

# Выбор и совместимость материалов для преобразователей давления Rosemount™



**БОЛЕЕ ПОДРОБНАЯ ИНФОРМАЦИЯ  
О ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯХ ДАВЛЕНИЯ ROSEMOUNT:**

Свяжитесь  
с представителем  
компании Emerson

Посетите  
[Emerson.ru/automation](http://Emerson.ru/automation)

## 1.0 Введение

Важным элементом при создании систем управления процессом является устранение вероятности коррозионного воздействия. Преобразователи давления™ Rosemount доступны в нескольких вариантах исполнения, отличающихся конструкционными материалами, подходящими для разнообразных условий применения. Предлагаемая вниманию техническая информация дает краткое представление о причинах возникновения несовместимости и ее последствиях. Для помощи пользователю в выборе материала, подходящего для конкретных условий применения, приведена справочная информация.

Представленная здесь информация предназначена только для ознакомления с вариантами материалов. Каждый материал будет вести себя по-разному под воздействием таких переменных, как температура, давление, расход, абразивные и загрязняющие вещества. При выборе материалов следует учитывать все компоненты технологической среды. Жидкости с однородным химическим составом могут вступать в реакцию с материалом иначе, чем жидкости с неоднородным составом. Кроме того, при выборе материала следует учитывать даже наличие незначительного количества химического вещества. Пользователь несет ответственность за тщательный анализ всех параметров технологического процесса при указании материалов. Компания Emerson™ не может гарантировать пригодность материала для конкретного применения при всех возможных условиях процесса.

Если вам необходимы материалы, отличные от стандартных и рассмотренных в настоящем документе, обратитесь за консультацией в ближайший отдел продаж компании Emerson.

## 2.0 Основы коррозии

Коррозия — это постепенное разрушение металла под действием химических и электрохимических процессов. Наиболее характерная форма коррозии — гальваническая. Для протекания этого типа коррозии требуется наличие следующей комбинации: катод, анод и электролит. Комбинация катода, анода и электрода называется гальванической ячейкой. Проще говоря, гальваническая ячейка состоит из двух электрически связанных разнородных металлов и среды (как правило, водный раствор), по которому перемещаются электроны.

Для полноты понятия причин коррозии приведем ряд терминов:

**Анод** — это электрод, на котором идет химическое окисление (или положительный ток покидает электрод и попадает в электролит).

**Катод** — это электрод, на котором идет реакция химического восстановления (или положительный ток попадает в электрод из электролита).

Когда электрически соединенные анод и катод разделены физическим расстоянием, в проводящей среде возникает разность потенциалов. Эта разница потенциалов побуждает движение положительно заряженных катионов от анода к катоду через проводящую среду. Чтобы завершить этот процесс, отрицательно заряженные электроны перемещаются от анода к катоду по электрической цепи. Итогом этого процесса является коррозия, которая протекает на аноде. Катод также может являться источником коррозии, но не в такой степени.

Потеря электронов анодом называется окислением и является причиной положительного заряда металлической поверхности. Эти положительно заряженные ионы, расположенные на поверхности металла, притягивают отрицательные ионы (анионы), находящиеся в электролите, в результате чего создается новый компонент. Этот новый компонент лишен прежних металлических характеристик и принимает новую форму — ржавчину или оксид железа.

Увеличение электронов на катоде называется восстановлением. Восстановительная реакция позволяет металлу на катоде восстановить его металлические характеристики (см. [Рис. 1-1 на стр. 3](#)).

Тенденция к проявлению коррозии обусловлена наличием разности потенциалов между анодом и катодом. Металлы, способные развивать наибольший потенциал, находятся на анодном конце гальванической серии (см. [Табл. 1-1 на стр. 4](#)).

Металлы с наименьшим потенциалом находятся на катодном конце гальванической серии. Тем не менее уровень потенциала может варьироваться в зависимости от условий и среды. В целом, чем дальше металлы находятся друг от друга в гальваническом ряду, тем больше вероятность возникновения коррозии при расположении их в растворе.

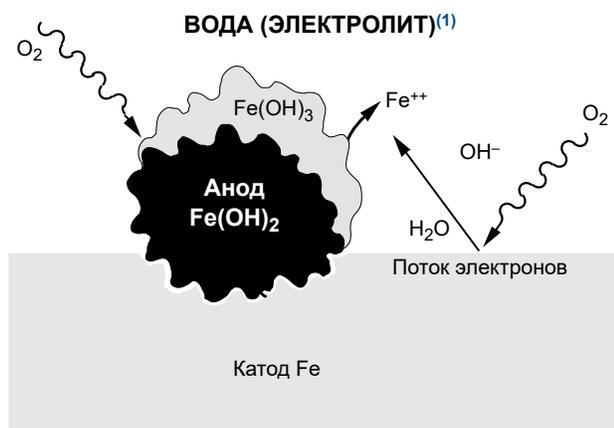
## 3.0 Типы коррозии

Все типы коррозии взаимосвязаны, но имеют множество форм. Коррозия может быть равномерной или локальной. Также она может сочетаться с другими формами повреждения металла, что может привести к более нежелательным последствиям. Далее рассмотрены некоторые из наиболее распространенных форм коррозии, включая отдельный раздел, посвященный сульфидному растрескиванию под напряжением.

### 3.1 Равномерная коррозия

Это сплошная коррозия, протекающая с одинаковой скоростью по всей поверхности металла. Такое равномерное распределение обусловлено движением анодных и катодных участков по поверхности металла. При равномерном воздействии разрушение металла происходит в большей степени, чем при местном.

Рисунок 1-1. Классический коррозионный элемент



При прохождении тока через электролит от анода к катоду возникает анодная реакция ( $\text{Fe} = \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-$ ). Одновременно с этим ион железа  $\text{Fe}^{2+}$  высвобождается и соединяется с  $\text{OH}^-$  с образованием гидроксида железа  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ . Затем гидроксид железа соединяется с кислородом и водой с образованием гидроксида железа  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  или обычной железной ржавчины.  
1. Электролит — это морская вода.

### 3.2 Точечная коррозия

Один из самых разрушительных типов коррозии — точечная коррозия. Это форма местного воздействия, которое вызывает образование мелких отверстий в металле. Этому способствуют медленные, застойные условия, в которых могут образовываться концентрированные «пузырьки» агрессивных веществ. Признаки точечной коррозии покрыты побочными продуктами коррозии, что зачастую осложняет ее обнаружение. Точечная коррозия может протекать в течение месяцев и лет прежде, чем станет заметна.

Однако после того, как она началась, коррозия проникает в металл с постоянно возрастающей скоростью. Точечная коррозия также имеет тенденцию протекать под поверхностью. Это еще больше осложняет обнаружение, а подповерхностное повреждение обычно оказывается серьезнее, чем кажется с виду.

### 3.3 Гальваническая коррозия

Когда два разнородных материала входят в контакт и погружаются в проводящую среду, возникает электрический потенциал. Уровень коррозии более активного (анодного) металла возрастает, в то время как уровень более благородного (катодного) металла уменьшается. Окончательная коррозия может быть распределена как по всей поверхности, так и локализована на отдельных участках.

### 3.4 Эрозионная коррозия

Эрозионная коррозия — это увеличение скорости абразивного воздействия на металл. Для нее характерно образование канавок, отверстий и волн, имеющих, как правило, направленный рисунок. Эта форма коррозии свойственна мягким металлам и наступает при удалении защитной пленки с поверхности.

Таблица 1-1. Гальваническая серия металлов и сплавов<sup>(1)(2)</sup>

Катодный (самый благородный) или пассивный конец	
Платина	
Золото	
Графит	
Серебро	
Сплав С-276	
Нержавеющая сталь 316 (пассивная)	
Нержавеющая сталь 304 (пассивная)	
Титан	
Сплав 600 (пассивный)	
Никель (пассивный)	
Бронза	
Сплав 400	
Медно-никелевые сплавы	
Медь	
Латунь	
Сплав 600 (активный)	
Никель (активный)	
Олово	
Свинец	
Нержавеющая сталь 316 (активная)	
Нержавеющая сталь 304 (активная)	
Нержавеющая сталь 410 (активная)	
Чугун	
Сталь или железо	
Алюминиевый сплав 2024	
Кадмий	
Коммерчески чистый алюминий	
Цинк	
Магниеые сплавы	
Магний	
Анодный (наименее благородный) или активный конец	

1. Электролит — это морская вода.
2. Материал в своем пассивном состоянии содержит защитный оксидный слой. В активном состоянии этот защитный слой отсутствует.

**Примечание**

Табл. 1-1 на стр. 4 была адаптирована из ASTM G82-98 (2014 г.).

## 3.5 Коррозия, вызванная растягивающими напряжениями металла

По определению коррозия, вызванная растягивающими напряжениями металла — это явление, которое за счет одновременного воздействия растягивающего напряжения и коррозионной среды вызывает образование трещин при уровнях напряжения значительно ниже предела текучести металла. Чем выше растягивающее напряжение, тем быстрее возникает повреждение. Хотя время растрескивания при низких уровнях напряжения может быть длительным, практически невозможно установить минимальный уровень напряжения, ниже которого данный вид коррозии будет исключен при условии достаточного времени в критической среде.

Для аустенитных сталей, таких как нержавеющая сталь 316, двумя основными ионами, наносящими повреждения, являются гидроксид и хлорид (ОН<sup>-</sup> и Cl<sup>-</sup>).

## 3.6 Щелевые коррозии

Это один из видов локальной коррозии, которая протекает в трещинах и других укрытых местах на поверхности металла. Раствор, попадающий в такие щели, становится очень концентрированным и кислотным. Щелевая коррозия может протекать в отверстиях, в точках соприкосновения металлических поверхностей, а также в уплотнениях.

## 3.7 Межкристаллитная коррозия

Эта форма коррозии характеризуется избирательным воздействием на границы кристаллов (несовпадающая поверхность кристаллов между соседними кристаллами) металла без заметного повреждения самих кристаллов (отдельный кристалл микроструктуры). Механизм повреждения заключается в возникающей разности потенциалов между кристаллом и межкристаллической границей. Поскольку сварка часто вызывает сегрегацию примесей на границах кристаллов или выделение интерметаллидов, сварные участки являются распространенным источником межкристаллитной коррозии. Повреждение вызывает потерю прочности и пластичности, значительно превышающую потерю в результате механического воздействия.

## 3.8 Водородная хрупкость

Практически все металлы теряют свою пластичность при помещении их в водородную среду. Особенно этот процесс заметен при температурах ниже 100 °С. Точный механизм этого процесса пока не изучен; однако лидирующие теории предполагают, что водород вызывает ярко выраженную локализованную деформацию металлических границ в царапинах или вершинах трещины под напряжением. Это может либо снизить прочность стыков, либо понизить касательное напряжение, необходимое для сдвига. В любом случае металл ломается хрупким образом при нагрузках, значительно ниже макроскопического предела текучести конструкции.

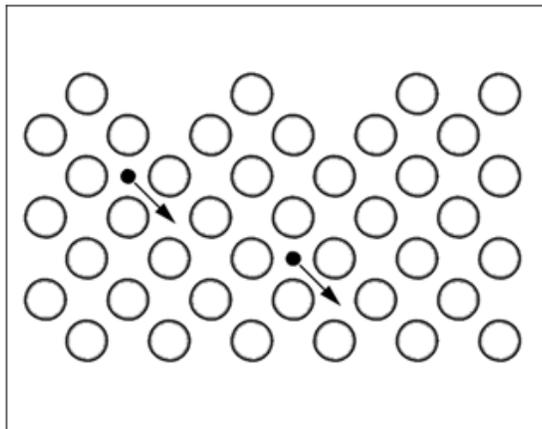
Водородная хрупкость — общая проблема тантала в водородной среде.

## 3.9 Проникновение водорода

Водородная диффузия — это явление, при котором атомы водорода просачиваются сквозь металлическую разделительную мембрану в жидкость, заполняющую сенсорный модуль, посредством межузельного или вакансионного механизмов. В каждом из перечисленных случаев имеет место процесс, однако для ясности ограничимся определениями.

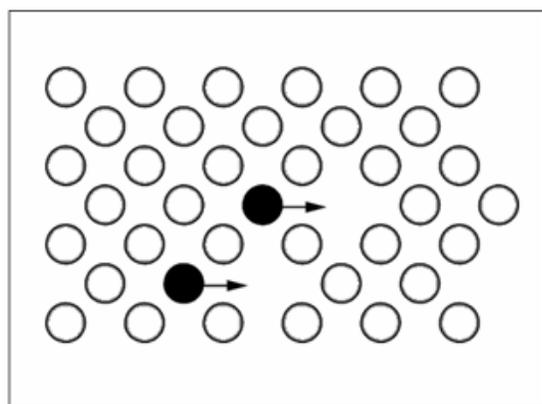
В процессе межузельной диффузии атом водорода перемещается на соседнее свободное междоузлие без смещения других атомов кристаллической решетки (см. Рис. 1-2 на стр. 6).

**Рисунок 1-2. Межузельный механизм диффузии**



В процессе вакансионного механизма диффузии атом водорода перемещается на соседнее свободное междоузлие, наличие которых характерно для всех кристаллов. Такие свободные места без атомов называются вакансиями, что и объясняет название процесса. Когда один из атомов перемещается на соседнюю вакансию, имеет место вакансионный механизм (см. [Рис. 1-3](#)).

**Рисунок 1-3. Вакансионный механизм диффузии**



В сравнении с другими деталями преобразователя толщина мембран значительно меньше, поэтому атомы водорода могут просачиваться сквозь нее и образовывать молекулы водорода. Получившаяся молекула слишком велика и не может пройти сквозь мембрану, поэтому в заполняющей жидкости образуются пузырьки водорода. Наличие пузырьков водорода в заполняющей жидкости может существенно повлиять на эксплуатационные характеристики преобразователя.

Не рекомендуем размещать рядом с разделительными мембранами преобразователя детали из определенных разнородных металлов, т. к. это может привести к распаду молекул водорода. При размещении рядом с разделительной никельсодержащей мембраной (например, из нержавеющей стали или сплава С-276) деталей из кадмия или с кадмиевым покрытием в присутствии электролита (например, воды) может иметь место эффект никелево-кадмиевой батареи, сопровождающийся выделением атомов водорода, которые могут просачиваться сквозь разделительную мембрану.

В случае если применение характеризуется наличием атомарного водорода, как правило, рекомендуется выбирать материалы с низкой водородной проницаемостью. Сплавы никеля имеют рыхлую кристаллическую структуру, поэтому менее устойчивы к диффузии. Дополнительные сведения см. в «Конструкционные материалы» на стр. 7.

Повышенная активность водорода возникает, когда давление газа достигает более 6,89 МПа или температура технологического процесса поднимается выше 176 °С, увеличивая риск проникновения.

При установке преобразователей давления в водородных системах следует учитывать следующие рекомендации:

- в водных средах избегайте установок, выполненных из разнородных металлов, возле мембраны;
- чтобы снизить риск проникновения, расположите преобразователь давления вдали от точек воздействия повышенных температур;

для газовых сред установите преобразователь давления над резервуаром/трубой, чтобы избежать скопления конденсата на мембране; если место установки находится ниже резервуара/трубы, ознакомьтесь с рекомендациями для водных растворов с водородом (Табл. 1-2);

присутствие сероводорода ( $H_2S$ ) может снизить рекомбинацию одноатомного водорода в двухатомный водород ( $H_2$ ) и увеличить риск проникновения; кроме того, риск проникновения может повысить присутствие воды; для предотвращения гальванической коррозии в водной среде избегайте использования разнородных металлов возле мембраны;

в применениях с хлоридами в сочетании с  $H_2S$  и водородом существует высокий риск проникновения; свяжитесь с компанией Rosemount, чтобы обсудить оптимальное решение.

**Таблица 1-2. Руководство по выбору материалов для преобразователей давления в водородных средах**

Измеряемая среда	Материал мембраны
Давление и температура газообразного водорода ниже 6,89 МПа и ниже 176 °C	Нержавеющая сталь, нержавеющая сталь с золотым покрытием
Давление и температура газообразного водорода выше 6,89 МПа и выше 176 °C	Нержавеющая сталь с золотым покрытием
Газообразный водород с $H_2S$	
Водные растворы с водородом	
Водные растворы с водородом и $H_2S$	Свяжитесь с компанией Rosemount
Водные растворы с водородом, $H_2S$ и хлоридами	

## 3.10 Сульфидное растрескивание под напряжением

Сульфидное растрескивание под напряжением — это общая форма коррозии, протекающая в нефтесодержащих средах. Сульфидное растрескивание под напряжением может возникнуть при воздействии «кислых» сред на чувствительные материалы. Кислые среды могут быть определены как жидкость, содержащая воду и сероводород (например, кислый газ и кислое сырье).

Быстрота, с которой атомы водорода проникают в поверхность металла, способствует формированию молекул  $H_2$  под воздействием каталитических свойств электродной поверхности. Если в процессе присутствует каталитический яд, схожий с сероводородом, то интенсивность процесса образования  $H_2$  снижается, но при этом уровень поглощения водорода поверхностью электрода увеличивается. Увеличение концентрации водорода на поверхности металла способствует проникновению атомов водорода в кристаллическую решетку, вызывая водородную хрупкость. В некоторых напряженных высокопрочных ферросплавах этот процесс также может привести к самопроизвольному водородному растрескиванию.

## 4.0 Конструкционные материалы

Преобразователи давления Rosemount имеют большой выбор конструкционных материалов для широкой сферы применения. Следующее информация поможет разобраться в особенностях различных предлагаемых материалов. Следует отметить, что для особых сфер применений могут быть предложены другие материалы конструкции, не перечисленные в этом документе. Ниже представлены только наиболее широко используемые материалы.

### 4.1 Нержавеющая сталь 316

Сплавы, содержащие более 11 % хрома и более, чем 50 % железа, известны как нержавеющая сталь. Термин «нержавеющая сталь» говорит о том, что эти стали способны противостоять любым почти всем формам коррозии при различных внешних условиях.

Нержавеющая сталь 316 (16–18 % Cr и 10–14 % Ni) относится к группе аустенитных нержавеющей сталей. Это группа обладает немагнитными свойствами и не подвергается термической обработке. Содержание в них никеля обеспечивает высокую сопротивляемость коррозии, а также отвечает за сохранение аустенитной структуры.

Нержавеющая сталь 316 обладает высокой сопротивляемостью коррозии. Она устойчива к коррозии в атмосфере и к большинству концентраций азотной кислоты. Однако коррозионная устойчивость этого типа стали в концентрированных серной и соляной кислотах невелика.

Большинство солевых растворов имеет слабое влияние на нержавеющую сталь типа 316, хотя растворы галогенидных солей (фтора, хлора, брома, йода) могут вызвать серьезную точечную коррозию и, возможно, коррозионное растрескивание под напряжением.

Нержавеющая сталь 316 хорошо противостоит водородному проникновению и является хорошим материалом для мембран при работе с газообразным водородом.

Нержавеющая сталь 316 также обладает хорошей сопротивляемостью щелочным раствором, органическим кислотам и другим органическим соединениям.

## 4.2 Никелевые сплавы

Никель является основой важной группы материалов, используемых в агрессивных средах. Сплавы с высоким содержанием никеля обеспечивают хорошее сопротивление широкому ряду агрессивных веществ. Содержание никеля помогает обеспечить хорошее сопротивление, а также физические и механические свойства.

В целом никелевые сплавы обладают базовой коррозионной стойкостью никеля в сочетании с дополнительной сопротивляемостью, обеспеченной металлами, присутствующими в сплаве. Такая комбинация обеспечивает сплав такой же хорошей или даже более высокой, чем у никеля, коррозионной стойкостью.

### Сплав 400

При температурах окружающей среды сплав 400 (67 % Ni — 33 % Cu) обладает высокой устойчивостью к большинству сильных кислот (таких как плавиковая, серная и фосфорная кислоты). Также он обладает устойчивостью к сильным солям. Никель в сплаве улучшает сопротивление к щелочам.

Одна из проблем, связанных со сплавом 400, заключается в том, что он более восприимчив к проникновению водорода. Поэтому, если в технологическом процессе используется газообразный водород или присутствуют атомы водорода и не используются другие защитные механизмы, такие как золотое покрытие (см. «Материалы с золотым покрытием» на стр. 9), сплав 400 не рекомендуется использовать в качестве материала мембраны. Сплав 400 с золотым покрытием отлично подходит для работы с плавиковой кислотой.

### Сплав C-276

В сплаве C-276 (54 % Ni — 16 % Mo — 16 % Cr) к никелю добавлены хром и молибден, за счет чего сплав обладает повышенной сопротивляемостью к окислительным условиям. Этот сплав также сохраняет значительную степень сопротивляемости к неокислительным условиям. Например, сплав C-276 выдерживает кислоту-окислитель, а также кислотные соли (такие как хлориды железа и меди). При умеренных температурах соляная и серная кислоты в большинстве концентраций не влияют на сплав C-276. Сплав C-276 отлично подходит для защиты от щелочей, органических кислот и других органических соединений.

C-276 допускает проникновение водорода и, следовательно, не очень подходит для сред с высоким содержанием водорода. При опасности проникновения водорода следует рассмотреть нержавеющую сталь 316 с золотым покрытием или сплав 400 с золотым покрытием (см. «Материалы с золотым покрытием» на стр. 9).

Как сплав 400, сплав C-276 обладает отличной коррозионной стойкостью к атмосферным влияниям и пресной воде. Кроме того, сплав C-276 устойчив к застойной морской воде.

## 4.3 Тантал

Тантал показывает себя как полезный материал при использовании в коррозионных средах, содержащих соляную кислоту и кислые растворы хлорида железа. Наиболее широкое применение тантал получил в химической промышленности. Тантал имеет высокую точку плавления и обеспечивает хорошую прочность при высоких температурах. Высокая прочность тантала позволяет делать из него тонкие изделия. Это важно, поскольку тантал имеет высокую стоимость.

Тантал обладает превосходной коррозионной стойкостью ко многим кислотам, химическим растворам и органическим соединениям. В целом тантал обладает хорошей устойчивостью к йодистоводородной, бромистоводородной, кипящей соляной, азотной, фосфорной и серной кислотам. Большинство жидких металлов не влияют на тантал. Кроме того, он обладает хорошей стойкостью к большинству других кислот. Однако тантал высоко восприимчив к плавиковой кислоте, кремнеземной кислоте, парам горячей серной кислоты и фтору. Кроме того, он восприимчив к воздействию сильных щелочных растворов и конденсированных щелочей.

Тантал может страдать от сильного охрупчивания при работе с высокотемпературным кислородом, азотом или водородом при любой температуре.

## 4.4 Никелированная углеродистая сталь

Никелирование — это эффективная мера для обеспечения металлических поверхностей стойким к коррозии покрытием. Никель имеет хорошую сопротивляемость против обычных кислот за исключением тех, которые имеют сильную окислительную способность, например азотная кислота. Нейтральные и щелочные растворы оставляют никелевое покрытие практически неповрежденным. Он обладает хорошей стойкостью к более мягким формам атмосферных условий, окислению, более высоким температурам и галогеновым газам.

Никелированные фланцы могут быть использованы совместно с мембранами из сплава С-276. Большая разность потенциалов, возникающая при использовании кадмированных фланцев и мембран из сплава С-276, теперь устранена.

## 4.5 Материалы с золотым покрытием

Нанесение тонкого слоя золота на основной металл обеспечивает защиту от проникновения водорода. Нанесение золотого покрытия рекомендуется для сфер применения, где присутствует атомарный водород. Оно не является обязательным для всех технологических процессов, где присутствует водород. Например, прочность атомной связи газообразного водорода достаточно велика, поэтому диссоциация маловероятна. Основной металл, на который наносится золотое покрытие, следует выбирать таким образом, чтобы обеспечить подходящую коррозионную стойкость, если только нет другого влияющего фактора. Как правило, в качестве основного металла в средах, содержащих плавиковую (HF) кислоту, где более слабая связь между водородом и фторидом может привести к присутствию атомов водорода, используется сплав 400. В других средах основным металлом выступает нержавеющая сталь 316L, поскольку она способна обеспечить достаточную коррозионную стойкость и снизить стоимость материала разделительной мембраны.

## 5.0 Компоненты преобразователя давления

Компоненты, входящие в состав преобразователя давления, могут быть разделены на две группы — контактирующие и не контактирующие с измеряемой средой (в зависимости от того, вступают ли они в непосредственный контакт с технологическим процессом или нет). При выборе материалов для компонентов, контактирующих и не контактирующих со средой, следует учитывать измеряемую среду.

### 5.1 Компоненты, контактирующие со средой

Компоненты, контактирующие со средой, — это части конструкции, вступающие в непосредственный контакт с технологическим процессом и включающие в себя разделительные мембраны, дренажные клапаны, технологический фланец и уплотнительные кольца. Выбор подходящих материалов для компонента, контактирующего с измеряемой средой, требует знания деталей процесса, таких как рабочее давление, температура и рабочая среда. В этом разделе описано, как использовать эту информацию для выбора правильного материала для всех компонентов, контактирующих с измеряемой средой.

## Разделительные мембраны

Разделительная мембрана отделяет заполняющую жидкость сенсора от измеряемого процесса. Важно выбрать материал, который будет совместим с технологическим процессом, в противном случае преобразователь давления может выйти из строя. Преобразователи давления Rosemount доступны с разделительными мембранами, выполненными из следующих материалов (однако не все материалы доступны для всех преобразователей давления):

- нержавеющая сталь 316L (UNS S31603);
- сплав C-276 (UNS N10276);
- сплав 400 (UNS N04400);
- тантал (UNS R05440);
- сплав 400 с золотым покрытием;
- нержавеющая сталь 316L с золотым покрытием.

### Указания

Существует несколько аспектов, которые следует учитывать при выборе материала для разделительной мембраны:

- Относительная толщина разделительной мембраны значительно меньше, чем у других частей, контактирующих с измеряемой средой. Очень важно выбрать материал, совместимый с технологическим процессом.
- Возможны варианты покрытия золотом, помогающие предотвратить проникновение водорода через разделительную мембрану в модуль сенсора и в заполняющую жидкость.
- Разделительные мембраны из тантала чаще всего используются в областях с высокой степенью коррозии или кислотности.

## Дренажные клапаны

Дренажные клапаны расположены на фланце или клапанном блоке, установленном на преобразователь давления, и используются для слива или отвода технологического процесса из преобразователя давления. Преобразователи давления Rosemount доступны в комбинации с дренажными клапанами, выполненными из следующих материалов (однако, не все материалы доступны для всех измерительных преобразователей давления):

- нержавеющая сталь 316L (UNS S31603);
- сплав C-276 (UNS N10276);
- сплав 400/К-500 (седло дренажного клапана: сплав 400; шток дренажного клапана: сплав К-500).

### Указания

При выборе дренажного клапана необходимо учитывать несколько факторов.

- Дренажные клапаны из нержавеющей стали 316L соответствуют требованиям NACE® MR0175/ISO 15156 и MR0103.
- Для областей применения NACE обычно используются фланцы из нержавеющей стали 316 с дренажными клапанами из сплава C-276.
- Дренажные клапаны из сплава 400/К-500 не соответствуют требованиям NACE MR0175/ISO 15156 и MR0103.
- Дренажные клапаны из сплава 400/К-500 доступны только с фланцами из литого сплава 400; они недоступны с преобразователями давления для измерения уровня или в конфигурациях с непосредственным монтажом.

## Фланцы и фланцевые переходники технологических соединений

Технологический фланец или фланцевый переходник используется для подсоединения преобразователя давления к технологическому процессу. Преобразователи давления Rosemount доступны в комбинации с технологическими фланцами и фланцевыми переходниками, выполненными из следующих материалов (однако не все материалы доступны для всех измерительных преобразователей давления):

- углеродистая сталь с покрытием;
- CF-8M (отливка из нержавеющей стали 316) (UNS J92900);
- литой сплав C-276: CW-12MW-1 (UNS N10276);
- литой сплав 400: M-30C (UNS N04400);

## Указания

- Фланцы из литого сплава 400 доступны только в комбинации с дренажным клапаном из сплава 400/К-500.

## Уплотнительные кольца, контактирующие с измеряемой средой

Уплотнительные кольца, контактирующие с измеряемой средой, используются для уплотнения между модулем сенсора и фланцем или клапанным блоком, а также для уплотнения между фланцевыми переходниками и фланцами. Преобразователи давления Rosemount доступны в комплекте с уплотнительными кольцами, контактирующими со средой, выполненными из следующих материалов:

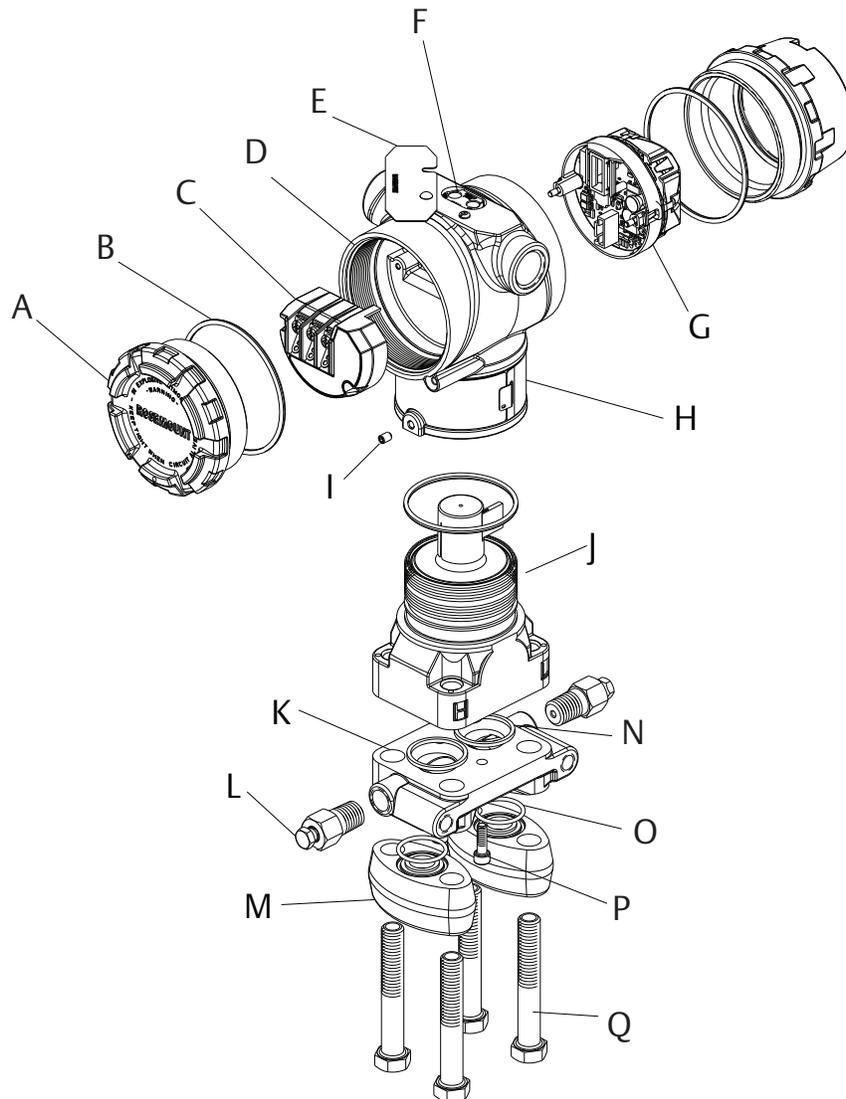
- стеклонаполненный фторопласт (ПТФЭ);
- графитонаполненный фторопласт (ПТФЭ);
- графит (доступно в качестве специальной опции).

## Указания

Существует несколько моментов, которые следует учитывать при выборе материала для уплотнительных колец, контактирующих со средой:

- уплотнительные кольца из стеклонаполненного фторопласта, контактирующие со средой, добавляют износостойкость и обеспечивают отличную прочность на сжатие; они не должны использоваться в средах, содержащих фтор или плавиковую кислоту;
- уплотнительные кольца из графитонаполненного фторопласта поставляются с разделительной мембраной из сплава 400 с золотым покрытием;
- температурные диапазоны для графитонаполненного и стеклонаполненного фторопласта идентичны.

Рисунок 1-4. 3051С в разобранном виде



A. Крышка  
B. Уплотнительное кольцо крышки  
C. Клеммный блок  
D. Корпус блока электроники  
E. Крышка кнопок конфигурации  
F. Локальные кнопки конфигурации

G. Электронная плата  
H. Идентификационная табличка  
I. Установочный винт угла поворота корпуса  
(без демонтажа максимальный угол поворота корпуса 180°)  
J. Модуль сенсора  
K. Фланец Sorlapar

L. Дренажный клапан  
M. Фланцевые адаптеры  
N. Уплотнительное кольцо модуля сенсора  
O. Уплотнительное кольцо фланцевого переходника  
P. Центрирующий винт фланца  
(давление не держит)  
Q. Фланцевые болты

## 5.2 Компоненты, не контактирующие со средой

К компонентам, не контактирующим со средой, относятся части конструкции, которые не вступают в непосредственный контакт с технологическим процессом, включая болты, корпус электроники, уплотнительные кольца крышки и монтажные кронштейны. Выбор подходящих материалов для компонента, не контактирующего с измеряемой средой, требует знаний условий окружающей среды, таких как температура, влажность и коррозионные условия среды.

### Болты

Болты используются для крепления преобразователя давления к фланцу или клапанному блоку. Хотя болты не контактируют с технологическим процессом, условия окружающей среды могут повлиять на выбор материала. Преобразователи давления Rosemount доступны в комплекте с болтами, выполненными из следующих материалов:

- ASTM A449, тип 1 (углеродистая сталь с цинк-кобальтовым гальваническим покрытием), стандартный материал;
- ASTM F593G, состояние CW1 (аустенитная нержавеющая сталь 316);
- ASTM A453, марка 660, класс D, нержавеющая сталь;
- ASTM A193, легированная сталь марки В7М;
- ASTM A193, марка В8М, класс 2, нержавеющая сталь;
- сплав К-500, ASTM F468.

### Указания

В сферах применения, требующих соответствия NACE MR0175/ISO 15156 и NACE MR0103, болты должны соответствовать требованиям, если они непосредственно подвергаются воздействию окружающей среды с содержанием  $H_2S$ . Болты, соответствующие NACE MR0175/ISO 15156 и NACE MR0103, перечислены ниже:

- ASTM A453, марка 660, класс D, нержавеющая сталь;
- ASTM A193, легированная сталь марки В7М.

### Корпус электронного блока

Корпус электронного блока содержит электронную плату и клеммный блок, обеспечивая их защиту от окружающей среды и надежное функционирование. Преобразователи давления Rosemount доступны в комплекте с корпусами блока электроники, выполненными из следующих материалов:

- алюминиевый сплав с низким содержанием меди;
- CF-8М (литой, из нержавеющей стали 316);
- Специальный полимер.

### Указания

Стандартный окрашенный алюминиевый корпус подходит для большинства промышленных условий. Нержавеющая сталь, как правило, используется в морском климате.

- Алюминиевый корпус покрыт полиуретановой краской.
- Специальный полимер доступен только для беспроводного исполнения преобразователя давления с внутренней антенной и без отверстия для кабельного ввода.

## Заполняющая жидкость модуля сенсора

Заполняющая жидкость модуля сенсора находится за разделительной мембраной и передает давление процесса на сенсор. Преобразователи давления Rosemount доступны в комплекте с заполняющими жидкостями модуля сенсора из следующих материалов:

- Силикон
- Копланарные модели в качестве инертной заполняющей жидкости используют галогенсодержащий углеводород.
- Штуцерные модели в качестве инертной заполняющей жидкости используется Fluorinert™ FC-43.

### Указания

Важно выбрать заполняющую жидкость, которая совместима с технологической жидкостью на случай, если разделительная мембрана модуля сенсора будет повреждена. В случае повреждения мембраны заполняющая жидкость может вступить в контакт с технологическим процессом.

- В стандартном исполнении используется силиконовая заполняющая жидкость. Инертные заполняющие жидкости, как правило, используются в случаях, когда силиконовая заполняющая жидкость может вступить в реакцию с технологическим процессом.
- Инертная заполняющая жидкость имеет меньшие рабочие пределы температуры по сравнению с силиконовой заполняющей жидкостью. Инертные заполняющие жидкости недоступны в копланарных моделях преобразователей абсолютного давления.
- Инертные заполняющие жидкости недоступны для беспроводных преобразователей давления.

## 6.0 Стандарты и сертификаты, связанные с материалами

При выборе материалов конструкции для преобразователя давления часто требуется соблюдение определенных стандартов. Emerson предлагает широкий спектр стандартов и сертификаций, связанных с материалами, и пояснение значения каждого из них, которое поможет определить необходимые стандарты и сертификаты.

### 6.1 NACE MR0175/ISO 15156:2009 и NACE MR0103-2012

Сульфидное растрескивание под напряжением является основной проблемой в измеряемых средах, содержащих кислую нефть или газ. Среда характеризуется как «кислая» из-за присутствия сероводорода ( $H_2S$ ), который является чрезвычайно агрессивным и может существовать в виде газа или раствора. В кислой среде наружные компоненты, недостаточно устойчивые к воздействию сероводорода, могут выйти из строя. Выбор правильного материала имеет основополагающее значение.

NACE MR0175/ISO 15156 (EN 2004), «Материалы для использования в средах, содержащих  $H_2S$ , при добыче нефти и газа», является стандартом на материалы для нефтедобывающего, бурового, сборочного и поточного оборудования, а так же для оборудования магистральных трубопроводов и перерабатывающих предприятий. NACE MR0175/ISO 15156 содержит требования к материалам и предельные требования, определяемые составом среды и pH, температурным диапазоном и парциальным давлением  $H_2S$ , в которых эти материалы могут использоваться.

NACE MR0103 создан специально для процессов с кислыми средами и был разработан потому, что нефтеперерабатывающие заводы выходят за рамки NACE MR0175/ISO 15156. Стандарт NACE MR0103 устанавливает требования к материалу относительно устойчивости к сульфидному растрескиванию под напряжением. Требования также установлены для изготовления металла, такого как сварные конструкции.

## Указания

При выборе материалов для каждого из компонентов преобразователя давления с учетом NACE MR0175/ISO 15156 или NACE MR0103 необходимо учитывать несколько факторов.

- Стандарты применяются только к материалам, контактирующим с измеряемой средой. Если содержание сероводорода составляет менее 15% мол., а парциальное давление — менее 0,07 МПа абс., NACE MR0175/ISO 15156 не применяется. Таким образом, такие компоненты, как корпус измерительного преобразователя, не должны соответствовать требованиям.
- Стандарты обеспечивают только соответствующую стойкость к сульфидной коррозии под напряжением, а не полную устойчивость.
- NACE MR0175/ISO 15156 не применяется специально для сред с низким давлением. Для более подробной информации ознакомьтесь со стандартом.

## Сертификация — Q15, Q25

Сертификат соответствия NACE MR0175/ISO 15156 и/или NACE MR0103 для преобразователей давления Rosemount по запросу поставляется вместе с изделиями.

Сертификат ISO 15156/NACE MR0175 можно получить, выбрав код опции Q15.

Сертификат NACE MR0103 доступна при выборе кода опции Q25.

## 6.2 Сертификация прослеживаемости материала

Ни один производственный процесс не является полностью воспроизводимым. Различия в химических пропорциях, условиях среды и производственных процессах вызывают небольшие отличия в свойствах материала. Для проверки того, что каждый материал находится в пределах указанных допусков, производители тестируют образцы из каждой партии материала. Привязка результатов тестов с каждым материалом в конечном продукте называется прослеживаемостью материала.

### Указания

Независимо от выбранных материалов, прослеживаемость материала дает несколько преимуществ при заказе преобразователя давления.

- Она является подтверждением того, что каждый компонент изготовлен из указанных материалов.
- Это гарантирует, что предоставленные материалы соответствуют спецификациям, установленным для этого материала.

### Сертификация — Q8

Преобразователи давления Rosemount поставляются с сертификатом контроля материала, соответствующим ISO 10474 3.1B/EN 10204 3.1, служащим для документирования прослеживаемости материала. Прилагаемая документация уникальна для каждого устройства и содержит следующие пункты:

- информация о заказчике;
- информация о производителе;
- номер модели Rosemount;
- исходный компонент и соответствующий номер плавки;
- дата опубликования сертификата;
- отчеты об испытании материалов;
- заявление о соответствии материала.

Сертификат контроля материала предоставляется вместе с поставляемым изделием (для всех моделей с кодом опции Q8). Предоставленная документация хранится в течение пяти лет и может быть воссоздана по запросу.

## 6.3 Подтверждение марки материала

Для подтверждения марки материала (PMI) используется рентгеновский флуоресцентный спектрометр, определяющий состав материала в процентах от его базовых элементов. Такой способ обеспечивает неразрушающую проверку материала и подтверждает состав в сертификате Q8 (см. «Сертификация — Q8» на стр. 15).

### Указания

PMI тест влияет на выбор материалов компонентов.

- PMI тест подтверждает, что химический состав материала соответствует применимым спецификациям.
- PMI тест подтверждает только химический состав, он не измеряет физические свойства, такие как твердость или прочность.
- По запросу компания Emerson может провести PMI тест для компонентов под давлением, контактирующих со средой
- Если вам требуется провести PMI тест, то следует заказать сертификаты прослеживаемости материала (Q8).

### Сертификация — Q76

Для преобразователей Rosemount доступны сертификаты PMI, соответствующие ISO 10474 3.1B/EN 10204 3.1 — они служат для документирования проведения PMI. Этот документ можно указать в отдельной строке заказе, которая будет применима ко всему заказу.

## 6.4 Очистка для специальных применений

В специализированных объектах системы газоснабжения, например содержащих кислород, загрязнение может представлять серьезную проблему. Недостаточная чистота компонента, контактирующего с технологическим процессом, может привести к сгоранию продукта или повлиять на его чистоту. Специальная очистка обеспечивает, что поверхности всех компонентов, контактирующих со средой, очищаются согласно методам, определенным в ASTM G93, «Стандартная практика для методов очистки и уровней чистоты для материалов и оборудования, используемых в обогащенных кислородом средах», и не влияют на процесс.

### Указания

При заказе преобразователя давления с очисткой для специального применения необходимо учитывать несколько моментов.

- После очистки компоненты проходят визуальный контроль на наличие влаги, посторонних частиц или органических материалов.
- После выполнения очистки все очищенные детали запечатывают в пластиковый пакет, который должен оставаться герметичным до установки.
- В случаях, когда необходима специальная очистка, использование инертных жидкостей для заполнения модуля сенсора является распространенной практикой.
- Если вам необходима очистка сборки преобразователя давления и клапанного блока, отметьте эту опцию. Для графитонаполненных уплотнений клапанных блоков очистка недоступна.

### Сертификация — Q6

Преобразователи давления Rosemount поставляются в комплекте с сертификатом очистки для специального применения, в котором указано соответствие ISO 10474 3.1B/EN 10204 3.1 и факт того, что была выполнена очистка. Документация уникальна для каждого устройства и содержит следующие пункты:

- информация о заказчике;
- информация о производителе;
- номер модели Rosemount;
- дата выпуска;
- заявление о соответствии.

Специальную очистку можно заказать с помощью кодов опций P2, P3 или PA в коде модели изделия. Предоставленная документация хранится в течение пяти лет и может быть воссоздана по запросу.

## 6.5 ISO 9001

Для обеспечения максимального качества и воспроизводимости преобразователей давления Rosemount компания Emerson использует надежную систему управления качеством, соответствующую всем требованиям ISO 9001. Эта система была прочно установлена, внедрена, поддерживается и постоянно совершенствуется для удовлетворения различных потребностей клиентов компании Emerson и всех применимых нормативных актов.

### Указания

Приверженность компании Emerson качеству имеет несколько аспектов, которые следует учитывать при заказе материалов для преобразователя давления.

- Система управления качеством распространяется на всю организацию, поэтому все изделия и услуги, предлагаемые компанией Emerson, соответствуют высоким стандартам качества.
- Стандарт ISO 9001 требует проведения частых проверок независимой организацией, которая обеспечивает постоянное соответствие всем заявленным системам качества.

### Сертификация — Q1, Q2

Преобразователи давления Rosemount доступны в комплекте с сертификацией, подтверждающей, что поставляемые изделия соответствуют всем применимым стандартам и договорам в соответствии с ISO 9001. Эта сертификация доступна при выборе кода опции Q1. Также она доступна с нотариальным заверением при выборе кода опции Q2.

Швейцер Филипп А. (Schweitzer, Philip A.), P.E. *Таблицы коррозионной устойчивости: металлы, неметаллы, покрытия, растворы, пластмассы, эластомеры, облицовка и ткани*. Третье издание, Marcel Dekker, Inc., 1991 г.

Национальная ассоциация инженеров по коррозии. *Исследование данных по коррозии, раздел металлов*, 6-е издание, 1985 г.

*Справочники по металлам ASM*, том 13 («Коррозия»), 9-е издание, Американское общество металловедения, сентябрь 1987 г.

*Cor-sur* и *Cor-sur2*, версии программного обеспечения для ПК для исследования коррозии металлов и неметаллов, Национальная ассоциация инженеров по коррозии и Национальное бюро стандартов. А/я 218340, Хьюстон, Техас 77218.

*Исследование коррозии металлов и неметаллов*, Национальная ассоциация инженеров по коррозии и Национальное бюро стандартов. А/я 218340, Хьюстон, Техас 77218.

## 7.0 Справка по выбору материалов<sup>(1)</sup>

- E = Отличная сопротивляемость. Скорость коррозии < 0,05 мм в год. Лучший материал для мембраны.
- G = Хорошая сопротивляемость. Скорость коррозии < 0,50 мм в год.
- F = Средняя сопротивляемость. Скорость коррозии < 0,50–1,27 мм в год.
- P = Слабая сопротивляемость. Скорость коррозии > 1,27 мм в год.
- = Нет данных.

(Цифровые данные по скорости коррозии применимы только для выбора материалов мембран, но не для фланцев и переходников. При выборе материалов для фланцев/адаптеров и уплотнительных колец, обозначения «E, G, F и P» описывают характеристики этого материала как отличные, хорошие, средние и слабые)

- 1 = Может вызвать коррозионное растрескивание под напряжением.
- 2 = Может вызвать точечную коррозию, особенно при низкой скорости или в условиях застойной жидкости.
- \* = Технологическая среда может быть азрирована или дегазирована. Если существует значительная разница в свойствах материала, две буквы могут быть разделены косой чертой (данные азрации/дегазации).

### Примечание

Все сведения основаны на исследовании поведения материалов при температуре 20 °С, если не указано иное. Поскольку сопротивление материалов коррозии может существенно изменяться в зависимости от таких факторов, как загрязнение, температура, давление, скорость и т. д., данная таблица может рассматриваться только как общая инструкция при выборе материала.

Компания Emerson не дает никаких гарантий относительно пригодности любого материала преобразователя давления. Ответственность за выбор материала лежит на пользователе.

Среда техпроцесса	Фланец/переходник				Разделительная мембрана				Уплотнительные кольца, контактирующие со средой		
	Нержавеющая сталь 316	Литой сплав 400	Сплав C-276	Никелированная углерод. сталь	Нержавеющая сталь 316L	Сплав 400	Сплав C-276	Тантал	Стеклонаполненный ПТФЭ	Графитонаполненный ПТФЭ	Графит
Уксусная кислота (<50 %)*	E	G/E	E	P/F	E	F/E	E	E	E	E	E
Уксусная кислота (>50 %)*	E	G/E	E	P/F	E/G	F/E	E	E	E	E	E
Уксусная кислота (<50 %, <93 °С)*	E	P/E	E	P	E	P/E	E	E	E	E	E
Уксусная кислота (>50 %, <93 °С)*	E	P/E	E	P	G	P/E	E	E	E	E	E
Уксусная кислота (>50 %, >93 °С)*	F/–	–/E	–/E	P	P/–	–/E	–/E	E	E	E	E
Ацетилен (100 %, <121 °С)*	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Спирт	E	E	E	G	E	E	E	E	E	E	E
Воздух	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Сульфат алюминия (<50 %, <93 °С)	E	G	E	P	E <sup>1</sup>	F	E	E	E	E	E
Сульфат алюминия (>50 %, <93 °С)	F	F	E	P	P <sup>1</sup>	P	E	E	E	E	E
Аммиак (безводный, <260 °С)	E	E	E	E	E	E	E	–	E	E	E
Ацетат аммония (<93 °С)	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Бикарбонат аммония (<79 °С)	E	P	E	P	E	P	G	E	E	E	E

1. Справочные данные для выбора материалов составлены из публикации NACE «Исследование данных о коррозии», раздел металлов, шестое издание.

Среда техпроцесса	Фланец/переходник				Разделительная мембрана				Уплотнительные кольца, контактирующие со средой		
	Нержавеющая сталь 316	Литой сплав 400	Сплав С-276	Никелированная углерод. сталь	Нержавеющая сталь 316L	Сплав 400	Сплав С-276	Тантал	Стеклонаполненный ПТФЭ	Графитонаполненный ПТФЭ	Графит
Бромид аммония (<20 %)	E	E	E	G	G <sup>2</sup>	G	G	E	E	E	E
Хлорид аммония (<10 %, <93 °С)	E	E	E	G	E <sup>1,2</sup>	G	E	E	E	E	E
Хлорид аммония (10–20 %, <93 °С)	E	E	E	G	G <sup>1,2</sup>	G	E	E	E	E	E
Гидроксид аммония (<40 %)	E	F	E	F	E	P	E	P	E	E	E
Нитрат аммония (<93 °С)	E	F	E	F	E	P	G	E	E	E	E
Оксалат аммония (<40 %, <93 °С)	E	E	E	P	G	G	G	E	E	E	E
Аммонийфосфат (одно основной)	E	G	E	F	E	F	E	E	E	E	E
Аммонийфосфат (двух основной)	E	G	E	-	E	F	E	-	E	E	E
Аммонийфосфат (трехосновный)	E	E	E	-	E	G	E	-	E	E	E
Сульфат аммония (<40 %, <93 °С)	E	F	E	G	G	F	G	E	E	E	E
Анилин (100 %, <93 °С)	E	E	E	G	E	G	G	E	E	E	E
Пиво	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Бензол	E	E	E	E	E	E	G	E	E	E	E
Черный щелок (сульфат)	E	G	E	-	G <sup>1,2</sup>	G	E	E	E	E	E
Рассолы (кальций, дил.)	G	G	E	G	P <sup>2</sup>	F	E	E	E	E	E
Бром (сухой)	F	F	F	G	P	P	P	E	E	E	P
Бром (влажный)	F	F	F	F	P	P	P	E	E	E	E
Карбонат кальция (100 %, <93 °С)	E	E	E	E	E	G	G	E	E	E	E
Хлорид кальция (<50 %)	E	E	E	E	G <sup>1,2</sup>	G	E	E	E	E	E
Хлорид кальция (>50 %)	E	-	E	G	G <sup>1,2</sup>	G <sup>1,2</sup>	E	E	E	E	E
Сульфат кальция (насыщ.)	E	E	E	E	G	G	G	E	E	E	E
Углекислый газ	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Углекислота (100 %, <260 °С)	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Четыреххлористый углерод (сухой-влажный)	E	E	E	E	G	E	E	E	E	E	E
Ацетат целлюлозы (100 %, <38 °С)	E	E	E	G	E	G	E	E	E	E	E
Нитрат целлюлозы (100 %, <93 °С)	E	E	E	G	G	G	sG	E	E	E	E
Хлорная кислота (<20 %)	P	P	E	P	P	P	E	E	E	E	G
Хлорированная вода (насыщ.)	P	G	E	F	P <sup>1,2</sup>	F	E	E	E	E	E
Газообразный хлор (сухой)	G	G	E	G	F	G	G	E	E	E	E
Газообразный хлор (влажный)	P	G	G	P	P <sup>1,2</sup>	G	F	E	E	E	E
Хлороформ (80–100 %, <93 °С)	E	E	E	E	G	E	G	E	E	E	E
Лимонная кислота (<50 %, <93 °С)*	E	E	E	G	E	G	E	E	E	E	E
Лимонная кислота (>50 %, <93 °С)*	P	E	E	G	P	G	E	E	E	E	E
Сырая нефть (кислая)	E	E	E	-	G	E	E	-	E	E	E
Этилендихлорид (100 %, <93 °С)	E	E	E	G	G <sup>1,2</sup>	G	G	E	E	E	E
Хлорид железа (<10 %)	P	F	E	P	P <sup>1,2</sup>	P	E	E	E	E	E
Хлорид железа (<40 %, горячий)	P	P	G	P	P <sup>1,2</sup>	P	F	E	E	E	E
Фреон (газ, влажный)	E	E	E	F	G	E	E	E	E	E	E
Фруктовые соки	E	E	-	-	E	G	-	-	E	E	E
Глицерин (0–100 %, <93 °С)*	E	E	E	G	E	E	E	E	E	E	E

Среда техпроцесса	Фланец/переходник				Разделительная мембрана				Уплотнительные кольца, контактирующие со средой		
	Нержавеющая сталь 316	Литой сплав 400	Сплав С-276	Никелированная углерод. сталь	Нержавеющая сталь 316L	Сплав 400	Сплав С-276	Тантал	Стеклонаполненный ПТФЭ	Графитонаполненный ПТФЭ	Графит
Зеленый щелок (NaOH)	E	E	E	E	E <sup>1</sup>	E	E	E	E	E	E
Зеленый щелок (сульфат, <93 °С)	E	E	E	E	G	G	G	-	E	E	E
Соляная кислота (<1 %)	P	G	G	G	P	G	G	E	E	E	E
Соляная кислота (>2 %, от комнатной температуры до горячей)*	P	P	F	P	P	P	P	E	P	E	E
Плавиковая кислота (<50 %)*	P	E	E	G	P	G	G	P	P	E	E
Плавиковая кислота (>50 %)*	P	E	G	F	P	G	G	P	P	E	E
Хлористый водород (безводный, <260 °С)	G	E	E	E	F	G	E	E	E	E	E
Хлористый водород (влажный)	F	F	F	F	P	P	-	E	E	E	E
Фтористый водород (сухой, <260 °С)	G	E	E	E	F	G	G	P	E	E	E
Газообразный водород (<260 °С)	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Перекись водорода	E	F	E	F	G	P	E	E <sup>1</sup>	E	E	G
Сероводород (сухой, <93 °С)	E	E	E	G	E <sup>1</sup>	G	G	E	E	E	G
Сероводород (влажный, <93 °С)	G	F	E	G	G <sup>1,2</sup>	P	E	E	E	E	G
Изопропанол (<93 °С)	E	E	E	E	E	E	E	E	-	-	-
Метанол	E	E	E	E	G	G	E	E	E	E	E
Природный газ	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Азотная кислота (20 %)	E	P	G	P	E	P	P	E	E	E	E
Азотная кислота (20 %, 93 °С)	E	P	P	P	G	P	P	E	E	E	E
Азотная кислота (65%, кипящая)	G	P	P	P	P	P	P	E	E	E	E
Азотная кислота (конц., горячая)	P	P	P	P	P	P	P	E	E	E	G
Азотная кислота (дымящаяся)	E	P	G	P	E	P	G	E	E	E	P
Закипь азота	G	P	G	P	G	P	G	E	E	E	E
Газообразный кислород	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Фосген (от комнатной температуры до горячей)	G	E	E	E	G	E	G	-	E	E	E
Фосфорная кислота (<50 %)*	E	F/E	-/E	F/G	E	P/E	-/E	-/E	E	E	E
Фосфорная кислота (> 50 %)*	G	P/E	-/E	P	G	P/E	-/E	-/E	E	E	E
Фосфорная кислота (<10 %, кипящая)*	F	P/G	-/G	P	P/G	P/G	-/G	-/E	E	E	E
Фосфорная кислота (<85 %, кипящая)*	P/F	P/G	-/F	P	P/F	P/G	-/F	-/E	E	E	E
Полиэтилен(100 %, <93 °С)	E	E	E	E	E	E	E	E	-	-	-
Поливинил хлорид	E	E	-	G	E	G	-	-	E	E	E
Хлорид калия (<40 %, <93 °С)	E	E	E	G	E	G	E	E	E	E	E
Калиевая селитра (<93 °С)	E	E	E	E	G	G	G	-	E	E	E
Пропан (100 %, <93 °С)	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Пропилен дихлорид (100 %)	E	E	E	E	G	G	G	-	-	-	-
Оксид пропилена (<93 °С)	E	-	-	-	E	-	-	-	E	E	E
Стоки	E	E	E	E	E	E	G	E	E	E	E
Хлорид натрия (<40 %, <93 °С)	E	E	E	F	G	E	E	E	E	E	E
Гидроксид натрия (50 %)	E	E	E	E	E <sup>1</sup>	E	E	P	E	E	E
Гидроксид натрия (<40 %, <65 °С)	E	E	E	E	E <sup>1</sup>	E	G	P	E	E	E

Среда техпроцесса	Фланец/переходник				Разделительная мембрана				Уплотнительные кольца, контактирующие со средой		
	Нержавеющая сталь 316	Литой сплав 400	Сплав С-276	Никелированная углерод. сталь	Нержавеющая сталь 316L	Сплав 400	Сплав С-276	Тантал	Стеклонаполненный ПТФЭ	Графитонаполненный ПТФЭ	Графит
Гидроксид натрия (40–75 %, <65 °С)	E	E	E	E	G <sup>1</sup>	E	G	P	E	E	E
Гидроксид натрия (расплавленный)	F	F	P	G	P <sup>1</sup>	F	P	P	P	P	P
Пар (<260 °С)	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Стирол	E	E	E	E	E	G	E	–	–	–	–
Сера (расплавленная, сухая, 110 °С)	E	E	E	G	G	G	E	E	E	E	G
Диоксид серы (сухой)	E	P	G	P	G	P	F	E	E	E	G
Диоксид серы (влажный)	E	P	E	P	G	P	F	E	E	E	E
Серная кислота (<2 %)*	E/G	F/E	E	P	G	P/G	E	E	E	E	E
Серная кислота (2–40 %)	F/P	E/G	E	G/P	P	E/G	E	E	E	E	E
Серная кислота (конц., >95 %)	E	P	E	P	G	P	E	E	E	E	P
Серная кислота (10% — конц., кипящая)*	P	P/F	P	P	P	P	P	E	E	E	–
Трихлорэтилен (80–100 %)	E	E	E	G	E	E	G	–	E	E	E
Винилхлорид (100 %)	E	E	E	E	G	E	E	–	E	E	E
Вода (пресная и дистиллированная)	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Вода (морская)	G <sup>2</sup>	E <sup>2</sup>	E	G	F <sup>1,2</sup>	G <sup>2</sup>	E	E	E	E	E
Вода (соленоватая)	E	G	E	P	G <sup>2</sup>	F	E	E	E	E	E
Белый щелок	E	E	E	–	E	G	E	E	E	E	E
Ксилол (100 %, <93 °С)	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E

### 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](http://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

+7 (727) 356-12-00

+7 (727) 356-12-05

Info.Kz@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](http://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

Актуальную информацию о наших контактах  
смотрите на сайте [www.emerson.ru/automation](http://www.emerson.ru/automation)



Emerson Ru&CIS



[twitter.com/EmersonRuCIS](https://twitter.com/EmersonRuCIS)



[www.facebook.com/EmersonCIS](https://www.facebook.com/EmersonCIS)



[www.youtube.com/user/EmersonRussia](https://www.youtube.com/user/EmersonRussia)

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, 2018. Все права защищены.