

Влияние агрессивных сред на материалы датчиков. Часть 1

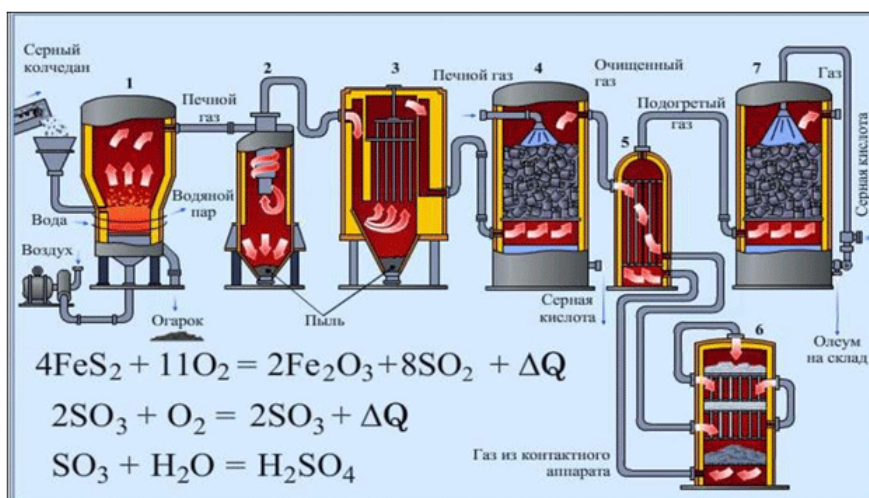


Автоматизация технологических процессов химических производств – отличный способ повысить безопасность персонала, снизить риск техногенных катастроф, снизить себестоимость продукции и повысить конкурентоспособность предприятия в целом за счёт выпуска продукции высокого качества.

Химическое производство имеет ряд особенностей:

- Протекание химических реакций и многостадийных процессов является сложной процедурой;
- Выход из строя, сбой и отклонения в работе приборов и устройств;
- Наличие в рабочих зонах производства веществ, опасных для человеческого организма;
- Вероятность взрыва или возгорания в процессе.

Вышеперечисленные факторы возлагают на руководство предприятия обязательства по принятию комплекса мер безопасности для персонала и окружающей среды.



Пример автоматизации производства серной кислоты

Для предупреждения возникновения чрезвычайных ситуаций на производстве, необходимо чтобы параметры (уровень жидкостей, температура, давление и т.д.) существующих на данном производстве технологических процессов не выходили за пределы допустимых значений. Тип сырья и вид готовой продукции на различных хим. производствах соответственно различается, однако задачи, решаемые на этапах производства однотипны. Одной из самых распространённых является контроль уровня сырья и хим. реагентов.

Вследствие чего для автоматизации применяют датчики уровня агрессивных жидкостей, которые помогают справляться с поставленной задачей, при этом учитывая риск и опасность специфики конкретного производства.



В первую очередь, мы рассмотрим датчик уровня для агрессивных жидкостей поплавкового типа.

Поплавковый кабельный датчик уровня для сточных вод Nivofloat NW 100

Принцип работы датчика [Nivofloat NW 100](#) достаточно прост:

Поплавок из полипропилена перемещается в баке, и его движение зависит от изменения уровня жидкости. Когда поплавок сигнализатора отклоняется от вертикального положения на 120° , срабатывает реле, и подаётся сигнал о заполнении ёмкости. При опустошении резервуара для хранения сточных вод, датчик уровня Nivofloat NW 100 работает в обратном направлении.



Сигнализация уровня жидкостей занимает важное место на любом производстве, будь то: водоочистные предприятия, нефтепромышленность, химические предприятия, гальванические производства, кожевенные заводы, заводы искусственного волокна и т.д. Поэтому мы рекомендуем применять сигнализатор уровня из полипропилена (PP).

Если с принципом работы всё понятно, то с влиянием жидкости на материал поплавка нужно разобраться подробнее.

Жидкости на химическом производстве можно охарактеризовать по типу основного загрязнителя:

- содержащие ионы тяжёлых металлов (например, на гальванических производствах);
- нефтесодержащие;
- хромовые (например, на кожевенных заводах);
- вязкие (например, на заводах искусственного волокна);
- фенольные;

и по агрессивности:

- агрессивные - кислые, щелочные, фторсодержащие, цианистые и пр.;
- неагрессивные.



Отходы от производства пластика, сбрасываемые в реку Янцзы

Представляем таблицу химической стойкости полипропилена PPRC (или PP), из которого состоит поплавок и кабель датчика, в зависимости от взаимодействия с агрессивными реагентами. Химическая стойкость зависит от вида химических веществ, их концентрации, температуры и времени воздействия.

Условные обозначения:

- С: стоек
- УС: условно стоек
- НС: не стоек
- —: недостаточно информации

Символы, описывающие химические реакции:

- VL: концентрация менее 10%
- L: концентрация более 10%
- GL: полная растворимость при 20°C
- Н: частный случай
- TR: технически чистая



Агрессивная среда	Концентрация	Химическая стойкость		
		20°C	60°C	100°C
Уксусный альдегид	TR	УС	—	—
Ангидрид уксусной кислоты	TR	С	С	—
Ацетангидрид	40%	С	С	—
Уксусная кислота, разб.	TR	С	УС	НС
Уксусная кислота, разб.	40%	С	С	—
Ацетон	TR	С	—	—
Цианистый винил	TR	С	УС	—
Адипиновая кислота	TR	С	С	—
Аллиловый спирт, разб.	96%	С	С	—
Квасцы	TR	С	С	—
Этаноламин	TR	С	—	—
Аммиак, жидк.	TR	С	С	—
Анилин	TR	С	—	—
Амилловый спирт	TR	С	—	С
Антифриз	Н	С	НС	НС
Яблочная кислота	L	С	С	—
Яблочное вино	Н	С	С	—
Царская водка	Н	С	С	С
Мышьяковая кислота	40%	С	С	—
Мышьяковая кислота	80%	С	С	УС
Соли бария	GL	С	С	С
Аккумуляторная кислота (электролит)	Н	С	С	—
Пиво	Н	С	С	С
Бензол	TR	УС	НС	НС
Хлористый бензил	TR	УС	—	—
бутантриол(1,2,4)	TR	С	С	—
Бутил(2)диол(1,4)	TR	С	—	—
Бутилацетат	TR	УС	НС	НС
Бутиловый спирт	TR	С	УС	УС
Бутиленгликоль	10%	С	УС	—
Бутиленгликоль	TR	С	—	—
Бутилен, жидк.	TR	УС	—	—
Хлорамин	L	С	—	—
Хлорноватая кислота	1%, 10%	С	УС	НС
Хлорноватая кислота	20%	С	НС	НС
Хлор	0,5%	УС	—	—
Хлор	1%	НС	НС	НС
Хлор	GL	УС	НС	НС
Хлоруксусная кислота	L	С	С	—
Хлорбензол	TR	УС	—	—
Метилтрихлорид	TR	УС	НС	НС
Хромовая кислота	40%	УС	УС	НС
Хромовая кислота / серная кислота / вода	15 / 35 / 50%	НС	НС	НС
Лимонная кислота	VL	С	С	С
Кокосовое масло	TR	С	—	—
Коньяк	Н	С	С	—
Кукурузное масло	TR	С	УС	—
Хлопковое масло	TR	С	С	—
Циклогексан	TR	С	—	—
Гексалин	TR	С	УС	—
Циклогексанон	TR	УС	НС	НС
Декстрин	L	С	С	—
Глюкоза	20%	С	С	С
Дихлоруксусная кислота	TR	УС	—	—
Дихлоруксусная кислота	50%	С	С	—
Дизельная смазка	Н	С	УС	—
Диэтиламин	TR	С	—	—
Этоксигетан	TR	С	УС	—
Диметилформамид	TR	С	С	—
Диметиламин	100%	С	—	—
Диоктилфталат	TR	С	УС	—
Этанол	L	С	С	—
Этанол	TR	С	С	С
Этанол + 2% толуола	96%	С	—	—
Этиловый эфир уксусной кислоты	TR	С	УС	НС
Этилбензол	TR	УС	НС	НС
Этилендиамин	TR	С	С	—
Этиленгликоль	TR	С	С	С
Соли удобрений	GL	С	С	—
Кремнефтористоводородная кислота	32%	С	С	—
Формальдегид	40%	С	С	—
Муравьиная кислота	10%	С	С	УС
Муравьиная кислота	85%	С	УС	НС
Фруктовые соки	Н	С	С	С
Фурфуроловый спирт	TR	С	УС	—
Глицерин	TR	С	С	С
НСI / HNO ₃	75% / 25%	НС	НС	НС

Агрессивная среда	Концентрация	Химическая стойкость		
		20°C	60°C	100°C
Гептан	TR	С	УС	НС
Гексан	TR	С	УС	—
Гидразин-гидрат	TR	С	—	—
Плавиковая кислота	70%	С	УС	—
Соляная кислота	20%	С	С	—
Соляная кислота	20%-36%	С	УС	УС
Соляная кислота	TR	С	С	—
Пероксид водорода	30%	С	УС	—
Цианистоводородная кислота	TR	С	С	—
Изооктан	TR	С	УС	НС
Керосин	Н	С	УС	НС
Молочная кислота	90%	С	С	—
Льняное масло	Н	С	С	С
Смазочные масла	TR	С	УС	НС
Соли магния	GL	С	С	—
Метанол	TR	С	С	—
Метанол	5%	С	С	УС
Уксуснометиловый эфир	TR	С	С	—
Метилэтилкетон	TR	С	УС	—
Соли ртути	GL	С	С	С
Молоко	Н	С	С	С
Моторное масло	TR	С	УС	—
Соли никеля	GL	С	НС	—
Азотная кислота	10%	С	УС	НС
Азотная кислота	10%-50%	УС	НС	НС
Азотная кислота	>50%	НС	НС	НС
Олеум (H ₂ SO ₄ +SO ₃)	TR	НС	НС	НС
Оливковое масло	TR	С	С	УС
Парафиновые эмульсии	Н	С	С	—
Парафиновое масло	TR	С	С	НС
Перхлорная кислота	20%	С	С	—
Тетраэтилен	TR	УС	УС	—
Нефть	TR	С	УС	—
Фенилгидразин	TR	УС	УС	—
Ортофосфорная кислота	85%	С	С	С
Хлорангидрид ортофосфорной кислоты	TR	УС	—	—
Фенол	5%	С	С	—
Фенол	90%	С	—	—
Фотоэмульсии	Н	С	С	—
Бромат калия	10%	С	С	—
Цианид калия	L	С	С	—
Гидроксид калия	50%	С	С	С
Перхлорат калия	10%	С	С	—
1-Пропанол	TR	С	С	—
Пропаргильный спирт	7%	С	С	—
Пропановая кислота	>50%	С	—	—
Процленгликоль	TR	С	С	—
Пиридин	TR	УС	УС	—
Морская вода	Н	С	С	С
Силиконовая эмульсия	Н	С	С	—
Силиконовое масло	TR	С	С	С
Соли серебра	GL	С	С	—
Бензоат натрия	35%	С	С	—
Хлорид натрия	VL	С	С	С
Хлорит натрия	2-20%	С	УС	НС
Гидрат натрия	60%	С	С	С
Гипохлорид натрия	20%	НС	НС	НС
Гипохлорит натрия	10%	С	—	—
Гипохлорит натрия	20%	УС	УС	НС
Силикат натрия	L	С	С	—
Сульфид натрия	40%	С	С	С
Соевое масло	TR	С	УС	—
Серная кислота	10%	С	С	С
Серная кислота	10%-80%	С	С	—
Серная кислота	80%- TR	УС	НС	—
Дегтярное масло	Н	С	НС	НС
Четырёххлористый углерод	TR	НС	НС	НС
Тетраэтилсвинiec	TR	С	—	—
Тетрагидрофуран	TR	УС	НС	НС
Толуол	TR	УС	НС	НС
Трихлорэтилен	TR	НС	НС	НС
Винный уксус	Н	С	С	С
Вазелиновое масло	TR	С	УС	—
Уксус	Н	С	С	С
Винилацетат	TR	С	УС	—
Винная кислота	10%	С	С	—

Для того, чтобы понять данную таблицу, приведём примеры:

- Взаимодействие полипропилена (поплавка и кабеля датчика) с олеумом даже при комнатной температуре приводит к разрушению материала.
- А вот контактируя при 20°C с азотной кислотой малой концентрации, например, 10%, не приводит к разрушающим действиям. Но при увеличении температуры среды более 60°C термопластичный полимер – полипропилен - начинает разрушаться.



Ёмкостно-частотный датчик CleverLevel для пищевой промышленности

Пищевая промышленность это не только булочки и конфетки, это огромный технологический процесс. Он включает в себя и пищевые добавки, которые могут быть агрессивными по отношению к тому или иному материалу, и отбеливатели, которыми моют оборудование, и различные разрыхлители. Вообще, если разобраться, то есть ничего нельзя, потому что все состоит из химии.

Возьмем к примеру:

- **Гидроокись калия.** Он является пищевой добавкой E-525. Применяется при изготовлении какао-продуктов.
Гидроксид калия – очень сильная щёлочь. Он способен разрушать материалы, состоящие из органической структуры. При попадании в чистом виде на тело человека, оставляет ожоги на коже и слизистой, поэтому все работы с ним должны проводиться в очках и резиновых перчатках.
- **Перекись водорода.** Данный раствор применяется для дезинфекции поверхностей оборудования в пищевой промышленности, которое контактирует с изготавливаемой продукцией. Помимо обработки перекисью оборудования, его используют на предприятиях молочной промышленности и по производству соков для дезинфекции упаковки (например, технология «Тетра Пак»).
Пероксид водорода не является токсичным веществом, однако, его концентрированные растворы вызывают ожоги при попадании на кожу, слизистые оболочки и в дыхательные пути. А при приеме внутрь вызывает выраженные разрушительные изменения в организме, аналогичные действиям щелочей. Летальная доза 30% раствора перекиси водорода (пергидроля) — 50-100 мл.
- **Алюмокалиевые квасцы.** Чаще всего их применяют в пищевой промышленности для очистки воды и рыхления муки.
Алюмокалиевые квасцы представляют угрозу человеческому организму (2-й класс опасности).



Соответственно, для безопасности человека, работающего с этим прибором, а также для точности измерений, устанавливают ёмкостно-частотные датчики уровня для агрессивных жидкостей. Такой как [CleverLevel](#), например.



Принцип работы сигнализатора уровня для агрессивных жидкостей пищевой промышленности CleverLevel заключается в следующем:

Между корпусом прибора и наконечником с электродом образуется RC-цепь. Когда наконечник покрывается жидкостью, меняется показатель ёмкости. Это изменение и фиксирует прибор.

Помимо принципа работы ёмкостно-частотного датчика уровня для агрессивных жидкостей CleverLevel стоит рассмотреть особенности производства пищевой продукции. Здесь важную роль играет измерение уровня среды и давления в технологических процессах.

В пищевой промышленности приборы должны соответствовать санитарным и гигиеническим требованиям для того, чтобы предотвратить размножение микробов.

Поэтому к датчикам для пищевой промышленности существуют следующие требования:

- Высокая степень защиты оболочки (IP67 и выше);
- Химически-инертные материалы корпуса, допускаемые к контакту с сырьем для пищевых продуктов;
- Специальный кабель, который выдержит взаимодействие с агрессивной средой;
- Способность качественно работать при высоких температурах;
- Фторопластовый фитинг на задней части бесконтактных датчиков, который позволяет закрепить защитную гофру для изоляции кабеля от посторонних механических воздействий.

Необходимо учесть индивидуальные характеристики стойкости материала, из которого сделан сенсор сигнализатора уровня CleverLevel. Чувствительный элемент изготовлен из полиэфирэфиркетона (ПЭЭК). Химическая стойкость данного материала описывается следующей таблицей:

Жидкости, с которыми может работать сигнализатор:

Гидроокись калия	Морская вода
Водный раствор лимонной кислоты	Водный раствор дрожжевых грибов = дрожжей + сусло
Водный раствор поваренной соли	Кокосовое масло
Виноградный сахар	Водный раствор желатина
Винный спирт («питьевой»)	Льняное масло
Водный раствор глюкозы	Минеральные масла без ароматических углеводов
Водный раствор глицерина	Яблочный сок, яблочное пюре
Перекись водорода 0,5%	Патока
Перекись водорода 30%	Уксус пищевой
Изопропиловый спирт	Пиво
Оксипропионовая кислота	Касторовое масло
Щавелевая кислота	Кукурузное масло
Парафиновое масло	Пищевые жиры
Петролейный эфир	Пищевые масла
Поташ	Фруктовые соки
Алюмокалиевые квасцы	Молоко
Желтая кровяная соль	Минеральная вода
Силиконовая смазка	Оливковое масло
Пищевая сода	Рапсовое масло
Бисульфит натрия	Соевое масло
Углекислый натр	Спирты (зависит от крепости и добавок)
Водный раствор крахмала	Сахарные растворы
Винная кислота	Гипохлорит натрия (отбеливатель)
Мочевина	



Полиэфирэфиркетон (PEEK, ПЭЭК) представляет собой полукристаллический полимер с высокой температурной устойчивостью. Он имеет отличные механические, химические и электротехнические эксплуатационные характеристики, которые сохраняются при рабочих температурах до 310°C.

С другой стороны, при применении данного материала не в пищевой промышленности, а, например, в металлургической, при взаимодействии с концентрированными серной и азотной кислотами может произойти деструкция полимера.

Оптический сигнализатор уровня INNOlevel OPTIC IL-OS

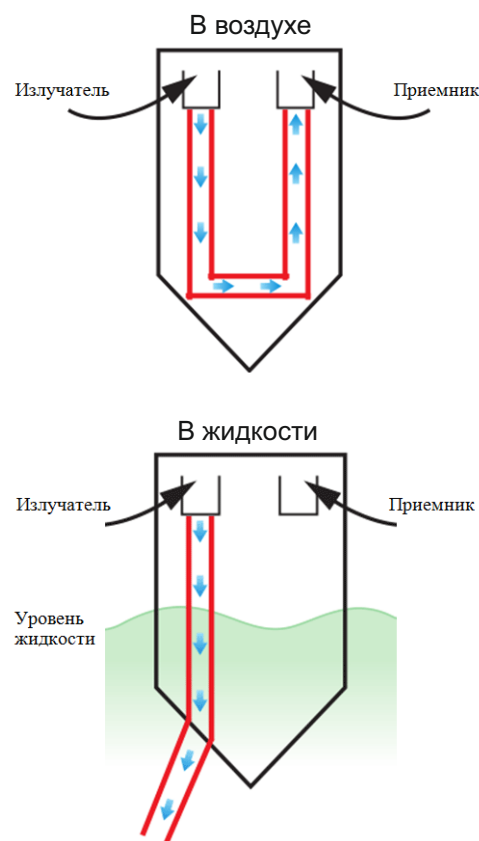
В качестве датчика уровня для агрессивных сред также можно использовать оптический сигнализатор [INNOlevel OPTIC IL-OS](#) с чувствительным элементом из боросиликатного стекла.

Работает прибор следующим образом: внутри призмы находятся излучатель и приёмник. Благодаря конструкции призмы свет полностью отражается от внутренних граней призмы и принимается фотозащитным элементом, если датчик не погружён в жидкость. А когда жидкая среда покрывает сенсор, то показатель преломления становится отличным от величины преломления воздуха, и сигнал, посланный излучателем, теряется.

Сигнализатор уровня INNOlevel OPTIC IL-OS используют для определения уровня жидкости в концентрированных щелочах и кислотах. Материалом конуса прибора является химически-стойкое стекло. Химическая устойчивость данного материала заключается в противостоянии разрушающему химическому воздействию моющих средств, пищевых продуктов, растворов различных реагентов.

Устойчивость стекла зависит от его состава и от природы реагента. В нашем случае будет рассмотрено боросиликатное стекло, у которого в составе содержатся следующие вещества:

- Диоксид кремния
- Оксид алюминия
- Оксид кальция
- Оксид магния
- Оксид бора
- Оксид бериллия



Подробнее рассмотреть химическую стойкость материала поможет следующая таблица:

П – подходит,

М – ограничено применимо,

Н – не подходит.

Агрессивная среда	Химическая стойкость	
	20°C-25°C	>26°C
Фтороводородная кислота, разб.	Н	Н
Фосфорная кислота, конц.	М	Н
Гидроксид калия, 30%	П	Н
Гидроксид натрия, 30%	П	Н
HCl, 10%	П	М
Смесь гидроксида натрия (1 моль/л) с карбонатом натрия (0,5 моль/л)	П	М
Серная кислота, разб.	П	Н

Химическую устойчивость боросиликатного стекла повышает оксид бора, находящийся в его составе.

Для полного понимания химических свойств боросиликатного стекла приведём примеры:

Боросиликатное стекло разрушается при взаимодействии с:

- плавиковой кислотой;
- концентрированной фосфорной кислотой;
- концентрированной едкой щёлочью в совокупности с высокой температурой.

Но при действии, например, едкого натра даже 30%-й концентрации при комнатной температуре, разложения стекла не происходит.

Таким образом, в данной статье мы рассмотрели, как датчики уровня для агрессивных жидкостей взаимодействуют с едкими реагентами, и к чему устойчивы некоторые полимеры и стекло, из которых состоят сенсоры датчиков уровня для агрессивных жидкостей.

Если вы сомневаетесь в выборе материала датчика для вашего производства, обращайтесь к инженерам службы поддержки компании «РусАвтоматизация». Они грамотно оценят условия вашего технологического процесса, и помогут подобрать оптимальное решение.

