

Измерение параметров жидкости в пищевой и фармацевтической промышленности

Жидкости используются практически на всех этапах пищевого и фармацевтического производства. Это вода, молоко, напитки, сиропы, растительные масла, растворы действующих веществ, моющие составы, жидкие полуфабрикаты и готовые продукты.

При нагреве, охлаждении, смешивании, фильтрации и перекачивании свойства среды меняются. Отклонения от заданных значений могут повлиять на состав, консистенцию и безопасность продукции. Например, недостаточная температура снижает эффективность термической обработки, изменение электропроводности указывает на отклонение концентрации раствора, а отсутствие потока – на остановку насоса или засорение трубопровода.



Поэтому измерительные приборы подбирают не только по диапазону и точности. Датчики должны быть совместимы с продуктом, выдерживать условия технологического процесса и допускать регулярную мойку и стерилизацию.

Какие параметры жидкости контролируют на производстве?

Состав измерительной системы зависит от продукта и конкретной технологической операции. Наиболее часто контролируют температуру, электропроводность, наличие и интенсивность потока, объемный или массовый расход и давление.

Одновременное измерение всех параметров требуется не всегда. Приборы выбирают с учетом возможных отклонений, необходимой скорости реакции и задач системы управления.

Зачем измерять электропроводность жидкости?

Электропроводность характеризует способность жидкости проводить электрический ток и зависит от количества растворенных ионов. По ее значению можно косвенно оценивать концентрацию солей, кислот, щелочей и других веществ.

В пищевой и фармацевтической промышленности измерение электропроводности применяют прежде всего в системах водоподготовки. Оно помогает контролировать качество очищенной воды и обнаруживать изменение ее состава.

Еще одна важная область применения – безразборная мойка оборудования, или CIP. Вода, моющий раствор и продукт отличаются по электропроводности. Это позволяет определять границу между средами и переключать систему с одного этапа мойки на другой.



Такой контроль помогает:

- определять начало и завершение промывки;
- контролировать концентрацию моющего раствора;
- сокращать расход воды и химических средств;
- уменьшать потери продукта при переключении линий;
- обнаруживать остатки моющего средства в системе.

На показания электропроводности влияет не только состав, но и нагрев жидкости. Поэтому датчику может потребоваться температурная компенсация или дополнительное измерение температуры.

Для таких задач подходят [датчики электропроводности жидкости Baumer](#).

Среди них есть модели для измерения проводимости и концентрации с гигиеническими присоединениями и разными выходными сигналами.

При выборе прибора учитывают:

- рабочий диапазон;
- температуру и давление среды;
- химический состав продукта;
- свойства моющих и дезинфицирующих растворов;
- необходимость температурной компенсации;
- материал чувствительной части;
- тип присоединения;
- требуемый выходной сигнал.



Для очищенной воды с низкой проводимостью и концентрированного моющего раствора могут потребоваться разные измерительные диапазоны. Поэтому подбирать прибор только по названию среды недостаточно.

При установке чувствительная часть датчика должна постоянно контактировать с жидкостью. Воздушные карманы и отложения на измерительной поверхности могут вызывать нестабильность показаний.

Почему температура является ключевым параметром?

От температуры зависят вязкость, плотность и растворимость компонентов, скорость химических реакций и микробиологическая стабильность продукта. Она также влияет на результаты других измерений, в том числе электропроводности.

В пищевой промышленности температуру контролируют при пастеризации, стерилизации, охлаждении, ферментации, приготовлении сиропов и хранении готовой продукции. Недостаточный нагрев может снизить эффективность обработки, а чрезмерный – изменить вкус, цвет или консистенцию продукта.



В фармацевтическом производстве температуру контролируют при приготовлении растворов, смешивании компонентов, проведении реакций и хранении чувствительных веществ. Даже небольшое отклонение от заданного режима может изменить свойства промежуточного или готового продукта.

Для измерений применяют термопреобразователи сопротивления, термопары и электронные датчики со встроенным преобразователем сигнала.

В зависимости от задачи можно рассмотреть:

- [датчики температуры с аналоговым выходом Baumer](#), среди которых представлены модели с гигиеническими присоединениями;
- [температурные датчики для пищевых предприятий](#), в том числе термопары и термопреобразователи, изготавливаемые под условия конкретного процесса;
- [датчик температуры TA3202](#).



[Baumer TER-8](#)



[GNS, TOP, PTT](#)



[EMA TA3202](#)

При подборе температурного датчика оценивают:

- рабочий диапазон;
- допустимую погрешность;
- скорость отклика;
- глубину погружения;
- диаметр чувствительной части;
- материал защитной арматуры;
- способ присоединения;
- условия мойки и стерилизации.

Массивная защитная гильза повышает механическую прочность прибора, но может замедлить реакцию на изменение температуры. Слишком короткий зонд может измерять температуру возле стенки трубопровода, а не в основном потоке продукта. Поэтому длину погружной части и место установки выбирают с учетом диаметра трубопровода и скорости потока.



Как контролировать движение и расход жидкости?

Поток жидкости контролируют при перекачивании, дозировании, мойке оборудования и охлаждении. В одних процессах достаточно подтвердить движение среды, в других необходимо измерять ее расход. Для решения этих задач применяют датчики потока и расходомеры.

Критерий	Датчик потока	Расходомер
Основная задача	Контроль наличия или минимальной интенсивности потока	Количественное измерение расхода
Результат	Сигнал о наличии потока или достижении установленного порога	Значение скорости, объемного или массового расхода
Типовые задачи	Защита насоса, контроль циркуляции, подтверждение подачи	Дозирование, наполнение, учет и регулирование
Когда применяется	Когда точное значение расхода не требуется	Когда необходимо знать количество проходящей жидкости

Датчики потока защищают насосы от сухого хода, подтверждают циркуляцию в контуре охлаждения и контролируют подачу продукта или моющего раствора. Для этих задач подходят [датчики потока гигиенического исполнения](#), предназначенные для работы на пищевых и фармацевтических производствах.



Для количественного измерения применяют расходомеры. Например, [калориметрические расходомеры FlexFlow PF20H](#) контролируют скорость потока и температуру жидкости. В их измерительной зоне нет подвижных механических частей, что упрощает очистку оборудования.



Некоторые приборы одновременно передают текущее значение скорости потока и формируют сигнал при достижении заданного порога. Поэтому перед выбором нужно определить, достаточно ли подтверждать движение среды или необходимы количественные данные для учета, дозирования и регулирования.

При установке учитывают требования производителя. Для точного измерения трубопровод должен быть полностью заполнен, а в измерительном участке не должны скапливаться пузырьки воздуха.



Почему важно контролировать давление?

По давлению контролируют работу насосов и состояние фильтров. Его повышение перед фильтром может указывать на загрязнение, а резкое снижение – на утечку, прекращение подачи или неисправность насоса. В закрытых резервуарах по давлению также контролируют технологический режим и косвенно определяют уровень жидкости.

Для пищевых и фармацевтических продуктов подходят не все общепромышленные датчики. При выборе учитывают форму и расположение мембраны, отсутствие полостей, материалы контактирующих частей, качество поверхности и способ присоединения.

Подробнее требования к таким приборам рассмотрены в статье [«Датчики давления для пищевых применений: особенности конструкции»](#).

Какие дополнительные измерения могут потребоваться?

В зависимости от продукта и этапа производства дополнительно контролируют уровень, pH и ОВП, мутность и содержание растворенного кислорода.

- [Уровень](#) измеряют для предотвращения переполнения резервуаров, защиты насосов и поддержания необходимого запаса продукта. В зависимости от задачи применяют [непрерывные уровнемеры](#) или [сигнализаторы предельного уровня](#).
- По значениям [pH и ОВП](#) контролируют кислотность и окислительно-восстановительные свойства среды. Такие измерения применяют при водоподготовке, ферментации, приготовлении напитков и фармацевтических растворов.
- [Содержание растворенного кислорода](#) измеряют при ферментации и в других процессах, связанных с развитием микроорганизмов и биохимическими реакциями.
- По [мутности](#) оценивают наличие взвешенных частиц, эффективность фильтрации и качество очистки воды. Этот показатель также помогает определить границу между продуктом и промывочной жидкостью.

Для одновременного контроля нескольких характеристик используют [многопараметрические анализаторы жидкости](#). Такие приборы объединяют несколько измерений и упрощают контроль технологической или очищенной воды.

Дополнительные параметры выбирают с учетом задач процесса и требований к качеству продукции.

Каким требованиям должны соответствовать датчики для гигиенических производств?

Для пищевых и фармацевтических производств важны точность прибора и гигиеническая конструкция контактирующих с продуктом частей.

Материалы должны быть устойчивы к продукту, моющим и дезинфицирующим растворам. Контактующие части часто изготавливают из нержавеющей стали, а уплотнения подбирают с учетом состава среды и температуры обработки.



Однако материал сам по себе не делает прибор гигиеническим. Конструкция не должна создавать щели, полости и застойные зоны, в которых могут сохраняться остатки продукта.

При выборе оборудования учитывают:

- материал контактирующих частей;
- качество обработки поверхности;
- форму чувствительного элемента;
- расположение уплотнений;
- отсутствие открытых резьб в зоне продукта;
- возможность полного опорожнения участка;
- тип гигиенического присоединения;
- устойчивость к CIP- и SIP-обработке;
- степень защиты корпуса.

Способ присоединения влияет на герметичность и качество очистки оборудования. Основные варианты рассмотрены в статье [«Виды разъемных соединений гигиенического исполнения»](#).

Допустимая температура электронного блока и разъема может быть ниже, чем у измерительной части. Это нужно учитывать при мойке и стерилизации.

Что учитывать при CIP- и SIP-обработке?

При CIP-мойке оборудование очищается без разборки. Через трубопроводы и емкости циркулируют горячая вода, кислоты, щелочи и другие моющие или дезинфицирующие растворы.

Во время мойки датчик должен сохранять герметичность, а его материалы — устойчивость к рабочим температурам и концентрациям растворов.

SIP-стерилизация предполагает воздействие горячей воды, пара или другой высокотемпературной среды. При подборе прибора учитывают:

- максимальную температуру;
- давление;
- длительность цикла;
- частоту стерилизации;
- устойчивость уплотнений;
- допустимую температуру электронного блока.

После мойки раствор не должен задерживаться на поверхности датчика и в полостях соединения. Поэтому качество очистки зависит и от конструкции прибора, и от его положения при монтаже.

Надежность измерений зависит от соответствия оборудования свойствам среды, условиям процесса и требованиям гигиенического производства. [Инженеры компании «РусАвтоматизация» помогут подобрать приборы](#) под конкретную технологическую задачу.

