

# ТИТАН ИЛИ КЕРАМИКА?

TITANIUM OR CERAMIC?

**A.Г. КАРПОВ**

Заместитель директора ООО «ЕвроАрм»

Чебоксары

**A.G. KARPOV**

LLC «EuroArm», Deputy Director

euro-arm@mail.ru  
Cheboksary**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:**

Трубопроводная арматура, керамика, коррозионная стойкость, титановые сплавы, арматура футерованная керамикой

**KEYWORDS:**

Pipe and fittings, ceramic, corrosion resistance, titanium alloys, fittings lined with ceramics

В статье приведено сравнение титановой арматуры и арматуры футерованной технической керамикой. При их сравнении неоспоримое преимущество находится у арматуры, футерованной керамикой, за счет отсутствия температурных ограничений, высокой химической стойкости к большинству агрессивных сред и износостойкости. В статье приведены максимально возможно полная характеристика материалов, используемых для изготовления арматуры для химических производств.

The article compares the titanium valves and fittings lined with technical ceramics. When comparing them is a distinct advantage in fitting, lined with ceramics, due to the lack of temperature limits, high chemical resistance to most aggressive environments and durability. The article describes the extent possible, a complete characterization of the materials used to manufacture valves for the chemical industry.

Опубликованная в журнале «Экспозиция Нефть Газ» № 6 за 2011г. статья «В защиту керамики, как материала для трубопроводной арматуры» дала возможность проектировщикам и эксплуатирующим службам предприятий проводить первичную сравнительную оценку целесообразности применения легированных сталей и различных видов керамики для конкретных условий работы арматуры. Это особенно актуально, когда речь идет о высокоагрессивных средах, а также в случае присутствия абразивных примесей.

Из содержания статьи, следует, что в случае работы арматуры с агрессивными средами при повышенных температурах, а так же, в случае, присутствия в средах

большого количества абразивных частиц, более долговечной является арматура, рабочие органы которой изготовлены из технической керамики.

К нам стали поступать вопросы: «А что же получится, если сравнивать керамику с титаном и его сплавами, которые также используются в арматуре для химической промышленности?»

В данной статье мы постараемся ответить на этот вопрос.

Титан достаточно распространен в земной коре и занимает четвертое место по запасам после железа, алюминия и магния. Чистый титан представляет собой, пластичный материал, невысокой прочности.

В присутствии железа, кремния, углерода, кислорода, водорода, азота и других элементов, даже в небольших количествах, титан становится более прочным и менее пластичным. Сплавы титана своими свойствами похожи на твердые материалы (алмаз, корунд, стекло), в силу плохой пластической деформации которых, разрушение происходит лавинообразно (разрушение происходит стремительно и на большую протяженность). В Таблице 1 приведены составы наиболее распространенных сплавов титана.

Информация по коррозионной стойкости титана весьма скудна и противоречива, поскольку зависит от состава среды (наличия примесей, концентраций) и других рабочих ►

Марки титановых сплавов	Примеси, %										
	Fe	Si	C	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	Al	Mn	V	Mo	Cr
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
BT1-1	0,3	0,12	0,08	0,15	0,05	0,012	-	-	-	-	-
BT1-0	0,25	0,1	0,07	0,12	0,04	0,01	-	-	-	-	-
BT1-00	0,1	0,08	0,05	0,1	0,04	0,008	-	-	-	-	-
BT5	-	-	-	-	-	-	6,3	-	-	-	-
BT6	0,3	0,1	0,1	0,2	0,05	0,015	6,0	-	4,0	-	-
OT4-0	-	-	-	-	-	-	1,4	1,3	-	-	-

Таб. 1. Состав титановых сплавов

Среда	Концентрация, %	Температура, ° C	Коррозия, мм/год	Категория стойкости
1	2	3	4	5
HCl	25	70	52	Нестойкие
	20	60	29,8	Нестойкие
	1,5	100	4,4	Малостойкие
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	40	70	62	Нестойкие
	96	70	35	Нестойкие
	20	60	10	Малостойкие
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	10	100	1,29	Пониженной стойкости
	20	35	0,18	Стойкие
HNO <sub>3</sub>	любые	любые	0,125	Стойкие
HF	любые	любые	Более 10	Нестойкие
NaOH	40	80	5	Малостойкие
	28	20	0,1	Стойкие

Таб. 2. Химическая стойкость титана и его сплавов

параметров. Химическая стойкость титана и его сплавов приведена в Таблице 2.

Коррозия свыше 1 мм/год считается значительной и арматуру из таких материалов следует применять с периодическими осмотрами, в случае отсутствия особых требований к герметичности. При коррозии свыше 3 мм/год – использование нецелесообразно.

В целом, титан и его сплавы обладают достаточно высокой коррозионной стойкостью в кислых окислительных средах (азотная, хромовая и другие кислоты) и растворах щелочей при невысоких температурах. При повышенной температуре и концентрации коррозия резко возрастает. В неокислительных кислотах (плавиковой, соляной и в других) титан и его сплавы обладают неудовлетворительной коррозионной стойкостью.

Очень низкую коррозионную стойкость титан и его сплавы имеют в растворах плавиковой кислоты. Очень интенсивная коррозия идет уже при 1% концентрации и нормальной температуре. В этом случае, положительного эффекта не дают даже добавки окислителей, скорость коррозии наоборот повышается.

Коррозионные свойства титана определяет тонкая окисная пленка, толщиной в несколько Ангстрем, образующаяся на его поверхности (наподобие окисной пленки алюминия) под воздействием кислорода или других сильных окислителей, поэтому добавление в среду окислителей обычно значительно снижает его коррозию. Например, титан почти не корродирует в среде царской водки.

Соляная кислота наоборот сильно разрушает окисную пленку. При повышении температуры и концентрации соляной кислоты процесс коррозии резко усиливается.

Так же сильно корродируют сплавы титана в средах кремнифторводородистой, фосфорной кислот, перекиси водорода,

сухого хлора и брома, а так же в спиртах, включая спиртовую настойку йода.

В Таблице 3 приведены основные физико-механические свойства титановых сплавов, легированной стали и технических керамик.

Из приведенных данных видно, что титановые сплавы легче легированных сталей и по весу стоят в одном ряду с технической керамикой.

По прочностным характеристикам титановые сплавы не уступают, а кое-где превосходят легированные стали.

По температурному режиму работы титановые сплавы также могут конкурировать с легированными сталями, но сильно уступают технической керамике.

Устойчивость титановых сплавов к воздействию абразивных включений выше, чем у легированных стальных сплавов. Это объясняется наличием на поверхности титановых сплавов оксидной пленки, твердость которой намного превосходит твердость титана.

Образование оксидной пленки на поверхности титана происходит за счет находящегося во внешней среде окислителей. По мере роста толщины оксидной пленки проникновение окислителя, например кислорода, к чистому титану затрудняется. Поэтому, если на самой поверхности титана кислорода достаточно и образуется двуокись титана, то количество кислорода поступающего в глубину через оксидную пленку становится все меньше, вследствие чего по мере роста толщины пленки между самим титаном и его двуокисью образуется слой окиси титана (Ti-TiO-TiO<sub>2</sub>). Появление слоя TiO сильно уменьшает сцепление поверхностного слоя TiO<sub>2</sub> с титаном. В результате чего при воздействии сжимающих напряжений, при наличии в транспортируемой среде твердых примесей, а так же кавитационных пузырьков разрушается поверхностная целостность защитной пленки, и возникают задиры.

Далее в этот процесс формирования задиров вовлекается чистый титан, что приводит к повышенному износу трущихся поверхностей и выходу из строя самой арматуры.

Титановая арматура значительно дороже стальной, при этом ее применение на агрессивных средах при повышенных температурах имеет достаточно много ограничений. И целесообразность ее использования необходимо рассматривать отдельно в каждом случае.

Если сравнивать титановую арматуру с арматурой, футерованной технической керамикой, то здесь неоспоримое преимущество у арматуры, футерованной керамикой, за счет отсутствия температурных ограничений, высокой химической стойкости к большинству агрессивных сред и износостойкости. При этом цены на арматуру из керамики и титановых сплавов приблизительно одинаковы.

Таким образом, мы постарались дать максимально полную характеристику материалов, используемых для изготовления арматуры для химических производств.

Решение, какую арматуру приобрести – за Вами, уважаемые потребители трубопроводной арматуры. Надеемся, наш труд не останется без Вашего внимания. ■

#### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Титан и его сплавы в химической промышленности. Справочное пособие. Фокин М.Н., Рускол Ю.В., Мосолов А.В. «Химия», 1978г.
2. Конструкционные титановые сплавы. Глазунов С.Г., Моисеев В.Н. «Металлургия», 1974г.
3. Механические свойства титана и его сплавов. Колачев Б.А., Ливанов Б.А., Буханова А.А. «Металлургия», 1974г.
4. Таблицы коррозионной стойкости титана и его сплавов в агрессивных промышленных средах. «Цветметинформация», 1968г.

Материалы	Плотность, г/мм <sup>3</sup>	Предел прочности, МПа/мм <sup>2</sup>	Предел текучести, МПа/мм <sup>2</sup>	Температура плавления, °С	Твердость по Виккерсу
1	2	3	4	5	6
Титановые сплавы	4,5	390 -540	294 -362	250 (1665)*	210-340
Легированная сталь	7,9	490	460	1500	200
Керамика на основе Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,9	3900	390	1600**	1700
Керамика на основе ZrO	5,7	1800	625	1600**	1300
Керамика на основе SiC	3,1	2500	350	1600**	2100
Керамика на основе Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	3,2	2600	700	1600**	1650

Таб. 3. Основные физико-механические свойства материалов

Где: \* - максимальная рабочая температура для изделий из титановых сплавов в химической промышленности установлена в 250°С;

\*\* - максимальная рабочая температура изделий из технической керамики.



428022, Россия, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. Декабристов, д. 33-А, оф. 311  
тел./факс (8352) 63-00-24, тел. (8352) 23-03-41;  
e-mail: evro-arm@mail.ru; http://www.evro-arm.ru/

ООО «ЕвроАрм» консультирует по подбору, применению предлагаемой арматуры для различных условий эксплуатации, разрабатывает нестандартные решения для сложных мест установки и тяжелых условий эксплуатации арматуры (сильноагрессивные, абразивные, чистые среды, высокие температуры и давление) и осуществляет комплексные поставки.

Компания является официальным представителем производителей запорной, регулирующей, предохранительной, дозирующей арматуры для химии, нефтепереработки, энергетики и других отраслей: CERA SYSTEM, LESER (Германия), ABO Valve, LDM (Чехия).