

Сложности контроля уровня налипающих и пенящихся продуктов

Разберем несколько «жизненных» ситуаций с производства.

- **Насос перестал подавать жидкость в емкость для смешивания.** К тому же еще и начал странно шуметь и сильно греться. Тормозим линию и выясняем, что подающая емкость пуста, а насос работает «на сухую».
- Опять странный звук у подающего насоса, но все показания в норме. Потом срабатывает предохранительный клапан на цистерне, и большое количество материала оказывается в цеху. Аварийно останавливаем оборудование. При поиске причин находим, что **цистерна уже давно полна, но насос не остановился.**
- При отгрузке зерна на судно, началось сильное запыление продукта, которое нельзя было предусмотреть. Пришлось экстренно выводить погрузочную машину из трюма и вызывать инженерную службу. При осмотре выясняется, что некорректно обрабатывает погрузочная заслонка: она открыта на максимум, **как будто телескоп полностью полон материалом, хотя на самом деле нет и трети уровня.**

У всех трех аварийных ситуаций виновник один – залипший сигнализатор уровня. В одном случае, датчик мог принять пену за материал, в другом – налипший продукт вызвал ложную сработку.

На практике около 30% простоев оборудования по дозированию, фасовке и смешиванию вызваны некорректной работой датчиков уровня. Эта цифра пугает, особенно в ретроспективе: за год накопятся необязательные часы, которые лишат производства плана.

Многие считают проблему налипания данностью, с которой ничего нельзя сделать. В таких случаях, приход слесаря КИПиА для очистки датчика – это стандартная ситуация, ежедневно забирающая по паре часов. Другие ищут решение в вибрационных и емкостных датчиках. Но, и они часто бессильны перед налипанием и пеной.

Мы считаем, что решение проблемы лежит в плоскости емкостно-частотного анализа. Поэтому подготовили для вас материал в котором рассмотрим вопрос ложных сработок из-за пены и налипания подробнее и предложим доступное решение.



Природа проблемы: почему датчики не справляются с налипанием и пеной

Проблемы с налипанием продуктовой массы и неточным измерением уровня из-за пенообразования в решают с помощью различных технологий, приборов и их исполнений. Однако даже у популярных вариантов есть свои особенности применения, которые могут стать серьезными недостатками. Приводим сильные и слабые стороны основных решений и объясняем, почему емкостно-частотное оборудование выделяется среди остальных.

В чем слабость емкостных датчиков

Самое популярное решение для контроля уровня – это [классические емкостные датчики](#). Они работают по принципу изменения диэлектрической проницаемости: у воздуха одно значение, у контролируемого материала – другое.

Технология хорошо справляется с простым применением «среда–воздух», то есть, когда нет каких-то промежуточных вариантов. Откалибровали на пустой емкости (воздух), а затем на полной (среда), и больше ничего не нужно.

Если материал пенится, то тут же возникает проблема: пена имеет промежуточную диэлектрическую проницаемость между воздухом и средой. Как итог, датчик либо ложно срабатывает на пену, либо постоянно переключается, что вносит хаос в работу оборудования.

Липкий материал может налипать на электрод датчика. Это имитирует наличие уровня и сигнализатор выдает сигнал «есть уровень». Чтобы устранить ложное срабатывание необходимо очистить датчик, а это – аварийная остановка оборудования.

Почему вибрационные вилки не панацея

[Вибрационные вилки](#) работают по принципу изменения частоты колебаний в зависимости от массы материала вокруг. Пока вилки в воздухе, частота имеет одно значение, а при погружении в материал – другое, меняется и амплитуда. Эти колебания и фиксирует электроника.

Пена для вибрационных сигнализаторов не помеха. Она мало весит и практически не изменяет зону срабатывания датчика.

Налипание же может стать серьезной проблемой. Налет от продукта меняет массу вилки, что приводит к изменению частоты и амплитуды вибрации. Со временем, если вилку не чистить от материала, произойдет ложное срабатывание.

Использовать данную технологию можно, но важно своевременно проводить технологическое обслуживание сигнализатора такого типа.



Механика всему голова? Могут ли ротационные датчики помочь решить проблему налипания

При работе с сыпучими веществами часто используют [ротационные датчики](#). Они работают следующим образом: маленький двигатель постоянно вращает лопасть, которая останавливается материалом, в этот момент создается реактивный момент, переключающий реле.

Казалось бы, постоянно вращающаяся лопасть должна скидывать остатки материала. На практике так происходит не всегда. Осадки накапливаются и со временем вызывают ложное срабатывание. Дополнительно повышается износ датчика. В некоторых случаях это может навредить герметичности прибора.

Поэтому ротационный датчик – решение, применимое только с сыпучей средой, и, кроме того, чувствительное к налипанию материала.



Емкостно-частотная технология – эффективное решение проблем налипания и пенообразования

Практика показывает, что для решения каких-либо проблем не обязательно изобретать что-то новое. Достаточно пересмотреть и улучшить уже имеющиеся варианты. Именно так и сделали инженеры и придумали емкостно-частотную технологию для контроля уровня.

Уже из названия понятно, что это улучшенный вариант классических емкостных датчиков. Главное отличие: анализ не «сухого» значения емкости, а сдвига частоты в цепи. Это позволяет отделить паразитную емкость, имеющую связь с пленкой и пеной, от реальной массы продукта.

[Емкостно-частотные датчики](#) намного умнее своих емкостных собратьев. Конкретно это заключается в наличии функции «настройка чувствительности» (Threshold tuning). С ее помощью инженер может «научить» датчик очень точно отличать материал: от слоя налипания до определенной толщины. Даже если плотность пены поменяется или со временем на сенсор налипнет больше материала, ложных сработок не появится.

Эта технология отлично подходит для предприятий, в которых останов цикла производства невозможен. Например:

- пищевая промышленность – мед, сгущенка, тесто, глазури;
- химическая отрасль – клей, смолы;
- фармацевтические предприятия – сиропы, суспензии;
- сельскохозяйственная сфера – зерно.



Сравнительный анализ: Dinel, Baumer, Elhart

В теории емкостно-частотная технология – это инструмент для контроля уровня сред, склонных к налипанию и пенообразованию. Как обстоят дела на практике? Разберем применимость датчиков такого типа в технологических процессах со сложными условиями. Приведем примеры эксплуатации приборов сразу трех брендов.

Знакомство: небольшой обзор брендов

- **Baumer** – швейцарская компания, известная во всем мире как эталон надежности и точности. Относятся к премиум сегменту.
- **Dinel** – чешский производитель датчиков для уровня и расхода. Компания специализируется на применении емкостных и ультразвуковых технологий для работы с жидкими и сыпучими веществами. Отличается высоким качеством при доступной цене.
- **ООО «Элхарт»** – российский производитель средств для автоматизации, в том числе сигнализаторов уровня.

Лицом к лицу: сравниваем основные характеристики

1. Точность настройки. Пожалуй, один из самых важных факторов. Потому что сами по себе емкостно-частотные датчики не «панацея», а вот возможность их точной настройки под любой материал, в том числе пену, – мощный инструмент в руках инженера.

- **Baumer.** Оснащен продвинутыми алгоритмами самообучения. Вы показываете ему среды, а он сам «щупает» их и находит точки для контроля. Большинство моделей не имеют на корпусе кнопок для настройки. Вместо них используется цифровая технология связи для удаленного подключения к датчику и быстрой настройки «на лету».
- **Dinel.** Позволяют гибко вручную (с помощью кнопок на датчике) регулировать чувствительность. Некоторые модели имеют возможность удаленной программной калибровки. С помощью регулировки чувствительности можно настроить датчик под высокие уровни вязкости материала.
- **Elhart.** Сенсор датчика реагирует на изменение диэлектрической проницаемости среды, что приводит к изменению частоты колебаний и срабатыванию сигнализации при достижении заданного уровня.

2. Конструктивное исполнение датчиков. Здесь Dinel и Baumer могут похвастаться обширным выбором моделей под пищевые применения, для работы с химически агрессивными средами и высоким давлением. Elhart имеет гигиеническое исполнение, необходимое для пищевых производств, однако санитарное присоединение к процессу и возможность работы под избыточным давлением доступны только у моделей с длиной зонда 52 мм и совместно со специальными адаптерами.





Baumer. Модельный ряд датчиков [CleverLevel](#) доступен в разном исполнении: IP52, IP67, IP67/IP69K, IP68/IP69K. Можно подобрать оптимальную модель без переплаты за излишнюю герметичность. Корпус изготавливается из нержавеющей стали, поэтому внешние агрессивные воздействия не страшны. Электрод на выбор может быть из полимера ПЭЭК или нержавеющей стали. Доступно исполнение контактной части из стали марки AISI 316L для особо агрессивных сред. Есть взрывобезопасное исполнение с сертификатом взрывозащиты. Максимальный диапазон температур: $-40...+200$ °С.



Dinel. Серии датчиков [RFLS-24](#), [RFLS-28](#), [RFLS-35](#) имеют исполнение IP68. Поэтому внутренности датчика надежно защищены как от контролируемого вещества, так и от внешних угроз. Контактная часть (электрод) изготавливается из тефлона (PTFE) или термoplastа PEEK. В совокупности с корпусом из нержавеющей стали это позволяет применять сигнализаторы для работы с химикатами и пищевыми материалами. Есть взрывобезопасное исполнение. Максимальный диапазон температур: $-40...+105$ °С.



Elhart. В [серии ELS](#) в корпус из нержавеющей стали встроены: чувствительный элемент, электрическая цепь преобразования и микропроцессорный модуль. Он защищает внутренние компоненты от воздействия повышенной влаги (IP68/IP69K). Со средами контактируют элементы датчика, выполненные из стали марки AISI316L, полиэфирэфиркетона (PEEK), силикона — это важно учитывать при подборе датчика для конкретного технологического процесса. Диапазон рабочей температуры $-40...+120$ °С.

Первые два производителя предлагают широкий выбор вариантов технологического исполнения ($G \frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, быстрозажимные фитинги, метрическая резьба). Это позволяет подобрать датчик под существующее оборудование, без поиска дополнительных решений для монтажа: купили, открутили старый и вкрутили новый. Elhart имеет резьбу $G \frac{1}{2}$ " A, для применения на производствах с повышенными требованиями к гигиеничности технологического присоединения требует особого исполнения.



3. Диагностика и надежность. Отсутствие ложных сработок – залог безопасной работы оборудования. Будь то насос, который на холостую может сгореть, или емкость, чьи запорные элементы могут повредиться из-за перелива.

- **Baumer.** Датчики выполнены в прочном корпусе без подвижных элементов. Устойчивы к вибрации и ударам. Для индикации состояния есть яркий светодиодный индикатор. Который не только сообщит о сработке, но и о возможных проблемах.

Конфигурируются с помощью [программатора FlexProgrammer 9701](#) от Baumer. Одно устройство на все датчики. Можно настраивать как по месту, так и удаленно через ПК. По состоянию кривой можно анализировать степень налипания материала на датчик и проводить предиктивное обслуживание. Подробнее [ознакомиться с функциями софта от Baumer можно в презентации](#).

- **Dinel.** Корпус из нержавеющей стали и чувствительный элемент из износостойкого материала гарантируют надежную защиту от грязи, влаги, вибрации и прочих негативных воздействий. Для индикации о состоянии датчика имеется LED светодиод. Если говорить о серии RFLS-24, то есть модели без индикатора (усиленный вариант). Их корпус представляет собой монолит из нержавеющей стали.

Любой из датчиков оснащен возможностью ручной настройки по месту. У датчиков Dinel для этого предназначены специальные магнитные стержни. Для удаленной параметризации доступен вторичный прибор DSU-1222-AP.

- **Elhart.** Корпус защищает внутренние элементы от вибраций. Элементы индикации и управления расположены на его внешней стороне. Сигнализатор оснащен микропроцессорным модулем. В последнем предусмотрена возможность выбора исходного состояния дискретного выхода, а также установки порога чувствительности под конкретный тип среды.

Цена вопроса: стоимость эксплуатации

1. Цена закупки. Емкостные датчики Baumer – премиум сегмент. Поэтому начальные вложения будут выше. Цены за единицу продукции начинаются от 40 000 рублей*.

Большая часть сенсоров Dinel относится к среднему ценовому сегменту, однако есть более бюджетные модели. Стоимость одного датчика в среднем 25–40 тысяч рублей*.

Elhart – отечественный бренд, это позволяет исключить затраты на таможенные расходы и при высоком качестве стоимость датчиков – от 25 тысяч рублей*.

Если точек контроля немного, то можно решить задачу с помощью оборудования Baumer. Для более масштабных задач выгоднее применять датчики Dinel. Elhart подойдет для задач с высокими требованиями к гигиене за счет наличия всей необходимой документации.

2. Срок поставки и поддержка. Сигнализаторы Элхарт российского производства, срок отгрузки около 3 недель. Это подходящий вариант, если оборудование нужно получить оперативно.

Датчики Dinel также легко найти в России. В «РусАвтоматизации» большой выбор моделей и их запас на складе. Baumer из наличия можно купить всего несколько модификаций. Остальные под заказ: средний срок отгрузки 8–12 недель. Оба европейских бренда на рынке России уже давно, поэтому их функционал и особенности давно изучены отечественными специалистами.

* – Цены, указанные в статье, носят ознакомительный характер и не являются публичной офертой.



Инженеры компании «РусАвтоматизация» могут помочь как в выборе, так и в нюансах эксплуатации любого из емкостно-частотных датчиков уровня Baumer, Dinel, Elhart.

3. Экономика: как не переплатить? Емкостно-частотные датчики Baumer, Dinel и Elhart отлично справляются с задачей контроля уровня липких и пенящихся сред. Рекомендуем делать выбор, исходя из критичности объекта контроля:

- **Датчики Baumer** следует покупать для критически важных узлов. Там, где невозможно оперативно получить доступ к датчику: здесь софт Baumer поможет контролировать состояние контактной части удаленно и вовремя проводить обслуживание.
- **Сигнализаторы Dinel** выгоднее приобретать для типовых решений, которые не требуют непрерывной работы. Еще их берут для очень агрессивных сред, в которых любой датчик быстро изнашивается. Просто их чаще меняют и на промежутке времени это дешевле, чем использовать более дорогие модели от Baumer.
- **Сигнализаторы Elhart** имеют все необходимые заключения для применения в процессах с повышенными требованиями к гигиеничности.

Быстрое сравнение брендов

Подведем небольшой итог и рассмотрим все три бренда:

Параметр	Baumer	Elhart	Dinel
Ценовой сегмент	Премиум	Средний-бюджетный	Средний-бюджетный
Настройка чувствительности	Высокая точность, IO-Link, ПО	Гибкая настройка с помощью кнопок обучения	Гибкая, часто потенциометр + ПО
Игнорирование налипания	Алгоритмическая компенсация	Обучение путем подстройки под степень налипания	Настройка порогового значения
Сроки поставки (РФ/СНГ)	Зависят от логистики (бывают задержки)	В наличии на складах	Часто в наличии на локальных складах
Гарантия и поддержка	Глобальная сеть, строгие условия	Своевременная техническая поддержка, наличие всей необходимой документальной и программной базы	Локальная поддержка, гибкость
Идеальный сценарий	Критичные процессы, экспортное оборудование	Пищевая промышленность, ответственные процессы	Внутренние технологические линии, модернизация



Реальные примеры внедрения емкостно-частотных датчиков

До появления емкостно-частотной технологии стандартным решением для липких сред была вибрационная вилка. Это решение имеет свои ограничения, выделенные ранее. Поэтому одна из актуальных задач на производстве – замена вибрационных вилок на емкостно-частотные сигнализаторы.

В частности, отличный кейс есть в пищевой промышленности:

Бак с глюкозным сиропом

Сироп – очень липкая среда, которая имеет возможность кристаллизоваться. Стандартная вибрационная вилка могла залипнуть за 2–3 часа. Получить доступ к датчику та еще задача: сироп сложно смывается.

Установка сигнализатора Vaumer полностью решила проблему с ложными сработками из-за налипания. С помощью софта можно контролировать степень налипания на датчик и проводить чистку по необходимости, а не аварийно. Однако периодическая мойка емкостей, практически, делает необходимость непрерывного контроля не нужной. Датчик стабильно работает между мойками.

Узнать об опыте по решению задач с вязкими и налипающими продуктами, можете из кейсов в разделе применений:

- [на производстве вина;](#)
- [от производителя эпоксидных смол и компонентов;](#)
- [проект с растопленным шоколадом.](#)

Как мы уже писали, емкостно-частотный датчик способен отличить пену от реального продукта по плотности. Рассмотрим пример из химической отрасли.



Емкость с полимерной пеной

Среда относительная легкая, имеет небольшую пену на поверхности основного материала. Стандартное решение в виде емкостного датчика давало много ложных сработок: появлялись эффект «колебания» сигнала и дребезг реле.

Установка емкостно-частотного датчика Dinel и его настройка точно под параметры материала полностью устранили проблему. Сигнал стал стабильным.

Больше о решении задач по контролю уровня в процессах с пенообразованием рассказываем в следующих применениях:

- [на производстве мороженого;](#)
- [в баке триблока;](#)
- [на производстве пива.](#)



Чек-лист: подбираем модель датчика под ваши задачи

Ассортимент емкостно-частотных датчиков обширен. Поэтому предлагаем вам конкретный чек-лист, который поможет определиться с правильным выбором:

- **Тип среды и диэлектрическая проницаемость.** Для датчиков бренда Dinel и Vaumer минимальное значение диэлектрической проницаемости среды 1,5.
- **Технологическое присоединение.** Подбираем тип резьбы под имеющийся на вашем предприятии.
- **Эксплуатационные температура и давление.** Для температуры до +100 °С подойдут модели от Dinel. Если требуется работать в более широком температурном диапазоне (до +200 °С), тогда подойдут высокотемпературные исполнения датчиков Vaumer и Elhart.
- **Возможность дистанционного контроля датчика.** Это дополнительная функция, поэтому есть не у всех приборов. Доступна у Vaumer.
- **Требование к гигиене (CIP/SIP мойка).** У обоих брендов есть датчики из нержавеющей стали AISI 304. Однако для более агрессивных условий лучше использовать AISI 316L, такое исполнение есть у Vaumer и Elhart.
- **Важность и критичность точки контроля.** Для критически важных узлов безопасности, где ошибка дорого стоит, рекомендуем использовать Vaumer. Более массовые задачи контроля технологических емкостей с высоким риском загрязнения отлично решат датчики Dinel.

Заключение

Проблему налипания и пены нужно решать правильным выбором технологии контроля, а не частотой замены или чистки датчиков. Поэтому сегодня емкостно-частотные сигнализаторы уровня – стандарт де-факто для любых пенящихся и клейких сред.

К счастью, перед инженером есть большой выбор доступных датчиков, которые были рассмотрены в данной статье. Если остались сомнения или есть вопросы по выбору модели под ваши задачи, оставьте заявку для получения консультации по подбору. Наши инженеры помогут подобрать максимальный аналог вибровилки или емкостного сенсора, использующихся у вас на предприятии, чтобы сделать замену максимально быстрой и «мягкой».

