

В ЗАЩИТУ КЕРАМИКИ, КАК МАТЕРИАЛА ДЛЯ ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ

IN DEFENSE OF CERAMICS AS A MATERIAL FOR PIPELINE VALVES

А.Г. КАРПОВ
А. ШНАЙДЕР

Заместитель директора ООО «ЕвроАрма»
Менеджер по работе с Россией и странами СНГ, Cera System

Чебоксары
evro-arm@mail.ru

A.G. KARPOV
A. SCHNEIDER

Deputy Director, EvroArm LLC
Account Manager Russia and CIS countries «Cera System»

Cheboksary

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

Трубопроводная арматура, керамика, прочность, термошок, износостойкость, коррозионная стойкость

KEYWORDS:

Pipe and fittings, ceramics, strength, Thermal shock, wear and corrosion resistance

В статье приведено сравнение физических характеристик керамики на основе Al_2O_3 , ZrO_2 , SiC, Si_3N_4 и сплавов стали, таких как твердость, прочность на изгиб, прочность на сжатие, плотность.

В статье также приведены результаты испытания коррозионной стойкости керамики и стальных сплавов в среде различных кислот и щелочей.

The article presents a comparison of physical characteristics of ceramics based on Al_2O_3 , ZrO_2 , SiC, Si_3N_4 and alloys steel, such as hardness, flexural strength, compressive strength and density.

The article also presents the results of corrosion resistance tests of ceramics and steel alloys in acids and alkalis.

На протяжении последних лет наша фирма занимается продвижением на российский рынок трубопроводной арматуры для работы в тяжелых условиях: высокая температура, давление, агрессивность среды, наличие абразивных материалов в транспортируемой среде.

Обычно применяемая в этих условиях стальная или футерованная фторопластом арматура работает от нескольких недель до полугода.

Для подобных условий эксплуатации европейские компании предпочитают

использовать арматуру, футерованную керамикой.

Высокая стоимость этой арматуры с лихвой окупается за счет ее долговечности и надежности.

Попытки предложить подобную арматуру для российских предприятий наталкиваются не только на отказ из-за высокой стоимости со стороны закупщиков, но и на стойкое убеждение проектантов, технологов, других технических специалистов и закупщиков в хрупкости этих изделий. Тут очевидна ассоциация с

бытовыми керамическими предметами. Поскольку само слово «керамика» происходит от латинского «karamus» – глина, и связана в быту со столовой посудой, чайным фарфором, облицовочной плиткой. Все эти предметы достаточно хрупки и легко бьются при ударе или падении даже на деревянный пол.

Однако если обратиться к популярным и специальным статьям о технической керамике и ее применении, становится понятно, что это совсем другая керамика.

Техническая керамика давно используется в качестве материала режущих ▶

Среда	t, °C	99,5 % Al_2O_3	99,9 % Al_2O_3	ZrO_2	SiC	Si_3N_4	SS304	SS316	HC3	Stellite® #6	Stellite® #12
20 % HCl	60 °C	A	A	A	A	B	C	C	B	C	C
20 % HCl	95 °C	A	A	A	A	C	-	-	C	C	C
90 % H_2SO_4	60 °C	A	A	A	A	A	C	C	B	B	C
90 % H_2SO_4	95 °C	A	A	A	A	B	C	C	C	-	-
60 % H_3PO_4	60 °C	A	A	A	A	C	C	C	A	B	A
60 % H_3PO_4	95 °C	A	A	A	A	C	C	C	A	C	C
10 % HF	60 °C	B	B	C	A	A	C	C	C	C	C
46 % HF	95 °C	C	C	C	A	C	-	-	C	-	-
60 % HNO_3	60 °C	A	A	A	A	C	A	A	C	A	A
60 % HNO_3	95 °C	B	A	A	A	C	B	B	C	B	C
30 % NaOH	60 °C	B	A	A	A	B	A	A	A	C	A
30 % NaOH	95 °C	B	A	B	A	C	A	B	A	-	B

Где:

A =< 0,1 ммг/см² в день – незначительная или нулевая коррозия. Материал рекомендуется для применения в этих условиях.

B = 0,1-0,3 ммг/см² в день – небольшая коррозия. Материал рекомендуется использовать с ежегодным осмотром.

C => 0,3 ммг/см² в день – существенная коррозия. Материал не рекомендуется для использования.

– – Материал разрушился из-за сильной коррозии раньше окончания испытаний. Использовать нельзя!!

Таб. 1. Таблица химической стойкости

пластин металлорежущего инструмента для обработки деталей из твердых и тугоплавких сплавов в автомобильных, авиационных двигателях, в различных видах оружия и военной техники.

Также, техническая керамика нашла применение и в быту. Это покрытия для сковородок, кто любит готовить, знают, как хороши керамические ножи для разделки рыбы, картриджи для бытовых водопроводных кранов. Керамические краны практически вытеснили из наших кухонь и ванных комнат обычные краны за счет удобства в использовании, надежности и долговечности.

Для более наглядного сравнения свойств керамики и сталей приведем некоторые технические параметры основных видов керамики изготавливаемой на основе:

1. Al_2O_3 – Оксид алюминия;
2. ZrO_2 – Оксид циркония;
3. SiC – Карбида кремния;
4. Si_3N_4 – Нитрида кремния.

ТВЕРДОСТЬ И ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ

На износостойкость конструктивных элементов существенно влияет соответствующий вид нагрузки. Керамические материалы, благодаря их очень высокой твердости (рис. 1), обладают в разы более высокой износостойкостью к трению, чем металлы. На практике в большинстве случаев с комплексным воздействием, таким как трение, абразивный износ, дробеструйный износ, а также квантация, как правило, значительно лучше справляются керамические рабочие детали, чем металлические. Каждый отдельный случай непосредственного воздействия нагрузок требуют более точного рассмотрения.

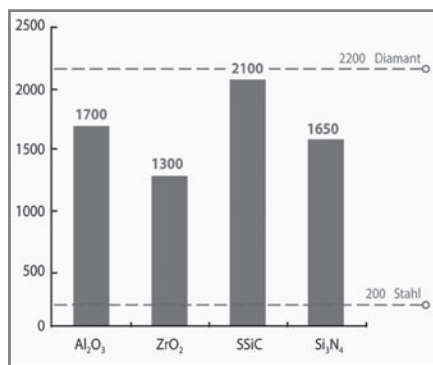


Рис. 1. Твердость по Виккерсу, ГПа. Где Diamant – алмаз, Stahl – сталь.

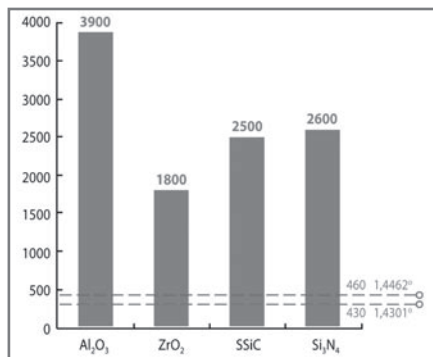


Рис. 2. Прочность на сжатие, МПа. Где: 1,4462* – дуплексная нержавеющая сталь 03X22M5AM2
1,4301* – нержавеющая сталь 08X18M10

КОРРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ

По сравнению с другими материалами коррозионная стойкость промышленных керамических материалов существенно более универсальна и высока (таб. 1).

Керамика абсолютно нейтральна к сильнейшим растворителям. Растворы солей и щелочей в большинстве случаев не создают проблем с ее использованием. На агрессивных кислотах использование керамики возможно до относительно высоких температур.

Однако имеются определенные нюансы, на которые нужно обращать внимание.

Например:

- Все оксидные керамические материалы непостоянны против солей фтористоводородной кислоты.
- Циркониевая керамика Y-PSZ чувствительна к водяному пару (гидротермально непостоянна).

В связи с этим до начала производства арматуры необходимо произвести подбор керамики исходя из конкретных условий ее эксплуатации. При этом непременно нужно обращать внимание, на то, что смеси веществ воздействуют, как правило, иначе, чем эти же вещества по отдельности.

Поэтому иногда требуются дополнительные испытания образцов керамики в лабораторных и рабочих условиях.

ПРОЧНОСТЬ НА ИЗГИБ И ПРОЧНОСТЬ НА СЖАТИЕ

В отличие от металлов величина прочности керамических материалов на изгиб, на разрыв и на сжатие сильно различается. Прочность на сжатие (рис. 2) почти всех

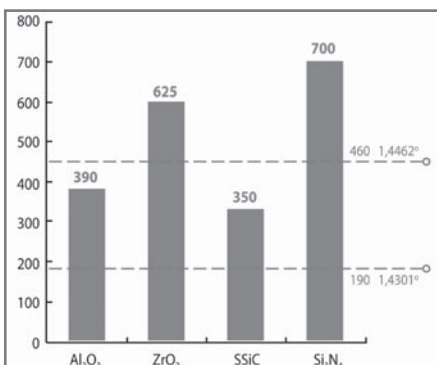


Рис. 3. Прочность на изгиб, МПа.

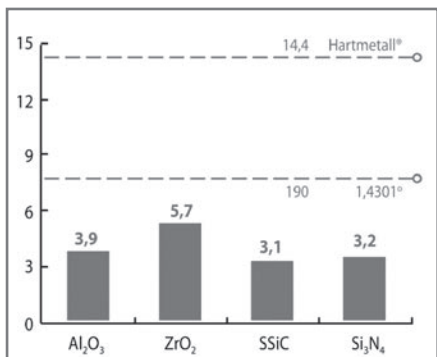


Рис. 4. Плотность, г/см³. Где Hartmetall – твердый сплав.

плотных керамик многократно превосходит прочность на сжатие металлов, и прежде всего, нужно обращать внимание на пределы прочности на разрыв и на изгиб (рис. 3).

Очень высокая прочность на сжатие Al_2O_3 может быть выгодна, прежде всего, в седле шарового крана.

Из-за высокой нагрузки крутящего момента шары необходимо изготавливать из материалов с высокой прочностью на изгиб. Поэтому для них предпочтительно использовать диоксид циркония и нитрид кремния.

Даже если сравнение величины прочности металлов и керамик проблематично, все же, оно показывает сильное различие свойств материалов.

ПЛОТНОСТЬ

Как правило, преимуществом использования оборудования из керамики является еще и вес, так как эти материалы имеют более низкую плотность (рис. 4) в сравнении с твердым сплавом и высококачественной сталью.

ТЕРМОУДАР

Несмотря на то, что керамические конструктивные элементы сохраняют свою форму и прочность, а также остальные физико-механические свойства, до очень высоких температур (порядка +1600 °C), есть определенные ограничения по предельному значению ΔT (мгновенного скачка температуры – термоударов), превышение которого ведет к ухудшению физико-механических свойств или даже к разрушению материала (рис. 5).

Кроме свойств самого материала, на предельное значение ΔT термоудара, сильно влияет геометрия изделия: простые геометрические формы (труба) менее чувствительны к термоудару, чем участки, значительно отличающиеся толщиной стенок. И это нужно учитывать.

Из приведенных данных видно превосходство керамики, как по механическим характеристикам, так и по теплофизическим в сравнении с нержавеющими сталями и как следствие этого арматура, футерованная керамикой, значительно превосходит стальную арматуру по своим эксплуатационным качествам.

В силу того, что корпуса арматуры изготавливаются из стали или пластика, внешние воздействия (механические удары, переколы при монтаже и пр.), как и в обычной ▶

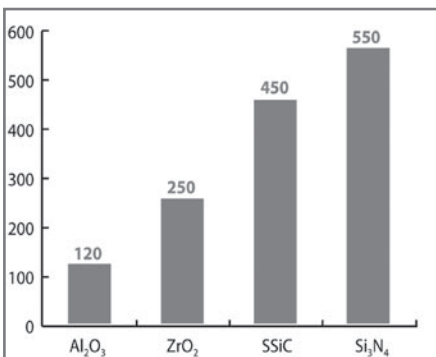


Рис. 5. Предельное значение ΔT термоудара для керамических материалов, К.

арматуре принимает на себя соответствующую сталь или пластик – материалы, обладающие меньшей прочностью, но большей пластичностью, чем керамика, как мы видим из сравнительных таблиц. Воздействие же транспортируемой среды испытывают внутренние поверхности арматуры, изготовленные из цельнолитой керамики.

Применение арматуры, футерованной керамикой, оправдано при управлении потоками суспензий, пульп, жидких, газообразных сред, являющихся абразивными, высоко химически активными, летучими и опасными для человека, при очень высоких температурах (свыше +250 °С), на сыпучих средах, и становится незаменимой при сочетании этих экстремальных условий работы арматуры.

Примеры:

- Процесс регулирования/дозирования хлорпарафина (при соприкосновении с металлом меняет цвет, что недопустимо).
- Процесс разбавления воды концентрированной серной кислотой (сильная коррозия).

- Пневмотранспорт кремния, кварца, подача твердого катализатора (сильный механический износ).

Конструктивные особенности данной арматуры позволяет использовать ее в качестве регулирующей, а также заменять дозирующие установки, получая при этом высокую точность дозирования реагентов. А всем химикам известно, как сильно зависит результат химической реакции от правильного соотношения вступающих в реакцию веществ.

Подводя итоги сказанному, можно резюмировать:

1. Использование керамики в трубопроводной арматуре позволяет повысить ее работоспособность и надежность в тяжелых условиях эксплуатации, а значит повысить безопасность производств, избавиться от частых остановов и ремонтов.
2. Новые конструктивные формы арматуры позволяют повысить качество выпускаемой продукции, снизить процент брака, а значит повысить эффективность производства.

Единственным сдерживающим фактором на пути широкого применения керамической арматуры на производстве является ее достаточно высокая стоимость по сравнению с обычной стальной. Но это только на первый взгляд!

Отсутствие потребности в частой замене арматуры (если приходится менять раз в полгода или чаще), расходы на закупку арматуры и запасных частей под ремонт, затраты на проведение тендера, на ремонтные работы, простой оборудования и прочее. Снижение процента брака, повышение качества конечного продукта, снижение расхода сырья за счет точности дозирования в технологическом процессе.

Все это тоже экономия.

Но об этом более подробно мы поговорим в следующей статье, где обязательно приведем пример расчетов экономической эффективности с учетом этих факторов. ■



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 «ЕвроАрма» 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).

УВАЖАЕМЫЕ ГОСПОДА

ПРИГЛАШАЕМ ВАС ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ
В ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫСТАВКАХ:

2012г



15 - 16 февраля, г. Иркутск

Шестая специализированная выставка
«ТЭК. НЕФТЬ. ГАЗ. УГОЛЬ. ЭНЕРГО - 2012»
«ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ - 2012»
«ЭНЕРГОРЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЕ - 2012»

Поддержка: Администрация Иркутской области

18-19 апреля, г. Норильск

Одиннадцатая специализированная выставка
«МЕТАЛЛУРГИЯ. ГОРНОЕ ДЕЛО. ОБОРУДОВАНИЕ И
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ. НОРИЛЬСК - 2012»
«СТРОИТЕЛЬСТВО.
ЭНЕРГОРЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЕ - 2012»
Поддержка: Администрация г. Норильска, ФФ ОАО «ГМК "Норильский никель"»

28-29 февраля, г. Усинск

Седьмая специализированная выставка
«УСИНСК. НЕФТЬ И ГАЗ. ЭНЕРГО - 2012»
«УСИНСК. СТРОИТЕЛЬСТВО. ЖКХ.
ЭНЕРГОРЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЕ - 2012»

Поддержка: Министерство промышленности и энергетики Республики Коми,
Министерство архитектуры, строительства и коммунального
хозяйства Республики Коми

11-12 апреля, г. Архангельск

Первая специализированная выставка
«СУДОСТРОЕНИЕ - 2012»
«СТРОИТЕЛЬСТВО. ЭНЕРGETИКА. ЖКХ - 2012»

28-29 марта, г. Якутск

Тринадцатая специализированная выставка
«САХА. НЕФТЬ. ГАЗ. УГОЛЬ. ЭНЕРГО - 2012»
«(НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ - 2012)»
«САХА. ГОРНОДОБЫВАЮЩАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ - 2012»
«САХА. СТРОИТЕЛЬСТВО.
ЭНЕРГОРЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЕ - 2012»

Поддержка: Правительство Республики Саха, Министерство строительства РС,
Министерство промышленности РС, Министерство внешних связей

Если Вас заинтересовало наше предложение Вы можете связаться с нами:
Телефон/факс: (383) 330-42-30, 330-76-16
e-mail: apeks@nov.net, apex-expo@list.ru
Адрес: Россия, 630090, Новосибирск, ул. Ильича, 10, к. 211, 219
С более подробной информацией вы можете познакомиться на нашем сайте:
<http://www.apex-expo.net>
Возможны изменения и дополнения к предлагаемому плану

Всего доброго, фирма «АПЕКС»