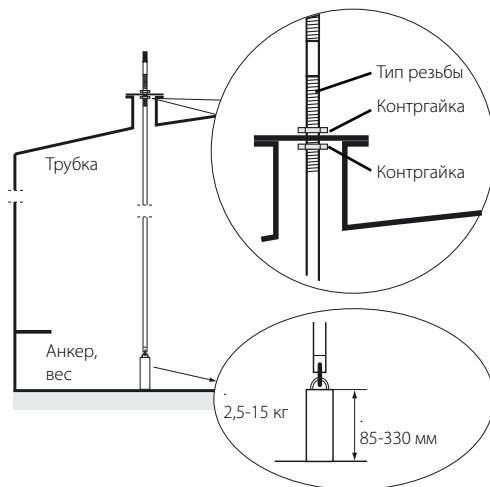


Рисунок 8.5.5: Отрегулируйте трубку первичного преобразователя температуры

ПРИМЕЧАНИЕ!

Чтобы обеспечить правильность измерений, убедитесь, что гибкая защитная трубка находится в вертикальном положении.

9

Рекомендации по установке систем измерения уровня по перепаду давления

Тема	Страница
9.1 Установка преобразователя давления и системы измерения уровня по перепаду давления при использовании влажного/сухого трубного колена _____	140
9.2 Одинарный преобразователь давления с системой разделительных мембран: в вентилируемом/открытом резервуаре (LT) _	141
9.3 Узел Tuned-System (Система, настроенная на измерения по перепаду давления): закрытый/резервуар под давлением _____	142
9.4 Узел измерения уровня по перепаду давления со сбалансированной системой: закрытый резервуар/резервуар под давлением _____	143
9.5 Установка системы измерения уровня по перепаду давления с использованием технологии ERS _____	144

9. Рекомендации по установке систем измерения уровня по перепаду давления

Системы измерения уровня по перепаду давления (DP) представляют собой пример применения методики прямого измерения уровня, которую легко проверить и откалибровать. Для открытых или вентилируемых резервуаров измерение выполняется с помощью преобразователя давления или перепада давления, установленного с импульсной линией или одной выносной мембраной. В закрытых резервуарах или резервуарах под давлением измерение выполняется с помощью преобразователя перепада давления с двумя импульсными линиями, двумя уплотнениями или по одной из каждого набора (импульсная линия и выносная мембрана). Кроме того, измерение можно выполнить с помощью двух измерительных преобразователей избыточного давления, которые связаны между собой в цифровом виде, и в одном из двух устройств производится расчет перепада давления.

Области измерения уровня по перепаду давления можно разделить на пять категорий:

- Смачиваемые системы, в которых импульсная линия соединяет резервуар с преобразователем и заполнен рабочей средой или конденсированными испарениями
- Датчики уровня непосредственного монтажа, где фланец, разделительная мембрана и заполняющая жидкость в сборе монтируются в открытый или вентилируемый резервуар
- Узел Tuned-System™, состоящий из датчика непосредственного монтажа и уплотнением в нижней части резервуара с капилляром и выносной мембраной, идущим к верхней части резервуара
- Датчики со сбалансированной разделительной системой, в которой диафрагмы установлены на обоих технологических соединениях с резервуаром, а для подключения к датчику используются капилляры равной длины.
- Электронные мембраны, где два преобразователя избыточного (или абсолютного) давления используются для электронного расчета перепада давления. Один сенсор устанавливается непосредственно на дне резервуара. Другой монтируется напрямую в верхней части резервуара, два сенсора соединены электрическим проводом.

9.1 Установка преобразователя давления и системы измерения уровня по перепаду давления при использовании влажного/сухого трубногo колена

В случае влажного колена необходимо поддерживать жидкость в колене на постоянной высоте. Если уровень (или вес) жидкости в импульсной линии изменяется, то это изменение будет определяться как изменение уровня резервуара, даже если уровень резервуара на самом деле не изменился.

Для влажных колен существует одна проблема: при падении давления возможно кипение на низкой стороне и утечка воды из трубы. (Кипение — это внезапное расширение горячей воды при снижении давления). Это особенно распространено в случае применения для барабана котла. В узком трубопроводе вода попадает обратно в барабан и происходит значительное понижение уровня во влажном колене.

Чтобы предотвратить общие проблемы с влажными коленами, можно использовать несколько простых рекомендаций, в частности:

- Влажные колена не должны быть изолированы. Нужна конденсация жидкости в коленах для стабильности
- Влажные колена не должны замерзнуть. Необходимо соблюдать осторожность, чтобы предотвратить замерзание, поскольку это может привести к блокировке, которая препятствует попаданию сигнала давления на преобразователь, и к разрыву импульсной линии. Как правило, для предотвращения замерзания в холодном климате используется подогрев трубопровода
- Колена должны быть параллельными или находиться под небольшим углом наклона и иметь одинаковую длину от нижнего отводного отверстия до преобразователя
- Длина влажных колен должна быть минимальной. Они должны быть ниже барабана или резервуара, но не более чем на 3 м. Чем длиннее импульсная линия, тем больше времени понадобится сигналу давления, чтобы достичь измерительного преобразователя. Длинные импульсные линии увеличивают время отклика
- Емкость для сбора конденсата поддерживает наполненное состояние колена со стороны пара барабана. Тем самым уменьшается воздействие эффекта кипения
- Если есть вероятность накопления осадка в импульсной линии, используйте систему продувки. Следует избегать образования отложений в импульсной линии. Осадок может блокировать сигнал давления от измерительного преобразователя, предотвращая тем самым получение показаний уровня. Если системы продувки не работают, можно вручную прочистить импульсную линию. Этот процесс заключается в проталкивании стержня вдоль линии для удаления накопившихся отложений. В некоторых случаях образование отложений может быть столь интенсивным, что продувку или прочистку линий придется включить в график планового технического обслуживания.
- При измерении уровня в барабане расстояние от резервуара до емкости для конденсата на нижней

стороне измерительного преобразователя должно быть достаточным, чтобы температура процесса снизилась до температуры ниже уровня насыщенного пара. То же самое относится и к верхней стороне измерительного преобразователя. Расстояние от резервуара до измерительного преобразователя должно быть достаточным, чтобы температура процесса снизилась до температуры ниже уровня насыщенного пара. Рекомендуемое значение температуры должно быть на 10°C ниже температуры насыщенного пара при расчетном давлении.

- Импульсная линия должна быть выполнена из ½-дюймовых труб и фитингов, а не из ¼-дюймовых соединительных труб и фитингов. ½-дюймовые трубы сортамента 40 имеют ВД 15,8 мм, а ½-дюймовые трубы сортамента 80 имеют ВД, равный 13,8 мм. ½-дюймовые трубы могут иметь ВД 9,4 мм, ВД трубных фитингов может быть еще меньше. Это может препятствовать свободному протеканию избыточного конденсата
- Используйте «полнопроходные» вентили, подходящие для давления и температуры технологического процесса. При использовании в открытом положении они должны быть полностью открыты

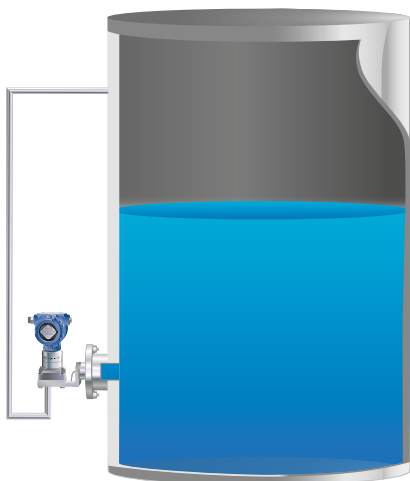


Рисунок 9.1.1: Установка влажного колена

9.2 Одинарный преобразователь давления с системой разделительных мембран: в вентилируемом/открытом резервуаре (LT)

Разделительная система состоит из измерительного преобразователя давления, одного уплотнения, заполняющей жидкости и фланца непосредственного монтажа. Во время работы тонкая и гибкая мембрана через заполняющую жидкость отделяет чувствительный элемент измерительного преобразователя давления от рабочей среды. Мембрана соединяется с измерительным преобразователем посредством капиллярной трубки или фланца прямого монтажа. Измерительный преобразователь/разделительную систему рекомендуется использовать в следующих случаях:

- Температура измеряемой среды выходит за пределы нормального рабочего диапазона датчика и не может быть ограничена в этих пределах с помощью импульсной линии.
- Измерение параметров коррозионноактивных сред; требуется периодическая замена датчиков, или использование специальных материалов в его конструкции.
- Рабочая среда содержит взвешенные твердые частицы или является вязкой и может засорить импульсную линию.
- Необходимо заменить влажные/сухие колена, чтобы сократить обслуживание в том случае, когда импульсные линии на стороне низкого давления нестабильны или часто нуждаются в наполнении/осушении.
- Рабочая среда в измерительном преобразователе или импульсной линии может замерзнуть или затвердеть.

Преобразователь давления с разделительной мембраной состоит из нескольких компонентов, выбор правильной системы позволит обеспечить наилучшие результаты и производительность. Выберите параметры преобразователя на основании следующего:

- Технические характеристики измерительного преобразователя
 - Точность и суммарная погрешность
 - Стабильность
 - Гарантия
- Конструкция
 - Копланарный: используется для измерения перепада давления
 - Штуцерный: применение для измерения давления
- Диапазон сенсора
 - Выберите самый низкий диапазон сенсора, который будет работать при максимальном давлении
- Особенности и возможности

Выберите технологическое присоединение на основе следующего:

9 - Рекомендации по установке систем измерения уровня по перепаду давления

- Размер и тип технологического присоединения
 - Фланцевое исполнение
 - Резьбовой
 - Специализация
- Выбор диафрагмы, связанный с рабочей средой и применением
 - Диафрагмы малого диаметра чувствительны к изменениям температуры. Диафрагмы большего диаметра помогают минимизировать ошибки.
 - Выберите надлежащие материалы конструкции: Нерж. сталь, сплав-С 276, титан (и т. д.)
 - Позолота (предотвращает проникновение водорода)
 - Тефлоновое покрытие (предотвращает налипания)
- Необходимо также учитывать материал прокладки
- Выберите диафрагму увеличенной высоты для тех областей применения, в которых возможно образование отложений или засорение

Выберите способ подключения измерительного преобразователя и технологического присоединения:

- Тип соединения
 - Непосредственный монтаж для упрощенной установки, минимизации температурных воздействий и ускорения реакции
 - Капиллярное соединение для увеличения максимального температурного диапазона
 - Обязательно используйте сварные соединения. Резьбовые капиллярные соединения протекают и пропускают воздух в систему
- Выбор капиллярных трубок
 - Уменьшенный ВД для повышения точности
 - Увеличенный ВД для улучшения времени отклика
 - Используйте минимальную длину, чтобы увеличить точность и уменьшить время отклика
- Каждая заполняющая жидкость имеет свои уникальные физические характеристики и играет важнейшую роль в общей эффективности системы. Физические характеристики включают следующие параметры: вязкость, коэффициент теплового расширения и удельная плотность.
 - Для улучшения времени отклика используйте жидкости с низкой вязкостью
 - Используйте заполняющие жидкости с низким коэффициентом теплового расширения, чтобы уменьшить влияние температуры

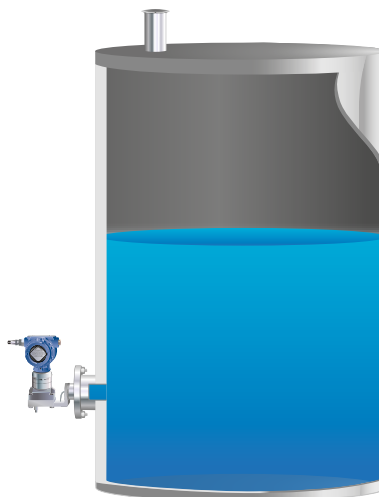


Рисунок 9.2.1: Иллюстрация установки системы измерения уровня по перепаду давления (Система DP) в вентилируемом резервуаре

Также большое значение имеет установка измерительного преобразователя с разделительной мембраной в сборе. Хотя разделительные мембраны предоставляют пользователю большую гибкость при монтаже, их возможности не безграничны. В большинстве случаев наилучшим методом является непосредственный монтаж. Для применения в вакууме измерительный преобразователь всегда должен устанавливаться на уровне или ниже уровня нижнего отводного отверстия. Для резервуаров с атмосферным давлением и выше измерительный преобразователь может быть установлен над нижней разделительной мембраной, однако расстояние, умноженное на удельную плотность заполняющей жидкости, всегда должно быть меньше, чем эквивалент 1 атмосферы давления. Обе эти меры помогают предотвратить повреждение разделительной мембраны и обеспечить надлежащее функционирование всей системы.

9.3 Узел Tuned-System (Система, настроенная на измерения по перепаду давления): закрытый/ резервуар под давлением

Датчики давления с разделительными мембранами Tuned-System – это оптимальный метод монтажа датчиков в небольших резервуарах и установках высокого давления. Tuned system значительно отличаются от традиционных симметричных конфигураций (уравновешенные системы) и обеспечивают снижение влияния ошибок, обусловленных изменениями температуры, наилучшее время отклика и сокращение расходов на монтажные работы. В разделительных системах датчиков дифференциального давления традиционно предусматривается одинаковая длина капилляров и конструкция мембран в технологических соединениях высокого и низкого давления. Традиционно

9 - Рекомендации по установке систем измерения уровня по перепаду давления

считалось, что симметричные системы обеспечивают наилучшую эффективность работы системы в целом. На самом деле асимметрия настроенных систем способствует компенсации ошибок, обусловленных изменениями температуры.

Узел настроенной системы представляют собой асимметричную конфигурацию мембранной разделительной системы для измерительных преобразователей перепада давления. Узел настроенной системы непосредственно устанавливает разделительную мембрану на технологическое соединение высокого давления. Устранение лишнего капилляра высокого давления немедленно улучшает время отклика и эффективность работы, при этом снижается стоимость монтажа. Суммарная погрешность системы компенсируется благодаря уравниванию ошибок, обусловленных мембраной и ошибками, вызванными влиянием температуры на гидростатический напор.

Стоимость монтажа понижается благодаря устранению дополнительного капилляра высокого давления. Так как датчик монтируется непосредственно на резервуар, стоимость монтажа дополнительно снижается за счет отказа от монтажного основания и кронштейна.

Советы по выбору и установке правильной сборки системы для вашего варианта применения см. в разделе «Одинарный преобразователь давления с системой разделительных мембран: в вентилируемом/открытом резервуаре (LT)».



Рисунок 9.3.1: Настроенная система (Tuned-System)

9.4 Узел измерения уровня по перепаду давления со сбалансированной системой: закрытый резервуар/резервуар под давлением

Сбалансированные (симметричные) системы выносных мембран имеют одинаковую длину капилляров и одинаковые типы уплотнений как на верхней, так и на нижней стороне.

Как упоминалось ранее, сбалансированная система устраняет влияние температуры уплотнения, но не устраняет влияние температуры на гидростатический напор. Из-за этого сбалансированная система не так точна, а время отклика больше, чем у настроенной системы.

При этом сбалансированные системы находят своего потребителя. Чтобы максимально увеличить их возможности, полезно использовать диафрагму самого большого диаметра, которая является практичной, наряду с самыми короткими капиллярными линиями, которые имеют наименьший внутренний диаметр.

Также большое значение имеет установка измерительного преобразователя с разделительной мембраной в сборе. Хотя разделительные мембраны предоставляют пользователю большую гибкость при монтаже, их возможности не безграничны. Для применения в вакууме измерительный преобразователь всегда должен устанавливаться на уровне или ниже уровня нижнего отводного отверстия. Для резервуаров с атмосферным давлением и выше измерительный преобразователь может быть установлен над нижней разделительной мембраной, однако расстояние, умноженное на удельную плотность заполняющей жидкости, всегда должно быть меньше, чем эквивалент 1 атмосферы давления.

Обе эти меры помогают предотвратить повреждение разделительной мембраны и обеспечить надлежащее функционирование всей системы.

Советы по выбору и установке правильной сборки сбалансированной системы для вашего варианта применения см. в разделе «Одинарный преобразователь давления с системой разделительных мембран: в вентилируемом/открытом резервуаре (LT)».

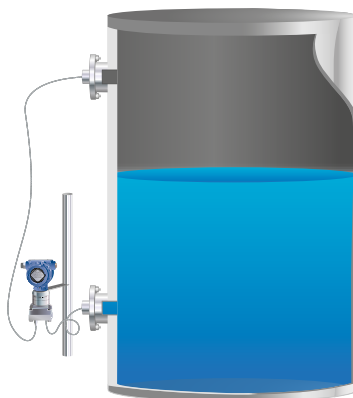


Рисунок 9.4.1: Сбалансированная система

9.5 Установка системы измерения уровня по перепаду давления с использованием технологии ERS

Технология электронных выносных сенсоров (ERS) является наилучшим вариантом для применения переменного перепада давления в ректификационных колоннах, высоких резервуарах и других аналогичных применениях, для которых традиционно требуются чрезмерные длины импульсных трубопроводов или капилляров.

В системе Rosemount 3051S ERS™ используется не один датчик дифференциального давления, а два датчика избыточного или абсолютного давления непосредственного монтажа, связанных между собой электрической линией связи. Датчик, установленный в нижней части резервуара, регистрирует давление, величина которого учитывает уровень жидкости и давление паров. Датчик, расположенный в верхней части резервуара, измеряет только давление паров. Дифференциальное давление рассчитывается путем вычитания показаний верхнего датчика (PLO) из показаний нижнего датчика (PHI). Этот расчет осуществляется при помощи набора встроенных электронных средств, размещенных в одном из датчиков.

Поскольку в системе Rosemount 3051S ERS используется цифровая архитектура, в отличие от традиционной механической установки, технология ERS может обеспечить ускоренное время отклика, более стабильные и воспроизводимые измерения и упрощенную установку.

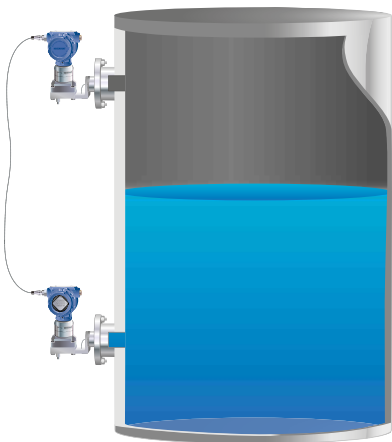


Рисунок 9.5.1: Установка ERS

Выбор сенсора

При рассмотрении вопроса об использовании системы ERS Rosemount 3051S для конкретного применения необходимо учитывать как давление испарений (статическое), так и диапазон дифференциального давления. В традиционном применении измерительного преобразователя DP сенсор перепада давления характеризуется только по интервалу DP

от уровня жидкости. Для применения ERS с использованием измерительных преобразователей избыточного или абсолютного давления, диапазон сенсора для каждого устройства должен быть измерен для всего давления в резервуаре (DP + давление испарений). Из-за этого более традиционная технология измерения уровня по перепаду давления, такая как применение узла настроенной системы, может быть лучшим решением для тех систем, которые работают при более высоких давлениях с небольшими интервалами DP.

Для большинства приложений ERS должно быть достаточно использования двух сенсоров избыточного давления. Тем не менее, в системах, которые находятся в условиях вакуума, следует применять два сенсора абсолютного давления.

Технологические присоединения

Одним из основных преимуществ ERS-системы Rosemount 3051S является разнообразие способов установки этой технологии. Например, систему ERS Rosemount 3051S можно установить со стандартными фланцами измерительного преобразователя, плоскими фланцами, измерительными вентильными блоками или разделительными мембранами непосредственного монтажа.

В зависимости от температуры, физических и химических характеристик процесса необходимо использовать соответствующий тип присоединения. Ниже приведены температурные диапазоны для различных конфигураций ERS:

Тип соединения	Предел температуры
Копланарный сенсор:	
С копланарным фланцем	121°C
С обычным фланцем	149°C
С плоским фланцем	149°C
С интегральным вентильным блоком 305	149°C
Датчик традиционной фланцевой конструкции	121°C
Разделительная мембрана непосредственного монтажа (UltraTherm™ 805):	410°C
Выносная разделительная мембрана (UltraTherm™ 805):	410°C

Таблица 9.5.1: Температурные диапазоны различных конфигураций ERS

Например, для применений при температуре выше 260 °C может потребоваться установка каждого сенсора с укороченным импульсным трубопроводом, или с выносной мембраной с коротким капилляром, чтобы обеспечить достаточное рассеивание тепла и гарантировать отсутствие перегрева. Также можно использовать расширитель диапазона температур Rosemount, который позволяет устанавливать систему ERS напрямую при температурах до 410 °C. Кроме того, уплотнения все еще могут потребоваться

9 - Рекомендации по установке систем измерения уровня по перепаду давления

для тех процессов, которые являются вязкими, коррозионными или другими, подробно описанными в разделе 9.2.

Кабель для соединения датчиков ERS

Электрическое соединение между двумя датчиками выполнено с помощью стандартного кабеля. Рекомендуемый кабель можно приобрести в компании Emerson. Можно использовать и другие кабели, если это экранированная витая пара с удельной емкостью не более 163 пФ/м. Кроме того, вся проводка должна быть выполнена в соответствии с необходимыми разрешениями для установки в опасных зонах. Например, для некоторых взрывоопасных сред может потребоваться применение жесткого канала. Длина кабеля между двумя сенсорами ERS ограничена до 152,4 метра.



10

Рекомендации по установке ультразвуковых уровнемеров

Тема

Страница

10.1 Ультразвуковой уровнемер _____ 148



10. Рекомендации по установке ультразвуковых уровнемеров

10.1 Ультразвуковой уровнемер

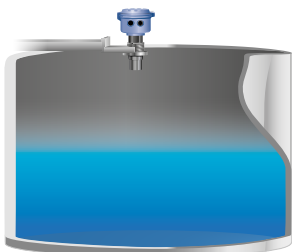


Рисунок 10.1.1: Измерение уровня в отстойнике с помощью ультразвукового уровнемера

10.1.1 Области применения

- Уровень резервуара-хранилища
- Уровень резервуара
- Поток в открытом канале водосливов и водостоков
- Уровень сточных ям
- Уровень буферного резервуара
- Подземные сточные колодцы
- Сточные колодцы градирни
- Расход охлаждающей воды на входе/выходе
- Мониторинг состояния сетчатого фильтра на входе воды
- Переработка/обработка сточных вод и шлама
- Уровень фильтрующего слоя
- Резервуары смазочных масел

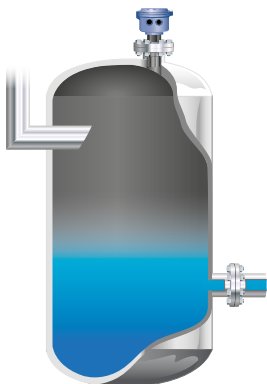


Рисунок 10.1.2: Измерение уровня в резервуаре с помощью ультразвукового уровнемера

10.1.2 Практический опыт применения

Используйте следующую модель уровнемера 3100 в зависимости от типа применения:

Применение	Рекомендуемая модель	Примечание
Простое измерение уровня; вода, химикаты или нефти	3101 3107	Используйте 3107 в местах, где существует риск периодического погружения
Измерение уровня, когда требуется локальная сигнализация/ контроль	3102	
Измерение перепада уровня	диапазон 2x3107 (12 м) диапазон 2x3108 (3,3 м)	Используйте с универсальным контроллером 3490
Измерение уровня в опасных зонах	3105	
Измерение расхода или объема в открытом канале	3102 или 3108 (неопасные зоны) 3105 (опасные зоны)	Используйте 3108 в местах, где существует риск периодического погружения

Таблица 10.1.1: Выбор модели Уровнемера 3100 в зависимости от типа применения

- При использовании ультразвукового уровнемера в сложных условиях измерения, таких как турбулентность и наличие пены на поверхности, рекомендуется производить монтаж в успокоительную вентилируемую трубу.
- Для измерения уровня жидкости в сточных колодцах и отстойниках или там, где существует риск погружения ультразвукового преобразователя под воду на определенный период времени, используйте герметизированную модель 3107.
- Используйте модель 3108 в открытых каналах, таких как измерение расхода на входе/выходе воды в водяной поток.
- Для компенсации изменения температуры окружающего воздуха в уровнемере предусмотрен первичный преобразователь температуры.
- Любой вышеуказанный ультразвуковой уровнемер может использоваться совместно с универсальным контроллером 3490 там, где требуется локальное управление насосом или отображение измерений.
- Для связи и настройки любого типа уровнемера по протоколу HART можно использовать универсальный контроллер 3490.

10 - Рекомендации по установке ультразвуковых уровнемеров

Ультразвуковые уровнемеры обеспечивают бесперебойную и надежную эксплуатацию при условии выполнения всех требований по монтажу.

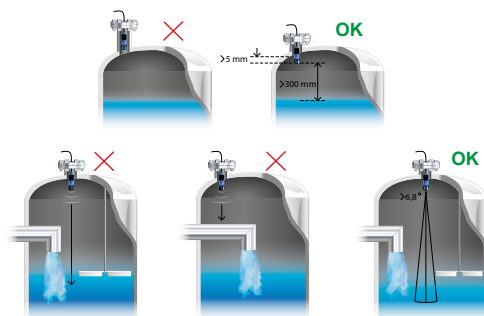


Рисунок 10.1.3: Правильное и неправильное расположение ультразвуковых уровнемеров в резервуаре

- Не монтируйте прибор непосредственно над впускными и выпускными патрубками или над внутренними конструкциями резервуара, которые могут вызвать появление ложных отражений.
- Избегайте размещения над зонами, в которых может собираться и застаиваться пена.
- Оптимальным положением уровнемера считается установка на расстоянии $1/3$ радиуса резервуара от боковой стенки. При установке поблизости от стенки резервуара убедитесь в отсутствии выступающих частей, сварных швов или налипшей пены.
- Конструкция уровнемеров 3100 предусматривает монтаж на неметаллическом фланце. Пластмассовые фланцы поставляются в качестве опциональных комплектующих. Если нет другого выбора, кроме как использовать металлический фланец, убедитесь, что уровнемер завинчивается во фланец только усилием руки.
- Во всех случаях предпочтительно монтировать датчик таким образом, чтобы его лицевая поверхность выступала вовнутрь резервуара не менее, чем на 6 мм. При монтаже на патрубке или проставке внутренний диаметр должен быть не менее 150 мм, а максимальная длина патрубка должна быть не более 350 мм.
- Если прибор подвергается воздействию прямых солнечных лучей и может нагреваться до $50 \text{ }^\circ\text{C}$ или выше, рекомендуется использовать солнцезащитный экран.
- Уровнемеры 3100 можно использовать для измерения расхода в открытых каналах. Для этой области применения имеются специфические рекомендации, которые должны выполняться для достижения точности показаний – полные сведения см. в руководстве по эксплуатации прибора.

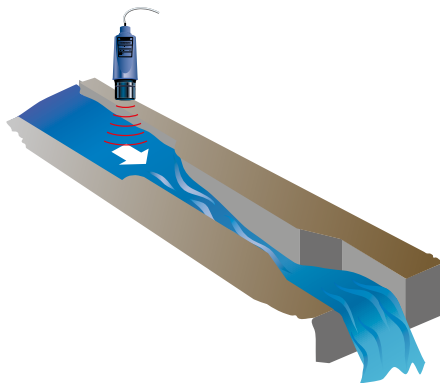


Рисунок 10.1.4: Измерение потока в открытом канале с помощью ультразвукового уровнемера 3108

10.1.3 Рекомендации по установке ультразвукового уровнемера в трубу

При установке ультразвукового уровнемера в успокоительном колодце или в байпасной камере необходимо учитывать некоторые ограничения относительно длины трубы по сравнению с диаметром.

Диаметр трубы	Максимальная длина трубы
$\leq 100 \text{ мм}$	Не рекомендуется
от 100 мм до 150 мм	5 м
$> 150 \text{ мм}$	8 м

Таблица 10.2.1: Длины успокоительного колодца и байпасной камеры по сравнению с диаметром при установке ультразвукового уровнемера

10.1.4 Дополнительные рекомендации по установке уровнемера при измерении расхода в открытом канале

- Общая точность измерения расхода определяется полной системой измерения расхода, куда входит первичный преобразователь.
- Размещение уровнемеров критически важно, они должны располагаться на нужном расстоянии выше структуры течения – так, как это установлено в соответствующем стандарте для вашей страны.
- Важно, чтобы точка отсчета на дне устройства для уровнемера была привязана ко дну первичного преобразователя, а не к расстоянию между уровнемером и дном канала непосредственно под ним.
- В точке замера поверхность жидкости должна быть стабильной и гладкой. Она не должна подвергаться воздействию раскателей и турбуляризаторов потока, пены, гидравлических ударов и прочих факторов, вызывающих прерывание потока.
- Следует избегать установки уровнемера, при которой

10 - Рекомендации по установке ультразвуковых уровнемеров

будет существовать риск погружения в жидкость (дополнительную информацию см. в соответствующем стандарте).

- Уровнемер 3108 оснащено выносным первичным преобразователем температуры, который может быть установлен в распределительную коробку и закреплен в кабельном вводе или установлен на простом угловом кронштейне в водосливной камере или в канале.

11

Рекомендации по монтажу сигнализаторов уровня

Тема

Страница

11.1 Вибрационные сигнализаторы _____ 152



11. Рекомендации по монтажу сигнализаторов уровня

11.1 Вибрационные сигнализаторы

- Используйте эти устройства там, где необходима определенная степень отказоустойчивости и самодиагностики
- Используйте там, где жидкость является коррозионной и требует применения специальных материалов, контактирующих с рабочей средой
- Используйте в тех случаях, когда жидкость может содержать взвешенные частицы, и предпочтительно применение устройства без движущихся частей
- Используйте, когда требуется минимальное проникновение в резервуар или трубу

Серия Rosemount 2100 состоит из 6 типов сигнализаторов с вибрационной вилкой, предназначенных для установки в различных типах точечного измерения уровня.

Для выбора наилучшего варианта для вашей установки можно использовать следующие рекомендации:

Сигнализатор 2110 – Компактная модель. Подходит для установки в небольших резервуарах/трубах или для быстрого монтажа в больших объемах/применениях типа OEM



Рисунок 11.1.1: Сигнализатор 2110

Сигнализатор 2120 – стандартная модель. Широкий выбор материалов, типов технологических соединений и вариантов выхода (выбор выхода приведен в следующем разделе).



Рисунок 11.1.2: Сигнализатор 2120

Сигнализатор 2130 – модель с расширенными функциями самодиагностики. Гибкость опций сигнализатор 2120 с расширенными возможностями для сложных условий процесса. (Выбор выхода см. в следующем разделе.)



Рисунок 11.1.3: Сигнализатор 2130

Сигнализатор 2140 – Проводная модель HART, подходящая для стандартных приложений мониторинга и управления. Установите в существующие контуры HART без дополнительной двухточечной проводки.



Рисунок 11.1.4: Сигнализатор 2140 и Рисунок 11.1.5: сигнализатор 2140:SIS

Сигнализатор 2140:SIS – Сертифицированная для систем безопасности проводная модель HART, подходящая для областей применения с обеспечением функциональной безопасности и критического контроля. Установите в существующие контуры HART без дополнительной двухточечной проводки.

Сигнализатор 2160 – Беспроводная модель с протоколом HART. Установите автоматизацию в удаленных и труднодоступных местах. Для установки не требуется никакая проводка/дополнительная инфраструктура.



Рисунок 11.1.6: Сигнализатор 2160

11.1.2 Выбор выхода для сигнализаторов 2120 и 2130

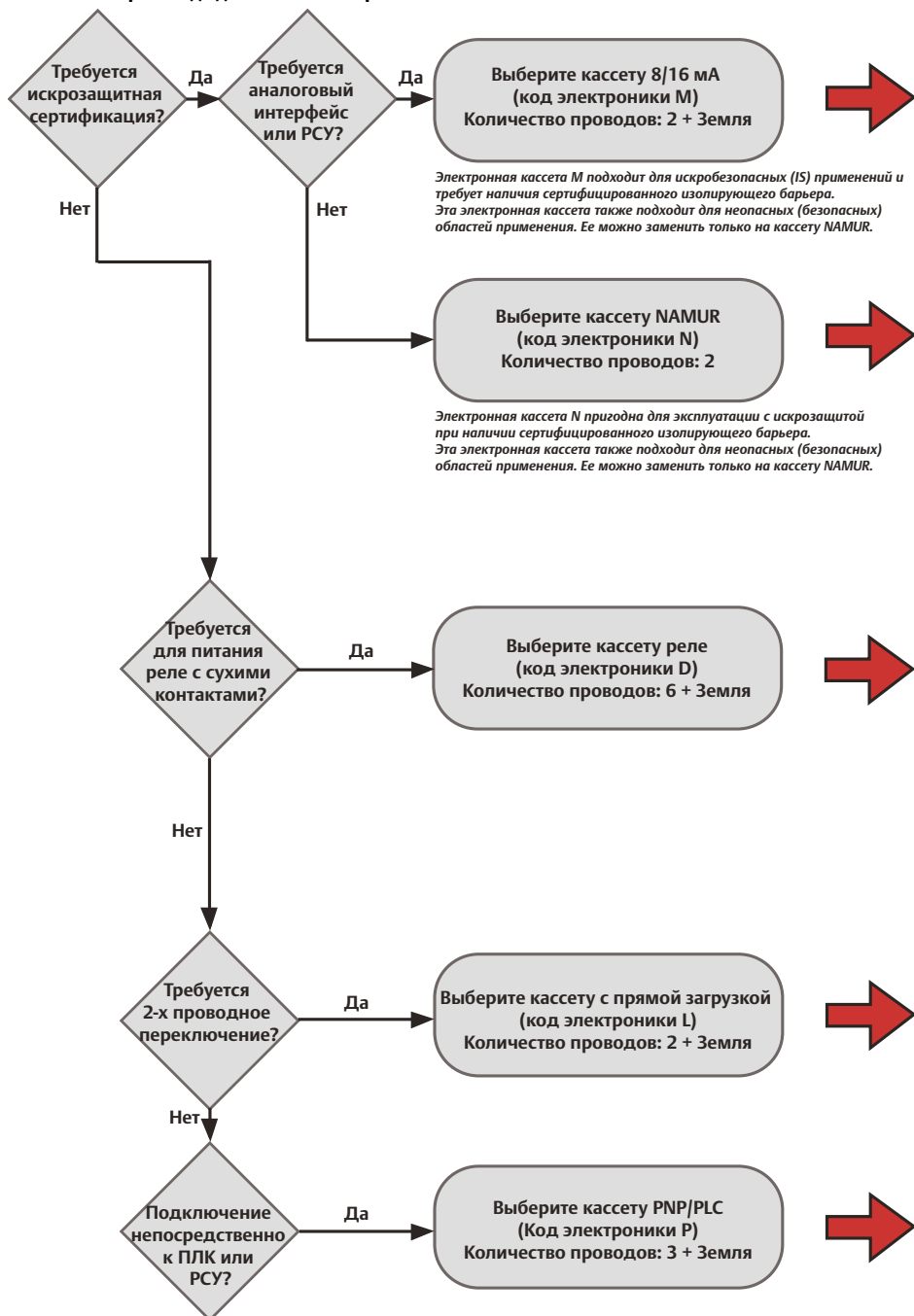


Таблица 11.1.1 Выбор выхода сигнализаторов с вибрационной вилкой (а)

11 - Рекомендации по монтажу сигнализаторов уровня

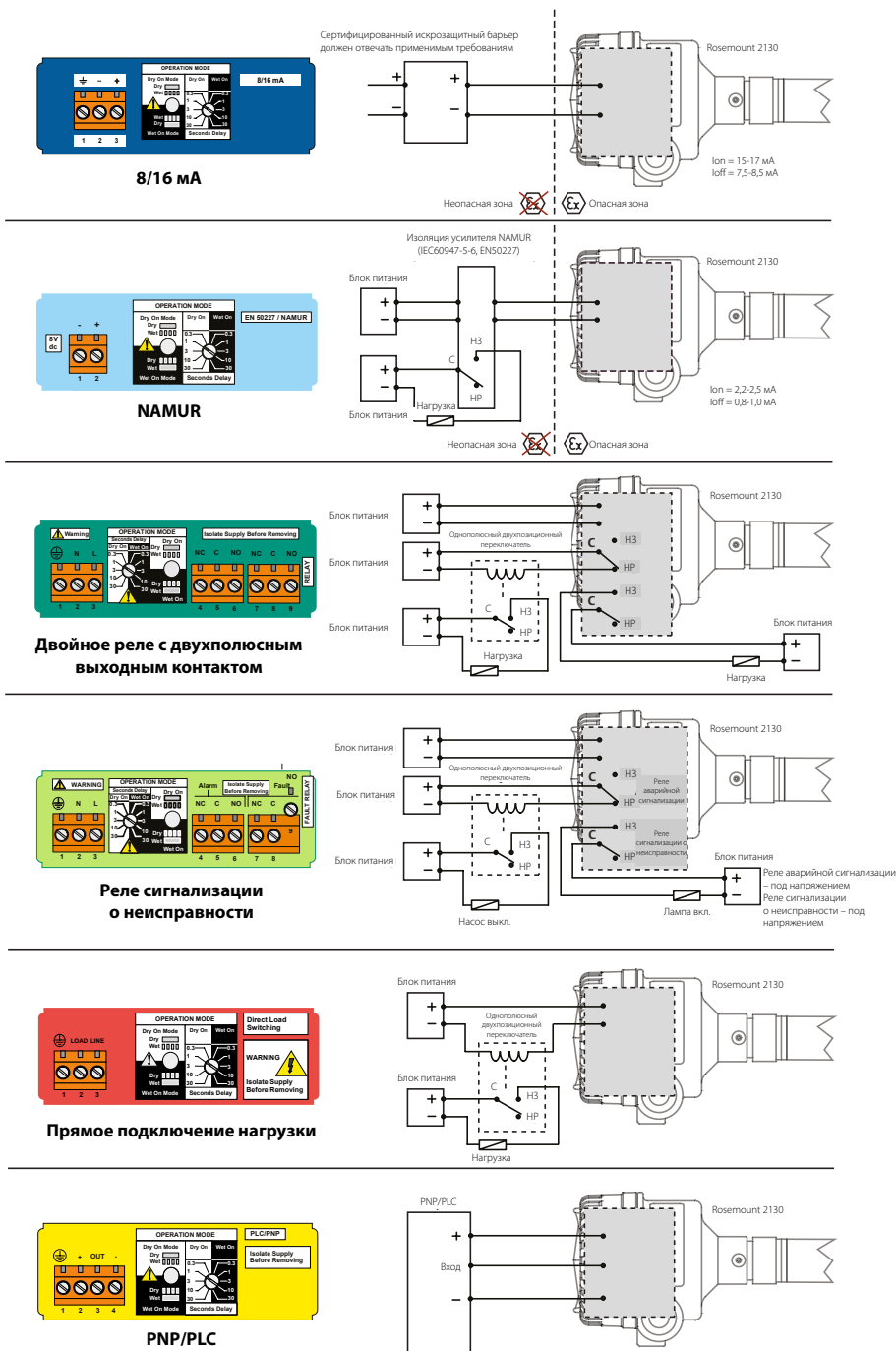


Таблица 11.1.2 Выбор выхода сигнализаторов с вибрационной вилкой (b)

11.1.3 Особенности монтажа

Перед установкой сигнализатора уровня Rosemount 2100 учтите специфические рекомендации и требования к монтажу.

- Серия Rosemount 2100 доступна в виде
- искробезопасных (IS) или взрывозащищенных/ взрывобезопасных версий для установки в опасных зонах, а также в исполнениях для эксплуатации в обычных зонах, не относящихся к какому-либо классу опасности.
- Устройства серии Rosemount 2100 можно устанавливать как горизонтально, так и вертикально в открытом или закрытом резервуаре или на трубе. Имеется широкий выбор вариантов резьбовых, фланцевых соединений, а также соединений для применения в пищевой и фармацевтической промышленности и производстве напитков.
- Поддерживаемые диапазоны технологической температуры зависят от выбранного кода рабочей температуры в номере модели.
- Если через вилку будет идти поток жидкости, то ее необходимо установить так, что жидкость текла через зазор в вилке (см. рис. 10.1.4)
- Всегда устанавливайте сигнализатор в нормально замкнутое состояние (состояние «включено»)
 - Для верхнего уровня рекомендуется состояние Сухой = вкл
 - Для низкого уровня рекомендуется Влажный = вкл
- Обязательно выполните испытание точки переключения системы магнитным методом при вводе установки в эксплуатацию (Сигнализаторы 2110, 2120, 2130)
- Обеспечьте достаточное пространство для монтажа и электрических соединений
- Оставьте зазор 19 мм для стандартной снимаемой крышки. Если установлен ЖК-дисплей, оставьте зазор 76,2 мм для снятия расширенной крышки.
- Убедитесь, что вилки не соприкасаются со стенкой резервуара либо другой внутренней арматурой или препятствиями
- Избегайте установки сигнализатора уровня жидкости Rosemount 2100 в местах подачи жидкости в резервуар у наливного отверстия.
- Избегайте наличия сильных брызг на вилках, однако увеличение задержки переключения уменьшает случайное переключение, вызванное разбрызгиванием
- Проверьте риск скопления рабочей среды на вилках сигнализаторов уровня. Избегайте ситуаций, когда технологическая сушка и обволакивающая среда нанесения покрытия может создать чрезмерные отложения, или применяйте программы профилактического обслуживания, чтобы гарантировать, что данного отложения недостаточно для снижения производительности
- Убедитесь, что на вилках не скапливаются образования, создающие перемычки. Образование перемычек на вилках возможно при работе сигнализатора с целлюлозно-бумажной массой, имеющей высокую плотность, а также битумом.
- Обеспечьте достаточное расстояние между наслоениями на стенках резервуара и вилкой
- Обеспечьте, чтобы при монтаже не создавались полости вокруг вилки, в которых может накапливаться жидкость (это важно для жидкостей с высокой вязкостью и плотностью)

- Устраните вибрацию удлиненной вилки, установив соответствующую опору (см. рис. 11.1.8)
- При использовании в насосных системах устанавливайте на достаточном расстоянии от насоса, чтобы избежать кавитации
- Установите сигнализатор 2140 на низком уровне в сепараторе, чтобы обнаружить накопление осадка. Установите устройство таким образом, чтобы зубья вил находились там, где наиболее вероятно накопление песка.

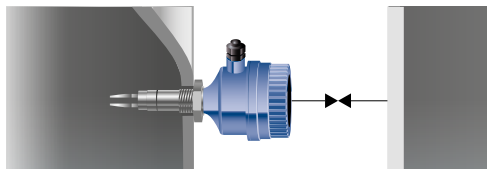


Рисунок 11.1.7: Обеспечьте достаточное пространство за пределами резервуара

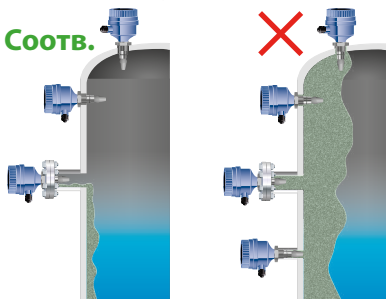


Рисунок 11.1.8: Пример удовлетворительного и неудовлетворительного состояния при отложении продукта на стенке резервуара

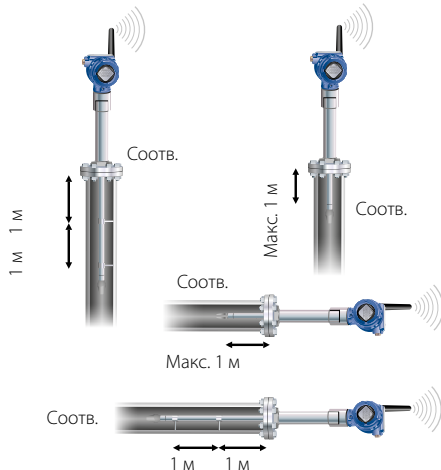


Рисунок 11.1.9: Опора вилки через каждый 1 м

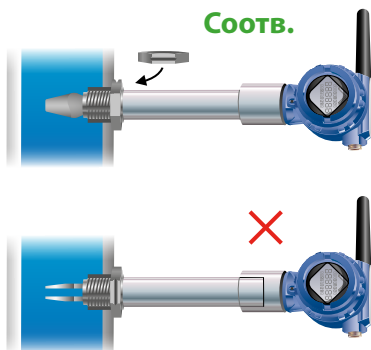


Рисунок 11.1.10: Выравнивание вилки в трубе

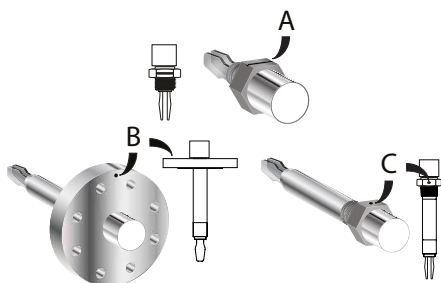


Рисунок 11.1.11: Правильное выравнивание вилки

12

Рекомендации по установке систем измерения уровня с учетом проводимости материалов

Тема	Страница
12.1 Система контроля, установленная на барабане котла _____	158
12.2 Системы обнаружения воды/пара _____	158



12. Рекомендации по установке систем измерения уровня с учетом проводимости материалов

В состав систем мониторинга пара и воды часто входят приборы для измерения электропроводности, чтобы контролировать уровень и обнаруживать присутствие воды в котле или трубопроводе. Системы измерения проводимости часто используются совместно с датчиком перепада давления или радаром в качестве резерва, для использования альтернативных технологий.

12.1 Система контроля, устанавливаемая на барабане котла

Может потребоваться настройка пользовательских параметров на месте эксплуатации, так, чтобы настройки подходили для данного конкретного применения. Обратитесь к справочному руководству для получения полной информации о процедурах ввода в эксплуатацию.

- Тестирование недавно установленной системы после установки всегда разумный подход
- В случае неровных барабанов систему можно установить на каждом конце барабана и применить усреднение к результирующим сигналам 4-20 мА.
- Используйте встроенные реле для подачи сигналов аварийной сигнализации о неисправностях и аварийных отключениях или аварийных сигналов уровня.
- Убедитесь, что установка соответствует местному законодательству или другим применимым рекомендациям
- Крайне важно, чтобы технологические трубы между барабаном котла и водяной колонной были ориентированы и подготовлены в соответствии с техническим руководством. Технологические соединения должны быть наклонены, чтобы способствовать потоку конденсата. См. рисунок.

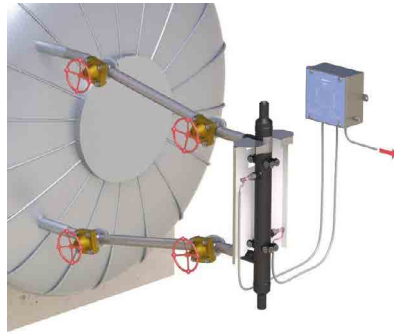


Рисунок 12.1.1: Правильная установка и ориентация технологических труб

- Верхние соединительные трубы не должны быть изолированы. Для создания конденсата последние 0,5 метра верхнего парового элемента не должны иметь теплоизоляции.
- Обеспечьте эффективную очистку воды, чтобы избежать высокой проводимости, поскольку это может привести к ложным показаниям
- Запрещается оставлять корпус открытым при активной внутренней работе
- Корпус должен быть расположен в пределах длины кабеля электрода от крепления водяной колонны.
- Используйте только высокотемпературную электродную проводку, поставляемую с завода.
- Корпус электроники предпочтительно устанавливать на стене или на вертикальной стойке для упрощения обслуживания. Место установки должно выдерживать четырехкратное превышение массы оборудования. Показатели веса см. в руководстве
- Для очистки корпуса используйте только влажную ткань с мягким моющим средством на водной основе. Очистке подлежат только внешние поверхности оборудования. Не допускайте попадания жидкости или попадания внутрь прибора
- Рекомендуется регулярная проверка электродов. Их следует снять, проверить на наличие признаков повреждения, очистить и заменить. Поврежденные или сильно загрязненные электроды следует заменить.

12.2 Системы обнаружения воды/пара

Может потребоваться настройка пользовательских параметров на месте эксплуатации, так, чтобы настройки подходили для данного конкретного применения. Обратитесь к справочному руководству для получения полной информации о процедурах ввода в эксплуатацию.

- Тестирование недавно установленной системы после установки всегда разумный подход
- Установите систему для обнаружения воды в сети паропроводов (TWIP-система предотвращения попадания воды в турбины), контроля уровня в резервуаре

12 - Рекомендации по установке систем измерения уровня с учетом проводимости материалов

конденсата и аварийную сигнализацию по высокому уровню на нагревателях подачи.

- Для использования в системе противоаварийной защиты доступны модели, сертифицированные по SIL.
- Установите корпус электроники достаточно далеко от парового барабана, чтобы избежать чрезмерного повышения температуры корпуса

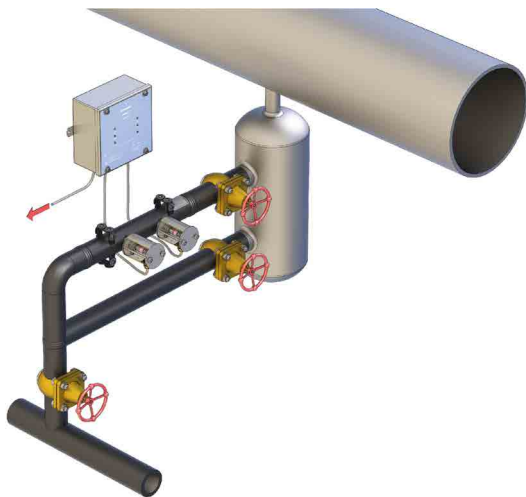


Рисунок 12.2.1: Система обнаружения воды/пара для определения воды в потоке острого пара (TWIP)

- Обязательно используйте защитные вставки и высокотемпературные соединительные кабели из комплекта поставки или запасных частей, поставляемых с завода
- Установите электроды внутри заводских вставок или клапанного блока и подключите их с помощью поставляемого заводом высокотемпературного кабеля.
- Блок устанавливается в удобном месте для облегчения обслуживания. Корпус должен быть подключен к заземляющей точке соответствующим кабелем. Размеры корпуса, инструкции по установке и метод заземления описаны в техническом руководстве.

13

Комплексное решение – волноводные радары и камеры Rosemount™ 9901

Тема	Страница
13.1 Каковы преимущества комплексного решения? _____	162
13.2 Рекомендации по установке волноводных радаров в камерах _____	162
13.3 Рекомендации по выбору зонда и камеры _____	163
13.4 Как выбрать и определить размеры вашей камеры и волноводного радара __	163

13. Комплексное решение - волноводные радары и камеры Rosemount 9901

Камера 9901 полностью совместима с измерительной аппаратурой компании Emerson. Комбинация волноводного радара и камеры Rosemount 9901 разработана для безопасной эксплуатации, отвечает самым строгим промышленным стандартам и является готовым решением для монтажа.

13.1 Каковы преимущества комплексного решения?

CPS предлагает следующие преимущества:

- Комплексное решение для измерения, поставляется в полной готовности к монтажу
- Разработан и изготовлен с учетом номинальных значений давления и температуры (P/T) для подсоединения к резервуару
- Изготовлен из сертифицированного и прослеживаемого материала
- Изготовлен с привлечением квалифицированных сварщиков и применением аттестованных сварочных процедур
- Собран и настроен на заводе перед отправкой (если выбрана опция «ХС»)
- Возможность инспекции заказчиком на площадке
- Подтвержденная временем производительность и технология

13.2 Рекомендации по установке волноводных радаров в камерах

Камеры используются для измерения уровня за пределами технологического резервуара. Необходимо, чтобы уровень в камере соответствовал уровню в резервуаре. Для этого учитывается следующее: размер камеры и соединения, тип зонда волноводного радара и его установка.

Волноводные радары могут использоваться в камерах диаметром 50, 75 или 100 мм, хотя радар 9901 доступен только в исполнениях для 75 и 100 мм. Компания Emerson рекомендует использовать камеры большего размера для предотвращения потенциальных проблем, описание которых приведено ниже.

Некоторые параметры влияют на результаты измерения уровня, см. таблицу 11.3.1.

Длина камеры соответствует желаемому измерительному диапазону. В то время как общая масса и стоимость имеют приоритетное значение, в конечном счете на точность измерения влияет диаметр камеры, соединения и условия окружающей среды. При использовании камеры могут возникнуть следующие сложности:

13.2.1 Эффекты выделения газа

Если из жидкости могут выходить газы при падении давления в системе, то пузырьки газа могут поднимать уровень в камере. В камере большего диаметра этот эффект не так критичен для уровня жидкости.

13.2.2 Диаметр камеры

В камерах узкого диаметра зонд может коснуться или приблизиться к стенке, особенно при увеличении длины. Для дополнительной устойчивости могут использоваться центрирующие диски. Однако на них возможно образование налета, поэтому использовать их следует с осторожностью.

В узких камерах предпочтительней использовать жесткие зонды, но при их установке не допускать изгиба. При использовании гибких зондов следует натянуть провод зонда так, чтобы он не касался стенки.

13.2.3 Изменения температуры

Жидкость в камере может изменять температуру, что приводит к увеличению или уменьшению объема, тем самым изменяется уровень. Для устранения этого эффекта необходима изоляция/обмотка камеры.

13.2.4 Конденсация испарений

Конденсация из испарений может привести к накоплению дополнительных жидкостей в камере, которые не присутствуют в резервуаре. Это особенно касается испарений легких углеводородов, жидкость которых расслаивается в верхней части.

13.2.5 Циркуляция жидкости

Для всех типов установок надлежащая циркуляция жидкости обеспечивает правильное представление действительного уровня. Для этого необходимо свести к минимуму препятствия между резервуаром и камерой, использовать соединение большого диаметра и сокращать размер соединительного трубопровода. Изоляция и обогрев сводят к минимуму перепад температуры и не допускают конденсации испарения, замерзания или затвердевания жидкостей. Если жидкость вязкая, грязная или склонна к образованию налета, необходим механизм перемешивания.

13.3 Рекомендации по выбору зонда и камеры

В большинстве случаев наилучшим выбором являются одинарные жесткие зонды. Если в камере используется волноводный радар, то по ней передаются микроволновые сигналы. Это приводит к усилению сигнала на поверхности жидкости и это подходит к турбулентным жидкостям и / или жидкостям с низкими диэлектрическими свойствами. Одинарные жесткие датчики менее подвержены налету и более устойчивы к покрытию, чем двухпроводные или коаксиальные датчики. В чистых жидкостях с низкими диэлектрическими свойствами типа сжиженного природного газа может использоваться коаксиальный датчик.

При использовании с паром в нагревателях питательной воды и котлах при давлении, превышающем 27,6 бар, диэлектрические свойства испарений пара будут влиять на точность определения уровня. Для компенсации необходимо использовать специальный зонд с отражателем. Такой зонд поддерживает динамическую компенсацию испарений (ДКИ) с использованием импульса отражателя для расчета диэлектрической проводимости пара. При использовании зонда с динамической компенсацией испарений важно, чтобы отражатель постоянно был над поверхностью жидкости, подальше от потенциальных помех. Поэтому в камерах для зонда с динамической компенсацией испарений должна быть предусмотрена удлиненная верхняя секция.

Некоторые параметры влияют на результаты измерения уровня, см. таблицу 14.3.1.

Параметр установки	Диаметр камеры	
	75 мм	100 мм
Жесткий зонд	Соотв.	Соотв.
Гибкий зонд	Допустимый груз	Предпочтительно
Боковое соединение, большое (50 мм)	Достаточно	Предпочтительно
Боковое соединение, маленькое (25 мм)	Соотв.	Соотв.
Общая длина (до 2 м)	Соотв.	Соотв.
Общая длина (> 2 м)	Ярмарка – использовать центрирующие диски, тяжелый вес ⁽¹⁾	Соотв.
Жидкость с низким DK (до 1,4)	Соотв.	Соотв.
Жидкость с высоким DK	Соотв.	Соотв.
Высокая скорость заполнения	Соотв.	Соотв.
Кипение, турбулентность	Соотв.	Предпочтительно
Газлифт	Соотв.	Предпочтительно
Вязкие жидкости	Отслеживание температуры	Отслеживание температуры

(1) С гибким зондом использовать груз.

Таблица 14.3.1 Параметры установки и сводка размеров камер

13.4 Как выбрать и определить размеры вашей камеры и волноводного радара

13.4.1 Шаг 1 Выберите камеру Rosemount 9901

Для использования с GWR выберите опцию Rosemount 9901G. Полные технические характеристики приведены в техническом описании продукта Rosemount 9901.

Технологические соединения камеры и измерительного прибора должны соответствовать соединениям резервуара и прибора.

Расположение нижнего соединения зависит от типа камеры (технологические соединения сторона-сторона или сторона-дно). Межцентровое расстояние камеры (B) должно совпадать с межцентровым расстоянием резервуара.

При определении общей длины камеры необходимо убедиться, что имеется достаточное пространство сверху и снизу для установки волноводного радара, дренажа и т.д.

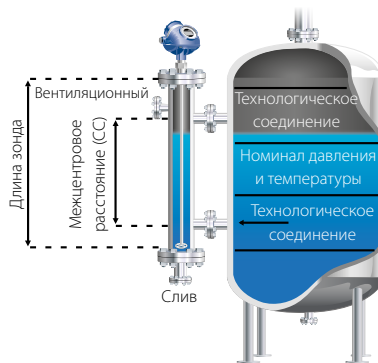


Рисунок 14: 4.1 Ключевые аспекты камеры

13.4.2 Шаг 2 – выбор передатчика волноводного радара

С камерами предпочтительно использовать одинарные жесткие датчики. Все технические характеристики волноводного радара приведены в соответствующей спецификации.

13.4.3 Шаг 3 – проверка номинала температуры и давления готового решения

Окончательный номинал давления и температуры готового решения зависит от выбранных материалов, технологического уплотнения и фланцев, см. рисунок 13.4.2. Минимальная и максимальная температура зависит от типа технологического уплотнения, фланца и кольцевого уплотнения.

Конструкционный материал волноводного радара для фланца и технологического уплотнения (уплотнение STD, ВД, ВТВД), см. таблицу 5.12.2 и 5.12.3.

Конструкционный материал камеры 9901 (нержавеющая или углеродистая сталь)



Рисунок 13.4.2 Номинальное давление/температура

13.4.4 Шаг 4 – определение длины зонда

Стандартные зонды

Камеры Rosemount 9901 разработаны для обеспечения высокой точности измерения уровня во всем диапазоне измерения. Верхняя и нижняя части камеры спроектированы в соответствии с верхней и нижней переходной зоной волноводного радара для зонда любого типа и любой области применения. Поэтому длина зонда определяется по межцентровому размеру (В) плюс общая стандартная длина, в зависимости от типа камеры, см. таблицу 13.4.3 и 13.4.4. Длина зонда должна быть достаточной, чтобы он попал в нижнюю часть камеры и остался небольшой зазор до основания. Если зонд слишком длинный, то при установке он может изогнуться и это приводит к неустойчивости показаний.

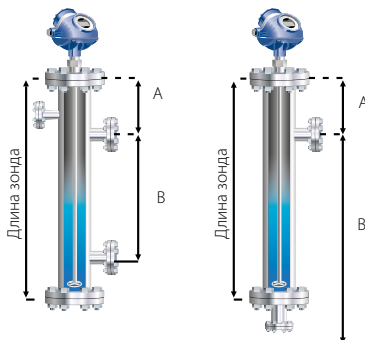


Рисунок 13.4.3 Камеры бокового монтажа и монтажа сбоку-и -снизу для стандартных зондов

ASME V16.5	Прокладка	Д/Т при КТ		Д/Т при 150°C		Д/Т при 200 °С		Р/Т при 400°C		ИД при КТ		ИД при КТ	
КЛАСС				Стандартное уплотнение ⁽¹⁾		Уплотнение ВД		Уплотнение ВТВД		Стандартное уплотнение		Уплотнение ВТВД/ВД	
		БАР	фунтов на кв. дюйм	БАР	фунтов на кв. дюйм	БАР	фунтов на кв. дюйм	БАР	фунтов на кв. дюйм	БАР	фунтов на кв. дюйм	БАР	фунтов на кв. дюйм
150#	1a/1b	15,8	230	12,1	175	11,2	160	6,5	95	23,7	345	23,7	345
300#	1a/1b	41,3	600	31,3	455	29,2	420	24,3	355	62,0	900	62,0	900
600#	1a/1b/RTJ	82,7	1200	⁽²⁾	⁽²⁾	58,2	840	48,6	705	⁽²⁾	⁽²⁾	124	1800
900#	1a/1b/RTJ	124,1	1800	Н/П	Н/П	87,5	1260	72,9	1060	Н/П	Н/П	186,2	2700
1500#	1a/1b/RTJ	206,8	3000	Н/П	Н/П	145,8	2100	121,5	1765	Н/П	Н/П	310,2	4500

(1) Окончательный номинал зависит от выбранного фланца и кольцевого уплотнения (дополнительные сведения приведены в справочном руководстве).

(2) С учетом максимального номинала стандартного уплотнения.

RT: Комнатная температура

Уплотнение ВД: Уплотнение высокого давления

TR: Испытательное давление

Уплотнение высокой температуры/высокого давления

Уплотнение высокой температуры/высокого давления

(RTJ) Кольцевое соединение

1b) Спирально-навитая прокладка

Стандартное уплотнение: Стандартное технологическое уплотнение

(1a) Мягкая прокладка

Таблица 13.4.1 Номинальное давление/температура для фланцевых сварных соединений GWR 316L при использовании с нержавеющей или углеродистой сталью Камера Rosemount 9901.

13 - Комплексное решение – волноводные радары и камеры Rosemount 9901

Материал конструкции в коде модели GWR	Материал болтов(1)	Прокладка STD/ВТВД	Прокладка ВД/ВТВД	Материал фланца волноводного радара	Материал корпуса технологического уплотнения волноводного радара
SST, B16.5, фланцевое соединение (2)	Нержавеющая сталь SA193 B8M Cl. 2	Мягкая (1а) с мин. толщиной 1,6 мм	Спирально-навитая прокладка с неметаллическим наполнителем (1b)	Нержавеющая сталь A182 Gr. F316L и EN 10222-5-1.4404	Нержавеющая сталь SA479M 316L и EN 10272-1-1.4404
Сплав C-276 Конструкция с пластиной	Нержавеющая сталь SA193 B8M Cl. 2	Мягкая (1а) с мин. толщиной 1,6 мм	Спирально-навитая прокладка с неметаллическим наполнителем (1b)	Нержавеющая сталь A182 Gr. F316L и EN 10222-5-1.4404 (3)	S8574 Gr. N10276
SST, EN1092-1, фланцевое соединение (2)	Нержавеющая сталь SA193 B8M Cl. 2	Мягкая (1514-1) с мин. толщиной 1,6 мм	EN 1514-2	Нержавеющая сталь A182 Gr. F316L и EN 10222-5-1.4404	Нержавеющая сталь SA479M 316L и EN 10272-1-1.4404

(1) Другие типы крепежного материала запрашивайте у местного представителя.

(2) Волноводный радар может работать в камере из нержавеющей или углеродистой стали. Другие типы материала запрашивайте у местного представителя.

(3) Защитная пластина несмачиваемого фланца UNS N10276

Таблица 13.4.2 Стандартные материалы для болтов, поставляемые с Rosemount GWR и камерой 9901.

Другие материалы см. в листе технических данных для продуктов или свяжитесь со службой поддержки в вашем регионе.

Зонды с динамической компенсацией испарений

Для камер Rosemount 9901 теперь доступны новые зонды с динамической компенсацией испарений. Отражатель зонда находится в верхней части камеры, поэтому для Rosemount 9901 требуется увеличенный верхний размер. Камера Rosemount 9901 имеет два варианта размера (А) при использовании с зондом с динамической компенсацией испарений, см. таблицы 13.4.3 и 13.4.4. Опция G1 для Rosemount 9901 оптимизирована для использования с коротким отражателем с динамической компенсацией испарений, а опция G2 оптимизирована для использования с длинным отражателем с такой же функцией.

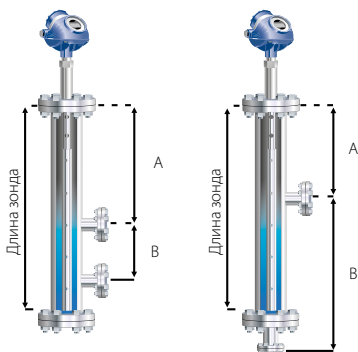


Рисунок 13.4.4 Камеры бокового монтажа и монтажа сбоку-и-снизу для зондов с функцией динамической компенсации испарений.

Расчет длины зонда для совместимости с камерой 9901G

Крайне важно убедиться в том, что длина зонда волноводного радара совместима с длиной камеры. Прежде чем выяснять длину зонда волноводного радара компании Emerson, сначала необходимо определить ориентацию технологического соединения камеры, межцентровое расстояние (В) технологического соединения и размер (А), который определяется выбранной камерой. Длина зонда для данного межцентрового расстояния технологического соединения приводится в таблицах 13.4.3 и 13.4.4

Камера	Размер А	Длина зонда
9901 Стандарт	275 мм	В + 48 см
9901 с опцией G1	560 мм	В + 65 см
9901 с опцией G2	710 мм	В + 80 см

Таблица 13. 4.3 Определение длины зонда для камеры сторона-дно

Камера	Размер А	Длина зонда
9901 Стандарт	275 мм	В + 10 см
9901 с опцией G1	560 мм	В + 26 см
9901 с опцией G2	710 мм	В + 41 см

Таблица 13. 4.4 Определение длины зонда для боковой камеры

Расчет длины зонда в метрических единицах, рабочий пример

Если камера Rosemount 9901 (тип сторона-сторона) запрошена в метрических единицах, то длина зонда волноводного радара равна межцентровому расстоянию (В) + 48 см.

13 - Комплексное решение – волноводные радары и камеры Rosemount 9901

Обратите внимание, что размеры камеры требуют большей точности, чтобы полностью совпадать с межцентровым расстоянием технологического соединения резервуара. Поэтому размеры камеры 9901 компании Emerson указаны до миллиметра (в метрических единицах) или 1/10 дюйма (в британских единицах). Для зондов волноводного радара такая точность не требуется, поэтому размеры указаны до 1 см (в метрических единицах) или 1 дюйма (в британских единицах).

9901G1C3ABR1B1ABRM01500D9RV9RWEQ81Q73XC



01: Индикаторы 500: Миллиметры

M01500
Пример
в метрических
единицах
01500=1500 мм

Межцентровое
расстояние

Единицы волноводного датчика M, метрические, тогда

9901 межцентровое = M01500 (150 см)

Длина зонда (в сантиметрах) = B + 48 см

Длина зонда (в сантиметрах) = 150 + 48 см

Длина зонда (в сантиметрах) = 198 см

Длина зонда модели 5300 =

5301HA1S1V4B**M00198****BBE5M1**

ПРИМЕЧАНИЕ!

Для этой модели волноводного датчика размеры в сантиметрах. Длина зонда в заказе – 198 см. Кодировка M00198 для волноводного радара 5300 и M0198 для волноводного радара 3300.

Расчет длины зонда в имперских единицах – рабочий пример

Если параметры Rosemount 9901G (технологические соединения для бокового монтажа) указаны в британских единицах, стандартная длина зонда равна межцентровому расстоянию (B) + 482 мм. Обратите внимание, что для GWR длина зонда в коде модели указано в футах, а общая длина – в дюймах.

9901G1C3ABR1B1ABRE04115D9RV9R WEQ81Q73XC



04: футов 11,5: дюймов

4'11½
Межцентровое
расстояние

E04115
Британский пример
04115 = 4 фута. 11½
дюймов.

Если единицы волноводного радара E, британские, то 9901 межцентровое расстояние = E ... 4 фута. 11,5 дюйма
Длина зонда (в дюймах) = B + 19 дюймов
Длина зонда (в дюймах) = 4 фута. + 11,5 дюймов. + 19 дюймов.

Длина зонда (в дюймах) = 6 футов. 6,5 дюймов

В этом примере длина зонда должна быть равна 6 футов 6,5 дюйма, которые должны быть округлены до 6 футов 6 дюймов

Поэтому длина зонда = 6 футов 6 дюймов

Код модели 5300, длина зонда =

5301HA1S1V4B**E00606****BBE5M1**

13.4.5 Шаг 5 Центрирующие диски

Чтобы не допустить контакта зонда со стенкой камеры рекомендуется использовать центрирующие диски. Если длина зонда превышает 1,5 м, то центрирующий диск использовать обязательно. Центрирующий диск крепится к концу зонда.

Для камер с большим расходом центрирующий диск должен быть на 25 мм меньше диаметра камеры, см. таблицу 13.4.5.

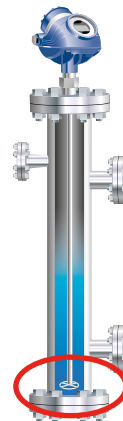


Рисунок 13.4.5: Центрирующие диски

13 - Комплексное решение – волноводные радары и камеры Rosemount 9901

Размер камеры	Номинал камеры	Центрирующий диск
75 мм	до класса 600/PN 100	75 мм
100 мм	до класса 600/PN 100	100 мм
75 мм	Класс 900, 1500/PN160, 250	50 мм
100 мм	Класс 900, 1500/PN160, 250	75 мм

Таблица 13.4.5 Диаметры центрирующих дисков камер разных размеров и номинальных характеристик

13.4.6 Шаг 6 Конфигурация

Заводские настройки записаны в передатчик в соответствии с кодами модели камеры и характеристиками датчика, см. рисунок 11.4.6

Диаметр трубы = диаметр камеры

Высота резервуара = Размер (А) + (В)

Только для блоков HART

НГД = 0 (4 мА)

ВГД = В (20 мА)

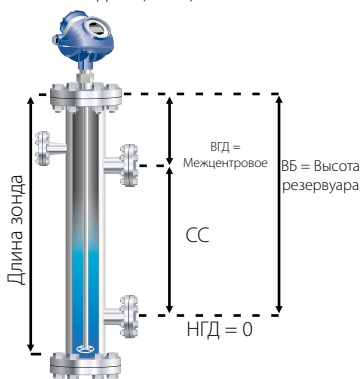


Рисунок 13.4.6. Уровнемер будет настроен таким образом, чтобы верхнее и нижнее значения диапазона соответствовали размеру (В).

Дополнительные заводские конфигурации можно заказать, включив код опции С1 в код модели уровнемера.

Опция ХС (объединение)

При выборе исполнения ХС для волноводного радара и камеры 9901 они будут доставлены в одной упаковке. Это гарантирует, что GWR и 9901 будут подходить друг другу⁽¹⁾.

(1) Блоки проверяются/объединяются вместе.



ВАЖНОЕ ПРИМЕЧАНИЕ!

Болты фланца закручиваются только вручную. Перед установкой необходимо убрать упаковочный материал изнутри и снаружи камеры.

Длинные жесткие зонды поставляются отдельно для уменьшения риска транспортных повреждений.

14

Фланцы и конструкционные материалы

Тема	Страница
14.1 Типы фланцев _____	170
14.2 Типы уплотнительной поверхности _____	172
14.3 Специальные фланцы _____	173
14.4 Прокладки _____	173
14.5 Болты _____	175
14.6 Размерности труб _____	175
14.7 Конструкционные материалы _____	176
14.8 Рабочие характеристики и стандарты фланцев _	176
14.9 Маркировка _____	179
14.10 Информация, необходимая для заказа фланца__	179
14.11 Центрирующие диски _____	180

14. Фланцы и конструкционные материалы

Фланец представляет собой устройство в форме кольца, предназначенное для использования в качестве альтернативы сварному или резьбовому соединению различных компонентов, используемых в трубопроводной системе. Фланцевые соединения используются вместо сварки, поскольку их можно легко разобрать для транспортировки, осуществлять регулярный осмотр, техническое обслуживание или замены. Кроме того, фланцевые соединения предпочтительнее резьбовых соединений, потому что нарезание резьбы труб большого диаметра не отличается экономичностью или надежностью. Фланец является важным компонентом любой системы трубопроводов.

В настоящее время в разных частях света на фланцы существуют разные стандарты. Наиболее часто используемый стандарт – это стандарт B16.5 Американского общества инженеров-механиков (ASME) или Американского национального института стандартов (ANSI). Например, 4 дюйма/300# или эквивалентное значение по ANSI – 4 дюйма 300 фунтов. Вторым по значению считается EN 1092-1, который является европейским стандартом. Например, DN 100 PN40, (DN) представляет аббревиатуру от диаметра номинала и является безразмерным обозначением. Номинал по давлению (PN) обозначает как номинальное значение давления, так и температуры.



Еще один стандарт – японский промышленный стандарт (JIS) B2210/B2220 (например, JIS 40K 100A).

При необходимости заменить фланцы, крайне важно опираться на корректную информацию: такую как максимальная температура и давление, поверхность фланца и т. д.

Стандартные размеры фланцев могут меняться в зависимости от версии, поэтому важно проверить соответствие стандартных фланцев и убедиться, что данные по ним обновлены.

14.1 Типы фланцев

Фланцы были разработаны и подготовлены для использования в различных средах и областях применения. Каждый фланец имеет свои особые характеристики и его следует тщательно выбирать, чтобы он соответствовал конкретным функциональным требованиям.

В данной главе рассмотрены наиболее часто используемые фланцы:

- Глухой
- Фланец приварной встык
- Фланец приварной внахлест
- Резьбовой фланец
- Фланец с впадиной под сварку
- Свободный фланец

14.1.1 Глухой фланец

Глухой фланец служит ограничителем в системе трубопроводов. Обычно у него отсутствует воротниковое отверстие в центре. Обратите внимание, что иногда он может иметь отверстие в центре и все же оставаться глухим фланцем. Данный тип фланца всегда характеризуется определенной лицевой поверхностью и схемой расположения болтов.

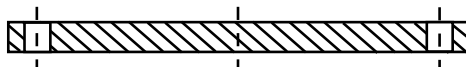


Рисунок 14.1.1: Глухой/затворный фланец

14.1.2 Фланец приварной встык

Фланец приварной встык предназначен для снижения концентрации высоких напряжений в основании фланца и передачи напряжения на прилегающую трубу. Как правило, приварные фланцы с шейкой под приварку используются в тяжелых условиях эксплуатации – работа под высоким давлением, высокие или низкие температуры.

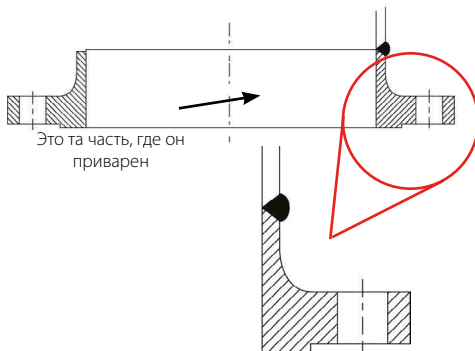


Рисунок 14.1.2: Фланец приварной встык

Фланцы приварные встык должны идеально соответствовать внутреннему размеру прилегающей трубы. Благодаря такому совпадению внутренних размеров какие-либо ограничения для потока отсутствуют. Поэтому турбулентность и эрозия исключены.

14.1.3 Фланец приварной внахлест

Фланец приварной внахлест оснащен низким воротником, который позволяет вставлять трубу во фланец перед сваркой. Низкий воротник короче по длине, чем воротниковый фланец. Основная область применения – ограниченное пространство. Для монтажа требуются два валиковых шва, один внутренний и один внешний.

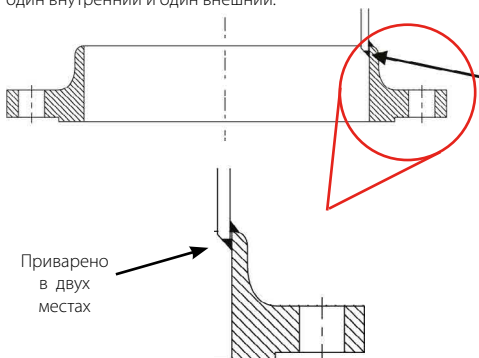


Рисунок 14.1.3: Фланец приварной внахлест, сварной шов обычно больше, чем показано на рисунке.

14.1.4 Резьбовой фланец

Резьбовой фланец похож на фланец приварной внахлест, но внутри его отверстия нарезана резьба. Его преимущество заключается в том, что его можно собрать без сварки. Таким образом, он не очень подходит для условий, связанных с высокими температурами или изгибающими напряжениями любой величины. В циклических условиях резьбовой фланец может выйти из строя после нескольких циклов сжатия и расширения.

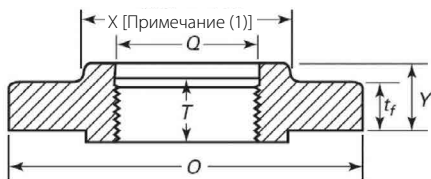


Рисунок 14.1.4: Резьбовой фланец

14.1.5 Фланец с впадиной под сварку

Фланец с впадиной под сварку аналогичен фланцу приварному внахлест, но он предназначен в основном для небольших диаметров (от 12 до 100 мм).

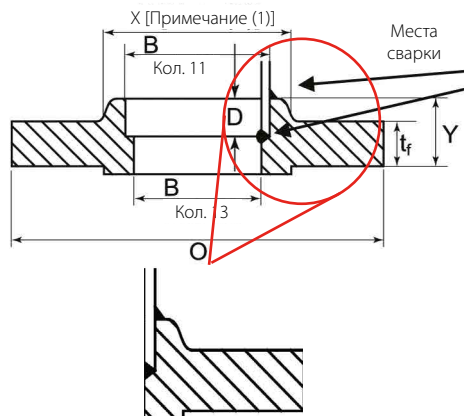


Рисунок 14.1.5: Фланец с впадиной под сварку

14.1.6 Свободный фланец

Свободный фланец в основном используется в системах трубопроводов из углеродистой или низколегированной стали. Этот фланец главным образом применяется в таких системах трубопроводов, которые требуют частой разборки для проверки или текущего обслуживания.

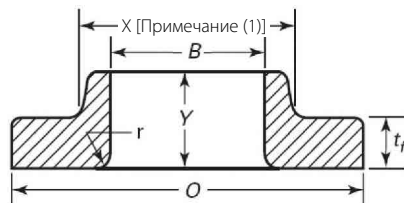


Рисунок 14.1.6: Свободный фланец

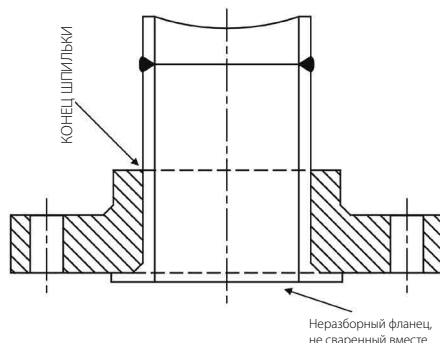


Рисунок 14.1.7: Свободный фланец

14.2 Тип уплотнительной поверхности

Сопрягаемая поверхность фланца, штуцера или клапана называется торцом. Торцевая поверхность обычно подвергается обработке для создания зубчатой поверхности с помощью спиральных или концентрических насечек.

14.2.1 Фланец с плоской уплотнительной поверхностью по ASME (B16.5)/ Тип А (EN-1092-1)

Как видно из названия раздела, поверхность фланца является плоской. Она чаще всего используется для классов более низкого давления. Для EN1092-1 это стандарт до PN63, а для ASME B16.5 эта поверхность доступна по запросу.

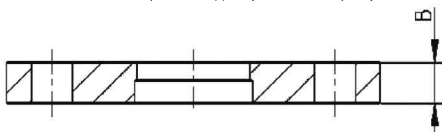


Рисунок 14.2.1: Фланец с плоской уплотнительной поверхностью

14.2.2 Фланец с присоединительным выступом по ASME (B16.5)/Тип В1 или В2 (EN-1092-1)

Это наиболее распространенный тип поверхности, используемый на трубных фланцах. Как видно из названия, торец фланца имеет выступающий край. У фланцев с номинальным классом 150 и 300 край выступает на 1,5 мм, в то время как у фланцев классов 600 и выше край выступает на 6,3 мм. Для EN 1092-1 это соответствует стандарту от PN100 и выше.

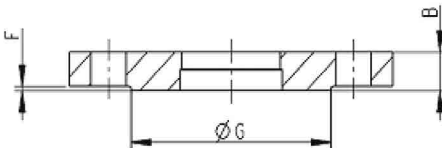


Рисунок 14.2.2: Фланец с присоединительным выступом

14.2.3 Поверхность с выступом, тип Е (EN-1092-1)/ наружная резьба (B16.5)

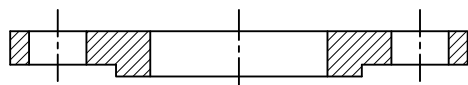


Рисунок 14.2.3: Поверхность с выступом

14.2.4 Фланец с впадиной Тип F (EN-1092-1)/ Внутренняя резьба (B16.5)

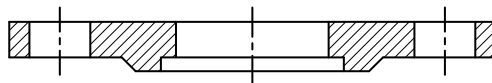


Рисунок 14.2.4: Фланец с впадиной

14.2.5 Фланец с пазом, тип ASME (B16.5)/Тип D (EN-1092-1)

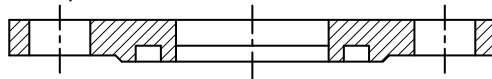


Рисунок 14.2.5: Фланец с пазом

14.2.6 Фланец с шипом AMSE (B16.5)/ Тип С (EN-1092-1)

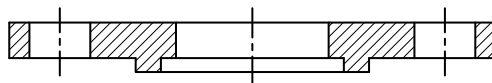


Рисунок 14.2.6: Фланец с шипом

14.2.7 Фланец под прокладку овального сечения ASME (B16.5)

Основное различие между фланцем под прокладку овального сечения и вышеуказанными типами поверхности заключается в том, что кольцевое соединение не использует прокладку для уплотнения. Вместо этого применяется металлическое кольцо, помещенное в глубокий паз, вырезанный на поверхности фланца. Кольцо может иметь круглую или восьмиугольную форму. При затягивании болтов металлическое кольцо сжимается, создавая надежное уплотнение. Кольцевое соединение может использоваться для всех номиналов Р/Т, однако обычно оно применяется в системах трубопроводов класса 400 или выше.

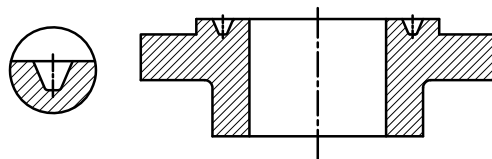


Рисунок 14.2.7: Фланец под прокладку овального сечения

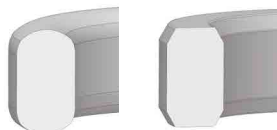
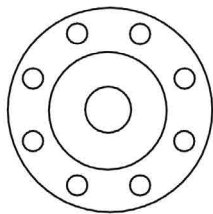


Рисунок 14.2.8: Кольца овального и восьмиугольного сечения для фланцев под прокладку овального сечения

14.3 Специальные фланцы



- D:** Наружный диаметр
- B:** Толщина фланца
- F:** Фланец с выступающим краем
- G:** Диаметр края
- Количество болтов:** Количество болтов
- K:** Диаметр отверстия под болт
- d₂:** Диаметр отверстия

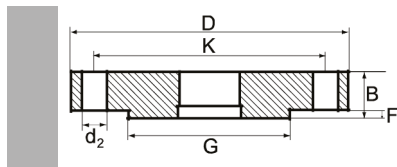


Рисунок 14.3.1: Размеры для фланца с выступом

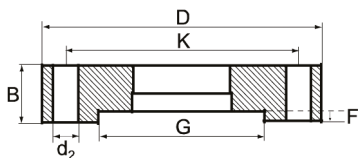


Рисунок 14.3.2: Размеры для фланца с впадиной

ПРИМЕЧАНИЕ!

Указанные размеры приведены для справки, для определения типа устанавливаемых фланцев. Они не предназначены для заводского изготовления.

Фланцы Masoneilan и Fisher могут поставляться в вентилируемой версии с такими же размерами, как показано в таблице ниже.

Вентилируемые фланцы следует заказывать с технологическим резьбовым присоединением 1½ NPT (код RA).

Информацию о температуре фланца и номинальных давлениях см. в пункте «Номиналы фланца» в разделе 15.8.

14.4 Прокладки

Затягивание фланцевых болтов приводит к тому, что материал прокладки обтекает незначительные дефекты обработки, что создает герметичное уплотнение. Прокладка должна быть совместима с жидкостью и соответствовать параметрам сжатия прокладки, необходимым для поддержания герметичности. Кроме того, на качество уплотнения влияет уровень обработки поверхности фланца.

Специальные фланцы ⁽¹⁾	D дюйм (мм)	B ₁ дюйм. (мм)	B ₂ дюйм (мм)	F дюйм (мм)	G дюйм (мм)	Кол-во болтов	K дюйм (мм)
Fisher 249B/259B ⁽²⁾	9,00 (228,6)	1,50 (38,2)	1,25 (31,8)	0,25 (6,4)	5,23 (132,8)	8	7,25 (184,2)
Fisher 249C ⁽³⁾	5,69 (144,5)	0,94 (23,8)	1,13 (28,6)	-0,19 (-4,8)	3,37 (85,7)	8	4,75 (120,65)
Masoneilan ⁽²⁾	7,51 (191,0)	1,54 (39,0)	1,30 (33,0)	0,24 (6,0)	4,02 (102,0)	8	5,87 (149,0)

- (1) Данные фланцы также доступны в исполнении с продувкой.
- (2) Фланец с поверхностью выступ.
- (3) Фланец с поверхностью впадина.

Таблица 14.3.1: Специальные размеры фланца



Рисунок 14.4.1: Спирально-навитая прокладка

14.4.1 Обработка поверхности

Обработка поверхности является важным фактором, определяющим степень протекания прокладки для обеспечения непроницаемого уплотнения. Болтовое соединение, обеспечивающее сжатие прокладки для образования удовлетворительного уплотнения с гладкой контактной поверхностью, может оказаться недостаточным для обеспечения герметичного соединения с шероховатой поверхностью. На стальных фланцах часто присутствует зубчатое покрытие, особенно при использовании прокладки из графитового состава с широкой площадью контакта (например, поднятой или притертой). Как правило, обработка поверхности выполняется в форме концентрических колец, либо в виде спиральных узоров. Кольцевые канавки фланцевых соединений отличаются высокой чистотой поверхности.

Очевидно, что обработка поверхности зависит от типа контактной поверхности и используемой прокладки и, следовательно, она должна быть обозначена соответствующим образом.

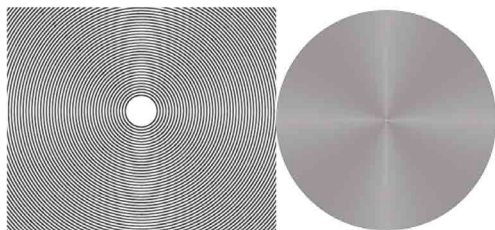


Рисунок 14.4.2: Радиальная обработка поверхности

14.4.2 Типы и материалы

Как правило, для фланцев труб с избыточным давлением используется три типа прокладок:

Неметаллические плоские прокладки со вставками или без них (EN 1514-1 IBC/ASME B16.5 Gr.1a)

Для обеспечения надежного уплотнения эта прокладка требует правильного предварительного натяжения болта в зависимости от размера фланца и класса давления.

В качестве расходных материалов, используемых в трубопроводных системах, часто применяются резина, пробка, ПТФЭ или графит. Обычно толщина прокладки составляет 1,5 – 1,6 мм.

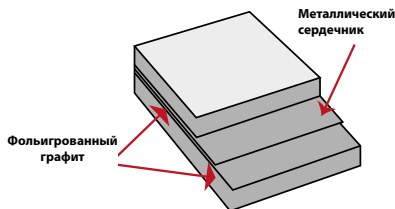


Рисунок 14.4.3: Плоская прокладка, с металлическим сердечником и фольгированным графитом

Спирально-навитые прокладки (EN 1514-2/ANSI B16.5 Gr.1b)

Спирально-навитая прокладка поставляется с опорным кольцом или без него и требует правильного предварительного натяжения болта в зависимости от размера фланца и класса давления для обеспечения надежного уплотнения.

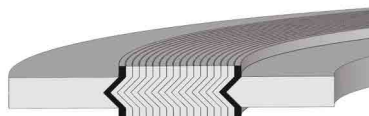


Рисунок 14.4.4: Спирально-навитая прокладка с внутренним и внешним опорным кольцом

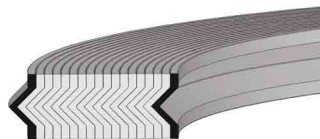


Рисунок 14.4.5: Спиральная прокладка без опорного кольца

Линзовая прокладка

Изготовлены из стали, имеют сходство с соединением с кольцевой канавкой.



Рисунок 14.4.6: Линзовая прокладка

14.5 Болты

Болты завершают сборку фланца. Давление и температура определяют размеры, расстояние и количество необходимых болтов. Очень важно, чтобы сборочные чертежи фланцев точно указывали ориентацию болта, в противном случае сопрягаемый фланец может быть не выровнен должным образом.

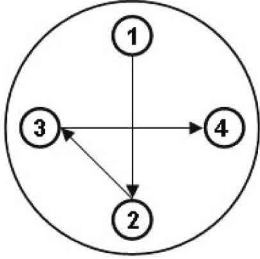


Рисунок 14.5.1: Схема затяжки болтов

Болтовые соединения бывают двух типов: крепежные болты или соединительные шпильки. Крепежные болты имеют на одном конце головку и резьбу на другом конце. Шпильки имеют резьбу по всему болту.

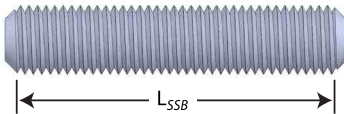


Рисунок 14.5.2: Шпилька (ссылка ASME B16.5)

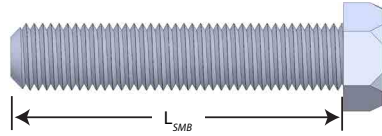


Рисунок 14.5.3: Крепежный болт из нержавеющей стали (ссыл. ASME B16.5)

14.6 Размерности труб

Наружный диаметр трубы преобразуется в безразмерное обозначение (номинальный размер), например стандартная труба ASME с номинальным размером трубы (NPS) 2 имеет внешний диаметр 60,3 мм. Это эквивалентно DN 50 в стандарте EN 10921-1. См. таблицу 14.5.1.

Толщина стенки трубы определяется номером сортамента, в ASME B16.5 эти числа варьируются от 5 до 160. Номер сортамента труб будет увеличиваться с увеличением толщины труб. Чем выше номер сортамента, тем толще труба.

Сравнение стандарта ASME с европейскими стандартами для труб							
NPS	DN	NPS	DN	NPS	DN	NPS	DN
1/8	6	3 1/2	90	22	550	44	1100
1/4	8	4	100	24	600	48	1200
3/8	10	5	125	26	650	52	1300
1/2	15	6	150	28	700	56	1400
3/4	20	8	200	30	750	60	1500
1	25	10	250	32	800	64	1600
1 1/4	32	12	300	34	850	68	1700
1 1/2	40	14	350	36	900	72	1800
2	50	16	400	38	950	76	1900
2 1/2	65	18	450	40	1000	80	2000
3	80	20	500	42	1050		

Таблица 14.5.1: Сравнение стандарта ASME с европейскими стандартами для труб

14.1 Конструкционные материалы

Для применения доступны различные материалы. В следующем разделе приведена некоторая справочная информация о наиболее распространенных материалах изготовления фланцев и их компонентов, контактирующих с рабочей средой в приборах для измерения уровня.

14.1.1 Сталь 316/316L

Сталь 316 представляет собой аустенитную хромоникелевую нержавеющую сталь, содержащую молибден. Эта добавка повышает общую коррозионную стойкость, улучшает устойчивость к точечной коррозии под действием растворов хлорид-ионов и обеспечивает повышенную прочность при повышенных температурах.

Сталь 316L – это вариант стали 316 со сверхнизким содержанием углерода, которая сводит к минимуму вредные выделения карбидов при сварке. К типичным областям применения относятся выпускные коллекторы, детали печей, теплообменники, детали реактивных двигателей, фармацевтическое и фотографическое оборудование, рабочие механизмы клапанов и насосов, химическое оборудование, варочные котлы, резервуары, испарители, оборудование для обработки целлюлозы, бумаги и текстиля, детали, подверженные воздействию морской атмосферы, и трубопроводы.

Сталь 316L широко используется для сварных конструкций, где его невосприимчивость к твердосплавным осадкам при сварке обеспечивает оптимальную коррозионную стойкость.

Материал может иметь двойную сертификацию и соответствовать одновременно 316 и 316L. Он может быть иметь тройной сертификат и соответствовать требованиям стандартов EN, например, 1,4404.

14.1.2 Сплав C-276 (Хастеллой)

- Один из немногих сплавов, устойчивых к воздействию влажных хлоридных газов, растворов гипохлорита и диоксида хлора.
- Исключительная стойкость к сильным растворам окисляющих солей, таких как хлориды железа и меди.
- Не склонен к осаждению на границах зерен в сварном состоянии, поэтому подходит для многих применений в химических процессах

Некоторые типичные области применения включают компоненты оборудования в органических хлоридных процессах в химической и нефтехимической промышленности и процессах с использованием галогенидных или кислотных катализаторов. Другие области применения: целлюлозно-бумажная промышленность (варочные котлы и отбелители), скрубберы и воздухопроводы для десульфурации дымовых газов, фармацевтическое и пищевое оборудование.

14.1.3 Сплав A-400 (Монель)

Сплав 400 представляет собой никель-медный сплав с превосходной коррозионной стойкостью к самым разным средам. Сплав характеризуется хорошей общей коррозионной стойкостью, хорошей свариваемостью и средней или высокой прочностью. Сплав использовался для множества применений. Обладает отличной устойчивостью к быстротекущей слабоминерализованной или морской воды. Особенно устойчив к воздействию соляной и плавиковой кислот, когда они дезаэрированы. Сплав является слегка магнитным при комнатной температуре. Широко используется в химической, нефтяной и морской промышленности.

14.1.4 Дуплекс

Дуплексная нержавеющая сталь представляет собой смесь аустенитных и ферритовых материалов. Она обладает высокой теплопроводностью, высокой механической прочностью и превосходной стойкостью к коррозионному растрескиванию под напряжением.

Материал представляет экономически эффективную альтернативу таким сплавам, как C-276, в тех случаях, когда существует проблема растрескивания под напряжением. Его высокая механическая прочность позволяет ему соответствовать более высоким номиналам фланцев, чем у нержавеющей стали 316.

Существуют различные марки Duplex, среди них Duplex 2205 известен как «рабочая лошадка» из-за его широкой применимости. Этот материал часто используется в средах, где широко распространены хлориды и кислый газ (H₂S). Существуют температурные ограничения для использования дуплекса, его нельзя применять при очень высокой или слишком низкой температуре, например, в криогенных системах.

14.8 Рабочие характеристики и стандарты фланцев

Номинальное значение P/T (давление и температура) можно определить как максимальное давление, допустимое для определенной температуры, при которой фланец будет работать.

Для стандарта ASME B.16.5 эти номиналы P/T разделены на семь различных классов 150, 300, 400, 600, 900, 1500 и 2500. Та же концепция применима и к другим стандартам. См. таблицу 15.8.1.

Сочетая температуру с внутренним давлением, можно выбрать подходящий размер, номинальную мощность и тип фланца. Основным преимуществом использования системы оценки давления/температуры является то, что определенный класс может использоваться в ряде областей применения.

14 - Фланцы и конструкционные материалы

При снижении температуры давление может быть увеличено, и наоборот. Например, стальной фланец класса 150 316L рассчитан на работу при температуре 150 °С и давлении 12 бар. Если температура снижается до 50 °С, номинальное давление на фланце увеличивается до 15,3 бар.

Несмотря на то, что номинал давления/температуры имеет большое значение, номер номинала класса не имеет «прямой связи» с фактической температурой или давлением. Как правило, более высокий класс означает увеличение диаметра и толщины фланца.

Номинальные значения давления – температуры для материалов группы 2.2, т.е. ASME A182 316							
Классы рабочего давления (бар)							
Температура (°C)	150	300	400	600	900	1500	2500 ⁽¹⁾
от -29 до 38	19,0	49,6	66,2	99,3	148,9	248,2	344,7
50	18,4	48,1	64,2	96,2	144,3	240,6	333,5
100	16,2	42,2	56,3	84,4	126,6	211,0	289,9
150	14,8	38,5	51,3	77,0	115,5	192,5	261,6
200	13,7	35,7	47,6	71,3	107,0	178,3	243,0
250	12,1	33,4	44,5	66,8	100,1	166,9	228,9
300	10,2	31,6	42,2	63,2	94,9	158,1	217,2
325	9,3	30,9	41,2	61,8	92,7	154,4	212,3
350	8,4	30,3	40,4	60,7	91,0	151,6	208,9
375	7,4	29,9	39,8	59,8	89,6	149,4	206,3
400	6,5	29,4	39,3	58,9	88,3	147,2	202,5

Классы рабочего давления (фунт/кв.дюйм изб)							
Температура (°F)	150	300	400	600	900	1500	2500 ⁽¹⁾
от -20 до 100	230	600	800	1200	1800	3000	5000
200	195	510	680	1020	1535	2555	4260
300	175	455	610	910	1370	2280	3800
400	160	420	560	840	1260	2100	3500
500	150	395	525	785	1180	1970	3280
600	140	370	495	745	1115	1860	3100
650	125	365	485	730	1095	1825	3040
700	110	360	480	720	1080	1800	3000
750	95	355	470	705	1060	1765	2940

(1) Доступно только для стандарта 316L

Таблица 14.8.1: Номинал P/T из ASME B16.5, таблица 2-2.2 (бар) и приложение F (фунт/кв.дюйм изб)

14 - Фланцы и конструкционные материалы

Номинальное давление – температура для группы 13E0 Материал № 1.4404

Классы рабочего давления (бар)

Температура (°C)	PN16	PN40	PN63	PN100	PN160	PN250	PN320
RT	16,0	40,0	63,0	100,0	160,0	250,0	320,0
100	15,1	37,9	59,7	94,7	151,6	236,9	303,2
150	13,7	34,4	54,3	86,1	137,9	215,4	275,8
200	12,7	31,8	50,1	79,5	127,2	198,8	254,4
250	11,9	29,9	47,1	74,7	119,6	186,9	239,2
300	11,0	27,6	43,5	69,0	110,4	172,6	220,9
350	10,5	26,4	41,7	66,1	105,9	165,4	211,8
400	10,2	25,7	40,5	64,2	102,8	160,7	205,7

Классы рабочего давления (фунт/кв.дюйм изб)

Температура (°F)	PN16	PN40	PN63	PN100	PN160	PN250	PN320
RT	232	580	914	1450	2321	3626	4641
212	219	550	866	1373	2199	3436	4398
302	199	499	788	1249	2000	3124	4000
392	184	461	727	1153	1845	2883	3690
482	173	434	683	1083	1735	2711	3469
572	160	400	631	1001	1601	2503	3204
662	152	383	605	959	1536	2399	3072
752	148	373	587	931	1491	2331	2983

Таблица 14.8.2: Номинал P/T из EN 1092-1:2007 (бар) и приложения F (фунт/кв.дюйм изб)

14.8.1 Что происходит на практике?

Когда предварительное натяжение болтов возрастает, это приводит к тому, что материал прокладки обтекает незначительные дефекты обработки, создавая герметичное уплотнение.

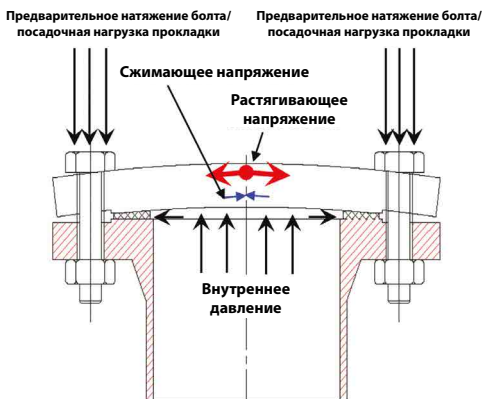


Рисунок 14.8.1: Внутреннее давление на фланце вызывает растягивающее и сжимающее напряжение, как показано красной и синей стрелками соответственно.

14.9 Маркировка

Все стандартные фланцы должны иметь постоянную маркировку на наружном диаметре:

- Материал
- Стандарт фланца
- Номинальное давление/температура (класс/PN)
- Размер трубы (NPS/DN)
- Производитель

В этом разделе будет рассмотрено, как определить три наиболее часто используемых стандарта: ASME, EN, и JIS. Все эти стандарты дают указания о том, как должна быть выполнена маркировка, и, следовательно, облегчают идентификацию.

14.9.1 ASME B16.5

В соответствии со стандартом B16.5 фланец должен быть маркирован для облегчения идентификации. Должны быть видны некоторые различные параметры, определяющие идентификацию:

- Название производителя или товарный знак
- Номинальный размер трубы (NPS)
- Номинальное обозначение фланца (например, класс 150 или 300)
- Обозначение материала – исходный материал фланца в соответствии с американскими стандартами для испытанных материалов (ASTM)

- Номер кольцевой прокладки – используется в тех случаях, когда поверхность фланца представляет собой соединение кольцевого типа
- Подходящая идентификация для прослеживаемости

14.9.2 EN 1092-1

В соответствии со стандартом EN 1092-1 все фланцы, кроме встроённых, должны иметь следующую маркировку:

- Название производителя или торговая марка
- Номер стандарта, т.е. EN 1092-1
- Тип фланца/хомута
- Номинальный диаметр, например DN 150
- Обозначение PN, например PN 40
- Название, номер или марка материала, например, 1,4404
- Подходящая идентификация для прослеживаемости. Например, CH E52357, когда требуется сертификация испытаний

Пример: Название производителя /EN 1092-1/11/DN 150/PN 40/1.4404/CH E52357

14.9.3 JIS B2220

В соответствии со стандартом JIS B2220 все типы фланцев, кроме встроённого типа (IT), должны иметь следующую маркировку:

- Номинальное давление (K)
- Номинальный размер (A), может быть опущен
- Обозначение материала
- Номер плавки или литья
- Название производителя или торговая марка

14.10 Информация, необходимая для заказа фланца

При заказе фланца предоставьте приведенную ниже информацию, чтобы избежать недоразумений и неправильного толкования.

Фланцы в соответствии со стандартом

- Размер
- Класс
- Лицевая поверхность
- Прокладка (тип/размер)
- Расчетный рейтинг P/T (максимальная и рабочая температура и давление)

Нестандартные фланцы

(также относится к фланцам неизвестного стандарта)

- Наружный диаметр фланца
- Диаметр трубы
- Схема и размеры отверстий
- Лицевая поверхность

14 - Фланцы и конструкционные материалы

ПРИМЕЧАНИЕ!

В каждом случае должна быть указана обработка необходимого фланца, а не обработка трубы.

14.11 Центрирующие диски



Рисунок 14.11.1: Центрирующий диск, установленный на жестком одинарном зонде

Диаметр	Труба		Центрирующий диск
	Диаметр	Сортамент	
50 мм		40	S2/P2
50 мм		80	S2/P2
75 мм		40	S3/P3
75 мм		80	S3/P3
75 мм		160	S2/P2
100 мм		40	S4/P4
100 мм		80	S4/P4
100 мм		120	S3/P3
100 мм		160	S3/P3
150 мм		40	S6/P6
150 мм		80	S6/P6
150 мм		120	S4/P4
150 мм		160	S4/P4
200 мм		40	S8/P8
200 мм		80	S8/P8
200 мм		100	S6/P6
200 мм		120	S6/P6
200 мм		140	S6/P6
200 мм		160	S6/P6

Таблица 14.11.1: Размер трубы и номер сортамента, соответствующие центрирующему диску

Сортамент	Наружный диаметр центрирующего диска				
	45 мм	68 мм	92 мм	141 мм	188 мм
≤80	-	75 мм	100 мм	150 мм	200 мм
100	-	-	-	200 мм	-
120	-	100 мм	150 мм	200 мм	-
140	-	-	-	200 мм	-
160	75 мм	100 мм	150 мм	200 мм	-

Таблица 14.11.2: Наружный диаметр центрирующего диска

15

Сертификация продукции и необходимые разрешения

Тема	Страница
15.1 Разрешения на использование в опасных зонах _	183
15.2 Классы защиты корпуса _____	187



15. Сертификация продукции и необходимые разрешения

15.1 Разрешения на использование в опасных зонах

Процесс сертификации продукции

При разработке нового продукта производители решают, какими стандартами они будут руководствоваться при создании нового продукта, и обеспечивают их соблюдение. Группа одобрения продукции производителя работает с разработчиками дизайнерами продукта, чтобы гарантировать выполнение всех применимых требований. Кроме того, специалисты по качеству и инженеры-проектировщики, контролирующие соблюдение требований, на этапе проектирования взаимодействуют с разрешительным органом. Как только проектирование завершено, образцы прототипа продукта проходят проверку.

После тестирования производитель отправляет документацию и аппаратное обеспечение продукта в агентство по утверждению для их проверки. Если одобрение предоставлено, агентство по утверждению отправляет сертификационные документы производителю, который затем может ставить применимую маркировку и продавать продукт в соответствии с сертификатом.

15.1.1 Безопасность в опасных зонах

Опасная зона – это такая зона, в которой присутствуют или могут ожидаться взрывоопасные среды в таких количествах, которые требуют особых мер предосторожности при изготовлении и использовании электрооборудования.

Опасные условия могут быть искусственными (например, на нефтехимических заводах), или естественными (при добыче угля). Важно обеспечить, чтобы все электрооборудование, установленное в опасной зоне, не могло образовать искру или горячую поверхность, которая могла бы воспламенить горючую атмосферу. Чтобы обеспечить безопасность в опасных зонах, перед использованием любого оборудования в опасной зоне оно подвергается проверке и испытаниям уполномоченным органом.

Пожарный треугольник

Для возникновения пожара или взрыва должны присутствовать три компонента (т. е., для зоны, которая должна быть классифицирована как опасная):

- Взрывоопасные материалы в достаточном количестве (например, бензин, водород, испарения горючих жидкостей, горячая пыль)

- Источник воспламенения, достаточный для воспламенения взрывчатого вещества (например, пламя, сварка, горячие поверхности, самопроизвольный нагрев)
- Кислород

Эти три компонента составляют так называемый «пожарный треугольник». Если какой-либо из трех компонентов отсутствует, взрыв не произойдет.



Рисунок 15.1.1: Пожарный треугольник

Преимущества использования сертифицированного оборудования

Используя сертифицированные продукты в опасных зонах, пользователи могут быть уверены в том, что люди и имущество будут защищены от рисков, связанных с использованием электрического оборудования в опасных зонах. Сертификация гарантирует экспертное соответствие стандартам и предоставляет доказательства соблюдения юридических обязательств, таких как правила безопасности. Кроме того, сертификационная маркировка обеспечивает быструю идентификацию продуктов, которые подходят для определенной цели

Утверждающие органы и маркировка

Утверждающие органы

Определенные утверждающие органы, расположенные по всему миру, выступают в качестве проверяющих органов при разработке, изготовлении и эксплуатации приборов для контроля технологического процесса. Вы должны точно знать требования агентств в вашем географическом регионе, однако вы также должны быть немного знакомы с агентствами в других частях мира.

Наиболее распространенные стандарты, используемые в отрасли управления процессами:

15 - Сертификация продукции и необходимые разрешения

- Международная электротехническая комиссия (IEC)
- Европейские стандарты (EN)
- Канадская ассоциация стандартов (CSA) в Канаде
- Сертификация FM (FM) в Соединенных Штатах

Утверждающие органы по всему миру выполняют сертификацию приборов для управления процессами на соответствие этим стандартам. Утверждающие органы, которые вы должны знать, включают:

- Британская ассоциация по безопасному применению электротехнического оборудования в огнеопасных атмосферах (BASEEFA) в Великобритании
- BVS и PTB в Германии
- FM в Соединенных Штатах
- CSA в Канаде
- TIS в Японии
- NEPSI в Китае
- CERCHAR и LCIE во Франции
- CESI в Италии
- DEMKO в Дании
- ISSeP в Бельгии
- KEMA в Нидерландах
- SEV в Швейцарии
- SIRA в Англии

Европейская директива ATEX

ATEX – это директива Европейского союза 94/9/EC, которая применяется к оборудованию и защитным системам, предназначенным для использования в потенциально взрывоопасных средах. Сертификат ATEX является обязательным условием для маркировки CE и выпуска продукции на рынок в странах ЕС и EACT. Цель этой директивы состоит в том, чтобы облегчить торговлю в пределах Европейского союза путем согласования законов государств-членов, касающихся требований безопасности для продуктов в опасных зонах.

Маркировка утверждающих органов

Каждый утверждающий орган использует определенный формат, чтобы указать, какие сертификаты оно предоставило для конкретного инструмента.

Маркировка одобрения IEC

Уровнемеры, которые сертифицированы на соответствие стандарту IEC, маркируются следующим образом:



Рисунок 15.1.2: Пример маркировки официального утверждения IEC

Маркировка утверждения в Северной Америке

Маркировка утверждения в Северной Америке используется для обозначения сертификатов FM и CSA для электрооборудования в опасных зонах. Маркировка утверждения в Северной Америке отображается в следующем формате:

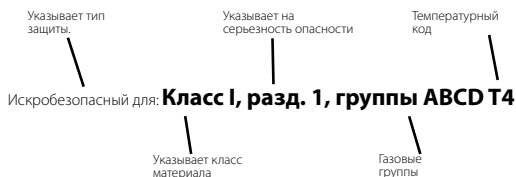


Рисунок 15.1.3: Пример маркировки утверждения в Северной Америке

Маркировка соответствия стандарту ATEX

Уровнемеры, сертифицированные на соответствие директиве ATEX 94/9/EC, имеют следующую маркировку:

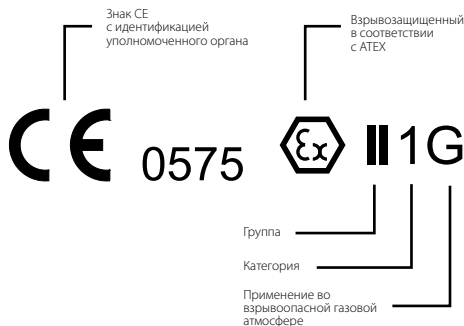


Рисунок 15.1.4: Пример маркировки соответствия стандарту ATEX

15.1.2 Метод защиты

Многие методы защиты в опасных зонах предусматривают устранение одного из трех компонентов пожарного треугольника. Методы защиты включают следующее:

- Исключение
- Ограничение
- Ограничение энергии
- Разбавление
- Меры по предупреждению

Наиболее распространенными методами защиты, используемыми в промышленности для управления процессами, являются сдерживание, ограничение энергии и предотвращение, которые описаны ниже.

ПРИМЕЧАНИЕ!

Буквы в скобках, следующие за заголовками ниже, представляют собой коды IEC, используемые для обозначения этого метода защиты при маркировке продукции.

Ограничение

Пользователи могут использовать метод сдерживания, чтобы в случае взрыва содержимое осталось внутри корпуса оборудования. Таким образом, искры или пламя не попадут в опасную атмосферу и не вызовут еще один пожар или взрыв.

Для деталей, генерирующими искры, таких как распределительные устройства, платы управления или трансформаторы часто применяются изолирующие камеры.

Взрывозащищенные корпуса (Ex d)

Взрывозащищенные (или взрывонепроницаемые) корпуса используются для окружения тех деталей оборудования, которые могут воспламенить взрывоопасную среду (например, искрой). Взрывозащищенные корпуса должны соответствовать следующим условиям:

- Все соединения корпуса, контактирующие с окружающей средой должны быть взрывозащищенными.
- Корпус должен иметь достаточную прочность, чтобы противостоять внутреннему взрыву без разрыва или постоянной деформации
- Температура поверхности корпуса никогда не должна превышать температуру воспламенения окружающей газовой смеси. При выборе взрывозащищенного материала пользователи должны учитывать толщину, коррозионную стойкость, ударную вязкость и пористость материала.

Ограничение энергии

Пользователи могут предотвращать взрывы, удалив достаточную энергию из выделяющихся газов, чтобы уровни энергии были ниже минимальных уровней энергии для воспламенения любых легко воспламеняющихся газов и горючей пыли в окружающей атмосфере. Если поддерживать уровни энергии ниже этих уровней, взрыв не произойдет.

Искробезопасность (Ex i)

Искробезопасное (I.S.) оборудование и проводка предотвращают взрыв, ограничивая выброс электрической энергии, достаточной для воспламенения взрывоопасных газов в атмосфере при нормальных или определенных условиях неисправности. Энергия, допустимая в опасном месте, ограничена внешним установленным искробезопасным барьером (предоставляется монтажником). Преимущества искробезопасного подхода:

- Сокращение действий оператора, требуемых для поддержания безопасной системы
- Упрощение обслуживания и ремонта оборудования

Искробезопасные устройства характеризуются максимальными пределами напряжения, тока, емкости, индуктивности и источника питания. Величина этих параметров определяет уровень накопления энергии, допустимый в искробезопасной цепи.

Меры по предупреждению

Кроме того, пользователи могут предотвращать взрывы, используя такое оборудование или части оборудования, которые не образуют дуги или искры при нормальной эксплуатации, чтобы предотвратить возникновение источника возгорания.

Повышенная безопасность (Ex e)

Вероятно, метод повышенной безопасности является наиболее широко используемым методом защиты. Конструкция и изготовление оборудования повышенной безопасности исключают применение искробразующих компонентов.

Производители разрабатывают другие компоненты, чтобы существенно снизить вероятность возникновения неисправных состояний, которые могут вызвать воспламенение:

- Снижение и контроль рабочих температур
- Обеспечение надежных электрических соединений
- Повышение эффективности изоляции
- Снижение вероятности загрязнения и попадания влаги (вход)

Стандартные применения повышенной безопасности включают клеммные и соединительные коробки, блоки управления и осветительные приборы.

15 - Сертификация продукции и необходимые разрешения

Искробезопасное оборудование (Ex n)

Искробезопасное оборудование – это такое оборудование, для которого предпринимаются особые меры предосторожности при использовании соединений и проводки для повышения надежности. При нормальной работе оборудование не производит дуг, искр и не образует горячих поверхностей. Как правило, искробезопасное оборудование используется с трехфазными асинхронными двигателями в опасных зонах.

Тип защиты	Условное обозначение (Ex или EEx)
Взрывозащищенные корпуса	Ex d
Искробезопасность в Зоне 0	Ex ia
Искробезопасность в Зоне 1	Ex ib
Повышенная безопасность	Ex e
Искробезопасное оборудование	Ex n

Таблица 15.1.1: Классификация областей

15.1.3 Классификации материалов/группы

Североамериканские утверждающие органы, такие как FM и CSA, обозначают класс материалов в своих сертификатах. Классы материалов:

- Класс I: Газы и испарения
- Класс II: Пыль
- Класс III: Волокна и летучие частицы

Группы взрывчатых веществ

Коды взрывоопасных веществ различаются для маркировки IEC/ATEX и для Северной Америки.

Представительное вещество	Североамериканская группа взрывчатых веществ	Группа взрывчатых веществ по IEC
Ацетилен	Класс I, Группа A	IIC
Водород	Класс I, Группа B	IIC
Этилен	Класс I, Группа C	IIB
Пропан	Класс I, Группа D	IIA
Метан	Класс I, Группа D	I
Проводящие металлы	Класс II, Группа E	Н/П
Углеродистый	Класс II, Группа F	Н/П
Зерно	Класс II, Группа G	Н/П
Волокна/летающие частицы	Класс III	Н/П

Таблица 15.1.2: Газовые группы

Температурные группы

Температурные группы классифицируют взрывоопасные вещества в соответствии с их температурой самовоспламенения. В маркировке IEC/ATEX и в Северной Америке используются одни и те же коды групп температуры.

Темп. группа	Макс. температура поверхности °C	Примеры газов и испарений, от которых обеспечивается защита
T1	450	Водород, аммиак
T2	300	Ацетон, этанол, пропан
T3	200	Бензин, сырая нефть
T4	135	н-гептан, этиловый эфир
T5	100	Пока не определено
T6	85	Сероуглерод

Таблица 15.1.3: Коды температурных групп

ПРИМЕЧАНИЕ!

Для перерабатывающей промышленности наиболее применимой температурной группой является группа T4. T6 используется только для применения с сероуглеродом.

Примеры кодов классификации материалов

BASEEFA, CENELEC и некоторые другие утверждающие органы назначают группы материалов, используя стандарты IEC/ATEX. FM и CSA определяют стандарты материалов, используя стандарты Северной Америки.

Примеры кодов классификации материалов включают следующее:

- Код модели I1:
Ex ia IIC T4 (Tamb = -50 °C до 70 °C) представляет маркировку ATEX, которая указывает, что прибор может использоваться с газами группы IIC при температурах в диапазоне, определенном для группы T4, и при температуре окружающей среды от -50 °C до 70 °C
- Код модели I7:
Ex ia IIC T4 (Tamb = -50 °C до 70 °C) представляет маркировку IECEx, которая указывает, что искробезопасный прибор может использоваться с газами группы IIC при температурах в диапазоне, определенном для группы T4, и при температуре окружающей среды от -50 °C до 70 °C

- Код модели E5:
Взрывобезопасность для Класса I, раздела 1, групп В, С и D – это маркировка FM, которая указывает на то, что прибор может безопасно использоваться с газами в газовых группах В, С и D
- Код модели I6:
Искробезопасность для Класса I, раздела 1, групп А, В, С и D; Температурный код Т4 является маркировкой CSA, которая указывает на то, что прибор можно безопасно использовать с газами в газовых группах А, В, С и D при температурах в пределах диапазона, определенного для группы Т4

15.1.4 Классификация опасных зон

Органы, выполняющие официальное утверждение, определили классификацию зон и разделов опасных зон, которые описывают степени риска в различных типах опасных зон. В классификациях также указывается, какие типы защиты оборудования разрешены в каждой зоне или подразделе. Например, заполнение песком разрешено в зонах раздела 2 и в зонах 1 и 2. FM и CSA указывают маркировку опасных зон в своих сертификационных маркировках. IEC/ATEX указывают зону опасности в своих сертификационных маркировках.

В следующих двух примерах показано, как обозначены классификации опасных зон в спецификациях продукта:

- Взрывобезопасность E5 для класса I, раздела 1, групп В, С и D указывает на то, что прибор может безопасно использоваться в опасных зонах, где горючие концентрации газов или испарений (класс I) присутствуют большую часть времени или в течение коротких периодов времени при нормальных условиях
- I5 невосприимчивый для класса II, раздела 2, групп А, В, С и D указывает, что прибор может безопасно использоваться в опасных зонах с воспламеняющимися концентрациями пыли (Класс II), присутствующими только в условиях неисправности

Североамериканский	IEC	Определение
Раздел 1	Зона 0	Воспламеняемые концентрации присутствуют большую часть времени при нормальных условиях
	Зона 1	Воспламеняемые концентрации присутствуют в нормальных условиях в течение коротких периодов
	Зона 2	Воспламеняемые концентрации присутствуют только в условиях неисправности

Таблица 15.1.4: Классификация опасных зон

ПРИМЕЧАНИЕ!

Устройства, одобренные для раздела 1, также могут безопасно использоваться в зоне раздела 2. Однако устройство, одобренное для раздела 2, не может использоваться в зоне раздела 1.

Методы установки

Пользователи должны соблюдать местные стандарты установки, в зависимости от их географического положения. Два примера:

- Северная Америка – Национальный электротехнический кодекс (NEC) NFPA 70
- Европа – BS EN 60079-14: 1997

Эти два агентства устанавливают стандарты для определенных типов установок во взрывоопасных зонах, включая взрывозащитные, изолирующие и герметизирующие установки. NEC определяет опасные зоны, в которых должны соблюдаться определенные процедуры.

Взрывозащитная установка

На рисунке 15.1.5 показаны требования NEC для взрывозащитной установки. Обратите внимание, что для ограждения электропроводки во взрывоопасных зонах необходимо использовать жесткие металлические кабелепроводы (или другой одобренный кабелепровод). Кроме того, уплотнения кабелепровода должны располагаться вдоль линии электропроводки. В Европе большинство взрывозащитных установок используют кабельные вводы. Оба метода приемлемы.

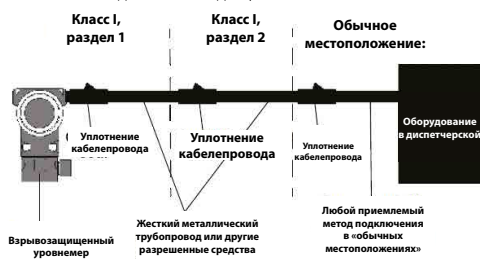


Рисунок 15.1.5: Взрывозащитная установка NEC

Искробезопасная установка

На рисунке 13.1.6 показаны требования NEC для искробезопасного монтажа. При выполнении искробезопасного монтажа пользователи должны учитывать функциональные проблемы, такие как связь и влияние температуры. Искробезопасный барьер должен быть расположен за пределами опасной зоны



Рисунок 15.1.6: Искробезопасная установка

Установка уплотнения

NEC требует герметизации электрических шкафов, если:

- Маркировка оборудования требует герметизации
- Оборудование содержит источник электрического или теплового возгорания.
- В оборудовании предусмотрено подключение к технологическому процессу, однако отсутствует двойное независимое уплотнение технологических жидкостей.

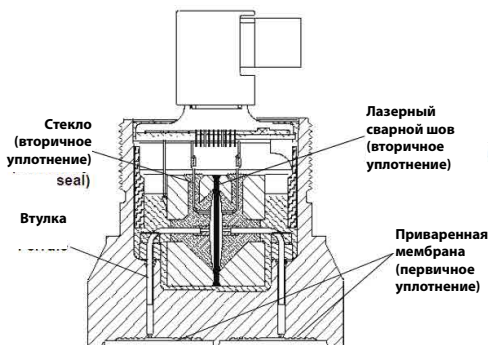


Рисунок 15.1.7: Пример герметичного корпуса

15.2 Классы защиты корпуса

Защита (IP) корпусов от проникновения (входа) регулируется двумя стандартами. Эти стандарты используют системы классификации, чтобы определить способности корпуса противостоять внешним воздействиям окружающей среды. Два стандарта:

- IEC
- Национальная ассоциация производителей электрооборудования (NEMA)

Уровни IEC основаны на критериях производительности, аналогичных NEMA, с различными интерпретациями характеристик корпуса.

15.2.1 Коды защиты от проникновения IEC

IEC использует коды, представленные в таблице 15.2.1, чтобы обозначить способность корпуса защищать от различных типов твердых веществ и жидкостей. Первое число указывает на степень защиты от твердых посторонних частиц. Второе число указывает на степень защиты от опасного проникновения воды. Если первое или второе число обозначено знаком X или нулем, защита в этой категории не предоставляется. Примеры IP-кодов IEC включают следующие:

- IPX4 указывает на защиту только от брызг воды
- IP2X указывает на защиту только от твердых посторонних частиц
- IP56 указывает на защиту от пыли и сильных волн или сильных струй воды

1-й номер	Описание	2-й номер	Описание
0 или X	Нет защиты	0 или X	Нет защиты
1	Объекты ≥ 50 мм	1	Вертикально капающая вода
2	Объекты $\geq 12,5$ мм	2	Вода, капающая под углом 75–105°
3	Объекты $\geq 2,5$ мм	3	Впрыскиваемая вода
4	Объекты $\geq 1,0$ мм	4	Брызги воды
5	Пыленепроницаемый	5	Струи воды
6	Пыленепроницаемый	6	Тяжелые волны, сильные струи воды
		7	Эффекты погружения
		8	Неограниченное погружение

Таблица 15.2.1: Коды защиты корпуса IEC

15.2.2 Степень защиты от проникновения NEMA

NEMA указывает степень защиты корпуса от различных материалов, используя цифры 1-13. Цифры обозначают требования к жидкостям, твердым веществам и опасным зонам.

Класс защиты NEMA	Описание
1	Корпус общего назначения
2	Герметичный корпус
3	Всепогодный
4	Водонепроницаемый
4X	Водонепроницаемый и устойчивый к коррозии
5	Пыленепроницаемый
6	Погружаемый
7	Опасные места (класс I, группы C и D)
8	Опасные места (класс I, погруженный в масло)
9	Опасные места (класс II, группы E, F и G)
10	Взрывозащищенный (Горное бюро 0)
11	Кислото- и дымостойкий, погруженный в масло, используется внутри помещений
12	Промышленное использование
13	Пыленепроницаемый

Таблица 15.2.2: Коды защиты корпуса NEMA

Сравнение типов корпусов NEMA с классификациями IEC

IEC не устанавливает степени защиты от риска взрыва или таких условий, как влага или едкие испарения; NEMA определяет такие требования. По этой причине и из-за того, что испытания и оценки для других характеристик не идентичны, классификационные обозначения корпуса IEC не могут быть точно сопоставлены с номерами типа корпуса NEMA. В таблице 16.2.3 показаны общие сравнения между типами корпусов NEMA и классификациями корпусов IEC, которые являются аналогичными, но не полностью.

Класс защиты NEMA	Код IEC
3	IP54
4	IP56
4x	IP56
5	IP52
6	IP67
12	IP52

Таблица 15.2.3: Сравнение обозначений NEMA и IEC

Для получения дополнительной информации свяжитесь с Emerson.

16

Контуры безопасности

Тема	Страница
16.1 Уровень полноты безопасности (SIL) _____	191
16.2 Выбор безопасного сенсора _____	191
16.3 Анализ отказов, их последствий и диагностики (FMEDA) _____	192
16.4 Сертифицированные сенсоры _____	192
16.5 Опыт эксплуатации _____	192
16.6 Вибрационный сигнализатор 2120 _____	193
16.7 Вибрационный сигнализатор 2130 _____	193
16.8 Вибрационный сигнализатор 2140:SIS _____	194
16.9 Волноводный радарный уровнемер 5300 _____	194
16.10 Бесконтактный радар уровнемер 5408:SIS _____	195
16.11 Измерительные преобразователи давления Rosemount и выносные мембраны _____	195
16.12 Радарный уровнемер Rosemount 5900S _____	195
16.13 Радарный уровнемер Rosemount 5900S 2-в -1 _____	196
16.14 Радарный уровнемер Rosemount 5900C _____	196

16. Контуры безопасности

Основное назначение

IEC61511 является общепринятым стандартом, который устанавливает методы в перерабатывающей и жидкотопливной промышленности, применяемые для обеспечения безопасности промышленных процессов за счет использования полностью или частично электрических/электронных/программируемых приборов. Такие системы известны в качестве систем противоаварийной защиты (SIS)

Чтобы соответствовать требованиям безопасности и экологическим нормам, большинство резервуаров должны быть оборудованы сигнализацией о переполнении, чтобы избежать переполнения и, как следствие, возникновения опасности для окружающей среды.

Сигнализация о переливе обычно подключена к системе безопасности, которая работает отдельно от системы, используемой для работы резервуара.

В зависимости от степени опасности, которая может привести к переливу, система безопасности также может нуждаться в резервировании.

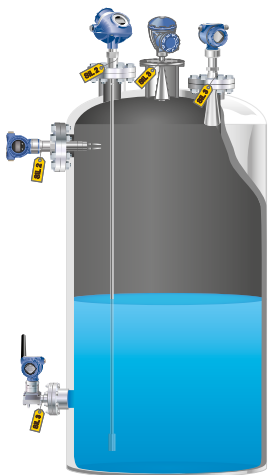


Рисунок 16.1: Резервуар-хранилище с КИП соответствующего уровня SIL

Характеристики и проблемы применения

- Резервуары-хранилища могут быть оборудованы успокоительными колодцами и /или плавающими крышами. Иногда выполняется измерение положения плавающей крыши.
- Жидкости, находящиеся на хранении, могут быть легкими (например, сжиженный нефтяной газ) и подвергаться фазовым изменениям – например, кипению или испарению при изменениях температуры хранения и давления
- Жидкости могут быть вязкими или грязными, что может вызвать обволакивание и закупоривание оборудования.
- Жидкости могут быть опасными; едкими и /или легковоспламеняющимися
- Зачастую точки измерения расположены в опасных местах
- Процедуры проверочных испытаний могут быть сложными и создавать определенные риски

Подходящие технологии

В сфере системы противоаварийной защиты не существует «единого размера, подходящего для любых» технологий и систем. Различные области применения отличаются своими специфическими проблемами, поэтому важно выбрать применимые технологии, которые отвечают этим требованиям.

Стандарт IEC 61511 описывает два разных варианта выбора оборудования SIS

- Оборудование, совместимое с IEC61508
- Самостоятельная аттестация оборудования в соответствии с положением о предыдущем использовании в IEC 61511

Сигнализаторы поплавкового типа, переключатели с вибрационной вилкой, бесконтактные радары, волноводные радары и технология уровня DP могут оказаться подходящими в зависимости от типа применения и требуемого уровня снижения риска.

В последние годы электронная технология измерения уровня наибольшую популярность приобрела благодаря возможности проведения диагностики. Многие типы, доступные сегодня, оснащены функциями, позволяющими постоянно контролировать их механическое и электронное состояние и сигнализировать при наличии проблемы. Кроме того, некоторые из них оснащены средствами для выполнения проверки функционирования или контрольных испытаний, локально с помощью кнопки тестирования или магнитной контрольной точки, либо удаленно, путем передачи команды из хост-системы. Это позволяет операторам периодически проверять целостность своего устройства предотвращения переполнения «в процессе работы», не снимая его с резервуара.

Сенсоры могут быть отнесены к типу А или типу В. Устройство типа А является аналоговым устройством, в котором можно прогнозировать и протестировать любые режимы отказов. Устройства типа В содержат микропроцессоры, это означает, что в них установлено программное обеспечение/прошивка, которые нельзя протестировать в отношении любых режимов отказа.

Выбор оборудования, соответствующего стандарту IEC61508, обычно приводит к уменьшению объемов работы при внедрении системы безопасности.

Наилучшие решения

- В результате недавних изменений в нормативных требованиях и расширения использования систем противоваздушной защиты SIS определено, что контрольно-измерительные приборы должны соответствовать определенным уровням функциональной безопасности. Для удовлетворения потребностей систем безопасности SIL1, 2 или 3 необходимы приборы со встроенной диагностикой и возможностью самопроверки.
- Выберите технологию, которая была оценена и сертифицирована независимой третьей стороной в соответствии с IEC61508.
- Выберите технологию с расширенными функциями диагностики
- Рассмотрите необнаруженные опасные режимы отказа. Выберите технологию с минимальным количеством для максимальной надежности
- Чтобы снизить риск во время стандартных контрольных испытаний, выберите такую технологию, которая облегчает метод контрольных испытаний «в процессе производства», при котором не нужно менять уровень жидкости, а устройство можно проверить без извлечения из резервуара.
- Рассмотрите технологию с расширенной удаленной функциональностью – например, удаленная настройка, диагностика и контрольные испытания, чтобы уменьшить время, затрачиваемое оператором на работу в опасных местах

16.1 Уровень полноты безопасности (SIL)

Международный стандарт IEC 61511 для автоматизированных систем безопасности в перерабатывающей промышленности определяет SIL как степень необходимого снижения риска для обеспечения определенной безопасности. Назначение при этом определено как набор инструментов для определения неминуемого происшествия и выполнения определенных действий. Как минимум, инструмент должен включать датчик, логическое решающее устройство и исполнительный орган. Обычно это один или несколько уровней мер, подключенных к ПЛК для управления запорным клапаном. Существует очень много методов определения функции SIL, но основная цель — это определение возможности получения ущерба и оценки степени опасности. Каждая функция безопасности определяется как SIL 1, SIL 2, SIL 3 или SIL 4. Чем выше SIL, тем более высокие требования для достижения допустимого риска. Большинство функций определены как SIL 1, некоторые как SIL 2 и только единицы как SIL 3.

Для любого данного SIL действительные цели могут отличаться в зависимости от сложности устройства, вероятности потребления и использования архитектурной избыточности или схем голосования. Большинство современных устройств считаются сложными (тип В) из-за использования микропроцессоров. Вероятность потребления зависит от способа работы функции. Если безопасное действие требуется чаще, чем в интервале испытаний, либо несколько раз в год, оно считается постоянным или работой с высокими требованиями. Наконец, избыточность в архитектуре инструмента относится к аппаратной устойчивости системы к ошибкам, т.е. возможность выполнения требуемой функции безопасности при опасном аппаратном сбое. Например, для SIL 2 обычно используется 3 датчика, подключенных параллельно с голосованием 2 из 3. Тем самым обеспечивается аппаратная устойчивость к ошибкам 1, поскольку отказ одного из устройств не отменяет выполнение безопасного действия. Стало удобно классифицировать устройства как SIL 1, SIL 2 или SIL 3, но в действительности это не так. Для устройства важно, чтобы доля безопасных отказов не была ниже указанной, а вероятность отказа по требованию была как можно ниже. Значения вероятностей отказа рассчитываются комплексным методом анализа отказов, их последствий и диагностики (FMEDA). Требованиями SIL к систематической целостности безопасности определяется ряд методов и мер, необходимых для предупреждения систематических отказов, обусловленных проектированием устройства или системы. Эти требования могут быть удовлетворены либо путем тщательной организации процесса разработки, либо на основании достаточно длительной статистики эксплуатации устройства для признания его пригодным к применению. Электрические и электронные устройства могут быть допущены к применению в функционально безопасном оборудовании согласно стандарту IEC 61508 при условии, что разработчики оборудования предоставят необходимые свидетельства того, что оборудование, включая устройство, тоже удовлетворяет установленным требованиям.

Требования стандарта IEC 61508 адресованы производителям узлов инструментальных систем обеспечения безопасности (SIS), а в стандарте IEC 61511 сформулированы требования только для конечных пользователей и системных интеграторов.

16.2 Выбор безопасного датчика

В стандарте IEC 61511 имеется два варианта выбора датчика. Первый вариант – это устройство с сертификатом безопасности, удостоверяющим соответствие его конструкции стандарту IEC 61508. В этом случае изготовитель подтверждает безопасность устройства или датчика, а пользователь подтверждает безопасность физического интерфейса к технологическому процессу.

Второй вариант предусматривает выбор сенсора на основании «предшествующего применения». В этом случае конечный пользователь подтверждает безопасность системы в целом.

Оба варианта дают одинаковый результат.

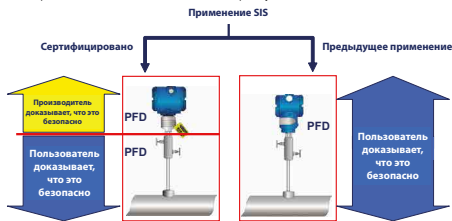


Рисунок 16.2.1: Ответственность за безопасность сенсоров SIS

16.3 Анализ отказов, их последствий и диагностики (FMEDA)

Одним из этапов выбора сенсорной техники является проверка безопасности и надежности сенсора. Она обычно осуществляется в виде анализа отказов, их последствий и диагностики, или FMEDA. Эта оценка может выполняться как для не имеющей сертификации, так и для сертифицированной продукции. Это испытания, в ходе которых независимая сторонняя организация (Exida, TUV, FM или SP) изучает схемные решения и аппаратное воплощение продукта, и идентифицирует возможные виды отказов. К ним относятся безопасные выявленные, безопасные невыявленные, опасные выявленные и опасные невыявленные отказы.

Два основных параметра: доля безопасных отказов (SFF) и вероятность отказа по требованию (PFD). Доля безопасных отказов характеризует изделие для пригодности к работе с данным SIL и аппаратной устойчивостью к ошибкам. Вероятность отказа по требованию характеризует риск не выполнения действия по требованию. После первой пусконаладки инструмента PFD равно 0. PFD будет увеличиваться со временем, пока в результате испытаний это значение не будет восстановлено. Функция SIL определяет максимально допустимый PFD. Скорость, с которой увеличивается PFD, является уникальной для каждого устройства и обычно указывается после 1 года эксплуатации.

Важно отметить, что интервал проведения испытаний сенсора больше или равен межремонтному сроку службы вашей установки. Благодаря этому технологический процесс не прерывается и снижаются риски для обслуживающего персонала.

16.4 Сертифицированные сенсоры

В действительности имеются две системы сертификации сенсоров. Первая система распространяется на имеющееся устройство или сенсор. Для этой системы, или верхней половины, ответственность за доказательство безопасности устройства возлагается на изготовителя. Вторая система, или нижняя половина – это непосредственное взаимодействие с технологическим процессом. Ответственность за вторую половину или нижнюю часть возлагается на пользователя. Безопасность этого взаимодействия должен подтвердить пользователь.

Для обеих систем существует вероятность отказа по требованию, или PFD – имеется PFD для датчика и PFD для взаимодействия, и эти величины суммируются. Вероятность отказа по запросу – это вероятность того, что контур/устройство будет находиться в состоянии отказа при попытке обращения к системе.

16.5 Опыт эксплуатации

Для "подтвержденных эксплуатацией устройств" безопасность системы в целом подтверждает пользователь. Пользователь должен располагать данными для подтверждения безопасности применения в данной области и датчика, и интерфейса. Кроме того, существует два способа подтвердить SIL: либо с указанием SFF по результатам оценочных испытаний (согласно IEC 61508), либо с использованием SFF по данным испытаний (согласно IEC 61508) в сочетании с данными, подтверждающими пригодность к эксплуатации в заводских условиях (по IEC 61511). Например: сенсор, имеющий SFF > 90%, будет соответствовать уровню SIL2 (если аппаратная отказоустойчивость системы (HTF) равна 0), а сенсор, имеющий SFF в диапазоне от 60 до < 90% будет соответствовать уровню SIL1 в одной и той же системе.

Однако пользователи могут понизить HTF на единицу согласно IEC 61511, проводя аттестацию совместно с данными, подтверждающими пригодность к эксплуатации. См. приведенную ниже таблицу.

Примечание: В контексте стандарта IEC 61511-1, часть 1, определяется: «...не относится к изготовителям, имеющим намерение заявить о пригодности устройства для применения в системах противоаварийной защиты...»

Данные подтвержденной пригодности для эксплуатации должны относиться к определенным предприятиям, и изготовители или представители изготовителя не могут квалифицировать и заявлять подтвержденную пригодность для эксплуатации в соответствии со стандартом IEC 61511.

SFF	HFT=0	HFT=1 (0*)	HFT=2 (1*)
<60%	H/П	SIL1	SIL2
60%...<90%	SIL1	SIL2	SIL3
90%...<99%	SIL2	SIL3	(SIL4)
≥99%	SIL3	(SIL4)	(SIL4)

Таблица 16.5.1 Интегральные уровни безопасности предшествующего применения, определенные на основании SFF для относящихся к безопасности подсистем типа В. *Пользователи могут понизить HFT на единицу согласно IEC 61511, проводя аттестацию совместно с данными, подтверждающими пригодность к эксплуатации. Этой возможностью располагают только пользователи, но не изготовители.

16.6 Вибрационный сигнализатор 2120 – вибрационная вилка, сертифицированная в соответствии с IEC61508 (SIL2)

Вибрационный сигнализатор 2120 прошел оценку, выполненную Exida для проверки соответствия аппаратного обеспечения требованиям IEC 61508. Оценка аппаратного обеспечения включает отчет FMEDA (режим отказа, эффекты и диагностический анализ). Сигнализатор 2100 считается устройством типа В. При доле безопасных отказов свыше 90% для 4 исполнений электроники вывода оно имеет сертификат безопасности SIL 2.

Вибрационный сигнализатор 2120 с выходами типа K-NAMUR, G-PNP/PLC и H-8/16mA – это устройство типа В в соответствии с IEC 61508, с SFF > 90% и сертификацией для SIL2, с аппаратной отказоустойчивостью 0.



Рисунок 16.6.1: Вибрационный сигнализатор 2120 с SIL2

Тип выходного сигнала	Уровень целостности	SFF
Namur (K)	SIL 2 при HFT=0, маршрут 1 _H SIL 3 при HFT=1, маршрут 1 _H	>91,1%
8/16 mA (H)	SIL 2 при HFT=0, маршрут 1 _H SIL 3 при HFT=1, маршрут 1 _H	>90,9%
PNP/ПЛК (G)	SIL 2 при HFT=0, маршрут 1 _H SIL 3 при HFT=1, маршрут 1 _H	>90%
Реле (V)	SIL 1 при HFT=0, маршрут 1 _H SIL 2 при HFT=1, маршрут 1 _H	>72%

Таблица 16.6.1: Сертификаты Rosemount 2120

16.7 Вибрационный сигнализатор 2130 – вибрационная вилка, сертифицированная в соответствии с IEC61508 (SIL2)

Вибрационный сигнализатор 2130 прошел оценку третьей стороной Exida для определения соответствия аппаратного обеспечения IEC 61508. Оценка оборудования включает отчет FMEDA (режим отказа, эффекты и диагностический анализ). В стандартную комплектацию Rosemount 2130 входит магнитная контрольная точка, позволяющая операторам быстро, просто и безопасно проводить локальные частичные испытания «в процессе».

Вибрационный сигнализатор 2130 с выходами типа N-NAMUR, P-PNP/PLC, L-Direct Load и M-8/16mA – это устройство типа В в соответствии с IEC 61508, с SFF > 90% и сертификацией для SIL2, с аппаратной отказоустойчивостью 0.

Вибрационный сигнализатор 2130 с выходом типа D – реле DPDT/DPCO считается подсистемой типа В с аппаратной отказоустойчивостью 0. При доле безопасного отказа (SFF) < 90% показано, что для предыдущего использования SIL1 подходит с HFT = 0, а SIL 2 подходит с HFT = 1.



Рисунок 16.7.1: Вибрационный сигнализатор 2130 с SIL2

Тип выходного сигнала	Уровень целостности	SFF
Namur (N) PNP/PLC (P) Переключение нагрузки (L) 8/16мА (M)	SIL 2 при HFT=0	>90%
Реле (D)	SIL 1 при HFT=0 SIL 2 при HFT=1	>76,8%

Таблица 16.7.1: Сертификаты Rosemount 2130

16.8 Вибрационный сигнализатор 2140:SIS, вибрационная вилка, сертифицированная в соответствии с IEC61508 (SIL2)

Вибрационный сигнализатор 2140:SIS, с вибрационной вилкой, прошел оценку третьей стороной Exida для определения соответствия аппаратного обеспечения IEC 61508. Оценка аппаратного обеспечения состоит из отчета FMEDA (режим отказа, эффекты и диагностический анализ). Он классифицируется как устройство типа В, отвечающее требованиям обеспечения уровня целостности SIL 2 при HFT = 0, маршрут 1Н с SFF до 97,7% в зависимости от конфигурации.

Вибрационный сигнализатор 2140:SIS оснащен полностью интегрированной функцией удаленного частичного тестирования, активируемой с помощью команды HART из хост-системы. Также предусмотрена кнопка для выполнения того же теста «локально».

- SFF до 97,7%
- PFDAVG: 6,82E-03 на основе интервала контрольных испытаний 1 год
- Интервал проверочных испытаний: поддерживает > 5 лет (с учетом средней вероятности отказа сенсора по запросу, которая должна быть для уровня SIL2 лучше или равна 3,5E-03)
- Действительно для 4-20 мА со связью по протоколу HART



Рисунок 16.8.1: Вибрационный сигнализатор 2140:SIS

Уровень целостности	SFF
SIL 2 при HFT=0, маршрут 1 _Н	>97,7%

Таблица 16.8.1: Сертификаты вибрационного сигнализатора 2140

16.9 Волноводный радарный уровнемер 5300, сертифицированный по IEC61508 (SIL2)

Уровнемер 5300 прошел оценку третьей стороной Exida для определения соответствия аппаратного обеспечения IEC 61508. Оценка оборудования включает отчет FMEDA (режим отказа, эффекты и диагностический анализ).

Уровнемер 5300 считается устройством типа В. При величине доли безопасных отказов (SFF) > 90% для них установлено соответствие уровню SIL 2 на основании предшествующего применения. По этому варианту специалисту по инструментальным средствам безопасности предоставляются необходимые данные об отказах согласно стандартам IEC 61508 /IEC 61511 и рекомендации проверочных испытаний.

- SFF: >90%
- PFDAVG: 6,13E-04 на основе интервала контрольных испытаний 1 год
- Интервал проверочных испытаний: поддерживает 5 лет (с учетом средней вероятности отказа сенсора по запросу, которая должна быть для уровня SIL2 лучше или равна 3,5E-03)
- Поддерживает выходные сигналы 4-20 мА (HART)



Рисунок 16.9.1: Уровнемер 5300 с SIL2

Уровень целостности	SFF
SIL3 при HFT=1, маршрут 1 _H	>91,5%
SIL2 при HFT=0, маршрут 1 _H	>91,5%
SIL3 при HFT=1, маршрут 2 _H	
SIL2 при HFT=0, маршрут 2 _H	

Таблица 16.9.1: Сертификаты уровнемера 5300

16.10 Уровнемер 5408:SIS – бесконтактный радар, сертифицированный по IEC61508 (SIL2)

Уровнемер 5408 прошел оценку третьей стороной Exida для определения соответствия аппаратного обеспечения IEC 61508 уровню SIL 2. Оценка аппаратного обеспечения состоит из отчета FMEDA (режим отказа, эффекты и диагностический анализ). Он классифицируется как устройство типа В, отвечающее требованиям обеспечения уровня целостности SIL2 при HFT=0 и SIL3 при HFT=1, маршрут 1H с SFF>92,7%. Действительно для выхода 4-20 мА (HART).



Рисунок 16.10.1: Уровнемер 5408:SIS с SIL2

Уровень целостности	SFF
SIL3 при HFT=1, маршрут 1 _H	>92,7%
SIL2 при HFT=0, маршрут 1 _H	>92,7%

Таблица 16.10.1: Сертификаты уровнемера 5408:SIS

16.11 Измерительные преобразователи давления Rosemount и выносные мембраны

Измерительный преобразователь давления Rosemount и выносные мембраны предназначены для работы с высочайшим уровнем надежности и безопасности. Эти устройства были проверены третьей стороной, чтобы поставляться с сертификатами безопасности согласно IEC 61508, с документацией, доступной для выполнения расчетов вероятности отказа по запросу (PFD), либо с анализом режимов отказа, эффектов и диагностики (FMEDA) для поддержки обоснования для использования в IEC 61511 согласно положению предыдущего использования.

Рассматриваемые устройства:

- Датчики давления Rosemount 3051S
- Системы ERS Rosemount 3051S
- Датчики давления Rosemount 3051
- Датчики давления Rosemount 2051
- Система с разделительной мембраной Rosemount 1199



Рисунок 16.11.1: Датчики давления Rosemount 3051SAL с SIL3

ПРИМЕЧАНИЕ!

Дополнительные сведения по безопасности, включая сертификаты, отчеты FMEDA и руководства по безопасности приведены на сайте: Emerson.com/Rosemount

16.12 Радарный уровнемер Rosemount 5900S – бесконтактный радар, сертифицированный согласно IEC61508 (SIL2)

Радарный уровнемер Rosemount 5900S прошел оценку третьей стороной Exida для определения соответствия аппаратного обеспечения IEC 61508. Оценка аппаратного обеспечения состоит из отчета FMEDA (режим отказа, эффекты и диагностический анализ). Он классифицируется как устройство типа В, отвечающее требованиям обеспечения уровня целостности для SIL2 при HFT=0, маршрут 1H с SFF>91,7% и SIL2 при HFT=0, маршрут 2H. Действительно для выхода 4-20 мА (HART).



Рисунок 16.12.1: Радарный уровнемер Rosemount 5900S с SIL2

Уровень целостности	SFF
SIL2 при HFT=0, маршрут 1 _H	>91,7%
SIL2 при HFT=0, маршрут 2 _H	

Таблица 16.12.1: Сертификаты Rosemount 5900S

16.13 Радарный уровнемер Rosemount 5900S - бесконтактный радар, сертифицированный согласно IEC61508 (SIL3)

Устройство 5900S представляет собой первый в мире радарный уровнемер, сертифицированный по SIL3, для предотвращения переливов. Благодаря запатентованной функциональности 2-в -1, один корпус содержит два независимых комплекта радарных уровнемеров. Теперь наивысший уровень безопасности SIL3 может быть достигнут с помощью одного измерительного преобразователя (HFT = 0), для которого требуется только одно отверстие в резервуаре и одна установка, без ущерба для точности коммерческого учета. Сертификация была проведена Exida.

- SFF > 99 %
- Интервал проверочных испытаний: поддерживает примерно 9 лет для SIL3 (PFD < 1,0E-3)
- Выход: Дискретный выход (проходит через модуль связи Rosemount 2410)



Рисунок 16.13.1: Радарный уровнемер Rosemount 5900S 2-в -1 с SIL3

Уровень целостности	SFF
SIL3 при HFT=0, маршрут 1 _H	>99%
SIL2 при HFT=0, маршрут 1 _H	>91,7%
SIL2 при HFT=0, маршрут 2 _H	

Таблица 16.13.1: Сертификаты Rosemount 5900S 2-в -1

ПРИМЕЧАНИЕ!

Дополнительные сведения по безопасности, включая сертификаты, отчеты FMEDA и руководства по безопасности приведены на сайте: Emerson.ru/automation

16.14 Радарный уровнемер Rosemount 5900C – бесконтактный радар, сертифицированный согласно IEC61508 (SIL2)

Радарный уровнемер Rosemount 5900C прошел оценку третьей стороной Exida для определения соответствия аппаратного обеспечения IEC 61508. Оценка аппаратного обеспечения состоит из отчета FMEDA (режим отказа, эффекты и диагностический анализ). Он классифицируется как устройство типа В, отвечающее требованиям обеспечения уровня целостности для SIL2 при HFT=0, маршрут 1H с SFF>91,7% и SIL2 при HFT=0, маршрут 2H.



Рисунок 16.14.1: Радарный уровнемер Rosemount 5900C с SIL2

Уровень целостности	SFF
SIL2 при НФТ=0, маршрут 1 _H	>91,7%
SIL2 при НФТ=0, маршрут 2 _H	

Таблица 16.14.1: Сертификаты Rosemount 5900C

17

Приложения

Тема	Страница
17.1 Диэлектрическая проницаемость _____	200
17.2 Таблицы преобразования величин _____	219
17.3 Таблицы параметров насыщенного пара _____	227
17.4 Глоссарий _____	231
17.5 Часто задаваемые вопросы _____	241

17.1 – Диэлектрическая проницаемость

СОЕДИНЕНИЕ	Диэл. проницаемость	°F	°C	Состояние
ГРАНУЛЫ АКТИВИРОВАННОГО КОКСА	14	RT	RT	ТВ
КВАСЦЫ (АЛЮМИНИЕВОКАЛИЕВЫЕ КВАСЦЫ)	4,2	140	60	
КВАСЦЫ (СУЛЬФАТ АЛЮМИНИЯ)	2,6	68	20	
АМИНО-2-МЕТИЛПРОПАН	4,4	70	21	
АМИНОАЛКИДНАЯ СМОЛА	3,9 – 4,2			Ж
АМИНОДОДЕКАН (ДОДЕЦИЛАМИН)	3,1	86	30	ТВ
АМИНОЭТИЛАМИНОЭТАНОЛ	21,8	68	20	Ж
АМИНОФУЛЬСЕНФОРТЕ	22,0	77	25	
АМИНОГЕКСАДЕКАН	2,7	131	55	Ж
АМИНООКТАДЕКАН, СТЕАРИЛАМИН	2,6	136	58	Ж
АМИНООКТАН	3,9	54	12	Ж
АМИНООКТАН	4,1	36	2	Ж
АМИНОПЕНТАН	4,5	72	22	Ж
АМИН-ТЕТРАДЕКАН	2,9	104	40	Ж
АМИНОТОЛУОЛ	4,6	68	20	Ж
АМИНОКС	2,4	275,0	135,0	ТВ
АМИЛМЕРКАПТАН	4,7	68	20	Ж
АММИАК	1,0072	32,0	0,0	Г
АММИАК	14,9	77	25	Ж
АММИАК	15,5	68	20	Ж
АММИАК	18,9	40,0	4,4	Ж
АММИАК	22,0	-30,0	-34,4	Ж
АММИАК	22,7	-58	-50	Ж
АММИАК	25,0	-104,0	-75,6	Ж
АММИАК	25,0	-74,0	-58,9	Ж
АММИАК ВОДНЫЙ (25%)	31,6	68	20	Ж
АМР (2-АМИНО-2-МЕТИЛ-1-ПРОПАНОЛ)	18 – 20	122 – 86	50 – 30	Ж
АСБЕСТ, СИНИЙ	3,4	68	20	ТВ
АСБЕСТ СУХОЙ	10,2	68	20	ТВ
ЗОЛА, ЦЕМЕНТНАЯ ПЕЧЬ	12,5	75,0	23,9	ТВ
ЗОЛЬНАЯ ПЫЛЬ (КОТЕЛ)	1,7	125,0	51,7	ТВ
ЗОЛЬНАЯ ПЫЛЬ (КОТЕЛ)	1,9	80,0	26,7	ТВ
ЗОЛА, СОДА	3,6	75,0	23,9	ТВ
ЗОЛА, СОДА (0,09% H ₂ O)	1,7	75,0	23,9	ТВ
АСФАЛЬТ	2,6	75,0	23,9	ТВ
АСФАЛЬТ	2,7	75,2	24,0	Ж
АСФАЛЬТ	3,7	400,0	204,4	Ж
АВИАЦИОННЫЙ БЕНЗИН	1,9	77,0	25,0	Ж
БАЙОЛЬ	2,1	75,2	24,0	Ж

17.1 – Диэлектрическая проницаемость

СОЕДИНЕНИЕ	Диэл. проницаемость	°F	°C	Состояние
БАЙОЛЬ-16	2,2	75,2	24,0	Ж
БАЙОЛЬ-D	2,1	75,2	24,0	Ж
БАЙОЛЬ-F	2,1	75,2	24,0	Ж
БЕНЗАЛЬДЕГИД	10,9	59	15	Ж
БЕНЗАЛЬДЕГИД	17,0	68	20	Ж
БЕНЗАЛЬДЕГИД	19,0	32,0	0,0	Ж
БЕНЗОЛ	1,0028	700,0	371,1	Г
БЕНЗОЛ	2,1	275,0	135,0	Ж
БЕНЗОЛ	2,3	68	20	Ж
БЕНЗОЛ, (БРОМОМЕТИЛ)	6,7	68	20	Ж
БЕНЗОЛ, (ДИХЛОРМЕТИЛ)	6,9	68	20	Ж
БЕНЗОЛ, (ТРИФТОРМЕТИЛ)	9,2	77,0	25,0	Ж
БЕНЗОЛ ТЯЖЕЛЫЙ	3,2	68	20	Ж
БЕНЗОЛ, ЧИСТЫЙ	1,9	68	20	Ж
БЕНЗОЛДИОЛ	13,6	248,0	120,0	Ж
ДИХЛОРИД БЕНЗОЛФОСФОНОВОЙ КИСЛОТЫ	26,0	68	20	Ж
ДИФТОРИД БЕНЗОЛФОСФОНОВОЙ КИСЛОТЫ	27,9	68	20	Ж
БЕНЗОЛСУЛЬФОНИЛ ХЛОРИД	28,9	122,0	50,0	Ж
БЕНЗОЛСУЛЬФОНИЛ ХЛОРИД, (ТРИФТОРМЕТИЛСУЛЬФОНИЛ) -	4,7	77,0	25,0	Ж
БЕНЗОЛТИОЛ	4,3	86,0	30,0	Ж
БЕНЗОЛТИОЛ, (ТРИФТОРМЕТИЛСУЛЬФОНИЛ) -	28,5	77,0	25,0	Ж
БЕНЗИЛ	5,9	158	70	Ж
БЕНЗИЛ	13,0	203,0	95,0	Ж
БЕНЗИН (ЛИГРОИН)	7,6	75,0	23,9	Ж
БЕНЗОЛ	2,3	50	10	Ж
БЕНЗОЛ, ТЯЖЕЛЫЙ	3,2	68	20	Ж
БЕНЗОЛ+ МАЛОНАТ, БЕЗ ЭМУЛЬСИИ	3,5	68	20	Ж
БЕНЗОНИТРИЛ	22,0	160,0	71,1	Ж
БЕНЗОНИТРИЛ	25,9 – 26	68	20	Ж
БЕНЗОФЕНОН	11,4	112,0	44,4	Ж
БЕНЗОФЕНОН	12,6	80,6	27,0	Ж
БЕНЗОТРИХЛОРИД	7,4	68	20	Ж
БЕНЗОТРИХЛОРИД	19,0	68	20	Ж
БЕНЗОИЛ (П-ХЛОРФЕНИЛ) ТИОДИИМИН	7,9	19,4	-7,0	Ж
БЕНЗОИЛ (П-ФТОРФЕНИЛ) ТИОДИИМИН	7,3	152,6	67,0	Ж
БЕНЗОИЛ (П-МЕТИЛФЕНИЛ) ТИОДИИМИН	13,1	154,4	68,0	Ж
БЕНЗОИЛ (П-ТРИФТОРМЕТИЛСУЛЬФОНИЛ) ФЕНИТИОДИИМИН	15,9	158,0	70,0	Ж
БЕНЗИЛАЦЕТАТ	11,5	70	21,0	Ж
БЕНЗОИЛАЦЕТОН	3,8	68	20	Ж

17.1 – Диэлектрическая проницаемость

СОЕДИНЕНИЕ	Диэл. проницаемость	°F	°C	Состояние
БЕНЗОИЛАЦЕТОН	29,0	68	20	Ж
БЕНЗОИЛ БРОМИД	21,3	68	20	Ж
БЕНЗОИЛ ХЛОРИД	19,0	75,0	23,9	Ж
БЕНЗОИЛ ХЛОРИД	20,0	68	20	Ж
БЕНЗОИЛ ХЛОРИД	23,0	68	20	Ж
БЕНЗОИЛ ХЛОРИД	22,7	68	20	Ж
БЕНЗОИЛИМИДОСУЛЬФОДИХЛОРИД	31,6	104,0	40,0	Ж
БЕНЗИЛАЦЕТАТ	5,0	70,0	21,1	Ж
БЕНЗИЛАЦЕТАТ	5,3	86,0	30,0	Ж
БЕНЗИЛОВЫЙ СПИРТ	6,6	270	132	Ж
БЕНЗИЛОВЫЙ СПИРТ	9,5	158	70	Ж
БЕНЗИЛОВЫЙ СПИРТ	11,9	86,0	30,0	Ж
БЕНЗИЛОВЫЙ СПИРТ	13,0	68	20	Ж
БЕНЗИЛ БЕНЗОАТ	4,8	68	20	Ж
БЕНЗИЛ БЕНЗОАТ	5,3	86,0	30,0	Ж
БЕНЗИЛ БУТАНОАТ	4,6	82,4	28,0	Ж
БЕНЗИЛ ХЛОРИД	7,0	55	13	Ж
БЕНЗИЛ ХЛОРИД	6,4 – 6,9	68	20	Ж
БЕНЗИЛ ЦИАНИД	6,0	155,0	68,3	Ж
БЕНЗИЛ ЦИАНИД	18,3	68	20	Ж
БЕНЗИЛ ЭТИЛ ЭФИР	3,9	77,0	25,0	Ж
БЕНЗИЛ ЭТИЛАМИН	4,3	68	20	Ж
БЕНЗИЛФОРМИАТ	6,3	86,0	30,0	Ж
БЕНЗИЛ ЙОДИД	4,6	68	20	Ж
БЕНЗИЛ НИТРИТ	7,8	77,0	25,0	Ж
БЕНЗИЛ ФЕНИЛ ЭФИР	3,7	104,0	40,0	Ж
БЕНЗИЛ ФЕНИЛАЦЕТАТ	4,5	86,0	30,0	Ж
БЕНЗИЛ ПРОПАНОАТ	5,1	86,0	30,0	Ж
БЕНЗИЛ САЛИЦИЛАТ	4,1	68	20,0	Ж
БЕНЗИЛ САЛИЦИЛАТ	4,1	82,4	28,0	Ж
БЕНЗИЛАМИН (АМИНО-ТОЛУОЛ)	4,3	120,0	48,9	Ж
БЕНЗИЛАМИН (АМИНО-ТОЛУОЛ)	4,6	68	20	Ж
БЕНЗИЛАМИН (АМИНО-ТОЛУОЛ)	5,5	32,0	0,0	Ж
БЕНЗИЛЕТИЛАМИН	4,3	68	20,0	Ж
БЕНЗИЛЕТИЛАМИН	4,4	66,2	19,0	Ж
БЕНЗИЛТИОЛ	4,7	77,0	25,0	Ж
БИОПРОПАНОЛ	25,0	68	20,0	Ж
БИС (1-МЕТИЛПРОПОКСИ) ДИМЕТИЛСИЛАН	3,0	77,0	25,0	Ж
БИС (3-МЕТИЛБУТИЛ) АМИН	2,5	64,4	18,0	Ж

17.1 – Диэлектрическая проницаемость

СОЕДИНЕНИЕ	Диэл. проницаемость	°F	°C	Состояние
БИС (ТРИМЕТИЛСИЛАНОКСИЭТИЛ) АМИН	3,6	104,0	40,0	Ж
БИТУМ	2,3	140	60,0	Ж
БИТУМ	2,8	68	20,0	Ж
БИТУМ ПОРИСТЫЙ	4,1	75	23,9	Ж
КОСТНАЯ МУКА	1,7	68	20,0	ТВ
БУТАДИЕН	2,1	17,6	-8,0	Ж
БУТАНАЛ	13,0	77,0	25,0	Ж
БУТАН	1,4	30,2	-1,0	Ж
БУТАН	1,8	71,6	22,0	Ж
БУТАН	2,9	68	20	Ж
Бутандиол	22,4	77,0	25,0	Ж
БУТАНДИОЛ	30,0	80,0	26,7	Ж
БУТАНДИОЛ ДИНИТРАТ	18,0 – 18,9	68	20	Ж
БУТАНДИОЛ-(1,3)-ДИНИТРАТ	18,9	68	20	Ж
БУТАНДИОЛ – (1,4)	30,2	86	30	Ж
БУТАНДИОЛ-(2,3)-ДИНИТРАТ	28,8	68	20	Ж
БУТАНДИОЛДИАЦЕТАТ	5,1	77	25	Ж
БУТАНОЛ (БУТИЛОВЫЙ СПИРТ)	15,4	104	40	Ж
БУТАНОЛ (БУТИЛОВЫЙ СПИРТ)	23,8	-13	-25	Ж
БУТАНОЛ (БУТИЛОВЫЙ СПИРТ)	17,3 – 17,8	68	20	Ж
БУТАНОН	18,5 – 18,6	68	20	Ж
БУТАНОН (-2)	17,6	104	40	Ж
БУТАНОН (-2) -ОКСИМ	3,4	68	20	Ж
БУТАНОН ОКСИМ	3,4	68	20	Ж
БУТАНОНОКСИМ	3,4	68	20	Ж
БУТЕН	2,0	73,4	23,0	Ж
БУТОКСИАЦЕТИЛЕН	6,6	77,0	25,0	Ж
БУТОКСИАЦЕТИЛЕН	6,6	68	20	Ж
БУТОКСИЭТАНОЛ	9,4	77,0	25,0	Ж
БУТОКСИЭТИЛ ИЗОЦИАНАТ	9,4	68	20	Ж
БУТОКСИТРИМЕТИЛСИЛАН	2,7	77,0	25,0	Ж
БУТИЛ АЦЕТАТ	2,4	-108	-78	Ж
БУТИЛ АЦЕТАТ	3,4	140,0	60,0	Ж
БУТИЛ АЦЕТАТ	5,1	68	20	Ж
БУТИЛ АКРИЛАТ	4,2	68	20	Ж
БУТИЛ АКРИЛАТ	5,3	82,4	28,0	Ж
БУТИЛОВЫЙ СПИРТ (БУТАНОЛ)	7,0	140	60	Ж
БУТИЛОВЫЙ СПИРТ (БУТАНОЛ)	11,2	86	30	Ж
БУТИЛОВЫЙ СПИРТ (БУТАНОЛ)	19,5	50	10	Ж

17.1 – Диэлектрическая проницаемость

СОЕДИНЕНИЕ	Диэл. проницаемость	°F	°C	Состояние
БУТИЛОВЫЙ СПИРТ (БУТАНОЛ)	20,0	75,0	23,0	Ж
БУТИЛОВЫЙ СПИРТ (БУТАНОЛ)	23,8	-13	-25	Ж
БУТИЛОВЫЙ СПИРТ (Н-)	7,8	66,0	18,9	Ж
БУТИЛ БЕНЗОЛ	2,3	86	30	Ж
БУТИЛ БЕНЗОАТ	5,5	86,0	30,0	Ж
БУТИЛСИЛАН	2,5	68	20	Ж
БУТИОКСИТРИМЕТИЛСИЛАН	2,8	77,0	25,0	Ж
СУЛЬФАТ КАЛЬЦИЯ	2,3	75,0	23,9	ТВ
СУЛЬФАТ КАЛЬЦИЯ	5,6	75,0	23,9	ТВ
БИСУЛЬФИД УГЛЕРОДА, ЧИСТЫЙ	2,6	68	20	Ж
УГЛЕКИСЛЫЙ ГАЗ	1,000921	68	20	Г
УГЛЕКИСЛЫЙ ГАЗ	1,5	71,6	22,0	Ж
УГЛЕКИСЛЫЙ ГАЗ	1,6	32,0	0,0	Ж
СЕРОУГЛЕРОД	2,2	180,0	82,2	Ж
СЕРОУГЛЕРОД	2,2	350,0	176,7	Ж
СЕРОУГЛЕРОД	2,6	68	20	Ж
СЕРОУГЛЕРОД	3,0	-166,0	-110,0	Ж
ХЛОР	1,5	287,0	141,7	Ж
ХЛОР	1,7	170,6	77,0	Ж
ХЛОР	1,9	58,0	14,4	Ж
ХЛОР	2,0	32,0	0,0	Ж
ХЛОР	2,1	-85,0	-65,0	Ж
ПЕНТАФТОРИД ХЛОРА	4,3	-112,0	-80,0	Ж
ХЛОР-2-МЕТИЛ БУТАН	12,3	-59	-50	Ж
ХЛОР-2-МЕТИЛ ПРОПАН	6,5	59	15	Ж
ХЛОР-2-МЕТИЛ ПРОПАН	9,2	86	30	Ж
ХЛОР-2-МЕТИЛ ПРОПАН	11,7	14	-10	Ж
ХЛОР-2-НИТРО-БЕНЗОЛ	37,7	122	50	ТВ
ХЛОР-3-БРОМБЕНЗОЛ	4,6	68	20	ТВ
ХЛОР-3-МЕТИЛ БУТАН	6,1	66	19	Ж
ХЛОР-3-НИТРО-БЕНЗОЛ	13,3	149	65	Ж
ХЛОР-3-НИТРО-БЕНЗОТРИФТОРИД	12,8	86	30	Ж
ХЛОР-4-ЭТИЛ-БЕНЗОЛ	6,0	77	25	Ж
ХЛОР-4-НИТРО-БЕНЗОЛ	8,1	248	120	Ж
ХЛОР-5-НИТРО-БЕНЗОТРИФТОРИД	9,8	86	30	Ж
ХЛОР-А, ДИГИДРОКСИПРОН	31,0	68	20	Ж
ХЛОРБЕНЗОЛ	5,9	68	20	Ж
ХЛОРБЕНЗОЛ	6,1	32	0	Ж
ХЛОРБЕНЗОЛ	7,2	-50	-45,6	Ж

17.1 – Диэлектрическая проницаемость

СОЕДИНЕНИЕ	Диэл. проницаемость	°F	°C	Состояние
ХЛОРБЕНЗОЛ СУЛЬФОНИЛХЛОРИД	11,8	140,0	60,0	Ж
ХЛОРБУТАН	6,8	108	42	Ж
ХЛОРБУТАН	7,3	68	20	Ж
ХЛОРБУТАН	9,1	-20,0	-28,9	Ж
ХЛОРБУТАН	12,2	-130	-90	Ж
ХЛОРБУТИЛ ФОРМИАТ	9,1	68	20	
ХЛОРЭТАН	9,5	68	20	Ж
ХЛОРОЭТАНОЛ	25,8	68	20	Ж
ХЛОРГЕКСАНОЛ	21,6	-23,8	-31,0	Ж
ХЛОРМЕТАН	12,6	-35,0	-37,2	Ж
ХЛОРМЕТАН-4	12,6			
ХЛОРМЕТИЛБУТАН	12,3	-58,0	-50,0	Ж
ХЛОРМЕТИЛДИОКСОЛАН	97,5	104,0	40,0	Ж
ХЛОРМЕТИЛПРОПАН	7,0	68	20	Ж
ХЛОРМЕТИЛТИОФЕН	5,5	86,0	30,0	Ж
ХЛОРНИТРОБЕНЗОЛА	8,1	248,0	120,0	Ж
ХЛОРНИТРОПРОПАН	31,9	-9,4	-23,0	Ж
ХЛОРНИТРОТОЛУОЛ	28,1	82,4	28,0	Ж
ХЛОРПИРИДИН	27,3	77,0	25,0	Ж
ХЛОРТИАНИЗОЛ	6,0	77,0	25,0	Ж
ЛИГРОИН ДЛЯ ХИМИЧЕСКОЙ ЧИСТКИ	2,0	68	20	Ж
УГОЛЬ, 15% ВЛАГИ	4,0	68	20	ТВ
УГОЛЬ, 65% ВЛАГИ	25,3	68	20	ТВ
УГОЛЬ БИТУМНЫЙ, 0% Н2О	3,2	700,0	371,1	ТВ
УГОЛЬ БИТУМНЫЙ, 0% Н2О	4,1	400,0	204,4	ТВ
УГОЛЬ БИТУМНЫЙ, 0% Н2О	7,5	77,0	25,0	ТВ
УГОЛЬНАЯ ПЫЛЬ	2,5	68	20	ТВ
УГОЛЬНЫЙ ПОРОШОК	4,6	68	20	ТВ
КАМЕННОУГОЛЬНАЯ СМОЛА	2,0 – 3,0			ТВ?
УГОЛЬНЫЙ ПОРОШОК, МЕЛКИЙ	2 – 4			ТВ
КОКС	3,0	68	20	ТВ
КОКС	8,0	68	20	ТВ
КОКС	1,1 – 2,2			ТВ
КОКС (ИЗ УГЛЯ)	1,6	75,0	23,9	ТВ
ПОВАРЕННАЯ СОЛЬ 0,9	22,0	230	110	ТВ
ПОВАРЕННАЯ СОЛЬ 0,9	23,0	68	20	ТВ
ПОЧАТКИ КУКУРУЗЫ	1,8	75,0	23,9	ТВ
КУКУРУЗНЫЕ ПОЧАТКИ, 2% Н2О (ИЗМЕЛЬЧЕННЫЕ)	2,0	75,0	23,9	ТВ
СЫРОЙ ДЕГОТЬ	4,0	68	20	Ж

17.1 – Диэлектрическая проницаемость

СОЕДИНЕНИЕ	Диэл. проницаемость	°F	°C	Состояние
КУМЕН	2,4	68	20	Ж
ЦИКЛОГЕКСАДИЕН	4,4	170,0	76,7	Ж
ЦИКЛОГЕКСАН	2,0	68	20	Ж
ЦИКЛОГЕКСАН	2,0	68	20	Ж
ЦИКЛОГЕКСАНКАРБОКСИЛОВАЯ КИСЛОТА (ЦИКЛОГЕКСАНКАРБОНОВАЯ КИСЛОТА)	2,6	88,0	31,0	Ж
ЦИКЛОГЕКСАНДИОН	4,4	172,4	78,0	Ж
ЦИКЛОГЕКСАНМЕТАНОЛ	8,1	176,0	80,0	Ж
ЦИКЛОГЕКСАНМЕТАНОЛ	9,7	140,0	60,0	Ж
ЦИКЛОГЕКСАНТИОЛ	5,4	77,0	25,0	Ж
ЦИКЛОГЕКСАНОЛ	12,5	113	45	Ж
ЦИКЛОГЕКСАНОЛ	14,1	95	35	Ж
ЦИКЛОГЕКСАНОЛ	14,8	77	25	Ж
ЦИКЛОГЕКСАНОЛ	15,0	68	20	Ж
ЦИКЛОГЕКСАНОН	19,0	-40,0	-40,0	Ж
ЦИКЛОГЕКСАНОН (КЕТОГЕКСАМЕТИЛЕН)	18,2	68	20	Ж
ДЕКАН	1,8	340,0	171,1	Ж
ДЕКАН	2,0	68	20	Ж
ДИБРОМБЕНЗОЛ	2,6	203	95	Ж
ДИБРОМБЕНЗОЛ	2,6	23,0	-5,0	ТВ
ДИБРОМБЕНЗОЛ	4,5	190,0	87,8	Ж
ДИБРОМБЕНЗОЛ	4,7	73	23	Ж
ДИБРОМБЕНЗОЛ	7,5	68	20	Ж
ДИБРОМБЕНЗОЛ	8,8	68	20	Ж
ДИБРОМБЕНЗОЛ (P-)	4,5	190,0	87,8	ТВ
ДИБРОМОБУТАН	4,7	68	20	Ж
ДИБРОМОБУТАН	5,8	77	25	Ж
ДИБРОМДЕКАН	6,6	86,0	30,0	Ж
ДИБРОМДИХЛОРМЕТАН	2,5	77,0	25,0	Ж
ДИБРОМДИФЛОРМЕТАН	2,9	32,0	0,0	Ж
ДИБРОМЕТАН	4,1	212	100	Ж
ДИБРОМЕТАН	4,1	265,0	129,4	Ж
ДИБРОМЕТАН	4,6	131	55	Ж
ДИБРОМЕТАН	4,7	104	40	Ж
ДИБРОМЕТАН	4,8	77	25	Ж
ДИБРОМЕТАН	7,1	77	25	Ж
ДИБРОМЕТАН	7,7	32	0	Ж
ДИБРОМЭТИЛЕН	2,9	68	20	Ж
ДИБРОМЭТИЛЕН	3,0	32	0	Ж

17.1 – Диэлектрическая проницаемость

СОЕДИНЕНИЕ	Диэл. проницаемость	°F	°C	Состояние
ДИБРОМЭТИЛЕН (ЦИС)	7,1	77,0	25,0	Ж
ДИБРОМЭТИЛЕН (ЦИС-1, 2)	7,7	32,0	0,0	Ж
ДИБРОМЭТИЛЕН (ТРАНС)	2,9	77,0	25,0	Ж
ДИБРОМГЕПТАН	3,8	77	25	Ж
ДИБРОМГЕПТАН	3,8	150,0	65,6	Ж
ДИБРОМГЕПТАН	5,08	24,0	-4,4	Ж
ДИБРОМГЕПТАН	5,1	76,0	24,4	Ж
ДИБРОМГЕКСАН	4,7 – 5,0	77,0	25,0	Ж
ДИБРОММЕТАН	6,7	104	40	Ж
ДИБРОММЕТАН	7,0	68	20	Ж
ДИБРОММЕТАН	7,8	50,0	10,0	Ж
ДИБРОММЕТИЛПРОПАН	4,1	68	20	Ж
ДИМБРОМОНОНАТ	7,2	68	20	Ж
ДИБРОМОКТАН	7,4	77,0	25,0	Ж
ДИБРОМПЕНТАН	4,3	68	20	Ж
ДИБРОМПРОПАН	4,3	68	20	Ж
ДИБУТОКСИДИМЕТИЛСИЛАН	2,8	77,0	25,0	Ж
ДИХЛОР-1-ХЛОРМЕТИЛБЕНЗОЛ	6,3	77,0	25,0	Ж
ДИХЛОР-1-МЕТИЛБЕНЗОЛ	9,0	77	25	Ж
ДИХЛОР-1-НИТРОЭТАН	16,3	86,0	30,0	Ж
ДИХЛОР-2-ХЛОРЭТИЛБЕНЗОЛ	5,2	75,2	24,0	Ж
ДИХЛОР-2-МЕТИЛПРОПАН	7,2	73	23	Ж
ДИХЛОР-2-ВИНИЛБЕНЗОЛ	2,6	77	25	Ж
ДИХЛОР-3,5-БИС (ТРИФТОРМЕТИЛ) БЕНЗОЛ	3,1	86,0	30,0	Ж
ДИЗЕЛЬНОЕ ТОПЛИВО	2,1	68	20	Ж
ДИЭТАНОЛАМИН, (DEA)	22 – 25	122 – 86	50 – 30	Ж
ДИЭТОКСИЭТАН	3,9	68	20	Ж
ДИЭТОКСИМЕТАН	2,5	68	20	Ж
ДИЭТАНОЛАМИН	25,8	68	20	Ж
ДИЭТИЛАМИН	3,7	68	20	Ж
ДИЭТИЛСИЛАН	2,5	68	20	Ж
ДИЭТИОКСИДИМЕТИЛСИЛАН	3,2	77	25	Ж
ДИИЗОПРОПАНОЛАМИН, (DIPA)	13,2 – 13,9	122 – 86	50 – 30	Ж
ДИМЕТОКСИДИМЕТИЛСАЛИН	3,7	77,0	25,0	Ж
ДИМЕТИЛСУЛЬФАТ	55,0	77,0	25,0	Ж
ДИМЕТИЛСУЛЬФИД	6,3	68	20	Ж
ДИМЕТИЛСУЛЬФОН	47,4	230,0	110,0	Ж
ДИМЕТИЛСУЛЬФОКСИД	47,2	68	20	Ж
ДИМЕТИЛБИС (1-МЕТИЛЭТОКСИ) СИЛАН	3,0	77,0	25,0	Ж

17.1 – Диэлектрическая проницаемость

СОЕДИНЕНИЕ	Диэл. проницаемость	°F	°C	Состояние
ДИМЕТИЛФЕНОКСИСИЛАН	3,5	77,0	25,0	Ж
ДИМЕТИЛПРОПОКСИСИЛАН	3,0	77,0	25,0	Ж
ДИМЕТИЛДИПРОПИЛСИЛАН	2,1	68	20	Ж
ЭТАН	1,9	-288,4	-178,0	Ж
ЭТОКСИТРИМЕТИЛСИЛАН	3,0	77,0	25,0	Ж
ЭТИЛБЕНЗАМИД	42,6	176,0	80,0	Ж
ЭТИЛБЕНЗОЛ	2,4	68	20	Ж
ЭТИЛБЕНЗОЛ	3,0	76,0	24,4	Ж
ЭТИЛЕНБЕНЗИЛАМИН	4,3	68	20	Ж
ЭТИЛЕН	1,5	26,6	-3,0	Ж
ЭТИЛЕНГЛИКОЛЬ	37,0	68	20	Ж
ЭТИЛЕНГЛИКОЛЬ	38,7	68	20	Ж
ЭТИЛЕНГЛИКОЛЬ	46,7	59	15	Ж
ЭТИЛЕНОКСИД	12,4	68	20	Ж
ЭТИЛЕНОКСИД	13,9	30	-1	Ж
ЭТИЛЕНСУЛЬФИТ	39,6	77,0	25,0	Ж
ЗОЛЬНАЯ ПЫЛЬ	3,3	68	20	ТВ
ЗОЛЬНАЯ ПЫЛЬ	1,9 – 2,6			ТВ
БЕНЗИН	2,0	70,0	21,1	Ж
БЕНЗИН, ТОПЛИВО	2,1	75,0	23,9	Ж
ГЛИКОЛЬ	37,0	68	20	Ж
ГЛИКОЛЬ	41,0	68	20	Ж
ГИПС	2,8	75,0	23,9	ТВ
ТЯЖЕЛАЯ НЕФТЬ	3,0			Ж
ТЯЖЕЛАЯ НЕФТЬ, С	2,6			Ж
ГЕЛИЙ	1,1	-358,0	-216,7	Г
ГЕЛИЙ	1,1	-455,8	-271,0	Г
ГЕЛИЙ-3	1,055	58,0	14,4	Г
ГЕЛИЙ ЖИДКИЙ	1,9 – 2,0			Ж
ГЕПТАН	1,9	68	20	Ж
ГЕПТАН	2,1	-130,0	-90,0	Ж
ГЕКСАН	1,8	167	75	Ж
ГЕКСАН	1,9	68	20	Ж
ГЕКСАН	1,9	86	30	Ж
ГЕКСАН	2,0	-130,0	-90,0	Ж
ГЕКСАН	3,2	-200,0	-128,9	Ж
ГЕКСАН (ЦИС-3-)	2,1	76,0	24,4	Ж
ГЕКСАН (N-)	1,9	68	20	Ж
ГЕКСАНОН	14,6	68	20	Ж

17.1 – Диэлектрическая проницаемость

СОЕДИНЕНИЕ	Диэл. проницаемость	°F	°C	Состояние
ГЕКСАНОН (2)	14,6	58	15	Ж
ГЕКСЕН	2,0	69,8	21,0	Ж
ГЕКСАН (ЦИС-3-)	2,1	76,0	24,4	Ж
ГЕКСЕН (ТРАНС-3-)	2,0	76,0	24,4	Ж
ГЕКСИЛАМИН	4,1	68	20	Ж
ГИДРАЗИН	51,7	32	0	Ж
ГИДРАЗИН	51,7	77,0	25,0	Ж
ГИДРАЗИН	52,9	68	20	Ж
СОЛЯНАЯ КИСЛОТА	2,6	68	20	Ж
СОЛЯНАЯ КИСЛОТА	4,6	68	20	Ж
СОЛЯНАЯ КИСЛОТА	4,6	82	28	Ж
СОЛЯНАЯ КИСЛОТА	6,3	5	-15	Ж
СОЛЯНАЯ КИСЛОТА	10,1	-121	-85	Ж
СОЛЯНАЯ КИСЛОТА	10,2	-162	-108	Ж
СОЛЯНАЯ КИСЛОТА	11,8	-172	-113	Ж
СИНЬЛОВАЯ КИСЛОТА	2,3	68	20	Ж
СИНЬЛОВАЯ КИСЛОТА	158,0 – 158,1	32,0	0,0	Ж
ФТОРИСТОВОДОРОДНАЯ КИСЛОТА	83,6	32,0	0,0	Ж
СУЛЬФИД ВОДОРОДА	5,9	50,0	10,0	Ж
СУЛЬФИД ВОДОРОДА	9,3	-120,0	-84,4	Ж
СЕРОВОДОРОД	5,9	50	10	Ж
СЕРОВОДОРОД	8,0	-78	-61	Ж
СЕРОВОДОРОД	9,0	-109	-79	Ж
СУПЕРОКСИД ВОДОРОДА, 30%	11,0	68	20	Ж
ИЗОБУТАН (МЕТИЛПРОПАН)	1,8			Ж
ИЗОБУТИЛСИЛАН	2,5	68	20	Ж
ИЗООКТАН	2,1 – 2,3			Ж
ИЗОПЕНТАН	1,8	68	20	Ж
ИЗОПЕНТАН	1,9	32	0	Ж
РЕАКТИВНОЕ ТОПЛИВО (JP1)	2,1	77,0	25,0	Ж
РЕАКТИВНОЕ ТОПЛИВО (JP3)	2,0	77,0	25,0	Ж
РЕАКТИВНОЕ ТОПЛИВО (ВОЕННЫЙ-JP4)	1,7	69,8	21,0	Ж
КЕРОСИН (КОММЕРЧЕСКИЙ)	1,8	70,0	21,1	Ж
ИЗВЕСТЬ	2,6	75,0	23,9	ТВ
ИЗВЕСТЬ	10,9	75,0	23,9	ТВ
РЕГЕНЕРИРОВАННАЯ ИЗВЕСТЬ	2,2	75,0	23,9	ТВ
ИЗВЕСТЬ, 1% H2O	4,2	75,0	23,9	ТВ
ИЗВЕСТЬ, 2% H2O	7,7	75,0	23,9	ТВ
ИЗВЕСТЬ ГРАНУЛИРОВАННАЯ	4,0	68	20	ТВ

17.1 – Диэлектрическая проницаемость

СОЕДИНЕНИЕ	Диэл. проницаемость	°F	°C	Состояние
ИЗВЕСТЬ ПОРОШКОВАЯ	3,3	68	20	ТВ
ИЗВЕСТЬ, ПРОЦЕСС ДВУОКИСИ УГЛЕРОДА	3,1	68	20	ТВ
ИЗВЕСТЬ, МАНСТЕР	1,8	RT	RT	ТВ
ИЗВЕСТЬ, ФОСФОРНАЯ КИСЛОТА	5,0	68	20	ТВ
ИЗВЕСТЬ, ГАШЕНАЯ, 4 НЕДЕЛИ	2,2	68	20	ТВ
ИЗВЕСТЬ, ГАШЕНАЯ, ДОЛОМИТ	1,8	RT	RT	ТВ
ИЗВЕСТЬ, ГАШЕНАЯ, ПЕРЕРАБОТАННАЯ	4,0	68	20	ТВ
ИЗВЕСТНЯК	9,0	75,0	23,9	ТВ
ИЗВЕСТНЯК, 6% H ₂ O	2,8	75,0	23,9	ТВ
ИЗВЕСТНЯК, 2% H ₂ O	2,3	75,0	23,9	ТВ
ЖИДКИЙ ПАРАФИН	2,0	68	20	Ж
СЖИЖЕННЫЙ ВОЗДУХ	1,5			Ж
СЖИЖЕННЫЙ ВОДОРОД	1,2			Ж
СНГ	1,6 – 1,9			Ж
МЕТАН	1,005 – 1,05	10	50	Г
МЕТАН (ЖИДКИЙ ПРИРОДНЫЙ ГАЗ)	1,7	-295,6	-182,0	Ж
МЕТАНОЛ (ДРЕВЕСНЫЙ СПИРТ, МЕТИЛОВЫЙ СПИРТ)	33,0	68	20	Ж
МЕТАНОЛ (ДРЕВЕСНЫЙ СПИРТ, МЕТИЛОВЫЙ СПИРТ)	37,5	32,0	0,0	Ж
МЕТАНОЛ (ДРЕВЕСНЫЙ СПИРТ, МЕТИЛОВЫЙ СПИРТ)	56,6	-112,0	-80,0	Ж
МЕТАНОЛ, С ПРИМЕСЬЮ	20,4	68	20	Ж
МЕТОКСИТРИМЕТИЛСИЛАН	3,2	77,0	25,0	Ж
МЕТИЛМЕРКАПТАН	7,6	35,0	1,7	Ж
МЕТИЛНАФТАЛИН	2,7	77	25	
МЕТИЛ НИТРАТ	23,5	64	18	Ж
МЕТИЛ НИТРАТ	23,9	68	20	Ж
МЕТИЛАМИН	9,4	77	25	Ж
МЕТИЛАМИН	10,5	21,0	-6,1	Ж
МЕТИЛАМИН	11,3	32	0	Ж
МЕТИЛАМИН	11,4	14	-10	Ж
МЕТИЛАМИН	16,7	-72,4	-58,0	Ж
МЕТИЛНАФТАЛИН	2,7	68	20	Ж
МЕТИЛНАФТАЛИН	2,7	104,0	40,0	Ж
МЕТИЛПЕНТАДИЕН-(1,3)	2,4	77	25	Ж
МЕТИЛПЕНТАДИЕН-(1,3)	2,5	122	50	Ж
МЕТИЛПЕНТАДИЕН-(1,3)	3,2	-103	-75	Ж
МЕТИЛПЕНТАН	1,9	68	20	Ж
МЕТИЛТРИФЕНОКСИСИЛАН	3,6	77,0	25,0	Ж
МИНЕРАЛЬНОЕ МАСЛО	2,1	80,0	26,7	Ж
ЛИГРОИН (ПРОДУКТ ПЕРЕГОНКИ)	2,0	75,0	23,9	Ж

17.1 – Диэлектрическая проницаемость

СОЕДИНЕНИЕ	Диэл. проницаемость	°F	°C	Состояние
НАФТАЛИН	2,3	185,0	85,0	Ж
НАФТАЛИН	2,5	75,0	23,9	ТВ
НАФТАЛИН	2,5	194	90	Ж
НАФТАЛИН	2,5	68	20	ТВ
НАФТЕНОВАЯ КИСЛОТА	2,6	68	20	Ж
НАФТОЛ	5,0	212,0	100,0	Ж
НАФТОЛИН	2,5	75,0	23,9	Ж
НАФТОНИТРИЛ	6,4	70,0	21,1	Ж
НАФТОНИТРИЛ	16,0	158,0	70,0	Ж
НАФТИЛНИТРИЛ	19,2	72	22	Ж
НАФТИЛ САЛИЦИЛАТ	6,3	68	20	Ж
НАФИЛАМИН	5,2	140,0	60,0	Ж
НАФИЛЕНЭНИЛАЦЕТАМИД	24,3	320,0	160,0	Ж
НАФТОНИТРИЛ	6,4	69,8	21,0	Ж
НАФТИЛ ЭТИЛ ЭФИР	3,2	68	20	Ж
АЗОТНАЯ КИСЛОТА	50,0	14,0	-10,0	Ж
АЗОТНАЯ КИСЛОТА, 97% HNO ₃	33,6	68	20	Ж
АЗОТНАЯ КИСЛОТА, 98% HNO ₃	19,0	68	20	Ж
АЗОТ	1,00058	68	20	GA
АЗОТ	1,5	-346,0	-210,0	Ж
АЗОТ	1,4	-352	-213	Ж
АЗОТ	1,5	-318	-195	Ж
АЗОТ (СЖИЖЕННЫЙ)	1,3	-310	-190	Ж
АЗОТ (СЖИЖЕННЫЙ)	1,5	336,0	168,9	Ж
N-МЕТИЛДИЭТАНОЛАМИН, (MDEA)	19 – 22	122 – 86	50 – 30	Ж
НОНАН	1,8	230,0	110,0	Ж
НОНАН	2,0	68	20	Ж
НОНАН	2,1	-60,0	-51,1	Ж
ОКТАН	1,061			Г
ОКТАН	1,8	230,0	110,0	Ж
ОКТАН	1,9	160,0	71,1	Ж
ОКТАН	1,9	77	25	Ж
ОКТАН	1,95	68	20	Ж
ОКТАНОН	7,4	212,0	100,0	Ж
ОКТАНОН	9,5	68	20	Ж
ОКТАНОН	12,5	-4,0	-20,0	Ж
ОКТИЛЕН	4,1	66,2	19,0	Ж
НЕФТЬ	2,04 – 3	68	20	Ж
НЕФТЬ/DEA 124	2,4	68	20	Ж

17.1 – Диэлектрическая проницаемость

СОЕДИНЕНИЕ	Диэл. проницаемость	°F	°C	Состояние
НЕФТЕВОДЯНАЯ СМЕСЬ	24,2	68	20	Ж
НЕФТЬ В1	6,0	68	20	Ж
НЕФТЬ В3	4,2	68	20	Ж
НЕФТЬ D8	6,8	122	50	Ж
НЕФТЬ, КОНСЕРВ. + C2733	2,4	68	20	Ж
НЕФТЬ, ТОПЛИВО (# 2)	2,7	75,0	23,9	Ж
НЕФТЬ, НВ-40	2,3	77,0	25,0	Ж
НЕФТЯНОЕ ОТОПЛЕНИЕ	2,1	68	20	Ж
НЕФТЬ, ТЯЖЕЛАЯ	2,2	68	20	Ж
KEL-F МАРКА №1	2,1	77,0	25,0	Ж
KEL-F МАРКА №10	2,1	77,0	25,0	Ж
KEL-F МАРКА №3	2,1	77,0	25,0	Ж
СМАЗОЧНОЕ МАСЛО	2,1 – 2,4	68	20	Ж
МАСЛО, MOBIL	2,3	68	20	Ж
МАСЛО, ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ	2,6	68	20	Ж
МАСЛО, МОТОРНОЕ 10W40 И SAE30	2,2	75,0	23,9	Ж
МАСЛО НЕПРОВОДЯЩЕЕ	3,0	68	20	Ж
МАСЛО, ПАРАФИН	2,2 – 4,7	68	20	Ж
МАСЛО, НЕФТЬ	2,1	68	20	Ж
МАСЛО, ПИРАНОЛ	5,3	68	20	Ж
МАСЛО/SAE 90	2,2	50	10	Ж
МАСЛО/SAE 90	2,2	140	60	Ж
МАСЛО, ТРАНСФОРМАТОР (СМАЗОЧНОЕ МАСЛО)	2,1	68	20	Ж
МАСЛО, ТРАНСИЛ	2,2	78,8	26,0	Ж
МАСЛО, ТРАНСИЛ 10С	2,1	78,8	26,0	Ж
МАСЛО, ТРАНСМИСС.	2,2	80,6	27,0	Ж
МАСЛО, СКИПИДАР	2,2	68	20	Ж
СТРУЖКИ RALLMAN (ДРЕВЕСИНА, ВЛАГА)	2,3	68	20	ТВ
БУМАГА, ДЕРЕВО, СУХОЕ	2,0	75,0	23,9	ТВ
СТРУЖКИ ПЭ	1,3	RT	RT	ТВ
ГРАНУЛЫ ПЭ, БЕЛЫЕ (ПОЛИЭТИЛЕН)	1,3	RT	RT	ТВ
ПОРОШОК ПЭ, НЕСТАБИЛЬНЫЙ	1,4	RT	RT	ТВ
ПЭ, ПОРОШОК	1,6	RT	RT	ТВ
ГРАНУЛЫ	2,1	68	20	ТВ
ПЕНТАНДИОН	23,0	68	20	Ж
ПЕНТАН	1,8	68	20	Ж
ПЕНТАН	2,0	-130,0	-90,0	Ж
ПЕНТАНДИОЛ	17,3	73,4	23,0	Ж
ПЕНТАНДИОН	26,5	86,0	30,0	Ж

17.1 – Диэлектрическая проницаемость

СОЕДИНЕНИЕ	Диэл. проницаемость	°F	°C	Состояние
ПЕНТАНОЛ	13,4	77,0	25,0	Ж
ФЕНИЛЭТИЛЕН (СТИРЕН)	2,3	167,0	75,0	Ж
ФЕНИЛЭТИЛЕН (СТИРЕН)	2,4	77,0	25,0	Ж
ПОЛИЭСТЕР (ПЛАСТИКОВЫЕ СТРУЖКИ)	1,9	75,0	23,9	ТВ
ПОЛИЭСТЕР (ПЛАСТИКОВЫЕ ХЛОПЬЯ)	2,0	75,0	23,9	ТВ
ПОЛИЭСТЕР (ПЛАСТИКОВЫЙ ПОРОШОК)	1,4	75,0	23,9	ТВ
ПОЛИЭФИРНАЯ СМОЛА	1,9	68	20	ТВ
ПОЛИЭФИРНАЯ СМОЛА	5,1	68	20	ТВ
ПОЛИЭФИРНАЯ СМОЛА	2,8	75,0	23,9	ТВ
ПОЛИЭФИРНАЯ СМОЛА	5,5	75,0	23,9	Ж
ПОЛИЭФИРНАЯ СМОЛА (ГИБКАЯ)	4,1	75,0	23,9	ТВ
ПОЛИПРОПИЛЕН	1,6	68	20	ТВ
ПОЛИПРОПИЛЕН	1,5	75,0	23,9	ТВ
ПОЛИПРОПИЛЕН, ПОРОШОК	1,25			ТВ
ПОЛИПРОПИЛЕН, ЖИДКИЙ	2,2 – 2,4	68	20	Ж
ГРАНУЛЫ ПОЛИПРОПИЛЕНА	1,5 – 1,8			ТВ
ПОЛИПРОПИЛЕН, ПЛАСТИК	1,60	75,0	23,9	ТВ
ПОЛИСТИРОЛ	2,5			ТВ
ПОЛИСТИРОЛ (ГРАНУЛЫ)	1,90	75,0	23,9	ТВ
ПОЛИСТИРОЛЬНАЯ СМОЛА	2,4	75,0	23,9	ТВ
ПРОПАН	1,6	32,0	0,0	Ж
ПРОПАН	1,7	68	20	Ж
ПРОПАНДИОЛ	27,5	86,0	30,0	Ж
ПРОПАНДИОЛ ДИНИТРАТ	19,0	68	20	Ж
ПРОПАНДИТИОЛ	7,2	68	20	Ж
ПРОПАННИТРИЛ	29,7	68	20	Ж
ПРОПАНТИОЛ	5,9	59,0	15,0	Ж
ПРОПАНЕТРИОЛ 1,2-ДИАЦЕТАТ	18,2	-20,2	-29,0	Ж
ПРОПАНЕТРИОЛ 1,3-ДИАЦЕТАТ	9,8	59,0	15,0	Ж
ПРОПЕН	1,3	197,0	91,7	Ж
ПРОПЕН	1,7	150,0	65,6	Ж
ПРОПЕН	1,8	112,0	44,4	Ж
ПРОПЕН	1,9	68	20	Ж
ПРОПЕН	2,1	-63,4	-53,0	Ж
ПРОПИЛАМИН	2,9	72	22	Ж
ПРОПИЛАМИН	5,1	73,4	23,0	Ж
ПРОПИЛАМИН	5,3	68	20	Ж
ПРОПИЛБЕНЗОЛ	2,4	68	20	Ж
ПРОПИЛЕН (ЖИДКИЙ)	11,9			Ж

17.1 – Диэлектрическая проницаемость

СОЕДИНЕНИЕ	Диэл. проницаемость	°F	°C	Состояние
ПРОПИЛЕНГЛИКОЛЬ	29,5	68	20	Ж
ПРОПИЛЕНГЛИКОЛЬ (PG)	25 – 28	122 – 86	50 – 30	Ж
ПИРАЗИН	2,8	120,0	48,9	Ж
ПИРИДИН	2,8	122,0	50,0	Ж
ПИРИДИН	12,3	77	25	Ж
ПИРИДИН	12,5	68	20	Ж
ПЕРЕЖЖЕННАЯ ИЗВЕСТЬ	2,2			ТВ
СМОЛА	1,5	68	20	
СМОЛА НАТУРАЛЬНАЯ	2,2	RT	RT	ТВ
СМОЛА, ПОЛИЭСТЕР «АТЛАС», + С2480 ПЕЧИНЭЙ	2,3	68	20	
СМОЛА, ТЕХНИЧЕСКАЯ ЧИСТОТА	24,5	68	20	
КАМЕННАЯ СОЛЬ 0-25ММ	4,3	68	20	ТВ
СОЛЬ	3,0 – 15,0			ТВ
СОЛЕНАЯ ВОДА	32,0	68	20	Ж
ОПИЛКИ	1,3	RT	RT	ТВ
ОПИЛКИ, (СУХИЕ)	1,6	75,0	23,9	ТВ
СТРУЖКА-ПЫЛЬ, СУХАЯ	1,3	68	20	ТВ
СТРУЖКА-ПЫЛЬ, ВЛАЖНАЯ	2,0	68	20	ТВ
ГАШЕНАЯ ИЗВЕСТЬ, ПОРОШОК	2,0 – 3,5			ТВ
СЛАНЕЦ	7,0	75,0	23,9	ТВ
СОДА (КАРБОНАТ НАТРИЯ)	4,6	RT	RT	ТВ
СОДА (КАРБОНАТ НАТРИЯ)	5,1	RT	RT	ТВ
СОДА (КАРБОНАТ НАТРИЯ)	5,6	RT	RT	ТВ
КАРБОНАТ НАТРИЯ (10Н20)	5,3	75,0	23,9	ТВ
КАРБОНАТ НАТРИЯ (АНГИДРИД)	8,4	75,0	23,9	ТВ
КАРБОНАТ НАТРИЯ (СОДА, КАЛЬЦИНИРОВАННАЯ СОДА)	5,3 – 8,4			ТВ
ГИДРОКСИД НАТРИЯ	25,8	68	20	
ГИПОХЛОРИТ НАТРИЯ	6,7			S
ФОСФАТ НАТРИЯ	1,6 – 1,9			ТВ
СУЛЬФИТ НАТРИЯ	5			
ТРИПОЛИФОСФАТ НАТРИЯ	2,3	75,0	23,9	ТВ
ТРИПОЛИФОСФАТ НАТРИЯ	4,7	77	25	ТВ
ПАР ПРИ ДАВЛЕНИИ 0,02 БАР	1,0002	68	20	Г
ПАР ПРИ ДАВЛЕНИИ 1 БАР	1,006	211	100	Г
ПАР ПРИ ДАВЛЕНИИ 15,5 БАР)	1,064	392	200	Г
ПАР ПРИ ДАВЛЕНИИ 39,7 БАР)	1,152	482	250	Г
ПАР ПРИ ДАВЛЕНИИ 85,9 БАР)	1,351	572	300	Г
ПАР ПРИ ДАВЛЕНИИ 165,4 БАР)	1,863	662	350	Г
СТЕАРАТ (2458 А)	1,1	68	20	

17.1 – Диэлектрическая проницаемость

СОЕДИНЕНИЕ	Диэл. проницаемость	°F	°C	Состояние
СТЕАРАТ (2458 В)	1,4	68	20	
СУЛЬФАТ, МЕЛКИЙ	3,6	68	20	ТВ
СУЛЬФИНИЛ АНИЛИН, (ТРИФТОРМЕТИЛСУЛЬФОНИЛ) -N-	15,1	168,8	76,0	Ж
СУЛЬФАНИЛАНИЛИН	7,0	77,0	25,0	Ж
СУЛЬФИТ, ОТРАБОТАННЫЙ ЦЕЛОК	32,0	68	20	Ж
СЕРА	2,2	75,0	23,9	ТВ
СЕРА	3,4	752,0	400,0	Ж
СЕРА	3,5	447,0	230,6	Ж
СЕРА	3,5	68	20	ТВ
СЕРА	3,55	244,0	117,8	Ж
СЕРА	1,6 – 3,4	75,0	23,9	ТВ
ХЛОРИД СЕРЫ	3,0	77,0	25,0	Ж
ХЛОРИД СЕРЫ	4,8	59	15	Ж
ДВУОКИСЬ СЕРЫ	14,0	68	20	Ж
ДВУОКИСЬ СЕРЫ	15,0	32	0	Ж
ДВУОКИСЬ СЕРЫ	17,6	-4,0	-20,0	Ж
ДВУОКИСЬ СЕРЫ	17,7	-6	-21	Ж
СЕРА, ПОРОШОК	1,6 – 3,6			ТВ
СЕРНАЯ КИСЛОТА	21,9	68	20	Ж
СЕРНАЯ КИСЛОТА, 15%	31,0	68	20	Ж
СЕРНАЯ КИСЛОТА, 95%	8,3	68	20	Ж
СЕРНАЯ КИСЛОТА, 96%	7,8	68	20	Ж
СЕРНАЯ КИСЛОТА, 97%	8,6	68	20	Ж
СЕРНАЯ КИСЛОТА, 98%	7,2	68	20	Ж
СЕРНАЯ КИСЛОТА, КОНЦ.	3,5	70	21	Ж
ПАСТА ГУДРОННАЯ ВТ 80/125 С БИТУМОМ	4,0	68	20	ТВ
ПАСТА ГУДРОНОВАЯ Т 40/60. ОЧЕНЬ ЖИДКАЯ	4,7	68	20	ТВ
ПАСТА ГУДРОНОВАЯ Т 49/51. ОЧЕНЬ ПЛОТНАЯ	4,3	158	70	ТВ
СМОЛА СЫРАЯ	4,0	68	20	Ж
СМОЛА СЫРАЯ С ВЛАЖНОСТЬЮ 4,1%	5,5	68	20	Ж
СМОЛА, МАСЛО	3,8	86	30	Ж
ТЕТРА (МЕТИЛПРОПОКСИ) СИЛАН	2,6	77,0	25,0	Ж
ТЕТРАЭТОКСИСИЛАН	2,5	68	20	Ж
ТЕТРАЭТОКСИСИЛАН	2,1	68	20	Ж
ТЕТРАМЕТИЛСИЛАН	1,9	68	20	Ж
ТЕТРАПЕНТОКСИСИЛАН	2,8	77,0	25,0	Ж
ТЕТРАФЕНОКСИЛАН	3,5	140,0	60,0	Ж
ТЕТРАЭТОКСИСИЛАН	3,2	77,0	25,0	Ж
ТОЛУОЛ	2,0	360,0	182,2	Ж

17.1 – Диэлектрическая проницаемость

СОЕДИНЕНИЕ	Диэл. проницаемость	°F	°C	Состояние
ТОЛУОЛ	2,2	260,0	126,7	Ж
ТОЛУОЛ	2,4	32,0	0,0	Ж
ТОЛУОЛ	2,3	68	20	Ж
ТОЛУОЛ ДИИЗОЦИАНАТ	5,1	68	20	Ж
ТОЛУОЛ, (ТРИФТОРМЕТИЛСУЛЬФОНИЛ)	23,4	104,0	40,0	Ж
ТРАНСФОРМАТОРНОЕ МАСЛО	2,1	68	20	Ж
ТРИЭТАНОЛАМИН, (ТЕА)	24 – 28	122 – 86	50 – 30	Ж
ТРИМЕТОКСИМЕТИЛСИЛАН	3,8	77,0	25,0	Ж
ТРИЭТИЛСИЛАН	2,3	68	20	Ж
ТРИМЕТОКСИМЕТИЛСИЛАН	2,9	77,0	25,0	Ж
ТРИМЕТОКСИМЕТИЛСИЛАН	4,9	77,0	25,0	Ж
ТРИМЕТИЛХЛОРСИЛАН	10,2	32,0	0,0	Ж
ТРИМЕТИЛГЕКСОКСИСИЛАН	2,7	77,0	25,0	Ж
ТРИМЕТИЛИЗОПРОПОКСИСИЛАН	2,9	77,0	25,0	Ж
ТРИМЕТИЛФЕНИЛСИЛАН	3,4	77,0	25,0	Ж
ТРИМЕТИЛФЕНИЛСИЛАН	2,4	77,0	25,0	Ж
ТРИМЕТИЛПРОПОКСИСИЛАН	2,9	77,0	25,0	Ж
ТРИПРОПОКСИМЕТИЛСИЛАН	3,4	77,0	25,0	Ж
ТРИС (1-МЕТИЛЭТОКСИ) МЕТИЛСИЛАН	3,3	77,0	25,0	Ж
ТРИС (БУТОКСИМЕТИЛ) СИЛАН	3,1	77,0	25,0	Ж
ТРИС (ВТОР-БУТОКСИМЕТИЛ) СИЛАН	3,0	77,0	25,0	Ж
КАРБАМИД	2,9	RT	RT	ТВ
КАРБАМИД	3,5	71,6	22,0	Ж
КАРБАМИД	3,5	75,0	23,9	ТВ
МОЧЕВИННАЯ СМОЛА	6,2 – 9,5			ТВ
ВАЗЕЛИНОВОЕ МАСЛО	1,6	68	20	Ж
ВАЗЕЛИН	2,2 – 2,9	77,0	25,0	ТВ
ВОДА	10,1	687	364	Ж
ВОДА	20,4	248	120	Ж
ВОДА	34,5	390	199	Ж
ВОДА	80,4	68	20	Ж
ВОДА	88,0	32	0	Ж
ВОДА	48,0 – 55,0	212	100	Ж
ВОДА ПРИ ДАВЛЕНИИ 0,02 БАР	80,0	68	20	Ж
ВОДА ПРИ ДАВЛЕНИИ 90 БАР	19,69	578	303	Ж
ВОДА ПРИ ДАВЛЕНИИ 1 БАР	55,0	211	100	Ж
ВОДА ПРИ ДАВЛЕНИИ 150 БАР	14,30	649	343	Ж
ВОДА ПРИ ДАВЛЕНИИ 160 БАР	13,57	658	348	Ж
ВОДА ПРИ ДАВЛЕНИИ 40 БАР	26,94	482	250	Ж

17.1 – Диэлектрическая проницаемость

СОЕДИНЕНИЕ	Диэл. проницаемость	°F	°C	Состояние
ВОДА ДЕИОНИЗИРОВАННАЯ	30,0	68	20	Ж
ВОДА ДЕМИНЕРАЛИЗОВАННАЯ	30,0	68	20	Ж
ВОДА ДИСТИЛЛИРОВАННАЯ	34,0	77,0	25,0	Ж
ВОДА ЗАМОРОЖЕННАЯ (ЛЕД)	3,2	10,0	-12,0	ТВ
ВОДА ТЯЖЕЛАЯ	78,3	77	25	Ж
ВОДА ТЯЖЕЛАЯ (ОКСИД ДЕЙТЕРИЯ)	80,0	68	20	Ж
ВОСК	1,8	68	20	ТВ
ВОСК	2,4 – 6,5			ТВ
ВОСК: ПАРАФИН	1,9	250,0	121,1	Ж
ВОСК: ПАРАФИН	2,2	75,0	23,9	ТВ
ВОСК: PARAWAX	2,3	75,0	23,9	ТВ
ВОСК: НЕФТЯНОЙ ПАРАФИН	2,1	300,0	148,9	Ж
ВОСК: НЕФТЯНОЙ ПАРАФИН	3,0	200,0	93,3	Ж
ЩЕПА, ВЛАЖНАЯ ДРЕВЕСНАЯ	2,3	68	20	ТВ
ДРЕВЕСНАЯ СТРУЖКА	1,1	68	20	ТВ
ПЫЛЬ ДРЕВЕСНОЙ МАССЫ	1,5	68	20	ТВ
СТРУЖКА, КРУПНАЯ И УТРАМБОВАННАЯ	1,4	68	20	ТВ
СТРУЖКА, КРУПНАЯ И РАССЫПЧАТАЯ	1,1	68	20	ТВ
СТРУЖКА СУХАЯ	1,2	68	20	ТВ
СТРУЖКА, МЕЛКАЯ И УТРАМБОВАННАЯ	1,3	68	20	ТВ
СТРУЖКА, МЕЛКАЯ И РАССЫПЧАТАЯ	1,1	68	20	ТВ
СТРУЖКА, ВЛАЖНАЯ	1,7	68	20	ТВ
ДРЕВЕСИНА, СУХОЕ	2 – 6			ТВ
КИЛОЛ	2,4	77	25	Ж
КИЛОЛ (СВН10) (P-)	2,2	56	13	Ж
КИЛОЛ (M-)	2,3	86	30	Ж
КИЛОЛ (M-)	2,4	68	20	Ж
КИЛОЛ (O -)	2,5	77	25	Ж
КИЛОЛ (O -)	2,6	68	20	Ж
КИЛОЛ (P-)	2,3	68	20	Ж

17.2 – Таблицы преобразования величин

Приложение	Преобразование единиц измерения	Стр.
17.2.1	Преобразование температуры _____	220
17.2.2	Преобразование давления _____	221
17.2.3	Преобразование объема _____	221
17.2.4	Преобразование расхода _____	221
17.2.5	Эквивалентные единицы _____	222
17.2.6	Преобразование британской системы в метрическую _____	223
17.2.7	Десятичные эквиваленты _____	224
17.2.8	Коэффициенты умножения _____	224
17.2.9	Максимально допустимый внутренний диаметр и минимальная толщина стенок труб по ASTM A106 _____	225
17.2.10	Размеры сварных и бесшовных труб из углеродистой и легированной стали _____	226

17.2 – Таблицы преобразования величин

17.2.1 Преобразование температуры

От -459,4° до 0°			От 1° до 60°			От 61° до 290°			От 300° до 890°			От 900° до 3000°		
C	F	F	C	F	F	C	F	F	C	F	F	C	F	F
-273	-459,4		-17,2	1	33,8	16,1	61	141,8	149	300	572	482	900	1652
-268	-450		-16,7	2	35,6	16,7	62	143,6	154	310	590	488	910	1670
-262	-440		-16,1	3	37,4	17,2	63	145,4	160	320	608	493	920	1688
-257	-430		-15,6	4	39,2	17,8	64	147,2	166	330	626	499	930	1706
-251	-420		-15,0	5	41,0	18,3	65	149,0	171	340	644	504	940	1724
-246	-410		-14,4	6	42,8	18,9	66	150,8	177	350	662	510	950	1742
-240	-400		-13,9	7	44,6	19,4	67	152,6	182	360	680	516	960	1760
-234	-390		-13,3	8	46,4	20,0	68	154,4	188	370	698	521	970	1778
-229	-380		-12,8	9	48,2	20,6	69	156,2	193	380	716	527	980	1796
-223	-370		-12,2	10	50,0	21,1	70	158,0	199	390	734	532	990	1814
-218	-360		-11,7	11	51,8	21,7	71	159,8	204	400	752	538	1000	1832
-212	-350		-11,1	12	53,6	22,2	72	161,6	210	410	770	549	1020	1868
-207	-340		-10,6	13	55,4	22,8	73	163,4	216	420	788	560	1040	1904
-201	-330		-10,0	14	57,2	23,3	74	165,2	221	430	806	571	1060	1940
-196	-320		-9,4	15	59,0	23,9	75	167,0	227	440	824	582	1080	1976
-190	-310		-8,9	16	60,8	24,4	76	168,8	232	450	842	593	1100	2012
-184	-300		-8,3	17	62,6	25,0	77	170,6	238	460	860	604	1120	2048
-179	-290		-7,8	18	64,4	25,6	78	172,4	243	470	878	616	1140	2084
-173	-280		-7,2	19	66,2	26,1	79	174,2	249	480	896	627	1160	2120
-169	-273	-459,4	-6,7	20	68,0	26,7	80	176,0	254	490	914	638	1180	2156
-168	-270	-454	-6,1	21	69,8	27,2	81	177,8	260	500	932	649	1200	2192
-162	-260	-436	-5,6	22	71,6	27,8	82	179,6	266	510	950	660	1220	2228
-157	-250	-418	-5,0	23	73,4	28,3	83	181,4	271	520	968	671	1240	2264
-151	-240	-400	-4,4	24	75,2	28,9	84	183,2	277	530	986	682	1260	2300
-146	-230	-382	-3,9	25	77,0	29,4	85	185,0	282	540	1004	693	1280	2336
-140	-220	-364	-3,3	26	78,8	30,0	86	186,8	288	550	1022	704	1300	2372
-134	-210	-346	-2,8	27	80,6	30,6	87	188,6	293	560	1040	732	1350	2462
-129	-200	-328	-2,2	28	82,4	31,1	88	190,4	299	570	1058	760	1400	2552
-123	-190	-310	-1,7	29	84,2	31,7	89	192,2	304	580	1076	788	1450	2642
-118	-180	-292	-1,1	30	86,0	32,2	90	194,0	310	590	1094	816	1500	2732
-112	-170	-274	-0,6	31	87,8	32,8	91	195,8	316	600	1112	843	1550	2822
-107	-160	-256	0,0	32	89,6	33,3	92	197,6	321	610	1130	871	1600	2912
-101	-150	-238	0,6	33	91,4	33,9	93	199,4	327	620	1148	899	1650	3002
-96	-140	-220	1,1	34	93,2	34,4	94	201,2	332	630	1166	927	1700	3092
-90	-130	-202	1,7	35	95,0	35,0	95	203,0	338	640	1184	954	1750	3182
-84	-120	-184	2,2	36	96,8	35,6	96	204,8	343	650	1202	982	1800	3272
-79	-110	-166	2,8	37	98,6	36,1	97	206,6	349	660	1220	1010	1850	3362
-73	-100	-148	3,3	38	100,4	36,7	98	208,4	354	670	1238	1038	1900	3452
-68	-90	-130	3,9	39	102,2	37,2	99	210,2	360	680	1256	1066	1950	3542
-62	-80	-112	4,4	40	104,0	37,8	100	212,0	366	690	1274	1093	2000	3632
-57	-70	-94	5,0	41	105,8	43	110	230	371	700	1292	1121	2050	3722
-51	-60	-76	5,6	42	107,6	49	120	248	377	710	1310	1149	2100	3812
-46	-50	-58	6,1	43	109,4	54	130	266	382	720	1328	1177	2150	3902
-40	-40	-40	6,7	44	111,2	60	140	284	388	730	1346	1204	2200	3992
-34	-30	-22	7,2	45	113,0	66	150	302	393	740	1364	1232	2250	4082
-29	-20	-4	7,8	46	114,8	71	160	320	399	750	1382	1260	2300	4172
-23	-10	14	8,3	47	116,6	77	170	338	404	760	1400	1288	2350	4262
-17,8	0	32	8,9	48	118,4	82	180	356	410	770	1418	1316	2400	4352
			9,4	49	120,2	88	190	374	416	780	1436	1343	2450	4442
			10,0	50	122,0	93	200	392	421	790	1454	1371	2500	4532
			10,6	51	123,8	99	210	410	427	800	1472	1399	2550	4622
			11,1	52	125,6	100	212	413,6	432	810	1490	1427	2600	4712
			11,7	53	127,4	104	220	428	438	820	1508	1454	2650	4802
			12,2	54	129,2	110	230	446	443	830	1526	1482	2700	4892
			12,8	55	131,0	116	240	464	449	840	1544	1510	2750	4982
			13,3	56	132,8	121	250	482	454	850	1562	1538	2800	5072
			13,9	57	134,6	127	260	500	460	860	1580	1566	2850	5162
			14,4	58	136,4	132	270	518	466	870	1598	1593	2900	5252
			15,0	59	138,2	138	280	536	471	880	1616	1621	2950	5342
			15,6	60	140,0	143	290	554	477	890	1634	1649	3000	5432

(1) Найдите значение температуры в среднем столбце. Если температура измерена в градусах Цельсия, прочтите эквивалентное значение по Фаренгейту в столбце справа; если температура выражена в градусах Фаренгейта, прочтите эквивалентное значение по Цельсию в столбце слева.

17.2 – Таблицы преобразования величин

17.2.2 Преобразование давления

От/до	Дюймы ⁽²⁾			Дюймы ⁽¹⁾						
	Фунтов на кв. дюйм	КПА	H ₂ O	мм H ₂ O	Hg	мм рт. ст.	Бар	мбар	кг/см ²	г/см ²
фунтов на кв. дюйм	1	6,8948	27,7620	705,1500	2,0360	51,7149	0,0689	68,9470	0,0703	70,3070
КПА	0,1450	1	4,0266	102,2742	0,2953	7,5006	0,0100	10,0000	0,0102	10,197
дюймы H ₂ O*	0,0361	0,2483	1	25,4210	0,0734	1,8650	0,0025	2,4864	0,0025	2,5355
мм H ₂ O	0,0014	0,0098	0,0394	1	0,0028	0,0734	0,0001	0,0979	0,00001	0,0982
дюймы Hg**	0,4912	3,3867	13,6195	345,936	1	25,4000	0,0339	33,8639	0,0345	34,532
мм Hg	0,0193	0,1331	0,5362	13,6195	0,0394	1	0,0013	1,3332	0,0014	1,3595
Бар	14,5040	100,000	402,180	10215,0	29,5300	750,060	1	1000	1,0197	1019,72
мбар	0,0145	0,1000	0,4022	10,2150	0,0295	0,7501	0,001	1	0,0010	1,0197
кг/см ²	14,2233	97,9047	394,408	10018,0	28,9590	735,559	0,9000	980,700	1	1000
г/см ²	0,0142	0,0979	0,3944	10,0180	0,0290	0,7356	0,0009	0,9807	0,001	1

(1) ПРИМЕР

1 мм рт. ст. = 0,5362 дюйма H₂O = 1,3332 мбар

97 мм рт. ст. = 97 (0,5362) = 52,0114 дюйма H₂O

97 мм рт. ст. = 97 (1,332) = 129,3204 мбар

(2) при 60 °F

(3) при 32 °F

17.2.3 Преобразование объема

Из/в	см ³	литр	м ³	дюйм ³	фут ³	ярд ³	fl oz	fl pt	fl qt	галл	галл. (имп.)	баррель (нефть)	баррель (жидк.)
см ³	1	0,001	1X10 ⁻⁶	0,06102	3,53X10 ⁻⁵	1,31X10 ⁻⁴	0,03381	0,00211	0,00106	2,64X10 ⁻⁴	2,20X10 ⁻⁴	6,29X10 ⁻⁶	8,39X10 ⁻⁶
литр	1000	1	0,001	61,02	0,03532	0,00131	33,81	2,113	1,057	0,2642	0,2200	0,00629	0,00839
м ³	1X10 ⁶	1000	1	6,10X10 ⁴	35,31	1,308	3,38X10 ⁴	2113	1057	264,2	220,0	6,290	8,386
дюйм ³	16,39	0,01639	1,64X10 ⁻⁵	1	5,79X10 ⁻⁴	2,14X10 ⁻⁵	0,5541	0,03463	0,01732	0,00433	0,00360	1,03X10 ⁻⁴	1,37X10 ⁻⁴
фут ³	2,83X10 ⁴	28,32	0,02832	1728	1	0,03704	957,5	59,84	29,92	7,481	6,229	0,1781	0,2375
ярд ³	7,65X10 ⁵	764,5	0,7646	4,67X10 ⁴	27	1	2,59X10 ⁴	1616	807,9	202,0	168,2	4,809	6,412
Унция	29,57	0,02957	2,96X10 ⁻⁶	1,805	0,00104	3,87X10 ⁻⁵	1	0,06250	0,03125	0,00781	0,00651	1,86X10 ⁻⁴	2,48X10 ⁻⁴
fl pt	473,2	0,4732	4,73X10 ⁻⁴	28,88	0,01671	6,19X10 ⁻⁴	16	1	0,5000	0,1250	0,1041	0,00298	0,00397
fl qt	946,4	0,0463	9,46X10 ⁻⁴	57,75	0,03342	0,00124	32	2	1	0,2500	0,2082	0,00595	0,00794
галл	3785	3,785	0,00379	231,0	0,1337	0,00495	128	8	4	1	0,8327	0,02381	0,03175
галл (брит.)	4546	4,546	0,00455	277,4	0,1605	0,00595	153,7	9,608	4,804	1,201	1	0,02859	0,03813
баррель (нефть)	1,59X10 ⁵	159,0	0,1590	9702	5,615	0,2079	5376	336	168	42	34,97	1	1,333

(1) 1 корд = 128 фут³ = 3,625 м³

17.2.4 Преобразование расхода

изв	литр/с	галлон/мин	фут ³ /с	фут ³ /мин	баррель/ч	баррель/сут
литр/с	1	15,85	0,03532	2,119	22,66	543,8
галлон/мин	0,06309	1	0,00223	0,1337	1,429	34,30
фут ³ /с	28,32	448,8	1	60	641,1	1,54 X10 ⁴
фут ³ /мин	0,4719	7,481	0,01667	1	10,69	256,5
баррель/ч	0,04415	0,6997	0,00156	0,09359	1	24
баррель/сут	0,00184	0,02917	6,50X10 ⁻⁵	0,00390	0,04167	1

(1) баррель соответствует нефтяному баррелю = 42 галлона

17.2 – Таблицы преобразования величин

17.2.5 Эквивалентные единицы

Единицы длины		Единицы объема	
1 микрон	0,000001 м	1 куб. см	0,061 куб. дюйм
1 мм	0,03937 дюйма	1 куб. дюйм	16,39 куб. см
1 мм	0,00328 фута	1 куб. дм	0,0353 куб. фута
1 см	0,3937 дюйма	1 куб. фут	28,317 куб. дм
1 дюйм	2,54 см	1 куб. ярд	0,7646 куб. м
1 дюйм	25,4 мм	1 стер	0,2759 корд
1 дм	3,937 дюйма	1 корд	3,264 стер
1 дм	0,328 фута	1 л	0,908 кварты сух.
1 фут	3,048 дм	1 л	1,0567 кварты жидк.
1 фут	30,48 см	1 кварт. сух.	1,101 л
1 фут	304,8 мм	1 кварт. жидк.	0,9463 л
1 м	39,37 дюйма	1 дл	2,6417 галл
1 м	1,0936 ярда	1 дл	1,135 пека
1 ярд	0,9144 м	1 галлон	0,3785 дл
1 дм	1,9884 рода	1 пек	0,881 дл
1 род	0,5029 дл	1 гл	2,8375 бушеля
1 км	0,62137 мили	1 бушель	0,3524 гл
1 миля	1,6093 км		
Единицы площади		Единицы веса	
1 кв. см	0,1550 кв. дюйма	1 г	0,03527 унция
1 кв. см	0,00108 кв. фута	1 унция	28,35 г
1 кв. дюйма	6,4516 кв. см	1 кг	2,2046 фунта
1 кв. дм	0,1076 кв. фута	1 фунт	0,4536 кг
1 кв. фут	929,03 кв. см	1 метр. тонна	0,98421 брит. тонны
1 кв. фут	9,2903 кв. дек	1 брит. тонна	1,016 метр. тонны
1 кв. м	1,196 кв. ярда	1 кг	2,205 фунта
1 кв. ярд	0,8361 кв. м	1 куб. дюйм воды (60 °F)	0,073551 куб. дюйм ртути (32 °F)
1 акр	160 кв. род	1 куб. дюйм ртути (32 °F)	13,596 куб. дюйм воды (60 °F)
1 кв. род	0,00625 акра	1 куб. дюйм ртути (32 °F)	0,4905 фунта
1 га	2,47 акра		
1 акр	0,4047 га		
1 кв. км	0,386 кв. мили		
1 кв. миля	2,59 кв. км		
Окружность круга	2πr		
Окружность круга	πd		
Площадь круга	πr ²		
Площадь круга	πd ² /4		
Скорость			
		1 фут/с	0,3048 м/с
		1 м/с	3,2808 фут/с
Плотность			
		1 фунт/куб. дюйм	27,68 г/куб. см
		1 г/куб. см	0,03613 фунт/куб. дюйм
		1 фунт/куб. фут	16,0184 кг/куб. м
		1 кг/куб. м	0,06243 фунт/куб. фут

17.2 – Таблицы преобразования величин

17.2.6 Преобразование британской системы в метрическую

1	2	3	Преобразовать столбец 2 в столбец 1
Для преобразования из:	В :	Умножить на:	Умножить на:
акро-футы	кубические метры	1233	$8,11 \times 10^{-4}$
кубические футы (США)	кубические сантиметры	28 317	$3,53 \times 10^{-5}$
кубические футы (США)	кубические метры	0,0283	35,33
кубические футы (США)	литры	28,32	0,035
куб. фут/мин	куб. см/с	472	0,0021
куб. фут/мин	литры/с	0,472	2 119
куб. фут/с	литры/мин	1699	$5,886 \times 10^{-4}$
кубические дюймы (США)	кубические метры	$1,64 \times 10^{-5}$	61 024
кубические дюймы (США)	литры	0,0164	61 024
кубические дюймы (США)	миллилитры (мл)	16 387	0,0610
футы (США)	метры	0,3048	3 281
футы (США)	миллиметры (мм)	304,8	$3,28 \times 10^{-3}$
футы/мин	см/с	0,508	1,97
футы/мин	километры/ч	$1,829 \times 10^{-2}$	54,68
футы/мин	м/мин	0,305	3,28
фут/сек ²	км/ч/с	1,0973	0,911
галлоны (США)	куб. см (мл)	3785	$2,64 \times 10^{-4}$
галлоны (США)	литры	3 785	0,264
галлоны/мин	литры/с	0,063	15,87
гал США/мин	куб. метры/ч	0,227	4,4
галлоны США/кв. фут/мин	куб. метры/ч/кв. метр	2,45	0,408
граны (тройские)	граммы	0,0648	15 432
граны (тройские)	миллиграммы (мг)	64,8	0,01543
граны/галлон (США)	грамм/литр	0,0171	58 417
граны/галлон (США)	ч/млн.	17,1	0,0584
дюймы (США)	сантиметры (см)	2,54	0,3937
дюймы (США)	миллиметры (мм)	25,4	0,0394
мили (США)	километры (км)	1 609	0,6215
мили (США)	метры	1609	$6,214 \times 10^{-4}$
мили/ч	см/с	44,7	0,0224
мили/ч	м/мин	26,82	0,0373
мили/мин	километры/ч	96,6	$1,03 \times 10^{-2}$
унции (эвердьюпойс)	граммы	28,35	0,0353
унции (жидк. США)	мл	29,6	0,0338
унции (жидк. США)	литры	0,0296	33,81
фунты (ав)	граммы	453,6	0,0022
фунты (ав)/кв. дюйм	KGR/см ²	0,071	14 223
фунты (ав)	килограммы	0,4536	2 205
фунты (ав)	граны	7000	$14,2 \times 10^{-5}$
фунты/куб. фут	граммы/л	16,02	0,0624
фунты/фут	граммы/см	14,88	0,067
фунты/галлон (США)	граммы/мл	0,12	8 345
фунты/галлон (США)	грамм/литр	119,8	$8,34 \times 10^{-3}$
кварта (жидк. США)	мл	946,4	0,001057
кварта (жидк. США)	литры	0,946	1 057
квадратный фут (США)	кв. см	929	$1,08 \times 10^{-3}$
квадратный фут (США)	кв. метры	0,0929	10,76
кв. дюймы (США)	кв. см	6 452	0,155

17.2 – Таблицы преобразования величин

17.2.7 Десятичные эквиваленты

8-е	16-е	32-е	64-е	
1/8 = 0,125	1/16 = 0,0625	1/32 = 0,03125	1/64 = 0,015625	33/64 = 0,515625
1/4 = 0,250	3/16 = 0,1875	3/32 = 0,09375	3/64 = 0,046875	35/64 = 0,546875
3/8 = 0,375	5/16 = 0,3125	5/32 = 0,15625	5/64 = 0,078125	37/64 = 0,578125
1/2 = 0,500	7/16 = 0,4375	7/32 = 0,21875	7/64 = 0,109375	39/64 = 0,609375
5/8 = 0,625	9/16 = 0,5625	9/32 = 0,28125	9/64 = 0,140625	41/64 = 0,640625
3/4 = 0,750	11/16 = 0,6875	11/32 = 0,34375	11/64 = 0,171875	43/64 = 0,671875
7/8 = 0,875	13/16 = 0,8125	13/32 = 0,40625	13/64 = 0,203125	45/64 = 0,703125
	15/16 = 0,9375	15/32 = 0,46875	15/64 = 0,234375	47/64 = 0,734375
		17/32 = 0,53125	17/64 = 0,265625	49/64 = 0,765625
		19/32 = 0,59375	19/64 = 0,296875	51/64 = 0,796875
		21/32 = 0,65625	21/64 = 0,328125	53/64 = 0,828125
		23/32 = 0,71875	23/64 = 0,359375	55/64 = 0,859375
		25/32 = 0,78125	25/64 = 0,390625	57/64 = 0,890625
		27/32 = 0,84375	27/64 = 0,421875	59/64 = 0,921875
		29/32 = 0,90625	29/64 = 0,453125	61/64 = 0,953125
		31/32 = 0,96875	31/64 = 0,484375	63/64 = 0,984375

17.2.8 Коэффициенты умножения

Префикс	Условное обозначение	Имя	Множитель	
атто	a	одна квинтиллионная	0,000 000 000 000 000 001	10 ⁻¹⁸
фемто	f	одна квадриллионная	0,000 000 000 000 001	10 ⁻¹⁵
пико	p	одна триллионная	0,000 000 000 001	10 ⁻¹²
нано	n	одна миллиардная	0,000 000 001	10 ⁻⁹
микро	мк	одна миллионная	0,000 001	10 ⁻⁶
милли	м	одна тысячная	0,001	10 ⁻³
санти	с	одна сотая	0,01	10 ⁻²
деци	д	одна десятая	0,1	10 ⁻¹
уни		единица	1,0	10 ⁰
дека	дк	десять	10,0	10 ¹
гекто	г	сто	100,0	10 ²
кило	к	тысяча	1 000,0	10 ³
мега	М	миллион	1 000 000,0	10 ⁶
гига	G	миллиард	1 000 000 000,0	10 ⁹
тера	T	триллион	1 000 000 000 000,0	10 ¹²

17.2 – Таблицы преобразования величин

17.2.9 Максимально допустимый внутренний диаметр и минимальная толщина стенок труб по ASTM A106

Номинальный размер трубы	Внешний диаметр Макс.	Вн. диам. стенки	Номинальные значения толщины стенки и внутреннего диаметра													
			Сортамент 10	Сортамент 20	Сортамент 30	Стандартный вес	Сортамент 40	Сортамент 60	Упрочненные	Сортамент 80	Сортамент 100	Сортамент 120	Сортамент 140	Сортамент 160	Двойн. Внешн. Прочность	
1/8	0,421	Стенка Внутр. Ø				0,060 0,302	0,060 0,302		0,083 0,254	0,083 0,254						
1/4	0,556	Стенка Внутр. Ø				0,077 0,402	0,077 0,402		0,110 0,335	0,110 0,335						
3/8	0,691	Стенка Внутр. Ø				0,080 0,531	0,080 0,531		0,110 0,470	0,110 0,470						
1/2	0,856	Стенка Внутр. Ø				0,095 0,665	0,095 0,665		0,129 0,598	0,129 0,598				0,164 0,528	0,257 0,341	
3/4	1,066	Стенка Внутр. Ø				0,099 0,868	0,099 0,868		0,135 0,796	0,135 0,796				0,191 0,684	0,270 0,527	
1	1,331	Стенка Внутр. Ø				0,116 1,098	0,116 1,098		0,157 1,017	0,157 1,017				0,219 0,893	0,313 0,704	
1 1/4	1,676	Стенка Внутр. Ø				0,123 1,431	0,123 1,431		0,167 1,341	0,167 1,341				0,219 1,238	0,334 1,007	
1 1/2	1,916	Стенка Внутр. Ø				0,127 1,662	0,127 1,662		0,175 1,566	0,175 1,566				0,246 1,424	0,350 1,216	
2	2,406	Стенка Внутр. Ø				0,135 2,137	0,135 2,137		0,191 2,025	0,191 2,025				0,300 1,806	0,382 1,643	
2 1/2	2,906	Стенка Внутр. Ø				0,178 2,551	0,178 2,551		0,242 2,423	0,242 2,423				0,328 2,250	0,483 1,940	
3	3,531	Стенка Внутр. Ø				0,189 3,153	0,189 3,153		0,263 3,006	0,263 3,006				0,383 2,765	0,525 2,481	
3 1/2	4,031	Стенка Внутр. Ø				0,198 3,636	0,198 3,636		0,278 3,475	0,278 3,475					0,557 2,918	
4	4,531	Стенка Внутр. Ø				0,207 4,117	0,207 4,117		0,295 3,942	0,295 3,942		0,295 3,942		0,465 3,602	0,590 3,352	
5	5,626	Стенка Внутр. Ø				0,226 5,174	0,226 5,174		0,328 4,969	0,328 4,969		0,438 4,751	0,438 4,751	0,547 4,532	0,656 4,313	
6	6,688	Стенка Внутр. Ø				0,245 6,198	0,245 6,198		0,378 5,932	0,378 5,932		0,492 5,704	0,492 5,704	0,628 5,431	0,756 5,176	
8		Стенка Внутр. Ø		0,219 8,250	0,242 8,203	0,282 8,124	0,282 8,124	0,355 7,977	0,438 7,813	0,438 7,813	0,519 7,650	0,628 7,431	0,711 7,267	0,793 7,102	0,766 7,156	
10	10,844	Стенка Внутр. Ø		0,219 10,406	0,269 10,307	0,319 10,205	0,319 10,205	0,438 9,969	0,438 9,969	0,519 9,806	0,628 9,587	0,738 9,369	0,875 9,094	0,984 8,875		
12	12,844	Стенка Внутр. Ø		0,219 12,406	0,289 12,266	0,328 12,188	0,355 12,133	0,492 11,860	0,438 11,969	0,601 11,642	0,738 11,369	0,875 11,094	0,984 10,875	1,148 10,548		
14	14,094	Стенка Внутр. Ø	0,219 13,656	0,273 13,548	0,328 13,438	0,328 13,438	0,383 13,327	0,519 13,056	0,438 13,219	0,656 12,781	0,820 12,454	0,956 12,181	1,094 11,906	1,230 11,633		
16	16,094	Стенка Внутр. Ø	0,219 15,656	0,273 15,548	0,328 15,438	0,328 15,438	0,438 15,219	0,574 14,946	0,438 15,219	0,738 14,619	0,902 14,290	1,066 13,962	1,258 13,577	1,394 13,306		
18	18,094	Стенка Внутр. Ø	0,219 17,656	0,273 17,548	0,383 17,327	0,328 17,438	0,492 17,110	0,656 16,781	0,438 17,219	0,820 16,454	1,012 16,071	1,203 15,688	1,367 15,360	1,558 14,977		
20	20,125	Стенка Внутр. Ø	0,219 19,688	0,328 19,469	0,438 19,250	0,328 19,469	0,519 19,087	0,711 18,704	0,438 19,250	0,902 18,321	1,121 17,883	1,313 17,500	1,531 17,063	1,722 16,681		
24	24,125	Стенка Внутр. Ø	0,219 23,688	0,328 23,469	0,492 23,142	0,328 23,469	0,601 22,923	0,847 22,431	0,438 23,250	1,066 21,994	1,340 21,446	1,586 20,954	1,804 20,517	2,050 20,025		
30	30,125	Стенка Внутр. Ø	0,273 29,579	0,438 29,250	0,547 29,031	0,328 29,469			0,438 29,250							

(1) Наружный Ø – МАКС. Внутр. диам. —МАКС. СТЕНКА—МИН.

17.2 – Таблицы преобразования величин

17.2.10 Размеры сварных и бесшовных труб из углеродистой и легированной стали

Номинальный размер трубы	Наружный диаметр	Стенка Толщина Внутренний диаметр	Номинальные значения толщины стенки и внутреннего диаметра			
			Сортамент 5S*	Сортамент 10S*	Сортамент 40S	Сортамент 80S
1/8	0,405	Стенка	-	0,049	0,068	0,095
		Внутр. Ø	-	0,307	0,269	0,215
1/4	0,540	Стенка	-	0,065	0,088	0,119
		Внутр. Ø	-	0,410	0,364	0,302
3/8	0,675	Стенка	-	0,065	0,091	0,126
		Внутр. Ø	-	0,545	0,493	0,423
1/2	0,840	Стенка	0,065	0,083	0,109	0,147
		Внутр. Ø	0,710	0,674	0,622	0,546
3/4	1,050	Стенка	0,065	0,083	0,113	0,154
		Внутр. Ø	0,920	0,884	0,824	0,742
1	1,315	Стенка	0,065	0,109	0,133	0,179
		Внутр. Ø	1,185	1,097	1,049	0,957
1 1/4	1,660	Стенка	0,065	0,109	0,140	0,191
		Внутр. Ø	1,530	1,442	1,380	1,278
1 1/2	1,900	Стенка	0,065	0,109	0,145	0,200
		Внутр. Ø	1,770	1,682	1,610	1,500
2	2,375	Стенка	0,065	0,109	0,154	0,218
		Внутр. Ø	2,245	2,157	2,067	1,939
2 1/2	2,875	Стенка	0,083	0,120	0,203	0,276
		Внутр. Ø	2,709	2,635	2,469	2,323
3	3,500	Стенка	0,083	0,120	0,216	0,300
		Внутр. Ø	3,334	3,260	3,068	2,900
3 1/2	4,000	Стенка	0,083	0,120	0,226	0,318
		Внутр. Ø	3,834	3,760	3,548	3,364
4	4,500	Стенка	0,083	0,120	0,237	0,337
		Внутр. Ø	4,334	4,260	4,026	3,826
5	5,563	Стенка	0,109	0,134	0,258	0,375
		Внутр. Ø	5,345	5,295	5,047	4,813
6	6,625	Стенка	0,109	0,134	0,280	0,432
		Внутр. Ø	6,407	6,357	6,065	5,761
8	8,625	Стенка	0,109	0,148	0,322	0,500
		Внутр. Ø	8,407	8,329	7,981	7,625
10	10,750	Стенка	0,134	0,165	0,365	0,500**
		Внутр. Ø	10,482	10,420	10,020	9,750**
12	12,750	Стенка	0,156	0,180	0,375**	0,500**
		Внутр. Ø	12,438	12,390	12,000**	11,750**
14	14,000	Стенка	0,156	0,188	-	-
		Внутр. Ø	13,688	13,624	-	-
16	16,000	Стенка	0,165	0,188	-	-
		Внутр. Ø	15,670	15,624	-	-
18	18,000	Стенка	0,165	0,188	-	-
		Внутр. Ø	17,670	17,624	-	-
20	20,000	Стенка	0,188	0,218	-	-
		Внутр. Ø	19,624	19,564	-	-
24	24,000	Стенка	0,218	0,250	-	-
		Внутр. Ø	23,564	23,500	-	-
30	30,000	Стенка	0,250	0,312	-	-
		Внутр. Ø	29,500	29,376	-	-

ПРИМЕЧАНИЕ!

Все размеры приведены в дюймах. Указывается номинальное или среднее значение толщины стенки, которое может иметь отклонения в пределах заводского допуска 12,5%.

Для труб от 14 до 30 дюймов указаны размеры, наиболее распространенные в промышленности.

*Толщина стенок труб по сортаментам 5S и 10S не позволяет выполнять нарезку в соответствии с ASA B2.1.

**Сортамент 40S и 80S в этих размерах не согласуются с сортаментом 40 и 80 ASA.

B36.10 и что они идентичны стандартному весу и особо прочны соответственно ASA B36.10.

17.3 – Таблицы параметров насыщенного пара

17.3.1 Таблица параметров насыщенного пара (метрические единицы) (стр. 1 из 2)

Манометрическое давление (бар)	Абсолютное давление (бар)	Температура (°C)	Удельный объем (м ³ /кг)	Удельная энтальпия (кДж/кг)		
				Нас. Жидкость	Испарение	Нас. Испарение
-1,0	0 008	3,8	160	15,8	2493	2509
-1,0	0,02	17,5	67	73,5	2460	2534
-1,0	0,05	32,9	28,2	137,8	2424	2562
-0,9	0,1	45,8	14,7	191,8	2393	2585
-0,8	0,2	60,1	7,65	251,5	2358	2610
-0,7	0,28	67,5	5,58	282,7	2340	2623
-0,7	0,35	72,7	4,53	304,3	2327	2632
-0,6	0,45	78,7	3,58	329,6	2312	2642
-0,5	0,55	83,7	2,96	350,6	2299	2650
-0,4	0,65	88	2,53	368,6	2288	2657
-0,3	0,75	91,8	2,22	384,5	2279	2663
-0,2	0,85	95,2	1,97	398,6	2270	2668
-0,1	0,95	98,2	1,78	411,5	2262	2673
0,0	1	99,6	1,69	417,5	2258	2675
0,0	1,01325	100	1 673	419,11	2257	2676
0,1	1,1	102,32	1,5492	428,9	2251	2679
0,3	1,3	107,13	1,3252	449,2	2238	2687
0,6	1,6	113,32	1,0913	475,4	2221	2696
1,0	2	120,23	0,88554	504,8	2202	2707
1,3	2,3	124,71	0,77694	523,8	2189	2713
1,6	2,6	128,73	0,6927	540,9	2178	2719
2,0	3	133,54	0,60567	561,5	2164	2725
2,5	3,5	138,88	0,5241	584,3	2148	2733
3,0	4	143,63	0,46232	604,7	2134	2739
3,5	4,5	147,92	0,41384	623,2	2121	2744
4,0	5	151,85	0,37478	640,2	2109	2749
5,0	6	158,84	0,31556	670,5	2086	2757
6,0	7	164,96	0,27275	697,1	2066	2764
7,0	8	170,41	0,24032	721,0	2048	2769
8,0	9	175,36	0,21486	742,7	2031	2774
9,0	10	179,88	0,19435	762,6	2015	2778
11,5	12,5	189,81	0,15698	806,7	1979	2786
14,0	15	198,28	0,13171	844,7	1947	2792
16,5	17,5	205,72	0,11342	878,3	v	2796
19,0	20	212,37	0,09958	908,6	1890	2799
21,5	22,5	218,4	0,0887	936,3	1865	2801
24,0	25	223,94	0,07994	962,0	1840	2802
26,5	27,5	229,06	0,07271	985,9	1817	2803
29,0	30	233,84	0,06666	1008,4	1795	2803
34,0	35	242,54	0,05705	1049,8	1753	2803
39,0	40	250,33	0,04977	1087,5	1713	2801
44,0	45	257,41	0,04405	1122,2	1676	2798
49,0	50	263,92	0,03944	1154,5	1640	2794
54,0	55	269,94	0,03564	1185,0	1605	2790
59,0	60	275,56	0,03244	1213,8	1571	2784
64,0	65	280,83	0,02972	1241,1	1538	2779

17.3 – Таблицы параметров насыщенного пара

17.3.1 Таблица параметров насыщенного пара (метрические единицы) (стр. 2 из 2)

Манометрическое давление (бар)	Абсолютное давление (бар)	Температура (°C)	Удельный объем (м ³ /кг)	Удельная энтальпия (кДж/кг)		
				Нас. Жидкость	Испарение	Нас. Испарение
69,0	70	285,8	0,02737	1267,4	1505	2772
74,0	75	290,51	0,02533	1292,7	1473	2766
79,0	80	294,98	0,02352	1317,1	1441	2758
84,0	85	299,24	0,02191	1340,7	1410	2751
89,0	90	303,31	0,02048	1363,6	1379	2743
94,0	95	307,22	0,01919	1386,0	1348	2734
99,0	100	310,96	0,01802	1407,8	1317	2725
109,0	110	318,04	0,01598	1450,2	1255	2706
119,0	120	324,64	0,01426	1491,3	1194	2685
129,0	130	330,81	0,01278	1531,4	1131	2662
139,0	140	336,63	0,01149	1571,0	1067	2638
149,0	150	342,12	0,01035	1610,3	1001	2611
159,0	160	347,32	0,009319	1649,8	932	2582
169,0	170	352,26	0,00838	1690,0	858	2548

17.3 – Таблицы параметров насыщенного пара

17.3.2 Таблица параметров насыщенного пара (британские единицы) (стр. 1 из 2)

Манометрич. давление (фунты/ кв. дюймы)	Абсолютное давление (фунты/ кв. дюймы)	Температура (°F)	Удельный объем (куб. фут./фунт.)	Удельная энтальпия (БТЕ/фунт)		
				Нас. Жидкость	Испарение	Нас. Испарение
-14,59	0,11	38	2634,2	6,02	1072,1	1078,1
-14,58	0,12	40	2445,8	8,03	1071,0	1079,0
-14,55	0,15	46	1963,7	14,05	1067,6	1081,6
-14,51	0,19	52	1589,2	20,06	1064,2	1084,2
-14,46	0,24	58	1292,2	26,06	1060,8	1086,9
-14,43	0,27	62	1129,2	30,06	1058,5	1088,6
-14,36	0,34	68	926,5	36,05	1055,2	1091,2
-14,34	0,36	70	868,4	38,05	1054	1092,1
-14,28	0,42	74	764,1	42,05	1051,8	1093,8
-14,23	0,47	78	673,9	46,04	1049,5	1095,6
-14,2	0,5	80	642	47,60	1047,5	1095,1
-13,7	1	101	334	69,69	1035,3	1105,0
-12,7	2	126	174	93,97	1021,6	1115,6
-11,7	3	142	119	109,33	1012,7	1120,0
-9,7	5	162	74,0	130,10	1000,4	1130,6
-7,2	7,5	180	50,3	147,81	989,9	1137,7
-4,7	10	193	38,4	161,13	981,8	1143,0
-0,7	14	209	28,0	177,55	971,8	1149,3
0,0	14 696	212	26,8	180,00	970,2	1150,2
1,3	16	216	24,8	184,35	967,4	1151,8
2,3	17	219	23,4	187,48	965,4	1152,9
3,3	18	222	22,2	190,48	963,5	1154,0
4,3	19	225	21,1	193,34	961,7	1155,0
5,3	20	228	20,1	196,09	959,9	1156,0
7,3	22	233	18,4	201,25	956,6	1157,8
10,3	25	240	16,3	208,33	951,9	1160,2
15,3	30	250	13,7	218,73	945,0	1163,7
20,3	35	259	11,9	227,82	938,9	1166,7
25,3	40	267	10,5	235,93	933,3	1169,2
30,3	45	274	9,40	243,28	928,2	1171,5
35,3	50	281	8,51	249,98	923,5	1173,5
40,3	55	287	7,78	256,19	919,1	1175,3
45,3	60	293	7,17	261,98	915,0	1177,0
50,3	65	298	6,65	267,39	911,1	1178,5
55,3	70	303	6,20	272,49	907,4	1179,9
60,3	75	307	5,81	277,32	903,9	1181,2
65,3	80	312	5,47	281,90	900,5	1182,4
70,3	85	316	5,16	286,90	897,3	1183,6
75,3	90	320	4,89	290,45	894,2	1184,6
80,3	95	324	4,65	294,47	891,2	1185,6
85,3	100	328	4,42	298,33	888,2	1186,6
90,3	105	331	4,22	302,03	885,4	1187,5
95,3	110	335	4,04	305,61	882,7	1188,3
100,3	115	338	3,88	309,04	880,0	1189,1
105,3	120	341	3,72	312,37	877,4	1189,8

17.3 – Таблицы параметров насыщенного пара

17.3.2 Таблица параметров насыщенного пара (британские единицы) (стр. 2 из 2)

Манометрич. давление (фунты/кв. дюймы)	Абсолютное давление (фунты/кв. дюймы)	Температура (°F)	Удельный объем (куб. фут./фунт.)	Удельная энтальпия (БТЕ/фунт)		
				Нас. Жидкость	Испарение	Нас. Испарение
110,3	125	344	3,60	315,60	874,9	1190,5
115,3	130	347	3,45	318,73	872,4	1191,2
120,3	135	350	3,33	321,77	870,0	1191,8
125,3	140	353	3,22	324,74	867,7	1192,4
130,3	145	356	3,20	327,63	865,3	1193,0
135,3	150	358	3,01	330,44	863,1	1193,5
140,3	155	361	2,92	333,18	860,8	1194,0
145,3	160	363	2,83	335,86	858,7	1194,5
150,3	165	366	2,75	338,47	856,5	1195,0
155,3	170	368	2,67	341,03	854,5	1195,4
160,3	175	370	2,60	343,54	852,3	1195,9
165,3	180	373	2,53	345,99	850,3	1196,3
170,3	185	375	2,46	348,42	848,2	1196,7
175,3	190	377	2,40	350,77	846,3	1197,0
180,3	195	380	2,34	353,07	844,3	1197,4
185,3	200	382	2,28	355,33	842,4	1197,8
210,3	225	392	2,039	366,10	833,2	1199,3
235,3	250	401	1,841	376,02	824,5	1200,5
260,3	275	409	1,678	385,24	816,3	1201,6
285,3	300	417	1,541	393,90	808,5	1202,4
335,3	350	432	1,324	409,81	793,7	1203,6
385,3	400	444	1,160	424,2	779,8	1204,1
435,3	450	456	1,030	437,4	766,7	1204,1
485,3	500	467	0,926	449,7	754,0	1203,7
585,3	600	486	0,767	472,3	729,8	1202,1
685,3	700	503	0,653	492,9	706,8	1199,7
785,3	800	518	0,565	511,8	684,9	1196,7
885,3	900	532	0,496	529,5	663,8	1193,3
985,3	1000	544	0,442	546,0	643,5	1189,6
1235,3	1250	572	0,341	583,6	595,6	1179,2
1485,3	1500	596	0,274	617,5	550,2	1167,6
1985,3	2000	635	0,187	679,0	460,0	1139,0
2485,3	2500	668	0,130	742,8	352,8	1095,6
2985,3	3000	695	0,084	823,1	202,5	1025,6
3211,3	3226	706	0,0522	925,0	0	925,0

A

API

(аббревиатура от American Petroleum Institute) – Американский институт нефти (АИН). API – торговая промышленная ассоциация США, занимающаяся исследованиями всех аспектов и обеспечивающая деятельность по регулированию вопросов в области нефтяной и газовой промышленности. API более 75 лет возглавляет разработку оборудования и рабочих стандартов, охватывающих все сегменты нефтяной и нефтехимической промышленности. Вопросы в области измерений уровня регулируются Руководством по стандартам измерений в нефтяной промышленности. www.api.org

ASU

(аббревиатура от Average Sensing Unit) – средний измерительный преобразователь — вспомогательное устройство системы измерения уровня для целей коммерческого учета. ASU принимает значения входных сигналов от различных сенсоров температуры, рассчитывает среднее значение соответствующей температуры (от погружных сенсоров) и передает среднее значение температуры в виде входного сигнала в прибор для измерения уровня.

C

CDS

(аббревиатура от Configuration Data Sheet) – лист конфигурационных данных. Подробная анкета, в которую вносят всю информацию, необходимую для конфигурирования устройства в полном объеме.

D

FMCW

Сокращение от Frequency Modulated Continuous Wave (непрерывное излучение с частотной модуляцией). В терминологии радарных уровнемеров этот термин обозначает непрерывные радиоволны, представляющие собой синусоидальные колебания, которые формируются с меняющейся (модулируемой) частотой, обеспечивая высокоточное и стабильное измерение уровня

Foundation Fieldbus

Полностью цифровая технология двухсторонней последовательной передачи данных, которая функционирует как сеть базового уровня в автоматизированной рабочей среде производственного предприятия. Это открытая архитектура, разработанная и управляемая фондом Fieldbus Foundation.

Создана для применений с использованием базового или расширенного автоматического регулирования, а также для большинства систем цифрового управления, связанного с этими функциями.

H

HART®

Сокращение от Highway Addressable Remote Transducer (магистральный адресуемый дистанционный преобразователь). Стандарт коммуникаций, обеспечивающий одновременную передачу аналоговых и цифровых сигналов между операторской и полевыми приборами. При использовании протокола HART цифровой сигнал накладывается на сигнал 4-20 мА. В многоточечном режиме аналоговый сигнал фиксируется на 4 мА.

M

MODBUS®

Коммуникационный протокол, разработанный Gould-Modicon для передачи цифровых данных между хост-системой и полевым устройством.

O

OIML

Международная организация законодательной метрологии (International Organization of Legal Metrology) – это межправительственная организация, в состав которой входят 57 стран в качестве полноправных участников и ряд стран в качестве наблюдателей.

OIML разрабатывает глобальные процедуры и стандарты по производству и применению измерительных приборов для целей законодательной метрологии. www.oiml.org

P

PROFIBUS (Process Field Bus – полевая шина технологического оборудования)

Стандарт для передачи данных по полевой шине, используемый в сфере автоматизации процессов.

PROFIBUS DP (Децентрализованные периферийные устройства)

Применяется для управления сенсорами и приводами посредством контроллера централизованной сети в системах автоматизации производства. В частности, многие стандартные опции диагностики разработаны именно для этих функций.

PROFIBUS PA (Process Automation – автоматизация технологических процессов)

Применяется для контроля измерительных приборов посредством системы управления технологическим процессом в системах автоматизации производства. Этот протокол разработан для применения во взрывоопасных средах.

R

RTD

Сокращение от Resistance Temperature Detector (термопреобразователь сопротивления). Устройство предсказуемым образом меняет свое сопротивление при изменении температуры.

S

SIL

Safety Integrated Level (уровень полноты безопасности)

A

Адрес (HART®)

Приборы с поддержкой протокола HART могут быть многоточечными для обмена цифровыми данными с системой управления. Диапазон адресов HART – от 0 до 15.

Адрес (MODBUS®)

Приборы с поддержкой протокола MODBUS для обмена данными с хост-системой могут иметь адреса от 1 до 247.

Активное колено

Регулятор и азотная подушка, применяемые, чтобы предотвратить образование конденсации в газозоудшном пространстве. Требуется установить сверху измерительный преобразователь, поскольку регулятор не является идеальным контролирующим устройством.

Антенна

Передающая и получающая часть радарного уровнемера, которая отправляет сигналы радара по направлению к измеряемой среде. Для различных применений существуют разные виды антенн. Примеры антенн: конусные, параболические и антенны в успокоительных трубах.

B

Безнулевая шкала

Термин, используемый для обозначения того, что нижняя граница откалиброванного диапазона измерительного преобразователя давления установлена выше нуля, а не на нулевой отметке дифференциального давления. Таким образом, нулевая отметка скрыта. Пример: Диапазон от +20 до +100 дюймов. Н2О подается.

Бесконтактный

Измерительный прибор, не контактирующий со средой технологического процесса, но при этом для его функционирования может требоваться наличие отверстия в стенке резервуара. Ультразвуковые и радарные приборы являются бесконтактными.

Ближняя зона

Ближней зоной называется область, находящаяся непосредственно ниже верхней контрольной точки волноводного радарного уровнемера и имеющая длину до 1 м (3,3 фута).

Блок преобразователей

Устройство, которое получает информацию в виде одной величины и конвертирует ее для дальнейшей обработки в аналогичную или другую величину.

Боме

Значение удельного веса в градусах. Шкала Боме калибруется по одной из двух произвольно выбранных ареометрических

шкал для жидкостей, вес которых меньше веса воды, или для жидкостей, вес которых больше веса воды.

Буйковый уровнемер

Технология измерения уровня, основанная на использовании точно измеренного поплавка, который при погружении в измеряемую среду поднимается на поверхность за счет действия силы, равной весу вытесняемой жидкости. Разницу можно определить как пропорциональное изменение веса погружаемого тела.

B

Верхнее значение диапазона (URV)

Значение диапазона, соответствующее значению аналогового выходного сигнала, равное 20 mA.

Верхняя зона нечувствительности

Расстояние, определяемое от верхней исходной точки, в пределах которого прибор не может проводить измерения. Используется монтируемыми в верхней части резервуара приборами измерения уровня, чтобы исключать нежелательные кратковременные сигналы с максимальным значением вблизи прибора.

Влияние гидростатического давления

В системе выносной мембраны измерительного преобразователя дифференциального давления влияние гидростатического давления – это изменение давления, оказываемое заполняющей жидкостью при изменении плотности измеряемой среды. Это происходит при изменении температуры внешней среды капилляра.

Волновод

Цельный канал в радарном измерительном приборе, по которому проходит сигнал радара. В состав волновода входит коаксиально-волноводный переходник, корпусно-фланцевый переходник и монтажный фланец.

Волноводный радар (GWR)

Метод с применением низкочастотных микроволновых импульсов, когда сигнал от измерительного преобразователя направляется по зонду. Когда сигнал доходит до измеряемой среды с другой диэлектрической проницаемостью, он отражается от поверхности и направляется в измерительный преобразователь. Расстояние до этой поверхности вычитается из высоты замера для Также волноводные радары могут использоваться для измерения уровня раздела двух сред при условии, что первый продукт имеет более низкую диэлектрическую проницаемость по сравнению со вторым продуктом. В этом случае часть энергии отражается от поверхности продукта с более низкой диэлектрической проницаемостью, а оставшаяся часть достигает поверхности второго продукта.

Время пролета частицы

Время, прошедшее с момента выхода частицы из источника до момента ее поступления в приемное устройство.

Выносная мембрана

Системы выносных мембран выполняют функцию транспортной среды для передачи давления от технологического процесса к сенсору измерительного преобразователя давления. Выносные мембраны используются в следующих случаях: когда необходимо изолировать измерительный преобразователь от технологической среды ввиду высокой температура технологического процесса, для коррозионных и вязких продуктов, в оборудовании, где требуется использование соединений санитарного исполнения, для исключения взаимного загрязнения партий изготавливаемой продукции, либо при необходимости проведения измерений плотности и уровня раздела двух сред.

Выносные

Измерительный прибор или сенсор, для которых может потребоваться наличие отверстия в стенке резервуара и которые могут контактировать со средой технологического процесса, но при этом они не прерывают подачу продукта или работу технологического процесса. Измерительные преобразователи давления являются примером выносных устройств, поскольку они не вмешиваются в технологический процесс. Бесконтактные радары также являются выносными

Высота опорной стойки

Высота, на которой плавающая крыша поддерживается стойками, а не продуктом.

Высота резервуара

Общая внутренняя высота резервуара. Высота всегда измеряется вертикально независимо от формы резервуара. Это диаметр горизонтального резервуара пулевидной формы.

Высотная отметка резервуара

Высотная отметка места размещения резервуара.

Вязкость

Сопротивление, оказываемое жидкостями и газами по отношению к потоку при воздействии напряжения сдвига. Синоним: сопротивление течения.

Г

Гамма

На шкале электромагнитных волн гамма-излучение граничит с рентгеновским излучением, занимая диапазон более высоких энергий. Самый распространенный тип излучения, используемый в радиоизотопных приборах.

Генератор

Устройство в составе радарного прибора, генерирующее электромагнитные волны с помощью осциллографа.

Герц

Единица частоты, используемая для измерения электромагнитных волн (число циклов в секунду).

Гидростатический

Измерение давления или силы (площади), создаваемыми столбом жидкости.

Гидростатическое давление

Давление в резервуаре, создаваемое весом измеряемого в резервуаре продукта. Не связано с давлением испарений в резервуарах под давлением.

Градуировочная таблица вместимости

Таблица (как правило, разрабатывается производителем резервуара), которая показывает соотношение объема и уровня.

Граница раздела

Точка, в которой соприкасаются две жидкости. Несмотря на то, что этот термин также относится к уровню раздела жидкости и испарений, как правило, он означает уровень раздела двух несмешивающихся жидкостей.

Д

Давление испарений

Давление испарений в газовой среде резервуара под давлением.

Давление незаполненного объема

См. давление испарений.

Детали, контактирующие с измеряемой средой

Часть измерительного прибора, контактирующая с технологическим процессом.

Диаметр резервуара

Внутренний диаметр резервуара. Этот размер всегда измеряется горизонтально независимо от формы резервуара. Это длина диаметра горизонтального резервуара пулевидной формы.

Диапазон электрической емкости

Величина повышения электрической емкости, измеренной емкостным зондом, при наличии специального зонда и при конкретном изменении уровня.

Динамическая компенсация испарений

Непрерывно вносимые поправки на изменение диэлектрических свойств испарений при измерении в режиме он-лайн диэлектрической проницаемости испарений с использованием отражателя, который установлен на известном расстоянии

Диэлектрик

Непроводник постоянного электрического тока, изолятор.

Диэлектрик

Изолирующий материал между пластинами конденсатора

Диэлектрическая проницаемость

Отношение удельной проводимости материала к удельной проводимости вакуума. Это безразмерная величина, представляющая воздействие материала на электрическое поле. Чем ниже значение диэлектрической проницаемости, тем выше электроизоляционные свойства. В применениях с радарными уровнемерами материал, обладающий более высокой диэлектрической проницаемостью, лучше отражает импульс.

Длина волны

Измеряемая в метрах величина, характеризующая длину каждой полной электромагнитной волны.

Е

Емкостный зонд

Электрически изолированный стержень, вставленный в резервуар для измерения уровня или уровня раздела сред. Состоит из зонда и измерительного преобразователя, откалиброванного на предприятии-изготовителе.

С изменением уровня или уровня раздела сред происходит соответствующее изменение емкости между стержнем и резервуаром, либо между стержнем и заземлением. Измеренная емкость пропорциональна уровню жидкости. Информация, необходимая для корректной калибровки: диэлектрическая постоянная измеряемой среды, угол вставки зонда, длина неактивной части и длина зонда.

Емкостный измерительный преобразователь

Прибор, имеющий электронику для емкостного зонда, который на выходе генерирует выверенный сигнал, пропорциональный уровню или уровню раздела двух сред.

Емкость

Электротехнический термин, относящийся к свойству диэлектрика, который позволяет накапливать электрическую энергию в результате поляризации, если между противоположными поверхностями диэлектрика устанавливается разность потенциалов. Единица измерения электрической емкости – Фарад.

Емкость для конденсата

В тех местах применения, где измерение проводится по перепаду давления, емкость для конденсата находится в нижней части сухого колена. Используется для сбора влаги, которая может образовываться в сухом колене при температурных колебаниях в нем. Как правило, дренажный клапан или выпускное отверстие находится на емкости для конденсата для удаления любой накопленной влаги из сухого колена.

С другой стороны, в применениях с мокрым коленом емкость для конденсата расположена в верхней части мокрого колена, где она используется для поддержания постоянного уровня измеряемой среды. Это особенно важно в применениях с паром, когда система фиксирует значительные колебания давления, способные сократить уровень жидкости в мокром колене.

З

Закрытый резервуар

Резервуар, который не подвержен атмосферному давлению. Он может быть либо герметичным, либо вакуумированным. Значение нижнего предела диапазона измерений (LRV) Значение диапазона, соответствующее значению аналогового выходного сигнала, равное 4 мА.

Зона нечувствительности

См. термин «Мертвая» зона

Зона среднего значения

Зона среднего значения в резервуаре используется для расчета плотности и выражается как отношение объема к

уровню (например: баррелей/фут, литров/метр, галлонов/фут, др.)

И

Измерительная трубка

См. успокоительный колодец.

Измерительный колодец

См. успокоительный колодец.

Измерительный преобразователь

Преобразователь, который срабатывает при поступлении измеренной переменной посредством чувствительного элемента и преобразует ее в унифицированный сигнал для передачи.

Измерительный преобразователь давления

Прибор, широко применяемый для измерения уровня при управлении технологическими процессами. Принцип работы основан на том, что измеренное гидростатическое давление равно высоте измеряемой среды, умноженной на ее удельный вес.

Импульсная радиолокация

Метод использования радарной технологии для измерения уровня. Радиосигнал формируется в виде импульсов, и измеряется время возврата сигнала для определения уровня материала.

Индикация достижения уровня

Индикация достигнутого или не достигнутого уровня.

Исходная температура

Температура, при которой фактическая плотность и фактический объем используются для расчета стандартной плотности и стандартного объема. Исходная температура нужна для всех применений, где требуется расчет стандартной плотности и стандартного объема.

Исходная точка

Как правило, это точка в резервуаре, в которой уровень равен нулю. Высота установки сенсора всегда измеряется от исходной точки.

К

Коммерческий учет

Коммерческий учет в нефтегазовой отрасли относится к торговым операциям с сырой нефтью и продуктами нефтепереработки, которые переливают из резервуаров в танкеры, из танкеров в грузовые суда, а также к другим операциям. Для коммерческого учета точность имеет огромное значение и для компании, поставляющей продукты, и для получателя. Этот вид учета должен соответствовать требованиям, установленным такими отраслевыми организациями, как API или ISO, а также требованиям таких метрологических стандартов, как OIML, PTB, ГОСТ и др.

Компенсация испарений

Расчет, используемый для введения поправки на свойства испарения.

Конфигурация

Процесс загрузки в устройство информации, которая определяет его работу. К конфигурированию относится заполненный заказчиком лист конфигурационных данных (CDS) и данные CDS, загруженные в устройство.

Концентрический щит

Диск вокруг зонда. Иногда применяется с емкостными зондами как вторая емкостная пластина. Это для применений, когда: измерение проводится в неметаллических резервуарах, в неметаллических резервуарах без прямых стенок, либо если необходимо максимально сократить расстояние между емкостными пластинами.

Коррекция плотности

Метод приведения плотности к стандартным или нормальным условиям. API 2540 – это стандарт по нефтепродуктам. Если измеряемое вещество не относится к группе нефтяных продуктов, определите порядок полинома, которым описывается узкая пара в таблице зависимость плотности продукта от температуры (примерно по 20 точкам).

Коэффициент отражения

Величина, показывающая насколько объект может отражать свет, образы, акустические волны или микроволны, поступающие в измерительный прибор.

Критическая зона

Расстояние над опорными стойками в резервуаре с плавающей крышей; в границах этого расстояния масса крыши только частично поддерживается продуктом (т.е., когда уровень продукта становится равным высоте опорной стойки плюс расстоянию критической зоны, крыша начинает свободно плавать и полностью поддерживается продуктом). Эту зону обычно указывают в градуировочной таблице для конкретного резервуара.

M

Масса

Вес материала.

Масса (фактическая)

Масса, рассчитываемая без учета плавучести.

Масса (эффективная)

Масса, рассчитываемая с учетом плавучести.

Мертвая зона

Зона, в которой не проводятся измерения.

Металлическая пластинка для защиты от ударов

Пластинка, установленная горизонтально на внутренней стенке вблизи дна резервуара. Металлическая пластинка используется в качестве исходной точки при измерении уровня погружением мерной ленты с грузиком. Пол резервуара не всегда используется в качестве исходной точки при замере уровня мерной лентой с грузиком в связи с возможной деформацией днища резервуара при наличии в нем продукта.

Метка резервуара

Номер измерительного прибора.

Метод обмера

Имеется ввиду метод обмера, используемый для данного резервуара. Существует два метода: градуировочная таблица (фактические параметры) и на основе формулы (расчетные параметры).

Микроволна

Сравнительно короткая электромагнитная волна длиной от 1 мм до 1 м. Микроволны используются радарными устройствами для определения уровня поверхности материала.

Микроимпульсный радар

См. волноводный радар

Многоточечный

Метод передачи данных, при котором несколько измерительных преобразователей подключены к одной линии передачи данных. Использование коммуникационного протокола HART позволяет подключить до 15 датчиков к одной витой паре проводов. Каждый измерительный преобразователь имеет свой уникальный адрес (от 1 до 15).

Многоточечный температурный сенсор

Сенсор, измеряющий температуру с помощью нескольких точечных сенсоров, установленных на разной высоте одного зонда для построения температурного профиля продукта и вычисления средней температуры.

Мокрое колено

Метод заполнения эталонной средой обводной трубы, соединяющей сторону низкого давления датчика и верхнюю часть резервуара, заполненную испарений. Этот метод обычно используется, если присутствует конденсат, и применение метода «сухого колена» нецелесообразно. При калибровке измерительного преобразователя должна быть предусмотрена компенсация с учетом давления, оказываемого весом жидкости в мокром колене.

N

Надосадочная жидкость

Прозрачная жидкость, располагающаяся над осадком или выделившейся фазой.

Налипание продукта

Обволакивание сенсора материалом технологической среды, жидким или сыпучим. Материал может быть влажным, сухим, проводящим или непроводящим.

Неактивный щит

См. концентрический щит.

Незаполненный объем

Величина, на которую емкость (например, резервуар) недозаполнена. Также под этим термином подразумевается газовоздушное пространство над продуктом в резервуаре. Иногда называется "свободное пространство резервуара".

Неинвазивный

Измерительный прибор или сенсор, которые не контактируют с продуктом, а также не требуют наличия

отверстия в стенке резервуара. Радиоизотопные приборы являются неинвазивными. Радары могут использоваться неинвазивно с установкой на емкости из пластика или стекловолокна.

Непрерывное измерение уровня

Измерение технологического материала в режиме онлайн во всем диапазоне. Уровень технологического материала указывается по этой точке.

Непроводящий

Способность материала не пропускать поток электронов. См. проводимость.

Несбалансированная выносная мембранная система

Состояние, при котором положение системы выносной мембраны (разделительная мембрана, капилляр и заполняемая жидкость) на стороне высокого давления измерительного преобразователя отличается от положения на стороне низкого давления.

Нулевой уровень

Уровень материала, с учетом которого калибруют прибор для измерения уровня, определяя этот уровень как "0%", либо "низкий уровень".

O

Образование канала в массе материала

Канал, формируемый в центре емкости с сухим твердым веществом. Часто происходит с мелко измельченными порошками, где образуется цилиндрический канал протока, во время как остаточные материалы остаются неподвижными вдоль стенок бункера из-за низкого поверхностного трения. Образование канала может стать причиной временного отсутствия потока или неконтролируемого потока материала на выходе.

Объем

Количественная характеристика пространства, занимаемого телом или веществом и измеряемая в единицах объема (куб. дюймах, футах и метрах)

Объем (вытесняемый крышей)

Объем продукта, который вытесняется весом плавающей крыши.

Объем (измеряемый)

Объем, измеряемый при температуре продукта

Объем (стандартный)

Объем продукта при исходной температуре. Величину измеренного объема корректируют в соответствии с исходной температурой, как правило 15 °C по стандарту API.

Объем водяной подушки

Объем воды в нижней части резервуара.

Однородный

Однородное распределение характеристик материала по всему объему.

Ослабление

Снижение уровня сигнала, например, интенсивности волны, в диапазоне параметра, например, расстояния от источника.

Отверстие для выхода воздуха

Отверстие, расположенное около верхней части успокоительного колодца, которое обеспечивает выход воздуха по мере заполнения трубки измеряемой средой. Благодаря этому уровень в трубке всегда равен уровню измеряемой среды в резервуаре.

Открытый резервуар

Резервуар с нормальным атмосферным давлением. Поверхность продукта находится под влиянием атмосферного давления.

Отслеживание температуры

Метод, применяемый для поддержания постоянной температуры фланцев резервуара и измерительного преобразователя. В основном используется с вязкими продуктами или продуктами, которые при низких температурах могут конденсироваться или затвердевать.

P

Перепад давления

Давление, подаваемое на сторону высокого и сторону низкого давления измерительного преобразователя. Используется в резервуарах под давлением, где гидростатическое давление подается и на сторону высокого, и на сторону низкого давления измерительного преобразователя с целью достижения баланса.

Переходная зона

Небольшое расстояние либо от исходной точки, максимальной точки или от конца зонда, где значение сигнала от этих точек или максимального сигнала от конца зонда могут смешаться. При проведении измерений в этой зоне характеристики точности и линейности могут не соответствовать заявленным. Протяженность переходных зон зависит типа зонда и диэлектрической проницаемости измеряемой среды.

Пикофарад

Одна триллионная фарада (10⁻¹² Фарад). Единица измерения, часто используемая для расчета и выражения величин емкости в применениях, где требуется измерение уровня.

Плавающая крыша

Крыша резервуара, представляющего форму вертикального цилиндра, находится на поверхности хранящегося в нем продукта. Высота расположения крыши зависит от изменений в уровне продукта. Такая конструкция резервуара не допускает быстрого испарения продукта. В резервуаре с плавающей крышей есть стойки, препятствующие ее перемещению на дно резервуара при отсутствии в нем продукта.

Плотность

Величина, определяемая как отношение массы к объему, что обычно выражается в граммах на кубический сантиметр или фунтах на кубический фут. Плотность меняется

в зависимости от температуры. Плотность жидкостей указывают для конкретной исходной температуры. Плотность воды составляет 1 грамм на кубический сантиметр при температуре 4° С.

Плотность (измеренная)

Плотность, измеренная при температуре продукта

Плотность (стандартная)

Плотность продукта при исходной температуре. Величину измеренной плотности корректируют в соответствии с исходной температурой, как правило 15° С (60° F) по стандарту API.

Подсоединение отводной линии к работающему резервуару

Метод установки фланцевого соединения на резервуар без его снятия с эксплуатации.

Подстройка нуля

Настройка с отсчетом от нуля в одной точке, используемая при измерении дифференциального давления, с целью компенсации влияния положения монтажа или сдвига нуля, вызванного статическим давлением.

Подстройка сенсора

Функция цифровой подстройки, обеспечивающая настройку показаний цифровой переменной процесса с учетом точно измеренного давления на входе. Подстройка нуля и полной шкалы – две функции подстройки сенсора.

Полная подстройка

В измерительном преобразователе давления функция настройки сенсора при использовании двух точно измеренных конечных точек давления, после чего производится линеаризация всех выходных сигналов по этим двум точкам.

Поплавковый уровнемер

Традиционная технология измерения уровня. Поплавок, находящийся на поверхности жидкости, соединен механически с помощью перфорированной ленты с преобразователем измерительного прибора. Двигатель с пружинным приводом, расположенный в преобразователе измерительного прибора, обеспечивает натяжение ленты. По количеству отверстий в ленте определяется уровень жидкости.

Порог

Применяется в технологиях «сверху-вниз» как метод фильтрации сигналов. Пороги различных амплитуд используются для распознавания и удаления нежелательных сигналов с целью отбора правильных импульсных сигналов.

Постепенное ослабление сигнала

Ослабление сигнала между двумя точками или между двумя частотами.

Постоянные К

Поправочный коэффициент, используемый для расчета расширения продукта в связи с изменением температуры.

Приемник

Часть радарного уровнемера, куда поступают сигналы, отраженные от поверхности материала или от препятствий внутри резервуара.

Проводниковые

Способность материала проводить электрический ток. Как правило, измеряется в микроомах. Это величина, обратная сопротивлению.

Процирование конца зонда (PEP)

Метод определения уровня с помощью волноводного радара, при котором для расчета уровня поверхности используется проекция конца зонда вместе со значением диэлектрической постоянной измеряемой среды. Применяется в средах с низкой диэлектрической проницаемостью, когда можно определить уровень, на котором находится погруженный в измеряемую среду конец зонда, а фактическая поверхность не может правильно отразить сигнал.

Протокол Mark-space

Метод передачи данных, используемый традиционными измерительными приборами для резервуаров. Скорость передачи в бодах составляет примерно 200 бит/сек. Максимальное расстояние для подключения – 3048 метров (10 000 футов).

P

Радарные

Сокращение от RAdio Detection And Ranging — радиообнаружение и дальнометрия. Прибор или система для обнаружения объектов посредством отражения и приема сверхвысокочастотных радиоволн. Радиоволны отражаются от объекта или поверхности, а приемное устройство получает, обрабатывает и анализирует сигнал так, чтобы можно было определить характеристики (например, расстояние и направление) объекта.

Радиоизотопные

Метод измерения уровня или плотности с использованием радиоактивных (или радиоизотопных) источников гамма-излучения. Ослабленное гамма-излучение проходит сквозь стенки резервуара. Уровень технологической среды проникает передачу излучения, и детектор измеряет излучение, полученное на противоположной стороне резервуара. Величина полученного излучения пропорциональна уровню.

Радиочастота (PЧ)

Полоса или диапазон высокочастотных микроволн.

Распространение

Обеспечивает передачу и воздействие на множество или на большую площадь.

Расход

Значение расхода положительно при закачке продукта в резервуар, и отрицательно – при выкачивании. Расход рассчитывается следующим образом: (объем резервуара 1 – объем резервуара 2)/расчетный период. Расход также можно рассчитать по уровню или массе.

Расчет по формуле

Расчет, основанный на размерах резервуара для определения его объема на конкретном уровне.

Расчетный период расхода

Время между обновлениями расчетов расхода.

Резервуар с вентиляционными отверстиями

Это закрытый резервуар, но при этом не под давлением. Выпускное отверстие в верхней части резервуара обеспечивает сброс повышаемого давления.

Реле уровня

Реле уровня применяется для контроля уровня при достижении им заданной точки. Реле уровня может использоваться как устройство защиты резервуара от переполнения. Как правило, прибор устанавливают в верхней части резервуара так, чтобы при повышении уровня продукта, когда происходит погружение контактов реле в продукт, он запускает контроллер для отключения подачи продукта в резервуар. Реле уровня также может использоваться для индикатора низкого уровня или как устройство для защиты насоса.

Рефлектометрия с временным разрешением (TDR сокращение от Time Domain Reflectometry)

См. волноводный радар

C

Сбалансированная выносная мембранная система

Состояние, при котором положение системы выносной мембраны (разделительная мембрана, капилляр и заполняемая жидкость) на стороне высокого давления измерительного преобразователя идентично положению на стороне низкого давления.

Система выносной мембраны

Состоит из выносной разделительной мембраны, капилляра, соединяющего мембрану с измерительным преобразователем, и заполняемой жидкости. Система выносной мембраны может быть установлена как со стороны высокого давления, так и со стороны низкого давления, а также и с двух сторон измерительного преобразователя давления.

Смещение

Термин, используемый для обозначения того, что нижняя граница откалиброванного диапазона измерительного преобразователя давления установлена ниже нуля, а не на нулевой отметке дифференциального давления. Таким образом, нулевая отметка смещена. Например, диапазон от -10 до +50 дюймов вод.ст. является диапазоном, смещенным ниже по шкале.

Содержание сухих веществ по ареометру Брикса

Определение концентрации сахара посредством измерения плотности.

СПАЗ

Safety Instrumented System (система противоаварийной защиты).

Спектр электромагнитных излучений

Классификация электромагнитных волн по частоте и длине волн.

Стратификация (плотности)

Разделение некоторых сред на слои или выпадение осадка ввиду разных величин плотности. Плотность продукта в верхней части резервуара может отличаться от плотности продукта в нижней части. Стратификация плотности может влиять на расчеты уровня и объема, но практически не влияет на массу.

Стратификация (температуры)

Разница в температурах продуктов, находящихся в резервуаре, у которого обшивка имеет более высокую температуру (в связи с солнечным нагреванием), чем в середине резервуара. Данная разница температур приводит к разному расширению продукта по всему резервуару, что влияет на общий объем и уровень.

Сухое колено

Использование нагреваемого и изолированного патрубка (используется для поддержания вещества в парообразном состоянии), идущего от области с паром к стороне низкого давления установленного измерительного преобразователя (измерительных преобразователей) давления. Поэтому измерительный преобразователь (измерительные преобразователи) используют в режиме измерения дифференциального давления. Данный метод позволяет проводить калибровку измерительных преобразователей с диапазоном более низкого давления. При этом нет необходимости в установке верхнего измерительного преобразователя давления, тем не менее он может быть использован для контроля за величиной давления испарений.

T

Температура продукта

Температура измеряемого материала. Это может быть вводимая вручную постоянная величина, если на резервуаре не установлен датчик температуры. При наличии датчика его данные автоматически используются для целей компенсации. Температурная компенсация влияния температуры необходима для расчетов стандартного объема и плотности. Также требуется для компенсации времени прохождения сигнала при использовании ультразвуковых измерительных преобразователей, если температура испарений в газозоодушном пространстве отличается от наружной температуры.

Температурное расширение

Величина расширения материала в связи с изменениями температуры. Как правило, измеряется в мм/м° С.

Температурный диапазон

Минимальный и максимальный диапазон температур, характерный для продукта в технологическом процессе.

Температурный датчик

Устройство, измеряющее температуру продукта, находящегося в резервуаре. Как правило, это

термопреобразователь сопротивления, при этом также может использоваться нижний измерительный преобразователь давления с локальным сенсором температуры. См. также многоточечный сенсор температуры.

Термокарман

Защитный корпус для устройства измерения температуры, входящего в резервуар. Он позволяет производить замену термопреобразователей сопротивления без остановки процесса, происходящего в резервуаре.

Тип преобразования

Метод, на основе которого продукт должен передаваться в резервуар и выгружаться из него – измерение валового объема, стандартного объема, уровня или массы.

Тип резервуара

Форма резервуара, которая оптимально подходит для его описания. Эта информация необходима для правильного расчета по таблице соответствий на основе формул. Вот некоторые примеры типов резервуаров: вертикальный цилиндр, горизонтальный цилиндр, сферический, вертикальный пулевидной формы и горизонтальный пулевидной формы.

Точечное измерение уровня

Термин, связанный с определением наличия или отсутствия материала на определенном уровне.

Традиционный объем

Объем, рассчитываемый на основе данных градуировочной таблицы и измерений уровня.

У

Удельный вес

Отношение плотности смеси к плотности воды. Это безразмерная величина. Если плотность смеси – 13,6 г/см³, а плотность воды – 1 г/см³, удельный вес смеси – 13,6. Если плотность смеси – 75 фунтов на куб. фут, а плотность воды – 62,4 фунтов на куб. фут, удельный вес смеси – 1,2.

Указатель уровня

Традиционная технология измерения уровня в резервуаре. Поплавок, находящийся на поверхности жидкости, соединен механически с указателем, закрепленным на стенке резервуара.

Ультразвуковые уровнемеры

Метод измерения уровня с помощью направления звукового импульса от измерительного прибора до поверхности материала. Звуковой импульс отражается от поверхности, и измерительный прибор ловит эхо-сигнал. Время прохождения сигнала обратно к измерительному прибору обратно пропорционально уровню.

Уникальный номер резервуара

Обозначение резервуара буквенное или цифровое.

Уровень

Высота столба жидкости или твердого материала.

Уровень в технологических процессах

Термин связан с непрерывными измерениями уровня в отрасли управления технологическими процессами. Как правило, требования к точности этих измерений не такие строгие, как требования к точности при определении уровня запасов. Также см. уровень запасов.

Уровень водяной подушки

Уровень воды в нижней части резервуара.

Уровень запасов

Термин связан с точным измерением уровня для целей управления запасами и (или) коммерческого учета. Как правило, погрешность этих измерений должна быть не более $\pm 1/8$ дюйма или ± 3 мм.

Уровнемер с сервоприводом

Традиционная технология измерения уровня. Поплавковый уровнемер находится на поверхности измеряемой среды и подключен к сигнализатору через проводное соединение. Сигнализатор запускает сервопривод, который в свою очередь натягивает или ослабляет проводное соединение поплавкового уровнемера с тем, чтобы сохранить постоянную величину натяжения провода. Сервопривод подключен к катушке для намотки лишнего измерительного провода. Каждый поворот катушки характеризует определенный уровень продукта.

Успокоительная труба

См. успокоительный колодец.

Успокоительный колодец

Труба большого диаметра, монтируемая вертикально внутри резервуара на всю высоту резервуара, для функционирования в качестве отстойника. Также известна как измерительный колодец, успокоительная трубка и измерительная трубка. Применяется с приборами измерения уровня, плавающими на поверхности продукта, а также с некоторыми бесконтактными уровнемерами, монтируемыми в верхней части резервуара. Успокоительный колодец максимально сокращает влияние турбулентности, возникающей в резервуаре на поверхности продукта. При измерении уровня в резервуарах успокоительный колодец также применяется для целей отбора продукта и измерений, проводимых вручную.

Ф

Фарад

Единица измерения электрической емкости в базовой метрической системе.

Функция Trim Near Zone (настройка ближней зоны)

Функция программного обеспечения, которая позволяет максимально сократить верхнюю переходную зону и обеспечить качество измерений в ближней зоне.

Ч

Частота

Количество вибраций или циклов за единицу времени, измеряемое в герцах, или количество циклов в секунду.

Э

Электромагнитная волна

Электромагнитная волна, в которой и электрическое, и магнитное поля периодически изменяются как правило с одинаковой частотой.

Электронные выносные сенсоры

Метод, при котором используют два независимых сенсора давления для измерения уровня или дифференциального давления.

Эмульсионный слой

Слой, который иногда формируется на границе двух сред. Поскольку это соединение двух сред и возможно некоторого количества испарений, этот слой может давать погрешность в измерении точного уровня раздела двух сред.

Раздел	Тема	Страница
17.5.1	Общие вопросы _____	242
17.5.2	Общие вопросы по радарам _____	242
17.5.3	Волноводный радар _____	244
17.5.4	Бесконтактный радар _____	247
17.5.5	Сигнализаторы уровня _____	248
17.5.6	Ультразвуковые уровнемеры _____	248
17.5.7	Вопросы, относящиеся к камерам (9901) _____	249
17.5.8	Измерение уровня методом перепада давления _____	250
17.5.9	TNUM- Адаптер _____	251
17.5.10	Система учета в резервуарном парке _____	252

17.5.1 Общие вопросы

Можно ли регистрировать данные в контроллере Rosemount 3490?

Контроллер Rosemount 3493 имеет возможности регистрации данных, а модели 3491 и 3492 – нет. Контроллер 3490 получает входной сигнал от уровнемера 4-20 мА или HART. Модель 3493 может регистрировать до 7000 значений, которые могут быть загружены в ПК.

Какие устройства могут обмениваться данными по протоколу HART?

Все уровнемеры могут обмениваться данными по протоколу HART, кроме: Hydrostatic, Rosemount 3101, 2110, 2120, 2130, Hydrastep и Hydratect.

17.5.2 Общие вопросы по радарам

Можу ли я использовать солнечную батарею или питание от аккумуляторной батареи?

Уровнемер 3308 – единственный радар, работающий исключительно от аккумуляторной батареи, что делает его пригодным для тех установок, где отсутствует инфраструктура.

Большинство устройств работают на напряжении 12–24 В пост. тока, хотя есть устройства, работающие при напряжении 110 или 220 В. Несколько устройств могут работать с низким энергопотреблением или по беспроводной сети с питанием от аккумуляторной батареи. Уровнемеры могут получать питание комбинированным способом: от солнечных панелей и аккумуляторных батарей, если эти уровнемеры рассчитаны на такое применение. Характеристики аккумуляторных батарей основаны на общем количестве компонентов, которые должны быть запитаны, требуемом напряжении и потребляемом токе.

Сколько питания мне нужно при использовании с радарным уровнемером беспроводного THUM адаптера?

При подключении радарных уровнемеров к Wireless THUM™-адаптеру прибавьте к напряжению источника питания 2,5 В пост. тока. THUM-адаптеры должны использоваться в искробезопасных установках, но они также могут быть установлены удаленно в комбинации с не искробезопасным датчиком.

		Радарные уровнемеры Rosemount		
		5408	5300	3300
Напряжение питания: Протокол HART	Взрывобезопасность /Взрывозащита	От 12 до 42,4 В пост. тока	20 – 42,4 В пост. тока	16 – 42 В пост. тока
	С THUM-адаптером	От 14,5 до 42,4 В пост. тока	От 22,5 до 42,5 В пост. тока	от 17,5 до 42 В пост. тока
	Искробезопасный/ Стандартный	От 12 до 30 В пост. тока	16 – 30 В пост. тока	11 – 30 В пост. тока
	С THUM-адаптером	От 14,5 до 30 В пост. тока	От 18,5 до 30 В пост. тока	От 13,5 до 30 В пост. тока
Напряжение питания: Протокол Foundation fieldbus	Взрывозащита/ Взрывобезопасность		16 – 32 В пост. тока	Н/П
	Искробезопасный/ Стандартный	Н/П	9 – 30 В пост. тока	Н/П
	FISCO		9-17,5 В пост. тока	Н/П
Напряжение питания: Протокол Modbus	Стандартный	Н/П	8 – 30 В пост. тока	8 – 30 В пост. тока

Таблица 17.5.1: Требования к электропитанию радарных уровнемеров Rosemount

Почему я должен использовать радарную технологию?

Сигнал радара практически не зависит от содержимого и атмосферы, температуры или давления в резервуаре. На измерение не влияют изменяющиеся характеристики материала, такие как плотность, диэлектрические свойства и вязкость. Поскольку движущиеся части отсутствуют, уровнемеры практически не требуют обслуживания.

Каков принцип работы?

Радарную технологию измерения уровня можно разбить на две категории; импульсная и частотно-модулированная непрерывная волна (FMCW). Перед выпуском нового поколения радаров FMCW преимущество импульсной технологии заключалось в том, что для нее требовалось меньше питания. Поэтому большинство двухпроводных уровнемеров основаны на импульсной технологии.

При использовании FMCW можно добиться повышенной точности, однако требуется большее питание, и поэтому FMCW-радары обычно являются четырехпроводными. Тем не менее, последние разработки привели к появлению двухпроводных устройств FMCW. В импульсных уровнемерах измерение уровня является функцией времени, затрачиваемого радарным сигналом на прохождение

к поверхности и обратно. В приборах FMCW уровнемер постоянно излучает качающуюся частоту, а расстояния рассчитывается по разнице в частоте излучаемых и принимаемых сигналов.

Безопасны ли радарные приборы?

Да. Испускаемый сигнал составляет менее трех процентов от максимальной утечки, допустимой в микроволновой печи. Интенсивность радарных волн не превышает интенсивность постоянных радио-, сотовых и других волн связи, которые окружают нас каждый день. Кроме того, уровнемер обычно помещается в металлический резервуар, который действует как клетка Фарадея, поэтому радарные волны изолированы внутри резервуара.

Какова разница в частоте между волноводным радаром и бесконтактным радаром?

С помощью волноводного радара микроволновый импульс направляется в резервуар с помощью зонда, что делает его менее чувствительным к помехам по сравнению со свободно распространяющимися микроволновыми импульсами. Бесконтактный радар использует несущую частоту, обычно 6 Гц или 26 Гц, для переноса микроволновых импульсов, которые излучаются в резервуар с помощью антенны.

Что генерирует и передает микроволновый импульс в уровнемерах 5300 и 5408?

Микроволновый импульс генерируется в микроволновом модуле. Кварцевые часы с частотой повторения импульсов (PRF) 1,8 МГц запускают генератор импульсов. Затем быстродействующие транзисторы в цепи генератора импульсов генерируют короткий импульс (1 нс). После этого генерируемые импульсы передаются через соединительную сеть и выводятся на зонд/антенну и в резервуар. Отраженный микроволновый импульс передается обратно в уровнемер через сеть связи в приемник, а затем обрабатывается логикой уровнемера.

Уровнемер 5408 использует микроволновый модуль, специально разработанный для оптимальной работы в сложных условиях. В основе принципа измерения лежит частотно-модулированная непрерывная волна (ЧМНВ). Радарные сигналы непрерывно передаются к поверхности продукта с помощью микроволновой частоты, модулированной в диапазоне. Уровень пропорционален разности частот принимаемых и передаваемых сигналов. Технология FMCW максимально увеличивает мощность радарного сигнала и обеспечивает надежные измерения (мощность на поверхности в 30 раз выше, чем у традиционных двухпроводных бесконтактных радаров). Кроме того, уникальная конструкция позволяет преобразователям работать только при пусковом напряжении 12 В пост. тока, а также от автономного источника питания до 2 секунд для поддержания работы, несмотря на сбой в кабеле или молнии.

Как частота радара влияет на измерение?

Более высокая частота обеспечивает более концентрированный узкий луч, который может быть полезен в тех случаях, когда в резервуаре присутствуют препятствия,

такие как люки, мешалки или нагревательные змеевики. Недостатком высокой частоты является то, что на измерение больше влияет наличие испарений, пыли и накопления продукта на антенне. Низкочастотный радар, который имеет большую длину волны и более широкий угол луча, имеет тенденцию лучше справляться с паром, пылью, конденсацией, загрязнением и турбулентностью поверхности.

Каким образом диэлектрическая проницаемость (DK) среды влияет на измерение?

Все радарные устройства излучают электромагнитную энергию. Когда излучаемый сигнал достигает точки, в которой происходит изменение DK, обычно поверхности носителя, часть сигнала отражается обратно в уровнемер. Количество энергии, которое отражается обратно в уровнемер, пропорционально DK среды. Практическое правило заключается в том, что значение диэлектрической проницаемости представляет процент отражаемой энергии. Таким образом, значение DK, равное восьми, означает, что восемь процентов излучаемой энергии отражается обратно в уровнемер. По сути, среда с более высокой DK обеспечивает более сильные обратные сигналы и, следовательно, их легче измерить.

Работает ли радар на пене?

Влияние пены на радарные измерения трудно предсказать. В некоторых случаях пена может полностью заглушать сигнал, в то же время некоторые виды пены могут быть прозрачными для уровнемера. Толщина, густота и диэлектрическая проницаемость — это факторы, которые необходимо учитывать при оценке применения для пены.

В случае сухой пены микроволновый импульс обычно проходит сквозь нее и обнаруживает поверхность жидкости под ней. Пена среднего типа может поглощать сигнал или рассеивать, поэтому результаты сложно предвидеть. Если пена влажная, микроволновое излучение часто отражается от поверхности пены и таким образом измеряется ее уровень. Частота, с которой работает радар, также влияет на измерение при наличии пены. Радары с более низкой частотой (от 6 до 26 ГГц), как правило, проникают в пену в большей степени, чем радары с более высокой частотой.

Будут ли два или более радарных блока на одном резервуаре конфликтовать друг с другом?

Вы можете использовать несколько бесконтактных радаров в одном резервуаре, сигнатуры уровнемеров уникальны, поэтому они не будут мешать друг другу. Однако волноводные радары могут создавать помехи друг для друга, если зонды установлены слишком близко. По этой причине зонды должны быть установлены на определенном расстоянии друг от друга, если только не используются коаксиальные зонды.

Будут ли радиопомехи или другие помехи создавать проблемы?

Уровнемеры используют определенную узкую частоту, поэтому они не подвержены помехам от других источников. Помехи встречаются очень редко, и источник помех редко

работает точно на той же частоте, что и уровнемер. Кроме того, уровнемеры часто устанавливаются в металлические резервуары, которые создают клетку Фарадея, предотвращая проникновение внешних электромагнитных помех в резервуар.

При использовании волноводного радара, если в резервуаре присутствуют возмущения и используется уровнемер 3300, рекомендуется применять коаксиальный зонд, поскольку сигнал радара распространяется внутри трубы, не подвергаясь воздействию источников помех снаружи. При использовании уровнемера 5300 коаксиальный датчик требуется только в том случае, если возмущения очень близки. В противном случае из-за расширенных возможностей обработки сигналов незначительные помехи при настройках пороговых значений можно игнорировать.

Существуют ли ограничения по высоте штуцера?

Поскольку штуцер, и особенно нижний конец штуцера, может создавать мешающие эхо-сигналы, рекомендуется поддерживать высоту штуцера в определенных пределах в зависимости от типа зонда/антенны и типа используемого уровнемера. Дополнительную информацию об этих значениях см. в разделе 6.7 «Технологическое соединение – Рекомендации по установке волноводного радара» или в разделе 7.4 «Особенности установки на штуцере для бесконтактного радара».

Существуют ли ограничения по диаметру штуцера?

Учитывая вышеприведенное утверждение, можно сказать, что диаметр штуцера также влияет на измерение, поскольку слишком малый диаметр штуцера вызовет возмущающие эхо-сигналы. Дополнительную информацию об этих значениях см. в разделе 6.7 «Технологическое соединение – Рекомендации по установке волноводного радара» или в разделе 7.4 «Особенности установки на штуцере для бесконтактного радара».

Существуют ли какие-либо ограничения при измерении в успокоительных колодцах?

Успокоительные колодцы должны быть немагнитными. Не рекомендуется использовать немагнитные успокоительные колодцы трубы или секции для бесконтактного радара. Пластмасса, плексиглас или другие немагнитные материалы не защищают радар от внешних помех, обеспечивая при этом минимальные преимущества (или вообще не дают преимуществ). Дополнительную информацию см. в разделе 6.13 «Установка в камеру/успокоительный колодец – Рекомендации по установке волноводного радара» и разделе 7.10 «Установка в камеру/успокоительный колодец – Рекомендации по установке бесконтактного радара».

Что такое DD и DTM, и как они влияют на инструменты конфигурации и хост-системы для радарных продуктов?

Описатели устройства (DD или EDD) предоставляют доступ к конфигурации и диагностике для радаров Rosemount в DD-совместимых хост-системах, таких как AMS Device Manager, ДельтаВ и полевой коммуникатор 475. Кроме

того, можно просмотреть кривую эхо-сигнала, которая может использоваться для расширенной конфигурации и устранения неполадок. Диспетчеры типов устройств (DTM) предлагают функциональность, аналогичную DD, но используются в хост-системах, совместимых с FDT/DTM. Кривая эхо-сигнала также доступна в DTM.

DD и DTM, используемые в хост-системах, обеспечивают легкий доступ к уровнемерам из диспетчерской. Доступные функции (например, поддержка кривой эхо-сигнала) зависят от возможностей хост-системы и DD/DTM.

DD и DTM для конкретных хостов доступны для загрузки на Emerson.com/Rosemount. (ПО Rosemount Radar Master – это инструмент для междоточечного конфигурирования, оптимизированный для настройки и устранения неполадок радара Rosemount. Этот инструмент не использует технологию DD или FDT/DTM.)

Как узнать, полностью ли совместимо измерительное устройство Fieldbus с моей системой управления?

Компания Emerson реализует долговременную программу проведения работ с другими поставщиками для тестирования устройств Emerson на хост-системах других производителей. Уже более десяти лет эта программа доказывает, что стратегия Rosemount Foundation Fieldbus хорошо работает на хост-системах других производителей. Все устройства Fieldbus Foundation для измерения уровня имеют DD или DTM, которые позволяют им работать с определенными хост-системами. Эти DD и DTM проверены на совместимость с отдельными хост-системами с помощью теста на возможность совместной работы хостов Fieldbus Foundation (HIST). Чтобы узнать, выполнены ли эти тесты для конкретного устройства и хост-системы, перейдите на веб-сайт Fieldbus Foundation (www.fieldbus.org) и найдите список зарегистрированных продуктов.

Некоторые поставщики систем также предоставляют список устройств, которые были протестированы в их системах. Кроме того, некоторые производители предоставляют Emerson подробные отчеты об испытаниях. Некоторые компании предоставляют результаты испытаний и сертификаты. Отдельные компании не предоставляют внешнюю документацию, однако они проверяют совместимость и работают с Emerson в части решения любых проблем, которые могут быть выявлены. В любом случае, можно провести тестирование для подтверждения между полевыми устройствами Rosemount и хост-системами.

17.5.3 Волноводный радар

Каков принцип работы волноводного радара?

В уровнемерах 3300, 3308 и 5300 используется технология TDR (рефлектометрия с временным разрешением), которая означает, что уровнемер посылает радарные импульсы. Фактическое измерение уровня является функцией времени, затраченного с момента подачи электромагнитного сигнала, до того времени, когда эхо-сигнал вернулся назад, отразившись от измеряемой поверхности.

Какова частота волноводного радара?

Частота радара обычно относится к несущей частоте. Волноводный радар не использует несущую частоту, как бесконтактный радар, поэтому нет смысла говорить о частоте.

Как вы интерпретируете электрическое расстояние на изображении резервуара в ПО Radar Configuration Tools (RCT) и ПО Rosemount Radar Master (RRM)?

Электрическое расстояние, отображаемое на оси x графика резервуара, используется для сравнения расстояния, измеренного уровнемером, и реального расстояния.

Из-за влияния диэлектрических свойств на скорость распространения волны, необходимо скорректировать значения электрического расстояния, если волна не проходит через воздух. Электрическая длина показывает расстояние в предположении, что волна движется в воздухе. Практически это означает, что электрическое расстояние и реальное расстояние в случае пика первого уровня будут совпадать. Если волны проходят вниз через среду, реальная длина от поверхности до конца зонда или до уровня границы раздела сред может быть рассчитана по формуле ниже:

$$\text{Реальное расстояние} = \frac{\text{Электрическое расстояние}}{\sqrt{DK \text{ среды}}}$$

Расстояние до верхнего продукта можно посчитать прямо с графика, а расстояние до границы раздела сред необходимо рассчитать по формуле, указанной выше.

Насколько вязкой может быть измеренная среда?

Различные зонды имеют разные максимальные пределы в отношении вязкости измеряемой среды. Одиночные зонды больше подходят для сред с высокой вязкостью, в то время как коаксиальный зонд можно использовать для сред с низкой вязкостью. Рекомендации для различных зондов и примеры вязкости приведены ниже:

Тип зонда	Макс. вязкость
Коаксиальный	500 сП
Двойной	1500 сП
Одиночный	8000 сП

Таблица 17.5.2: Тип зонда и вязкость

Среда	Вязкость
Вода	1 сП
Легкое машинное масло	102 сП
Тяжелое машинное масло	233 сП
Мед	10000 сП

Таблица 17.5.3: Среда и вязкость

Как обволакивание повлияет на измерение?

Если на зонде образуется обволакивание, измеренный сигнал будет слабее. Если сама среда имеет высокую диэлектрическую проницаемость, небольшое обволакивание не представляет проблемы, однако если это среда с низкой DK, обволакивание может представлять проблему. Если используется двухпроводной или коаксиальный зонд, обволакивание может создать перемычку между двумя направляющими элементами зонда, и это приведет к появлению ложных эхо-сигналов, в результате уровнемер будет интерпретировать перемычку как фактический уровень. В случае применений с обволакиванием рекомендуется использовать одинарный зонд. Обволакивание может повлиять на точность. Максимальная погрешность измерений, возникающая из-за осадений, составляет от 1 до 10% в зависимости от типа зонда, диэлектрической постоянной, толщины осадений и длины участка с осадениями над поверхностью продукта.

Особые рекомендации для измерения уровня границы раздела сред?

Уровнемеры 3302, 3308 и 5302 могут измерять уровень и границу раздела сред, а уровнемер 5302 является идеальным выбором для измерения уровня масла, а также границы раздела нефти и воды или других жидкостей со значительными различиями диэлектрической проницаемости. Модели 3301 и 5301 могут измерять границу раздела сред в режиме полностью погруженном зонде. Дополнительную информацию см. в разделе 6.5 «Граница раздела сред – рекомендации по установке волноводного радара».

Могут ли уровнемеры 3302 и 5302 считать несколько границ раздела сред?

Нет. Уровнемеры 3302 и 5302 могут измерять поверхностный слой и только одну границу раздела жидкость/жидкость. Для измерения уровня границы раздела между двумя жидкостями должны выполняться определенные условия. Дополнительную информацию см. в разделе 6.5 «Граница раздела сред – рекомендации по установке волноводного радара».

Может ли волноводный радар измерять эмульсионные слои?

Как правило, эмульсионные слои трудно предсказать, и если они присутствуют, иногда граница раздела сред измеряется в верхней части эмульсионного слоя, иногда в нижней части, а в других случаях где-то внутри эмульсионного слоя. Результаты будут варьироваться в зависимости от состава жидкости и от различий в DK двух слоев. Во многих случаях уровень границы раздела сред измеряется в верхней части эмульсионного слоя. Небольшие эмульсионные слои (< 50 мм) могут вообще не обнаруживаться.

Существуют ли специальные фланцы для замены буйковых уровнемеров?

Да. Доступны фланцевые буйковые уровнемеры Masonellan и Fisher 249B и 249C. Код для Masonellan – TM, код для Fisher 249B и 259B – TF, а код для Fisher 249C – TT.

Может ли волноводный радар видеть песок на дне резервуара?

Нет. Поскольку песок смешан с водой, которая является средой с высокой диэлектрической постоянной ($DK=80$), уровнемер определяет только воду. То же самое относится ко всем средам, растворенным в воде.

Существует ли неактивная часть зонда?

Нет, однако переходными зонами являются зоны, в которых измерения нелинейны или в которых погрешность измерений увеличена. Это происходит в самой верхней и нижней части зонда. Диапазон измерения уменьшается на верхнюю и нижнюю переходные зоны, создавая эффективный диапазон измерения между ними. Желаемые точки измерения должны находиться в эффективном диапазоне измерения, но в переходных зонах могут создаваться помехи. Протяженность верхней и нижней переходных зон зависит типа зонда и диэлектрической проницаемости измеряемой среды. Подробнее см. в разделе 6.2 «Переходные зоны – Рекомендации по установке волноводного радара».

Какие выходные сигналы имеются в наличии?

Данные измерений передаются в виде аналогового сигнала мА с наложенным цифровым сигналом HART (Уровнемеры 3300/5300) или сигналом Foundation™ Fieldbus (Уровнемер 5300). В моноканальном режиме может использоваться сигнал HART. Отправляя цифровой сигнал HART на дополнительный преобразователь HART Tri-Loop, можно получить до трех дополнительных аналоговых сигналов 4-20 мА. Сигнал HART также может быть преобразован в беспроводной HART с помощью TNUM-адаптера. Кроме того, для уровнемеров 3300 и 5300 доступна передача данных по Modbus.

Насколько близко к стенке резервуара можно установить зонд?

Аналогично патрубку, стенка резервуара также может влиять на измерения посредством эхо-сигналов от помех. Минимальное расстояние до стенки резервуара равно расстоянию до любого мешающего объекта, который может присутствовать в резервуаре. Если в резервуаре есть препятствия, то коаксиальный зонд является наилучшим вариантом для применения. Если стенка резервуара металлическая и гладкая, датчик можно установить ближе к стене. Подробнее см. в разделе 6.8 «Свободное пространство – Рекомендации по установке волноводного радара».

Особые рекомендации для измерения уровня аммиака?

В резервуаре с безводным аммиаком над поверхностью присутствуют тяжелые испарения, которые ослабляют сигнал от радарного уровнемера. Повышение давления в резервуаре вызовет ослабление сигнала. Поэтому для оценки максимального диапазона измерения для безводного аммиака в зависимости от давления в резервуаре используется специальная формула. Результаты показаны ниже. См. также раздел по безводному аммиаку (NH₃) в главе 4. Обратите внимание, что при измерении водного аммиака эта формула не применяется. Водный аммиак имеет

высокую диэлектрическую проницаемость и, следовательно, обеспечивает хорошее отражение.

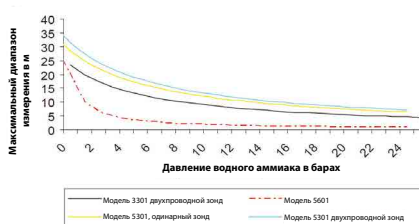


Рисунок 17.5.1: Сравнение диапазона измерений (фунты на квадратный дюйм) и (футы)

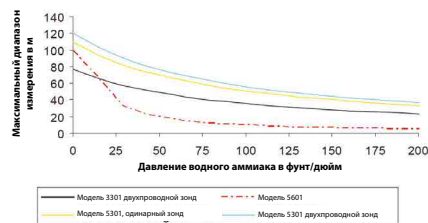


Рисунок 17.5.2: Сравнение диапазона измерений (бары) и (метры)

Какое растягивающее усилие может сломать гибкий одинарный зонд?

В твердофазных средах среда может вызвать растягивающие усилия, приложенные к крышам бункеров и тянущие вниз. Крыша бункера должна выдерживать разрушающую нагрузку зонда или как минимум максимальную растягивающую нагрузку зонда. Растягивающая нагрузка зависит от размера бункера, плотности материала и коэффициента трения. Усилия растут вместе с увеличением погруженной длины, диаметров бункера и зонда. В критических случаях, таких как продукты с риском образования отложений, лучше использовать зонд размером 6 мм. В зависимости от их положения, усилия, действующие на закрепленные зонды, будут в два-десять раз больше, чем на датчиках с балластными грузами. Более подробную информацию об измерении твердых веществ см. в разделе 6.12 «Аспекты применения с твердыми веществами – Рекомендации по установке волноводного радара».

Для кабеля диаметром 4 мм прочность на разрыв составляет 12 кН, а нагрузка при сжатии – 16 кН. Для кабеля диаметром 6 мм прочность на разрыв составляет 29 кН, а нагрузка при сжатии – 35 кН. Примечание: Абразивные материалы могут способствовать износу зонд. В этих случаях рассмотрите возможность применения бесконтактного радара или зонда с покрытием РА. Датчики с покрытием ПТФЭ не рекомендуются для применения в твердых средах.

Что такое демпфирование и каково значение по умолчанию?

Значение демпфирования – это параметр, который определяет, насколько быстро устройство реагирует на изменение уровня, единицы измерения выражены в секундах. По умолчанию установлено значение 10 секунд для уровнемера 3300 и 2 секунды для уровнемера 5300. Значение по умолчанию обеспечивает хорошую точность и стабильность выходного тока, а также хорошее время отклика. Демпфирование может быть установлено на более низкое или более высокое значение, если это требуется по месту применения, например, быстрое изменение уровня. Высокое значение стабилизирует значение уровня, однако устройство в таком режиме медленно реагирует на изменения уровня в резервуаре. Низкое значение делает устройство более отзывчивым к изменениям уровня, однако передаваемые значения иногда могут быть довольно скачкообразными.

Можно ли использовать уровнемер 3300 в системах Foundation Fieldbus?

Rosemount 848T можно использовать в качестве преобразователя из HART в FF. Вы не сможете выполнить какую-либо расширенную настройку, однако сможете прочитать первичную переменную, посмотреть состояние, установить сигналы высокого и низкого уровня и некоторые другие стандартные функции FF через блок AI.

Какая погрешность измерения приведет к неправильной диэлектрической проницаемости на уровне границы раздела сред?

Ошибки из-за изменения диэлектрических свойств среды могут быть значительными. Она рассчитывается по формуле:

$$\text{Ошибка} = \frac{\text{Физическая Толщина}}{\sqrt{\text{диэлектрик А}}} - \frac{\text{Физическая Толщина}}{\sqrt{\text{диэлектрик В}}}$$

Например, если физическая толщина составляет 51 см, а диэлектрическая проницаемость варьируется от 2 до 4:

$$\text{Ошибка} = \frac{20}{\sqrt{2}} - \frac{20}{\sqrt{4}} = 11 \text{ см}$$

17.5.4 Бесконтактный радар

Можу ли я подключить взрывозащищенный Rosemount 5402 с Rosemount 3490?

Контроллер Rosemount 3490 обеспечивает номинальное искробезопасное питание 24 В пост. тока. Большинству уровнемеров HART требуется минимальное входное напряжение для правильной работы и для функционирования связи HART. Увеличение тока нагрузки в контуре приведет к снижению выходного напряжения на клеммах контроллера Rosemount 3490, которое при определенных условиях может составлять до 12,8 В пост. тока.

Взрывозащищенная версия Rosemount 5402 имеет минимальное входное напряжение, как указано ниже: 15,5 В пост. тока при 21,75 мА, 20 В пост. тока при 3,75 мА. Взрывозащищенная версия Rosemount 5400 не подходит для использования с Rosemount 3490.

Каков принцип работы бесконтактных радаров Rosemount?

В уровнемерах 5408 используется технология FMCW. Уровнемер постоянно излучает качающуюся частоту, а расстояние рассчитывается по разнице в частоте излучаемых и принимаемых сигналов. Одним из преимуществ FMCW является то, что можно добиться повышенной точности. Более общую информацию относительно принципа действия см. в разделе «Каков принцип работы» в разделе общих вопросов.

Какая частота у Rosemount 5408?

Частота Rosemount 5408 составляет 26 ГГц.

Насколько близко к стенке резервуара можно установить бесконтактный радар?

Минимальное расстояние до стенки резервуара зависит от того, какая антенна используется. При более концентрированном луче (большая антенна) устройство можно установить ближе к стенке резервуара. Более подробную информацию см. в разделе 7.3 «Место установки», рекомендации по установке бесконтактного радара.

Существуют ли какие-либо особые соображения при установке бесконтактных радаров в успокоительном колодце?

Хотя обычно технологические радары обеспечивают надежную работу при установке в успокоительных трубах, все технологические радары, независимо от марки или типа, спроектированы так, чтобы обеспечивать оптимальную производительность при свободном распространении луча. При установке в успокоительных трубах точность технологического радара может зависеть от распространения микроволн через успокоительную трубу. Для обеспечения максимальной точности в успокоительных трубах мы разработали радарные уровнемеры Rosemount 5900 с уникальными антенными решетками, использующими микроволновый режим с низкими потерями, которые предназначены для успокоительных труб. Установка в успокоительном колодце может потребоваться и в том случае, если в состав существующего соединения с резервуаром входит успокоительный колодец, или измерение улучшается путем измерения в успокоительном колодце (например, при наличии турбулентности). Коническая антенна используется в успокоительных колодцах, размер антенны должен соответствовать размеру успокоительного колодца. Для обеспечения оптимальной точности внутренняя часть успокоительного колодца должна быть чистой и свободной от отложений, ржавчины, зазоров, щелей и т. д. Самый большой размер успокоительного колодца/антенны, который можно использовать, составляет 200 мм. Более подробную информацию об измерениях в успокоительных колодцах см. в разделе 7.10 – «Монтаж в камере/успокоительном колодце – рекомендации по установке бесконтактного радара».

Для чего используются антенны с технологическим уплотнением?

Чтобы изолировать электронику от технологического процесса в резервуаре, в частности от пара и коррозии.

Кроме того, антенна с технологическим уплотнением является стойкой к конденсации и отложениям. Эта антенна полностью изготовлена из ППФЭ (все материалы, подвергающиеся воздействию атмосферы резервуара, изготовлены из пищевого модифицированного ППФЭ). Она также сертифицирована по классу 3-А и поэтому подходит для применения в оборудовании гигиенического класса. Антенны с технологическим уплотнением доступны как с фланцевыми, так и с технологическими соединениями Tri-Clamp для резервуара.

В чем разница между конической и рупорной антенной?

Это просто разные названия для одного и того же типа антенны.

17.5.5 Вибрационные сигнализаторы уровня

Какую кассету я использую?

Кассета реле является наиболее распространенным типом, если не требуется сертификация IS. Дополнительную информацию о выборе кассеты см. в разделе «Выбор выхода» в Руководстве по установке вибрационных сигнализаторов (глава 11).

Могу ли я заменить электронику в полевых условиях?

Блок электроники в Rosemount 2110, 2140 и 2160 не подлежит замене. В моделях Rosemount 2120 и 2130 с не-IS блоком электроники кассету можно заменить на месте, выполнив простую процедуру замены, как указано в дополнении к руководству. Для IS-электроники кассету нельзя заменить в полевых условиях, поскольку эту операцию следует выполнять только во взрывобезопасной среде.

Можно ли заменить модуль электроники модулем электроники другого типа в полевых условиях?

Блок электроники в Rosemount 2110, 2140 и 2160 не является взаимозаменяемым. В моделях Rosemount 2120 и 2130 с не-IS блоком электроники кассеты являются взаимозаменяемыми на месте, выполнив простую процедуру замены, как указано в дополнении к руководству. Если реле оснащается другим типом электронного модуля, этикетку прибора следует обновить соответствующим образом.

Для IS-блока электроники кассету нельзя заменить в полевых условиях, поскольку они имеют тип вилки, отличающийся от версий не-IS, которые не совместимы с электроникой не-IS.

Могу ли я использовать солнечную батарею или питание от аккумуляторной батареи?

Существует модель Rosemount 2120 с более низким энергопотреблением, которая работает от источника питания 12 В. Это делает ее пригодной для использования в местах с ограниченным электропитанием, в том числе в оборудовании работающем на солнечной энергии и на аккумуляторных батареях.

Беспроводной Rosemount 2160 получает питание от сменного модуля питания.

Можно ли заменить сенсор в полевых условиях?

Нет, замена сенсора в полевых условиях невозможна. Сенсор специально настроен для каждого конкретного корпуса.

Можно ли использовать сигнализатор Rosemount 2100 для работы с твердыми веществами?

Нет, серия 2100 не рекомендуется для применения в твердых средах. Серия 2100 предназначена для сигнализации уровня жидкости.

Rosemount 2140 имеет специальную настройку, позволяющую использовать его для обнаружения осадка на дне резервуара, например, песок в сепараторе или соль в обессоливателе (функция Sand Switch). См. раздел «Обнаружение осадка» в главе 4 «Уровень жидкости».

Вибрационные сигнализаторы способны обнаружить пену?

Состояние пены трудно предсказать, однако Rosemount 2100 предназначен для обнаружения жидкостей, а не пены. Технология обладает хорошей устойчивостью к пене. Однако в некоторых случаях, когда присутствует густая пена, можно обнаружить небольшой сдвиг частоты вилки, даже если устройство фактически не «переключается» с сухого режима на влажный. Сигнализаторы 2140 и 2160 с протоколом связи HART позволяют контролировать частоту вилки.

Как вибрационные сигнализаторы реагируют на накопление среды на лепестках вилки?

В целом, сигнализаторы 2100 обладают хорошей устойчивостью к легким и умеренным нагрузкам на лепестках вилки.

Однако важно, чтобы между лепестками не образовывались перемычки из-за сильного отложения, поскольку это может привести к некорректному срабатыванию. Расширенная диагностика, доступная для некоторых сигнализаторов, может обнаружить накопление, таким образом очистка будет выполнена до того, как будет затронута функциональность.

В моем случае условия применения являются «коррозионными». Какие материалы, контактирующие с технологической средой, подходят для этого?

Существует ряд типов материалов и полимерных покрытий, контактирующих с рабочей средой, которые подходят для применений, содержащих коррозионные среды (например, кислоты, щелочи, соли и т. д.), включая хаствеллой, ECTFE (Halar) и PFA. Заказчик несет ответственность за обеспечение химической совместимости с выбранными конструкционными материалами.

17.5.6 Ультразвуковые уровнемеры

Можно ли установить ультразвуковой уровнемер в патрубок? Можно ли его установить в стальной патрубок?

Да, ультразвуковой уровнемер можно установить в штуцер или в стальную горловину. Однако его следует устанавливать в неметаллическом фитинге или фланце. Кроме того, при установке уровнемера в штуцер или в стойке его поверхность должна выступать не менее чем на 5 мм в резервуар.

Почему следует использовать ультразвуковую технологию?

Ультразвуковая технология является бесконтактной, это обеспечивает простоту монтажа. Такую технологию можно использовать для измерения уровня большинства жидкостей и суспензий на водной основе в зависимости от состояния поверхности. Обычно ультразвуковые уровнемеры работают при температуре и давлении окружающей среды. Если условия процесса могут создавать высокие или низкие температуры и давления, необходимо позаботиться о том, чтобы устройство работало в указанных пределах. Помните, что звук не может проходить через вакуум, поэтому не используйте ультразвуковые уровнемеры в системах с низким давлением ниже -0,25 бар.

Каков принцип работы?

Короткий ультразвуковой импульс с частотой 50 кГц передается от сенсора и отражается от поверхности уровня жидкости. Затем тот же сенсор получает отраженный эхо-сигнал, и время, затрачиваемое на перемещение в оба конца, используется для измерения расстояния до поверхности жидкости.

Расстояние =

$\frac{\text{Скорость звука в воздухе (м/с)} \times \text{Затраченное время (сек)}}{2}$

2

ПРИМЕЧАНИЕ

Время делится на 2, поскольку звук должен дойти до поверхности жидкости, а затем вернуться обратно. Зная расстояние до поверхности и глубину резервуара, можно рассчитать истинный уровень.

Скорость звука зависит от температуры, но корректируется путем измерения температуры воздуха в незаполненном пространстве (пространство между верхней частью резервуара и поверхностью продукта). Эта операция выполняется в уровнемере Rosemount 3100.

Какое влияние оказывают различные жидкости и испарения?

Всякий раз, когда происходит изменение плотности, возникает отражение звука. Обычно изменение плотности происходит при переходе от воздуха (1,5 кг/м³) к жидкости (1000 кг/м³). Воздух ослабляет ультразвук (50 кГц) со скоростью 3 – 4 дБ/м. Rosemount 3100 разработан с учетом этих характеристик.

Некоторые испарения сильно ослабляют. В частности, следует избегать хлора и углекислого газа, поскольку они создают затухание со скоростью около 180 дБ/м. Оксиды серы и азота (SO_x и NO_x) уменьшают максимальный рабочий диапазон. Некоторые жидкости выделяют очень тяжелые испарения (например, бензин), что приводит к изменению скорости звука в зависимости от температуры и степени заполнения резервуара. Таких областей применения следует избегать.

Влияет ли пена на уровнемер?

Да. Пена уменьшает интенсивность сигнала двумя разными способами:

1. Поверхность пузырьков рассеивает сигнал, тем самым уменьшая интенсивность сигнала.
2. Плотность ближе к плотности парового пространства,

чем к жидкости, что уменьшает интенсивность сигнала.

Можно ли использовать два или более ультразвуковых уровнемера в непосредственной близости или в одном резервуаре?

Да, это возможно, хотя рекомендуется, чтобы частота повторения импульсов (Prf) каждого блока была установлена на другое значение, чтобы соседние уровнемеры не могли создавать помехи. Значение по умолчанию для частоты следования импульсов составляет 1 секунду. Частота повторения импульсов может быть установлена так, чтобы передавать быстрее или медленнее при выбираемой частоте повторения от 0,5 до 2,0 раз в секунду.

Сколько времени требуется Rosemount 3100 для включения и выдачи правильных показаний и результатов?

Для инициализации уровнемеров Rosemount 3100 требуется около 15 секунд, а для захвата эхо-сигнала – минимум 3 секунды. Время достижения «окончательного ответа» обычно составляет около 25 секунд. Это время (25 секунд) также относится к системе, в состав которой входит уровнемер 3100 и контроллер 3490.

17.5.7 Вопросы, относящиеся к выносным камерам 9901

Для чего используются камеры?

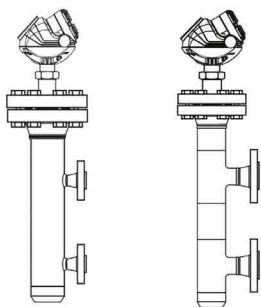
Внешний монтаж прибора для измерения уровня (например, волноводный радар) в камере дает ряд преимуществ:

- a. Камеру можно отключить, чтобы обеспечить обслуживание прибора, не нарушая процесс.
- b. Изоляция камеры для технического обслуживания измерительных приборов под напряжением повышает безопасность там, где присутствуют высокие температуры процесса, давление или опасные жидкости.
- c. Измерения уровня можно выполнить без помех со стороны конструкций внутри резервуара (например, мешалки, теплообменники)
- d. Камера может минимизировать изменения уровня в резервуарах с турбулентной жидкостью, успокаивая поверхность

Как я могу убедиться, что размеры волноводного радара соответствуют камере?

Описание методов определения размеров и установки устройств данного комплексного решения см. в главе 14 «Комбинирование волноводного радара с камерами Rosemount 9901».

Камера Rosemount 9901 имеет две конструкции – почему?



Стандартная

Тройник

Рисунок 17.5.3: Конструкции камеры

При стандартной конструкции технологические соединения приварены непосредственно к корпусу камеры, что сводит к минимуму количество сварных швов. Это повышает безопасность благодаря меньшему количеству сварных соединений.

В случаях, когда требуется большее технологическое соединение (например, 40 мм или 50 мм) на камере 80 мм, Т-образная конструкция используется так, чтобы более крупные технологические присоединения могли поместиться на меньшем корпусе камеры.

ПРИМЕЧАНИЕ!

Чем больше компонентов требуется для этой конструкции, тем больше сварных соединений. Поэтому стандартную конструкцию следует рассматривать в качестве основного варианта, если только не критично иметь технологические соединения размером 40 мм или 50 мм на камере 80мм.

Почему Rosemount 9901 использует приварные фланцы?

В камере Rosemount 9901 применены воротниковые фланцы, привариваемые проплавным швом. Это предпочтительный стандарт промышленности. Уровни напряжения снижены по сравнению с такими альтернативами, как приварной охватывающий фланец.

17.5.8 Измерение уровня методом перепада давления

Устраняет ли сбалансированный/симметричный капиллярный узел все температурные воздействия?

Этот тип системы выбран традиционно, поскольку он предположительно компенсирует все температурные эффекты. Например, при изменении температуры наружного воздуха (при переходе от ночи к дню или от сезона к сезону) объем масла в капилляре будет расширяться и сжиматься, вызывая изменения внутреннего давления капиллярной системы. Эти изменения давления приведут к ошибке измерения, которая называется «влияние температуры уплотнения». Первоначально считалось, что сбалансированная симметричная система устраняет эту ошибку, поскольку одинаковое расширение/сжатие объема масла будет происходить как с высокой, так и с низкой

стороны датчика. Хотя это может быть правдой, существует другой источник ошибки температуры, который не устранен.

При установке капиллярной разделительной системы, если существует вертикальное разделение между двумя уплотнениями (например, на резервуарах и дистилляционных колоннах), возникает «напор», который воздействует на низкой стороне преобразователя от массы масла в капилляре. По мере изменения температурных условий плотность масла в капилляре будет колебаться и вызывать изменение давления в головке, которое измеряется датчиком. Этот источник ошибки называется «влияние температуры головки». Хотя сбалансированные системы могут нейтрализовать влияние температуры уплотнения, они не компенсируют влияние температуры головки.

Асимметричная конструкция сборки настроенной системы преднамеренно вызывает температурные эффекты уплотнения, чтобы нейтрализовать температурные эффекты головки, которые всегда будут присутствовать при любой вертикальной установке. Это приводит к меньшему влиянию непосредственно температуры для повышения производительности и сокращения времени отклика. Какие специфические аспекты следует учитывать при использовании в вакууме?

При выборе заполняющей жидкости для использования в капиллярной системе, которая будет установлена в вакуумной системе, важно убедиться, что заполняющая жидкость не испарится в условиях вакуума. Точка, в которой жидкость перейдет в состояние пара, зависит от рабочих температур и давлений процесса. Программное обеспечение Instrument Toolkit может проверить, что указанная заполняющая жидкость не испарится для данного применения.

Еще одним важным аспектом для вакуумных приложений является место установки уровнемера. Датчики перепада давления имеют предел статического давления 25 мм рт. ст. При использовании в вакууме уровнемер всегда должен устанавливаться на уровне или ниже уровня нижнего уплотнения. Основное правило – устанавливать преобразователь на один метр ниже нижнего уплотнения, чтобы на преобразователе всегда было не менее 25 мм рт. ст.

Наконец, весь узел «преобразователь/уплотнение» должен быть сделан в виде «цельносварной» конструкции для любого вакуумного применения, которое будет на уровне или ниже 300 мм рт. ст. Конструкция такого типа исключает использование прокладок и резьбовых соединений разделительной системы, которая разработана для обеспечения максимальной производительности и надежности в условиях глубокого вакуума.

Могу ли я использовать технологию электронных выносных сенсоров в каждой системе для измерения уровня на основе перепада давления на моем предприятии?

Технология электронных выносных сенсоров предназначена для более высоких резервуаров и дистилляционных колонн, а также для применений с более низким статическим давлением. Поскольку сенсоры в системе ERS Rosemount 3051 S установлены и рассчитаны на основе комбинированного статического давления и столба DP

от уровня жидкости, технология не предназначена для использования в приложениях с высоким статическим давлением и небольшими интервалами DP. Поскольку сборка настроенной системы рассчитана только на столб DP, этот тип технологии будет оставаться оптимальным решением для небольших резервуаров с высоким давлением. Технология ERS предназначена в первую очередь для тех областей применения где расстояние между отводными отверстиями > 3 м, а статическое давление < 55 бар. Для систем ERS с опцией Enhanced Performance доступны опубликованные спецификации производительности. Программное обеспечение для определения размеров Instrument Toolkit может помочь в выборе оптимальной технологии для каждой области применения.

Доступны ли дополнительные типы уплотнений, материалы и опции, помимо тех, которые опубликованы в паспорте продукта?

Да, возможна поставка дополнительных типов уплотнений, материалов и опций. Свяжитесь с местным представителем Emerson для получения информации о специальных типах уплотнений и запросах.

17.5.9 Беспроводной 775 THUM-адаптер

Как работает THUM-адаптер?

THUM-адаптер легко подключается к любому 2-х или 4-х проводному устройству HART и использует технологию WirelessHART для передачи данных измерений и /или диагностики. THUM-адаптер, состоящий из передатчика, приемника, микропроцессора и антенны, подключается к стандартному входу кабелепровода. Он электрически соединяется с проводкой контура и считывает данные HART, не оказывая влияния на аналоговый управляющий сигнал.

Данные HART проходят через сеть к беспроводному шлюзу. Шлюз сводит воедино данные от всех устройств в один централизованный узел.

Сколько устройств HART можно использовать на одном беспроводном шлюзе?

До 100 устройств. Для небольших беспроводных сетей доступны шлюзы емкостью до 25 устройств.

Какое минимальное количество устройств возможно для надежной сети WirelessHART?

Наилучшие методики показывают, что преимущества резервированных путей можно увидеть всего на 2 устройствах. Установки заказчиков показывают, что сети очень надежны при наличии всего 5 устройств. Простейший случай самоорганизующейся сети – двухточечная архитектура, где каждое устройство подключено к шлюзу. По мере добавления дополнительных устройств надежность сети значительно возрастает.

Сколько хостов может общаться с одним беспроводным шлюзом?

Множество систем одновременно. Например: хост-системы обычного типа (PLC, DCS) и AMS Device Manager.

Требуется ли изучение рабочей площадки?

Нет. В беспроводных решениях Wireless компании Emerson используется технология самоорганизующихся промышленных сетей HART, благодаря чему радиосигналы не подвержены влиянию каких-либо препятствий или барьеров.

Могут ли устройства WirelessHART, такие как THUM-адаптер Rosemount 2160 и проводные устройства HART с THUM-адаптером, находиться в одной сети?

Да.

С какими устройствами может работать THUM-адаптер?

THUM-адаптер предназначен для работы с любым двух- или четырехпроводным устройством, поддерживающим стандарт HART Revision 5 или выше, который применим для всех устройств Rosemount для измерения уровня.

Требуется ли питание от аккумуляторной батареи?

Нет. THUM-адаптер спроектирован таким образом, что он получает питание от сигнала 4-20 мА без снижения надежности контура либо качества сигнала и безопасности в целом.

Существуют ли особые требования к источнику питания при подключении THUM-адаптера?

Как при нормальной работе, так и в состоянии отказа, THUM-адаптер вызывает максимальное падение напряжения в подключенном контуре на 2,5 В. Важно, чтобы источник питания мог выдавать напряжение, как минимум на 2,5 вольты больше, чем минимальное входное напряжение датчика, чтобы обеспечить его надлежащую работу с установленным THUM-адаптером.

Оказывает ли THUM-адаптер влияние на аттестацию безопасности устройства?

THUM-адаптер относится к классу искробезопасных устройств и может применяться в соответствующих цепях, не нарушая аттестацию для работы в опасных зонах.

Можно ли использовать THUM-адаптер на применениях с наличием вибрации?

В некоторых случаях могут иметься сильные вибрации, близкие к максимальному значению по документации на датчик. Это резервуары с интенсивным перемешиванием, быстрым движением сред либо случаи, когда внешнее оборудование может вызывать вибрации. В этих случаях воздействие вибрации может оказаться чрезмерным для дополнительных устройств, закрепленных на установленных наверху аппаратах. Если такое вероятно, то рекомендуется удаленный монтаж THUM-адаптера.

Какова максимальная длина кабеля между комплектом для удаленного монтажа и уровнемером?

Длина кабеля ограничена максимальной длиной, которую можно использовать для связи по протоколу HART, а также параметрами взрывобезопасного объекта для THUM-адаптера

и уровнемера, в зависимости от используемого кабеля. Дополнительные сведения об ограничениях связи по протоколу HART см. на сайте: <https://fieldcommgroup.org/>

Какие дополнительные инструменты необходимо приобрести, чтобы использовать преимущества THUM-адаптера?

Вам потребуется беспроводной шлюз для считывания данных измерений и диагностической информации, доступ к которой обеспечивает THUM-адаптер. От беспроводного шлюза информация можно интегрировать в вашу хост-систему одним из многих способов – по протоколам последовательной связи, TCP и OPC. В качестве удобного средства считывания информации, которая становится доступной благодаря THUM-адаптеру, можно использовать программный комплекс AMS Suite.

Какие виды информации может предоставить THUM-адаптер?

Беспроводной адаптер поддерживает многопараметрические данные, передаваемые датчиком, такие как данные об уровне, разделе сред, расстоянии, объеме и температуре, а также сигналы тревоги и предупреждающие сигналы устройств.

Могу ли я с помощью расширенной диагностики и THUM-адаптера узнать, когда падает уровень сигнала (например, при загрязнении сенсора)?

Да, THUM-адаптер может оповещать об уровне сигнала и предоставлять информацию о других параметрах диагностики в зависимости от настроек пользователя.

Какие другие диагностические данные может передавать THUM-адаптер?

THUM-адаптер обеспечивает доступ ко всей информации, часто оставляемой в уровнемере. Вот некоторые из них показателей: расстояние до цели, величина эхо-сигнала/ мощность сигнала, температура уровнемера, тестирование контура, а также метрики качества сигнала в волноводном радаре Rosemount 5300. Проще говоря, THUM-адаптер сообщает данные функции устройств для измерения уровня.

Могу ли я просматривать кривые эхо-сигнала для моих радарных уровнемеров при использовании THUM-адаптера в системе сигнала 4-20 mA?

Да, вы можете просматривать кривые эхо-сигналов в AMS или любой другой хост-системе, которая поддерживает использование расширенных DD, таких как уровнемеры 5300, однако это займет больше времени, чем при прямом соединении.

17.5.10 Система учета в резервуарном парке

Каковы основные преимущества выбора системы учета в резервуаре, основанной на высокоточной радарной технологии?

Есть несколько причин и особенностей, которые делают радарную технологию отличным выбором для учета

в резервуарах. Измерительная система в резервуарах Rosemount обеспечивает высочайшую точность с сертификатами на коммерческий учет, включая OIML R85: 2008 и другие национальные официальные метрологические разрешения. Она также соответствует международному стандарту требованиям стандарта API MPMS, глава 3.1В, глава 7 и далее.

Кроме того, технология радарного уровнемера обеспечивает исключительную надежность благодаря отсутствию движущихся частей и наличию внутри резервуара только антенны. Благодаря своей радарной технологии FMCW эти устройства обеспечивают высочайшую точность, надежное и стабильное измерение уровня без необходимости периодической повторной калибровки. Точность инструмента составляет +/- 0,5 мм. Принцип измерения «сверху-вниз» обеспечивает простой и быстрый монтаж и ввод в эксплуатацию. В целом, использование такой системы приводит к снижению общей стоимости владения.

Нам нужно соблюдать требования OIML R85, о какой версии нам следует думать?

Стандарт OIML R85 доступен в двух версиях: одна версия от 1998 года и самая последняя от 2008 года. Система измерения резервуаров Rosemount соответствует требованиям последней версии OIML R85:2008.

Какой тип передачи данных использует используется в системе?

Система учета в резервуарном парке основана на применении открытого промышленного стандарта, Foundation™ Fieldbus, который позволяет интегрировать любое устройство, поддерживающее этот протокол связи. Кроме того, систему можно легко подключить практически ко всем основным хост-системам через Modbus, OPC или IEC 6259.1 (WirelessHART)

Существует ли беспроводное решение для учета в резервуарах

Да, система учета в резервуарах поддерживает беспроводное решение Emerson, основанное на стандарте IEC 62591 (WirelessHART), промышленном стандарте для беспроводных полевых сетей. В настоящее время по всему миру работают тысячи измерительных преобразователей для резервуаров, использующих беспроводную связь.

Мы рассчитываем использовать систему учета в резервуарах в системе противоаварийной защиты (SIS). Возможно ли это и каких уровней SIL можно достичь?

Радарный уровнемер Rosemount 5900S представляет собой первый в мире радарный уровнемер, сертифицированный по SIL3, для предотвращения переливов. Теперь наивысший уровень безопасности может быть достигнут с помощью одного измерительного преобразователя, для которого требуется только одно отверстие в резервуаре, без ущерба для точности коммерческого учета. Сертификация была проведена Exida. Кроме того, Rosemount 5900S может поставляться с сертификатом для SIL 2, и это также применимо для Rosemount 5900C.

Другие компоненты системы также сертифицированы для SIL, в частности уровнемеры Rosemount 5300 и Rosemount 5408. Их можно использовать для выделенных непрерывных измерений перелива в системе учета в резервуарах.

Это делается для того, чтобы показания сенсоров отражали температуру продукта с минимальным влиянием извне.

Мы увидели, что существует несколько разных антенн, но они очень разные по форме и размеру. Зачем нам нужны разные антенны?

Существуют разные типы резервуаров-хранилищ, поэтому для этих резервуаров разработаны различные антенны. Каждая антенна оптимизирована в соответствии с особенностями конкретного резервуара для достижения наилучших результатов измерений. Важно соблюдать указания относительно того, где использовать каждую антенну. Например, антенная решетка предназначена для использования в различных успокоительных трубах, где размер антенны соответствует размеру трубы. Параболическая антенна предназначена для установки на резервуар с неподвижной крышей, а также для работы с сильно конденсирующимися и клейкими продуктами. Рупорная антенна предназначена для установки в штуцеры резервуара меньшего размера. Также доступны специальные антенны СПГ/СНГ для удовлетворения потребностей в таких приложениях. Антенны разработаны на основе более чем 35-летнего опыта работы на рынке радарных измерений уровня.

Предлагаемая вами параболическая антенна имеет довольно большие размеры. Обычно у нас нет таких больших штуцеров на резервуаре. Как и где вы монтируете такую антенну?

Параболическая антенна имеет диаметр 440 мм и предназначена для установки практически на любые крышки люков на резервуарах с неподвижной крышей.

Можно ли использовать радар для измерения границы раздела воды в нижней части резервуара?

Измерение уровня воды на дне резервуара очень важно для определения реального объема продукта. Другим важным измерением, необходимым для получения реального объема, является температура продукта. Сам по себе радарный сенсор не измеряет уровень воды, однако на конце многоточечного первичного преобразователя температуры предусмотрен встроенный сенсор уровня воды. Таким образом, пользователь получит данные уровня продукта, температуры продукта и уровня воды в нижней части резервуара.

Как следует устанавливать отдельные точечные сенсоры при размещении многоточечного первичного преобразователя температуры?

В стандартах ISO и API представлены рекомендации и руководящие указания о том, чтобы точки измерения температуры располагались как минимум через каждые 3 м. Для точного измерения средней температуры Emerson рекомендует устанавливать сенсоры через каждые 2 м. Кроме того, важно расположить самый нижний сенсор на расстоянии как минимум 500 мм над днищем резервуара, а верхний сенсор минимум на 500 мм ниже точки сигнализации по высокому уровню в резервуаре.



Измерение уровня

Технологии измерения уровня

Решения для измерения уровня

Измерение уровня жидких сред

Измерение уровня сыпучих материалов

Волноводный радар

Бесконтактный радар

Система измерения уровня в резервуаре

Измерение уровня по перепаду давления

Ультразвуковые уровнемеры

Сигнализаторы уровня

Проводимость материалов

Комплексные решения

Фланцы и конструкционные материалы

Сертификаты и разрешения

Контуры безопасности

Приложения

© 2020 Emerson. Все права защищены.

Положения и условия продаж компании Emerson доступны по запросу. Логотип Emerson является фирменной маркой и торговым знаком компании Emerson Electric Company. Rosemount является фирменной маркой компании, входящей в семейство компаний Emerson. Все прочие торговые марки являются собственностью соответствующих владельцев.




 [Emerson Ru&CIS](https://www.linkedin.com/company/emerson-ru&cis)
 twitter.com/EmersonRuCIS
 www.facebook.com/EmersonCIS
 www.youtube.com/user/EmersonRussia

Emerson Automation Solutions




Россия, 115054, г. Москва
ул. Дубининская, 53, стр. 5

 +7 (495) 995-95-59
 +7 (495) 424-88-50
 Info.Ru@Emerson.com
www.emerson.ru/automation



Азербайджан, AZ-1025, г. Баку
Проспект Ходжалы, 37
Demirchi Tower

 +994 (12) 498-2448
 +994 (12) 498-2449
 Info.Az@Emerson.com

Казахстан, 050060, г. Алматы
ул. Ходжанова 79, этаж 4
БЦ Аврора

 +971 4 811 8100
 +971 4 886 5465
 RFQRMDMEA@Emerson.com

Украина, 04073, г. Киев
Курневский переулок, 12,
строение А, офис А-302



 +38 (044) 4-929-929
 +38 (044) 4-929-928
 Info.Ua@Emerson.com

Промышленная группа «Метран»

Россия, 454003, г. Челябинск,
Новоградский проспект, 15

 +7 (351) 799-51-52
 +7 (351) 799-55-90
 Info.Metran@Emerson.com
www.emerson.ru/automation

Технические консультации по выбору
и применению продукции осуществляет
Центр поддержки Заказчиков

 +7 (351) 799-51-51
 +7 (351) 799-55-88