

## Влияние агрессивных сред на материалы датчиков. Часть 2



В [предыдущей статье](#) мы ознакомились с датчиками уровня для агрессивных жидкостей, у которых чувствительные элементы состоят из полимерных материалов и боросиликатного стекла. В этой статье будут рассмотрены сигнализаторы уровня, у которых материалом сенсора является нержавеющая сталь с дополнительным покрытием материала и без него.

Первым рассмотрим датчик уровня для агрессивных жидкостей Nivomag, у которого материал чувствительного элемента состоит из нержавеющей стали марки 1.4571.

### Поплавковые магнитные сигнализаторы уровня агрессивных жидкостей Nivomag

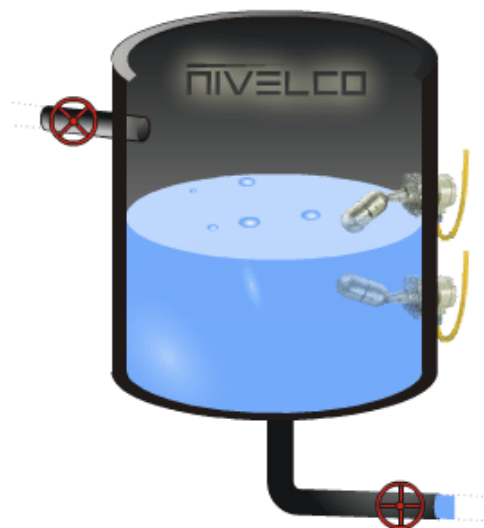
[Датчики уровня Nivomag](#) применяют для определения крайнего уровня жидкости в концентрированных кислотах и щелочах.

#### Принцип работы:

Поплавок из нержавеющей стали 1.4571 всплывает, когда поднимается уровень жидкости, благодаря тому, что внутри поплавок находится камера с воздухом. Затем поплавок доходит до своего крайнего положения, и магнит внутри него воздействует на микропереключатель. И после этого срабатывает внутреннее реле прибора.

Чаще всего в химической промышленности рассматриваются серная, соляная и азотная кислоты. Они имеют разную концентрацию:

- Концентрация соляной кислоты при обычных условиях не превышает 38%;
- В промышленности получают серную кислоту очень высокой концентрации (до 98%);
- Форма выпуска азотной кислоты зависит от ее концентрации: обычная (65% – 68%), дымная (от 86% и более).



Если подробнее рассмотреть свойства нержавеющей стали 1.4571, то она, благодаря своему составу, может использоваться с легковоспламеняющимися, а также со всеми нейтральными, невоспламеняющимися и маловязкими жидкостями, такими как органические кислоты, растворители, маловязкие неорганические щелочи и кислоты. Это высокопрочный, устойчивый к коррозии, пластичный, жаростойкий материал.



Нержавеющая сталь 1.4571 инертна к этим веществам и не подвергается коррозии при контакте:

- Ацетон;
- Тoluол;
- Спирты;
- Аммиак;
- Легковоспламеняющиеся растворители;
- Нитроцеллюлозные лаки;
- Перхлорэтилен;
- Трихлорэтилен;
- Калийная и натриевая щелочи;
- Фосфорная кислота (60%);
- Серная кислота (конц.7,5...92%);
- Фруктовые соки;
- Молоко и т.д.



*Пример коррозии нержавеющей стали 1.4571*

Нам нужно знать особенности этой марки стали (AISI 316 Ti), чтобы точно знать при контакте с чем произойдет коррозия, а с чем нет. Помимо содержания молибдена, никеля и хрома, отличие данного материала от других марок стали в том, что в нем содержится титан, который повышает устойчивость к коррозии.

Рассмотрим химическую стойкость материала в следующей таблице:

*П – подходит, М – ограничено применимо, Н – не подходит*

Агрессивная среда	Химическая стойкость
Уксусная кислота	П
Водный насыщенный раствор адипиновой кислоты	П
Гидрат аммиака	П
Водный раствор оксиантарной кислоты	П
Царская водка	Н
Водный раствор ортомышьяковой кислоты	П
Водный раствор мышьяковистой кислоты	П
Водный раствор аспарагиновой кислоты	П
Водный раствор гидроксида бария	П
Водный раствор бензолсульфоновая кислота	П
Водный насыщенный раствор бензойной кислоты	П
Борфтористоводородная кислота	Н
Водный раствор борной кислоты	П
Водный раствор масляной кислоты	П
Водный раствор гидроксида кальция	П
Аккумуляторная кислота (20% водный раствор серной кислоты)	П
Водный раствор серной кислоты, 30%	Н
Концентрированная серная кислота, 96 %	Н
Сернистая кислота	П
Водный раствор угольной кислоты	П
Водный раствор кислоты Каро	Н
Водный раствор гидроокиси калия	П
Водный раствор каустической соды	П
Водный раствор хлорноватой кислоты	Н
Водный раствор хлоруксусной кислоты	М
4-хлорфеноксиуксусная кислота	П
Чистая хлорсульфоновая кислота	М

Агрессивная среда	Химическая стойкость
Водный раствор хромовой кислоты	М
Водный раствор лимонной кислоты	П
Смесь этанола с уксусной кислотой	П
Тетрафтороборат водорода	Н
Водный раствор гексафторокремниевой кислоты	М
Водный раствор муравьиной кислоты	П
Водный раствор аминоуксусной кислоты	П
Водный раствор гидроксиуксусной кислоты	М
Бромоводородная кислота	Н
Водный раствор соляной кислоты, 36 %	М
Водный раствор синильной кислоты	П
Плавиковая кислота	М
Водный раствор молочной кислоты	М
Линолевая кислота	П
Водный раствор малеиновой кислоты	П
Водный раствор азотной кислоты, 40 %	П
Водный раствор нитробензойной кислоты	П
Олеум	П
Водный насыщенный раствор щавелевой кислоты	П
Водный раствор надуксусной кислоты, 6 %	П
Водный раствор карболовой кислоты	П
Водный раствор фосфорной кислоты	П
Водный раствор янтарной кислоты	П
Водный раствор винной кислоты	П
Водный раствор трихлоруксусной кислоты	Н
Укус пищевой	П
Морская вода	М

Для того, чтобы понять таблицу, приведенную выше, приведем примеры:

- При неблагоприятных условиях наблюдается межкристаллитная коррозия, затем прекращается образование защитного слоя. Такой вид коррозии может произойти, если сталь начнет взаимодействовать, например, с водным раствором кислоты Каро.
- Но, с другой стороны, если нержавейка 1.4571 начнет контактировать с менее агрессивными жидкостями, например, с раствором муравьиной кислоты, то разрушения не последует.



## Вибрационный переключатель предельного уровня LVL-M2C

Принцип работы: вибровилка датчика LVL-M2C вибрирует с установленной (в соответствии с плотностью среды) частотой. Когда сенсор покрывается жидкостью, колебания затухают, и внутренняя электроника фиксирует это изменение, после чего происходит срабатывание внутреннего реле датчика.

**Переключатель предельного уровня LVL-M2C** может быть установлен для определения уровня жидкости в концентрированных кислотах и щелочах.

Благодаря материалу сенсора датчика уровня LVL-M2C – нержавеющей стали 1.4435, сигнализатор имеет определенную химическую стойкость к агрессивным жидкостям. Для того чтобы правильно подобрать сигнализатор уровня для агрессивных жидкостей под определенный технологический процесс, нужно знать особенности материала чувствительного элемента, в данном случае, им является нержавеющая сталь 1.4435. Данная марка стали представляет собой высокоустойчивый к коррозии материал в большом количестве природных вод (городских, сельских и промышленных) даже при умеренном содержании солей и хлоридов.



### Представляем таблицу химической стойкости нержавеющей стали 1.4435 или AISI 316L:

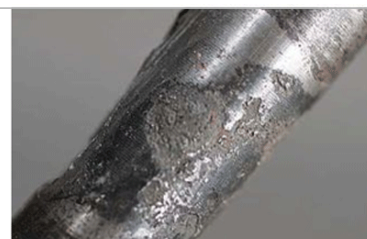
+ данный реагент подходит к взаимодействию,

– данный реагент не подходит к контакту,

О - ограничено применимо,

НД - нет данных.

Пример коррозии нержавеющей стали 1.4435



Агрессивная среда	Концентрация	Химическая стойкость		
		20°C	50°C	80°C
Гидроксид натрия	10%-50%	+	+	НД
Соляная кислота	10%-36%	–	–	НД
Серная кислота	10%	+	О	–
Серная кислота	20%	О	–	–
Серная кислота	40%-100%	–	–	–
Азотная кислота	10%-65%	+	+	+
Азотная кислота	80%	+	О	О
Азотная кислота	100%	О	–	–
Гипохлорит натрия	5%	+	НД	НД
Гипохлорит натрия	15%	НД	–	–
Уксусная кислота	НД	+	НД	НД
Уксус	4-8%	+	НД	НД

Агрессивная среда	Концентрация	Химическая стойкость		
		20°C	50°C	80°C
Фосфорная кислота	10%-60%	+	+	+
Фосфорная кислота	80%	О	О	О
Фосфорная кислота	84%	О	О	–
Фосфорная кислота	100%	–	–	–
Гидрат аммиака	НД	+	НД	НД
Гидроксид кальция	НД	+	НД	НД
Лимонная кислота	НД	+	НД	НД
Морская вода	НД	–	НД	НД
Муравьиная кислота	10%-20%	+	+	+
Муравьиная кислота	40%	+	О	О
Муравьиная кислота	60%, 80%, 100%	О	О	О

Приведем примеры, чтобы подробнее объяснить приведенную выше таблицу:

- Такая сталь не разрушается при взаимодействии с щелочами, например гидроксидами натрия или калия, при комнатной температуре.
- Однако, в применении с кислотами, надо быть осторожным. К примеру, в контакте с концентрированной серной кислотой материал стали подвергается коррозии.



Но помимо нержавеющей стали чувствительный элемент покрыт ЭХТФЭ. И с этим материалом тоже следует разобраться подробнее, чтобы понять с какими веществами может взаимодействовать датчик, не подвергаясь вредным воздействиям.

Этиленхлортрифторэтилен (ЭХТФЭ) обладает высокой стойкостью к УФ-излучению, физиологической безвредностью, а также наилучшей химической стойкостью и самой высокой температурной устойчивостью среди термопластов, что позволяет применять его при высоких температурах (от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+150^{\circ}\text{C}$ ).

Необходимо учитывать химическую стойкость материала ЭХТФЭ, данные о которой представлены в следующей таблице:

- + стойкий (в пределах допустимого давления и температуры, материал не изменяется или имеет незначительные изменения),
- – не стойкий (материал не совместим со средой, либо совместим в особых условиях),
- О - ограничено стойкий (среда может повредить материал - деформация и вздутие материала. Необходимо сделать ограничения в отношении давления или температуры. Срок службы может быть значительно сокращен),
- НД - нет данных (нет точных данных о взаимодействии с данным веществом).

Агрессивная среда	Концентрация	Химическая стойкость					
		20°C	40°C	60°C	80°C	100°C	120°C
Азотная кислота	6,3%	+	+	+	+	+	–
Азотная кислота	До 40%	+	+	+	+	+	–
Азотная кислота	65%	+	+	О	–	–	–
Азотная кислота	90%	+	+	–	–	–	–
Серная кислота	96%	+	+	+	+	+	+
Серная кислота	98%	+	НД	НД	НД	НД	НД
Соляная кислота	До 36%	+	+	+	+	+	+
Плавиковая кислота	До 50%	+	+	+	+	+	+
Плавиковая кислота	90%	+	НД	НД	НД	НД	НД
Адипиновая кислота	Водный насыщенный раствор	+	+	–	–	–	–
Арсеновая кислота	80%	+	+	+	+	+	+
Бензойная кислота	Водный раствор	+	+	+	+	+	+
Борная кислота	Водный раствор	+	+	+	+	+	+
Винная кислота	Водный раствор	+	+	+	+	+	+
Винный уксус	Обычный промышленный	+	+	+	+	+	НД
Уксус	Обычный промышленный	+	+	+	+	+	НД
Гидроксид бария	Водный насыщенный раствор	+	+	+	+	+	+
Гексафторокремнекислота	32%	+	+	+	+	+	+
Гликолевая кислота	37%	+	+	НД	НД	НД	НД



Агрессивная среда	Концентрация	Химическая стойкость					
		20°C	40°C	60°C	80°C	100°C	120°C
Муравьиная кислота	До 50%	+	+	+	+	+	+
Дигликолевая кислота	30%	+	НД	НД	НД	НД	НД
Гидроксид натрия	До 50%	+	+	+	+	+	+
Гидроксид кальция	Водный насыщенный раствор	+	+	+	+	+	+
Молочная кислота	До 10%	+	+	НД	НД	НД	НД
Гидрат аммиака	Водный насыщенный раствор	+	+	+	+	+	+
Малеиновая кислота	Водный раствор, холод., насыщ.	+	+	+	+	+	+
Малеиновая кислота	1%	+	+	+	+	+	+
Смесь гипохлорита натрия с хлоридом натрия	12,5% активного хлора, водный р-р	+	+	+	+	+	+
Олеум	10%	+	-	-	-	-	-
Перекись водорода	До 90%	+	+	НД	НД	НД	НД
Пикриновая кислота	1%	+	НД	НД	НД	НД	НД
Сернистая кислота	Водный насыщенный раствор	+	+	+	+	+	НД
Уксусная кислота	До 50%	+	+	+	+	+	НД
Карболовая кислота	До 10%	+	+	О	-	-	-
Фосфорная кислота	До 85%	+	+	+	+	+	+
Хлорная кислота	10%	+	+	+	+	+	НД
Хлорная кислота	70%	+	+	О	-	-	-
Царская водка	Концентрированная	+	+	+	+	+	НД
Щавелевая кислота	Водный раствор, холодный, насыщ.	+	+	О	-	-	-
Янтарная кислота	Водный раствор	+	+	+	+	+	+

Таким образом, при рассмотрении химической стойкости чувствительного элемента датчика из нержавеющей стали 1.4435 и материала, покрывающего ее – ЭХТФЭ, можно сделать следующие выводы:

- Материал ЭХТФЭ не выдержит воздействия азотной кислоты, 65% при 80°C, но нержавеющая сталь 1.4435 сможет помочь датчику для агрессивных жидкостей LVL-M2C не подвергнуться коррозии.
- Атомы фтора обеспечивают максимальную стойкость к коррозии материалу ЭХТФЭ, что позволяет использовать вибрационный переключатель предельного уровня LVL-M2C при контакте с серной кислотой любой концентрации.



## Ультразвуковой датчик уровня Baumer 18 для агрессивных жидкостей

Принцип работы заключается в свойстве отражения ультразвуковой волны от поверхности материала. УЗ волны постоянно посылаются излучателем в бак. В тот момент, когда верхний уровень жидкости входит в диапазон измерения датчика, волны отражаются от поверхности материала, и улавливаются приёмником. В этот момент срабатывает реле, и подаётся сигнал о наполнении ёмкости.

**Ультразвуковой датчик уровня Baumer 18** применяется для измерения уровня агрессивных жидкостей, а именно кислот и щелочей, и не контактирует с ними, поэтому нужно учесть влияние агрессивных паров на материал датчика. Таковыми являются оксиды азота, серы, водород и т.д. Давайте разберемся, к чему у ультразвуковых датчиков уровня Baumer 18 «есть иммунитет».



Материалом сенсора сигнализаторов уровня Baumer 18 является нержавеющая сталь 1.4435 с париленовым покрытием. Необходимо для начала понять, к парам каких веществ нержавеющая сталь 1.4435 инертна, и для этого поможет следующая таблица:

+ походит, O – ограниченно применим, - не подходит.

Агрессивная среда	Химическая стойкость при 20°C
Аммиак	+
Сероводород	+
Хлор	-
Закись азота	+
Водный пар до 150°C	+
Водный пар свыше 150°C	+
Водород	O
Сернистый газ	+
Углекислый газ	+
Диоксид хлора	O
Йод	O
Кислород газ. 100°C-200°C	+
Кислород газ. холодный	+
Пары ртути	+
Сероводород	O



Пример коррозии нержавеющей стали 1.4435

Для правильного применения датчиков уровня Baumer 18 нужно разобраться подробнее с париленовым покрытием.

Парилен, или поли-пара-ксилилен, инертен по отношению к большинству органических растворителей, растворам солей, кислот и щелочей при нормальных условиях. Даже концентрированная серная кислота не оказывает вредного воздействия на парилен и при 150°C.



Для того чтобы понять, с какими парами веществ может взаимодействовать ППКП, необходимо учесть химическую стойкость парилена к ним, чтобы правильно использовать этот материал в технологическом процессе.

Материалы, ограниченно применимые к ППКП (со временем возможно разрушение материала):

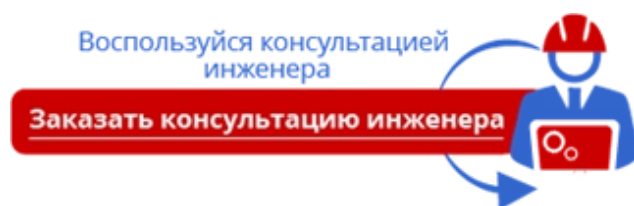
- Азот
- Кислород
- Углекислый газ
- Водород
- Вода
- Сероводород
- Двуокись серы
- Хлор

Данные материалы недопустимо применять при 40°C, т.к. при данной температуре они теряют стойкость к реагенту.

Для полного понимания применения датчиков уровня для агрессивных сред Baumer 18, необходимо привести примеры, показывающие химическую стойкость к парам реагентов:

- Поли-пара-ксилилен не является достаточно коррозионностойким к парам агрессивных веществ, поэтому со временем при наличии постоянного контакта с парами данный материал начнет разрушаться.
- Но так как ППКП является покрытием стали, то защитить от коррозии датчики уровня сможет нержавеющая сталь 1.4435, из которых они сделаны. Подвергнуться коррозии датчик сможет лишь при контакте с парами хлора.

*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.*



Читайте также:

- ["Влияние агрессивных сред на материалы датчиков. Часть 1"](#)
- ["Влияние агрессивных сред на материалы датчиков. Часть 3"](#)

