

Коррозионная стойкость металлов и сплавов

Часто необходимо проводить измерение давления агрессивных сред: масла и промышленных газов, растворов кислот и щелочей. Существует множество разных материалов, которые способны защитить прибор от воздействия среды.

Выбирая датчик давления, следует отметить, что производители в разделе "Рабочая среда" указывают: "Рабочая среда, неагрессивная к стали типа хастеллой, нержавеющей стали или пирексу". Для потребителя, не сведущего в основах химии, это практически не несет ни какой информации. Поэтому прежде чем приобретать датчик необходимо предварительно определить агрессивность той среды, в контакте с которой он должен находиться, и подобрать наиболее подходящий материал.

Нержавеющие стали

Поверхностное разрушение металла под действием внешней среды называется коррозией. Чистое железо и низколегированные стали неустойчивы против коррозии в атмосфере, в воде и многих других средах, так как образующаяся пленка окислов недостаточно плотна и не изолирует металл от химического воздействия среды. Некоторые элементы повышают устойчивость стали против коррозии, и таким образом можно подобрать сталь, практически не подвергающуюся разрушению в данной среде.

При введении таких легирующих элементов происходит скачкообразное повышение коррозионной стойкости. К примеру, введение в сталь более 12% хрома (Cr) делает ее коррозионностойкой в атмосфере и во многих других промышленных средах. Стали содержащие менее 12% Cr, практически в столь же большой степени подвержены коррозии, как и железо. Стали содержащие 12-14% Cr, ведут себя как благородные металлы: обладая положительным электрохимическим потенциалом, они не ржавеют и не окисляются на воздухе, в воде, в ряде кислот, солей и щелочей.

Хромистые нержавеющие стали

Хромистые нержавеющие стали применяют трех типов: 13, 17 и 27% Cr в зависимости от требований имеют различное содержание углерода.

Стали с более 17% Cr имеют иногда небольшие добавки титана и никеля, которые вводят для улучшения механических свойств. Помимо этого стали с таким содержанием хрома обладают высокой коррозионной стойкостью в плоть до температуры в 900°C.

Стали с содержанием хрома 13% более распространенные и наиболее дешевые, их применяют для бытовых назначений и в технике. Эти стали хорошо свариваются. Сплавы с низким содержанием углерода пластичны, с высоким – обладают высокой твердостью и повышенной прочностью, из них изготавливают детали повышенной прочности и износоустойчивости (хирургический инструмент, подшипники, пружины и другие детали, работающие в активной коррозионной среде).

Аустенитные стали

Введение достаточного количества никеля (Ni) в хромистую сталь обеспечивает лучшую механическую прочность, делает сталь более коррозионностойкой и не хладноломкой. Нержавеющие стали с 18% Cr и 10% Ni получили наиболее широкое распространение в машиностроении.

Для того, чтобы повысить сопротивление коррозии в кислотах в сталь вводят молибден и медь, особенно молибден с медью при одновременном увеличении содержания никеля. При необходимости, чтобы иметь еще и высокие механические свойства вводят титан и алюминий.

Более высокую коррозионную стойкость имеют никеливые сплавы типа хастеллой 80% Ni и 20% Mo (сплавы НИМО) с дополнительным легированием.

Титан

Титан (Ti) имеет высокую удельную прочность, благодаря чему сплавы на его основе получили широкое применение в технике, особенно в тех областях, где важное значение имеет масса (авиация, ракетостроение и др.). Титан обладает высокой коррозионной стойкостью в большом количестве агрессивных сред, превосходя зачастую в этом отношении нержавеющую сталь. Поэтому проще перечислить среды, в которых титан растворяется: например, плавиковая, соляная, серная, ортофосфорная, щавелевая и уксусная кислоты.

Высокая коррозионная стойкость титана обусловлена образованием на поверхности плотной защитной оксидной пленки. Если эта пленка не растворяется в окружающей среде, то можно считать, что титан в ней абсолютно стоек. Например, морская вода за 4000 лет растворит слой титана толщиной 30 - 40 микрон (1 микрон равен 10^{-4} см). Если же оксидная пленка растворима в данной среде, то применение в ней титана недопустимо.

Тугоплавкие металлы

К тугоплавким относят металлы: ванадий, вольфрам, гафний, молибден, ниобий, тантал, технеций, титан, хром, цирконий, - температура плавления которых выше температуры плавления железа (1539оС), кроме металлов платиновой и урановой групп и некоторых редкоземельных.

Следует отметить, что при высоких температурах все тугоплавкие металлы являются кислотостойкими. При этом наиболее сильно выделяется тантал. Ниобий и молибден по коррозионной стойкости превосходят сплавы на основе железа или никеля, однако уступают танталу.

Применение таких материалов целесообразно в средах, в которых другие материалы не обладают коррозионной стойкостью. К таким средам относятся неорганические крепкие кислоты при повышенных температурах, а так же некоторые промышленные среды.

Несмотря на высокую стоимость металлов по сравнению с такими коррозионностойкими материалами, как высоколегированная нержавеющая сталь или хастеллой, применение сплавов тугоплавких металлов оправдано, так как вследствие высокой стойкости возможно эксплуатировать химические установки практически весь срок без замены приборов.

Коррозионная стойкость нержавеющей сталей в некоторых кислотах.

Серная кислота. При комнатной температуре высокой стойкостью в этой кислоте обладают все аустенитные стали. При 70°С хромоникелевые стали нестойки даже в кислотах слабой концентрации, но примерно до 5% H₂SO₄ могут работать стали с добавлением молибдена и меди. Однако последние разрушаются в кипящей серной кислоте до концентрации 30%. В этих случаях следует применять сплавы типа хастеллой, а при концентрации выше 30% в кипящей серной кислоте могут работать лишь тугоплавкие металлы.

Фосфорная кислота. При комнатной температуре любой концентрации устойчивы аустенитные стали, хромистые нет. В горячей кислоте устойчивы стали с добавками молибдена и меди до концентрации 25%, в кипящей – хастеллой до 50%, а при более высокой устойчивы лишь тугоплавкие металлы.

В **соляной кислоте** устойчива стали с добавлением молибдена или меди при комнатной температуре и до концентрации 5%.

Выше сказанное можно условно привести на следующем рисунке, где схематично показана коррозионная стойкость различных материалов относительно друг друга в кипящей серной кислоте. Следует отметить, что подобные зависимости наблюдаются и в ряде других крепких неорганических кислот, за исключением плавиковой и азотной.

