

The reports made during Valve World Conference in Maastricht, Netherlands, 2008. The Conference was organized by KCI Publishing B.V., Jacob Damsingel 17, NL 8201 AN Zutphen, The Netherlands. <http://www.valve-world.net/>

От редакции: *Уважаемые читатели! Предлагаем вам ознакомиться с кратким содержанием докладов, прозвучавших на конференции «Valve World 2008» в Маастрихте, Нидерланды. Конференция была организована KCI Publishing B.V., Jacob Damsingel 17, NL 8201 AN Zutphen, The Netherlands. Если вас заинтересует какой-либо доклад, его полную версию вы сможете найти на сайте: <http://www.valve-world.net/>.*

Дайджест докладов

Продолжение. Начало в №6, 2009 г.

P8052. Шум на выходе регулирующего клапана и определение с его помощью минимально допустимого размера арматуры



A.H. Glenn, Principal Engineer at Flowserve Corporation – Flow Control Division

Аэродинамический шум регулирующих клапанов может повлечь за собой превышение установленных норм уровня шума на промышленном предприятии. Шум регулирующего клапана — это шум, создаваемый внутри клапана, и шум, создаваемый на выходе клапана. Будучи обычно слабее шума внутри клапана, иногда все же шум, создаваемый на выходе, может доминировать (особенно в малошумных конструкциях), и общий шум испускается трубопроводом за клапаном. А поскольку шум на выходе растет с уменьшением размера клапана, то можно говорить о минимальном размере клапана в целях обеспечения приемлемого уровня шума, что бы ни происходило внутри клапана. Международный стандарт, IEC¹ 60534-8-3, «Регулирующие клапаны для промышленного производства — Часть 8-3: Оценка шума — Прогнозирование аэродинамического шума регулирующих клапанов», содержит метод прогнозирования шума на выходе регулирующего клапана. Как правило, производители регулирующих клапанов используют его для расчета шума на выходе клапана и включают в прогнозирование общего шума.

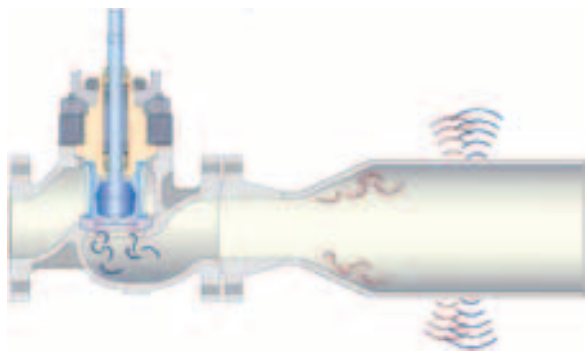
Этот метод может также использоваться и конечными потребителями регулирующих клапанов для определения шума на выходе клапанов любого размера. Владея такой информацией, конечный потребитель, зная разрешенный уровень шума, может выбрать по характеристикам производителя подходящий размер клапанов. Например, если на выходе регулирующего клапана с учетом заданных условий эксплуатации и трубопровода за клапаном прогнозируется шум 85 дБ, то уровень общего шума любого клапана того же размера не может быть ниже, а уменьшение размера клапана приведет лишь к увеличению шума.

Информация об уровне шума может помочь потребителям арматуры определять требуемый размер трубопровода и минимальный размер клапана, по крайней мере, на первом этапе, и ускорить выбор арматуры. В докладе кратко изложены вопросы образования аэродинамического шума и более подробно вопросы его прогнозирования на выходе регулирующего клапана, основываясь на применении стандарта IEC 60534-8-3. Приведено описание генерации шума внутри и на выходе клапана, его распространение по трубопроводу за клапаном и через стенки трубопровода во внешнюю окружающую среду. Приводятся описания конкретных регулирующих клапанов и их шумовые характеристики.

Кроме того, приведено описание несложного программного обеспечения, которое позволяет облегчить выполнение расчетов шума регулирующих клапанов на выходе.

Источников шума регулирующих клапанов много, но в основном это узел золотника, работающий под давлением, и шум на выходе клапана, что и проиллюстрировано на *рисунке*.

Это упрощенная схема, показывающая образование шума внутри клапана от узла золотника (выделен голубым цветом) и на выходе клапана (выделен красным цветом).



¹ IEC Международная электротехническая комиссия, МЭК.

Пользователи клапанов далеко не всегда обладают всей информацией, необходимой для выполнения расчетов шума, генерируемого узлом золотника, но для расчета уровня шума на выходе клапана у них информации обычно вполне достаточно. Такая информация о шуме должна использоваться для предварительного выбора клапана и размера трубопровода. Шум на выходе в значительной степени является показателем скорости течения среды на выходе. Чем выше расчетное значение шума на выходе, тем большего размера потребуется клапан, чтобы снизить скорость среды на выходе клапана, а стало быть, и шум.

Пользователь клапанов может определить минимальный размер клапана, зная исключительно уровень шума на выходе, и нет необходимости при этом знать что-либо об узле золотника. Решается это путем вычисления уровня шума на выходе и определения наименьшего допустимого размера клапана, прогнозируемый шум на выходе которого ниже уровня допустимого звукового давления. Рекомендуется, чтобы этот прогнозируемый уровень звукового давления был

бы, по крайней мере, на 3 дБ ниже допустимого уровня шума клапана, давая, таким образом, допуск на дополнительный возможный шум от узла золотника. При условии какого-то определенного внутреннего уровня шума, возможно, понадобится клапан большего размера, но ни при каких условиях не меньшего.

Расчет аэродинамического шума

Такие организации как ISA² и IEC разработали методики расчета уровня шума, основанные на использовании основных законов акустики, нашедшие отражение в стандарте IEC 60534-8-3. В стандарте приводятся несложная методика расчета внутреннего шума и шума на выходе регулирующего клапана и определения общего уровня шума. Приведенными методиками вполне могут воспользоваться все, кто имеет отношение к регулирующим клапанам.

В докладе приводятся примеры расчета шума регулирующих клапанов.

² ISA [International Standardization Association] Международная ассоциация по стандартизации.

P8055. Испытание шибберных задвижек на сейсмостойкость



Kremel Libor (докладчик)

K. Libor, J. Král, F. Vavroš, MSA Dolni Benešov, Чехия

В июле 2007, вблизи Королева, под Москвой, были проведены испытания на сейсмостойкость шибберных задвижек S85, DN 1000 – PN 100. Успешное их завершение стало предпосылкой возможных поставок данной арматуры на проекты строительства магистральных трубопроводов для транспортировки сырой нефти. Предварительные подготовительные работы заняли почти восемь месяцев. Прежде всего, была разработана конструкция задвижки, которая была подтверждена расчетами. После того как задвижка и все датчики были установлены на испытательный стенд, была проверена резонансная характеристика задвижки и подтверждено расчетное значение собственной частоты 25 Гц, совпадающее с вычисленным специалистами MSA. В соответствии с программой испытаний было выполнено семь циклов вибрации при различных частотах, при этом задвижка находилась в различном положении относительно осей, проверялась работоспособность задвижки. Испытания подтвердили прочность и работоспособность задвижки при различных сейсмических нагрузках – в 9 и 10 баллов. После каждого цикла проверялась герметичность задвижки.

MSA, a.s. поставила 103 шибберных задвижки в рамках проекта ВСТО в 2006, 2007 и 2008 годах. На тот момент это был самый большой проект, осуществляемый в России, который оценивался в 15 млрд долларов США. Протяженность трубопровода 4130 км – это почти ширина материковой части США.

Основным требованием при поставке такого большого количества задвижек было прохождение испытаний на сейсмостойкость. Прототипом на испытаниях послужила задвижка, предназначенная для перекрытия нефтепровода – DN 1000, PN 10,0 МПа, представляющая типоразмерный ряд шибберных задвижек DN 300, 400, 500, 600, 700, 800, 1000, 1050, производимых в соответствии с техническими условиями для проекта «Восточная Сибирь – Тихий океан».



Р8050. Почему поворотные дисковые затворы с тройным эксцентриситетом и уплотнением в седле металл по металлу, управляемые приводом неполноповоротного действия, на деле обладают более высоким уровнем полноты безопасности, чем обычные шаровые краны и задвижки двунаправленного действия



L. Vertova, Vanessa Engineering Manager for Tyco Valves & Controls Italia S.r.l

Традиционно на практике при выборе автоматически управляемой запорной арматуры предпочтение отдается симметричным конструкциям арматуры, таким как шаровые краны или задвижки. Задвижки и шаровые краны безразличны к направлению потока, точнее, к перепаду давления, поэтому в тех системах, где допустим обратный поток среды, для них можно считать требования к ориентации арматуры выполненными автоматически.

Цель доклада – обратить внимание на преимущества асимметричной конструкции перед симметричной на примере арматуры Vanessa Series 30,000 (уплотнение в седле металл по металлу, неполноповоротная, с тройным эксцентриситетом) в части обеспечения эксплуатационной надежности.

Также рассматриваются различия в требованиях к крутящему моменту для управления затвором с тройным эксцентриситетом, посадкой в зависимости от момента, не имеющим резинового вкладыша, – и для управления традиционной арматурой, управляемой неполноповоротным приводом (шаровые краны и поворотные дисковые затворы на высокие параметры). Благодаря зависимой посадке, асимметрии осевого давления, отсутствию резинового вкладыша, арматура с тройным эксцентриситетом может быть очень выигрышной и отвечать таким несовместимым требованиям, как герметичность, надежность, пропускная способность и безопасность.

Сравнение симметричной конструкции дисковых затворов с конструкцией с тройным эксцентриситетом

Конструкции шаровых кранов и задвижек симметричны относительно оси трубопровода. Их характеристики не зависят от направления потока и давления. Рассматриваемый же затвор – асимметричен. Его конструкция такова, что диск поворачивается на валу, расположенном со смещением как относительно седла, так и оси трубопровода. Само по себе коническое седло отклонено относительно оси трубопровода (*рис. 1*). Такая конструкция позволяет правильно установить кониче-

ское уплотнительное кольцо в коническом седле при неполноповоротном перемещении относительно оси вала.

Наиболее существенным отличием от «герметичной посадки» шаровых кранов является то, что пара уплотнение–седло разработана таким образом, что диск занимает свое место в седле в зависимости от настройки крутящего момента привода, и, поскольку седло затвора расположено под углом до 90° к его оси, контакт и трение между седлом и уплотнением отсутствуют. Величина крутящего момента задается для обеспечения полной герметичности по техническим условиям заказчика с учетом условий эксплуатации затворов. Поэтому такие поворотные дисковые затворы можно рассматривать как «неполноповоротные запорные клапаны». Сходство с запорными клапанами заключается и в наличии конического седла (задвижки и шаровые краны имеют по два седла), асимметричного к оси трубопровода, при этом герметичность достигается приложением соответствующего усилия или крутящего момента извне (*рис. 2*).

В докладе подробно рассмотрены вопросы, связанные с эксплуатацией поворотных дисковых затворов с тройным эксцентриситетом в системах обеспечения безопасности, позволяющих свести к минимуму случаи невыполнения функций закрытия или открытия. Даны рекомендации по выбору приводов, вариантов установки, проведения испытаний. Показано, что правильным подбором привода, при верной ориентации, можно настроить затвор с тройным эксцентриситетом под требуемые условия эксплуатации и обеспечить его необходимую функциональность. Такая настройка возможна как раз благодаря особым свойствам асимметричной конструкции. Что позволяет использовать данную арма-

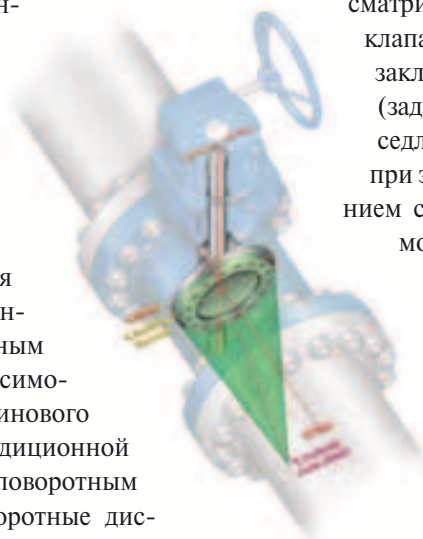


Рис. 1

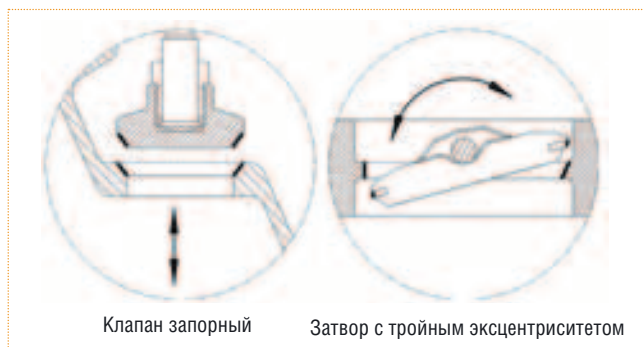


Рис. 2

туру там, где нужно минимизировать систематические отказы, нередкие на производстве.

Очевидно, что далеко не все производители затворов с тройным эксцентриситетом имеют необходимый опыт и знания для разработки конечных элементов систем управления безопасностью производства и для управления всем процессом внедрения, включающим выбор привода, конфигурацию системы, монтаж и испытания. Для сведения отказов к минимуму необходимо наличие опыта у производителя затворов, а кроме того, наличие обратной связи с пользователями

и заказчиками, обобщения опыта эксплуатации тысяч поворотных дисковых затворов с тройным эксцентриситетом с металлическим уплотнением в седле, эксплуатирующихся при различных условиях.

Выбор и установка задвижки или шарового крана представляется более простым, но это только если не учитывать риски, связанные с невозможностью настройки под конкретные условия эксплуатации.

Тройной эксцентриситет расширяет еще и возможности диагностики, в том числе при испытаниях неполного хода, но это уже тема для отдельной статьи.

P8056. Плазменное азотирование нержавеющей стали 316L при низкой температуре значительно повысит износостойкость арматуры

J. Ramon, O. Botstein, IMI, Technion R&D Foundation, Хайфа, Израиль,
G. Jaccoby, R&D Manager, HANONIM Industrial Valves Ltd., Кфар Ханасси, Израиль



Jean Ramon (докладчик)

Разработана уникальная экономичная технология поверхностного упрочнения деталей из аустенитной нержавеющей стали методом диффузии, получившая название плазменного азотирования при низкой температуре — ПАНТ. При этом коррозионная стойкость основного металла сохраняется.

Технология разработана и применена для упрочнения деталей шаровых кранов HANONIM Industrial Valves and Actuators, Ltd. Арматура, имеющая детали, прошедшие ПАНТ, установлена для подконтрольной эксплуатации в жестких условиях, на таких средах как суспензия никеля, абразивный парафин и пар под высоким давлением. Даже при высокочастотных процессах или процессах, проходящих при больших перепадах давления, ПАНТ увеличивает срок службы детали кранов в 5-20 раз по сравнению с обычными шаровыми кранами.

Применяемые в самых разных конструкциях аустенитные нержавеющие стали гарантируют превосходную стойкость к коррозии и вполне приемлемый предел прочности. Однако относительно низкие характеристики стойкости к фрикционной коррозии и износу сужают возможности применения данных материалов для изготовления подвижных деталей, вынуждая конструкторов идти на более дорогостоящие проекты.

Диффузионное азотирование — наиболее эффективный способ повышения износостойкости металлических поверхностей. Стандартные технологии, как правило, бесполезны, поскольку отрицательно сказываются на противокоррозионных характеристиках. Если же ограничить температуру азотирования уровнем 450° С и ниже, то можно получить перенасыщенный слой, характеризующийся превосходной износостойкостью, при этом сохраняется и присущая стали коррозионная стойкость.

По инициативе HANONIM Valves and Actuators, в сотрудничестве с одним из самых крупных производителей шаровых кранов в Израиле, была разработана технология, позволяющая достичь коррозионной стойкости на глубину от 20 до 50 микрометров. Постепенное повышение твердости при отсутствии растрескивания было достигнуто путем применения специального процесса, когда методом плазменного напыления одновременно производится науглероживание и азотирование.

Сопrotивление износу поверхности обработанного материала улучшается на порядок, становясь выше, чем у стали марки H13. В результате возникают новые возможности использования широко распространенных марок аустенитных нержавеющих сталей, прошедших плазменное азотирование.

Поскольку все поверхности обрабатываются равномерно, включая труднодоступные, применение данной технологии, в отличие от покрытий вакуумным способом, особенно эффективно для деталей, имеющих сложную конфигурацию. Кроме того, обработка при низкой температуре делает технологию экономичной с точки зрения энергетических затрат, сводит к минимуму деформацию обрабатываемых деталей.

Увеличение глубины упрочнения

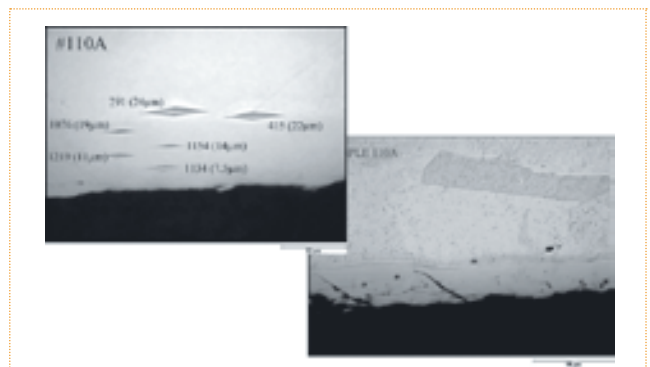


Рис. 1. Увеличение времени азотирования приводит к увеличению глубины упрочнения, но также к растрескиванию слоя

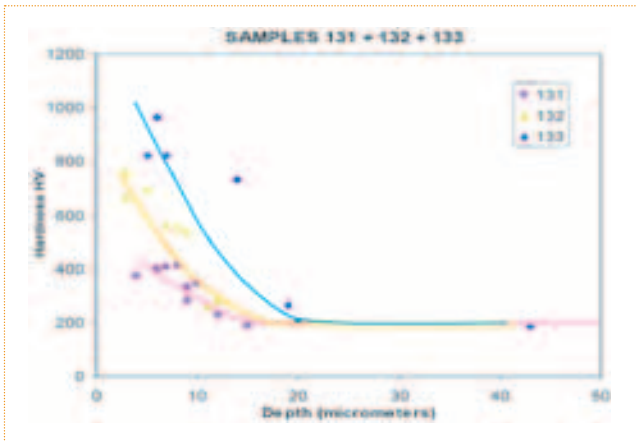


Рис. 2. Три последовательных этапа обработки, выполняемых для достижения постепенного увеличения твердости и износостойкости

Приведенный анализ состава спектрометрией тлеющим разрядом выявил природу обработанного слоя, имеющего высокую концентрацию азота (массовая доля 10%) вблизи поверхности, и около 2% (по массе) углерода в более глубоком слое. Необходимая глубина достигается при 24-часовой обработке.

Износостойкость

Износ измеряется путем контроля роста диаметра области задира от времени (рис. 3). Итог: обработанные образцы достигают тех же скоростей износа в 10 раз медленнее, чем необработанные образцы; в два раза медленнее, чем образцы, азотированные в расплаве солей; и показывают лучшие результаты, чем упроченная теплостойкая сталь Н13.

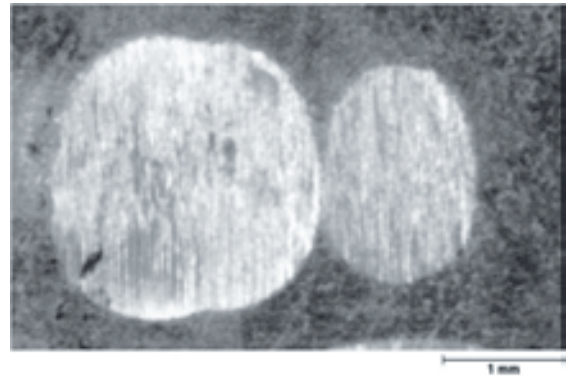


Рис. 3. Контроль роста области задира спустя 15 минут и 1 час

Коррозионная стойкость

Исследование коррозии потенциодинамическим методом в физиологическом растворе выявило стабилизацию процесса образования поверхностных раковин при низком потенциале. Изменение полярности приводит к восстановленной инертности, подобно обычной нержавеющей стали.

Поверхностное упрочнение стальных шаровых кранов

Итак, обработку плазменным азотированием при низкой температуре можно применить, например, для повышения износостойкости стальных шаров кранов, а, следовательно, для повышения их срока службы и качества.



Рис. 4. Шары DN 32 из нержавеющей стали, прошедшие ПАИТ

Р8057. Обоснованный выбор материалов для дроссельных клапанов для сред различной абразивности



M. Carpenter, Sandvik Hard Materials, Англия

Дроссельные клапаны – критические устройства в системах добычи нефти и газа, их срок службы очень короток. Клапаны работают на высоких скоростях рабочей среды наряду с исключительно высокими перепадами давления. Более того, они подвергаются воздействию упругих волн ультразвукового и звукового диапазона (прошедших через горные породы), имеющих скорости до нескольких сотен метров в секунду, что вызывает опасность повреждения обломками породы.

И еще важно учесть, что сочетание высоких скоростей потока и содержания в нем песка вызывает эрозию и снижает тем самым срок службы, надежность и безопасность.

Целью исследования явилась разработка новой металлокерамики с улучшенными свойствами, достигаемыми путем модификации как состава цементирующего материала, так и твердофазной микроструктуры. В результате разработаны новые материалы, имеющие улучшенные характеристики вязкости разрушения, сохраняющие при этом свойства коррозионной и эрозионной стойкости. А значит, технические характеристики дроссельных клапанов могут быть значительно улучшены, срок службы увеличен, сокращены расходы

на техническое обслуживание и уменьшены убытки по причине простоев.

Для определения степени микроэрозии и вызванных износом аккумулирующихся в поверхностном слое материала повреждений использовался специальный испытательный стенд.

Материалы

Для сравнения основных свойств образцов материалов при испытаниях и моделировании рассматривались следующие используемые в настоящее время твердые сплавы (см. таблицу 1).

Вновь разработанные на основе морфологии твердой фазы (WC) материалы отличаются тем, что воз-

время исследования, изготавливались одинаковым способом.

Был проведен целый ряд различных испытаний, подробно описанных в докладе, в том числе:

- Испытания на коррозионную стойкость по ASTM61.
- Испытания на совместное воздействие трения и коррозии.
- Эксперименты в области микротрибологии, включая истирание коррозионными средами.
- Исследования эрозионного износа.
- Механические свойства на соответствие требованиями стандартов ISO/ASTM/ DIN.

Таблица 1.

Марка	Состав цементирующего сплава, % м	Твердая фаза WC (вольфрам-карбид), размер зерна, μм
A	Co 6 f	WC ~ 0.8
B	Ni 6 f	WC ~ 0.8
C	Co 6 m	WC ~ 2
D	Ni 6 m	WC ~ 2
E	(Co, Ni, Cr, Mo) 3	WC ~ 0.8
F	(Co, Ni, Cr, Mo) 5	WC ~ 0.8
G	(Ni, Co, Cr, Mo) 12	WC ~ 1
H	(Ni, Cr, Mo) 9	WC ~ 2
I	(Ni, Co, Cr, V) 6	WC, TiC, TaC

никающие в результате эрозии фрагменты разрушения интегрируются в связующую фазу, обеспечивая «нано» бимодальный эффект, работающий в режиме «самозалечивания» (например, трещин). Новаторством в производстве твердой фазы и связующего вещества стало значительно улучшенное соотношение твердости и ударной вязкости, а также коррозионной активности.

Пробные образцы твердых сплавов для всех экспериментальных работ и испытаний, проводимых во

Итак, ставилась цель разработать новые материалы для дроссельных клапанов, которые позволили бы значительно увеличить их срок службы, снизить вынужденные простои оборудования и затраты на техническое обслуживание. В ходе работ отчетливо показана важность выбора методики проведения испытаний при определении свойств материалов, зависящих от различных видов износа. Выявление и составление карты износа материала на микроуровне позволяет проникнуть в суть происходящих процессов и создавать новые материалы.

Таблица 2. Структура и физические свойства твердых материалов

Марка	Состав связующего сплава, % м	Твердая фаза WC (вольфрам-карбид), размер зерна, μм	Hv30	TRS ¹ Н мм ² , номин.	Вязкость разрушения K _{1C} , МНм ^{-3/2}
A	Co 6 f	WC ~ 0.8	1700	2600	10.0
B	Ni 6 f	WC ~ 0.8	1700	2400	9.5
C	Co 6 m	WC ~ 2	1450	3800	9.5
D	Ni 6 m	WC ~ 2	1400	3500	9.0
E	(Co, Ni, Cr, Mo) 3	WC ~ 0.8	2200	3250	8.5
F	(Co, Ni, Cr, Mo) 5	WC ~ 0.8	1900	3800	9.5
G	(Ni, Co, Cr, Mo) 12	WC ~ 1	1550	3300	12.0
H	(Ni, Cr, Mo) 9	WC ~ 2	1350	2600	13.0
I	(Ni, Co, Cr, V) 6	WC, TiC, TaC	3300	1550	12.0

¹ Transverse Rupture Strength сопротивление поперечному разрыву.

Р8064. Создание прочной износостойкой поверхности на химически активных тугоплавких металлах

B. Hood, Flowserve Corporation, Flow Control Division Process Group



Химически активные тугоплавкие металлы широко используются в химической промышленности для защиты от коррозии — прежде всего это цирконий, титан и тантал. Одна из главных проблем при их применении в арматуре с уплотнением в затворе металл по металлу — как защитить эти относительно мягкие материалы от износа и истирания.

Из перечисленных материалов именно цирконий наиболее часто применяется в арматуре марки Flowserve, которая пользуется неизменным спросом у потребителей. Цирконий получил широкое признание как материал, идеально подходящий для высоко коррозионных сред, включая серную, хлористоводородную и, особенно, уксусную кислоты. Но когда необходима арматура с металлическими седлами или с высокой динамикой подвижных соединений, возникают проблемы. Ведь цирконий — довольно мягкий металл, всего около 65 Rb, он легко царапается и выходит из строя.

Несомненно, можно применять покрытия, стойкие к износу и истиранию. Однако, в этих покрытиях могут содержаться материалы, не обладающие необходимыми антикоррозионными свойствами, более того, в них могут обнаружиться трещины, отслоения и поры.

Была поставлена задача упрочнить поверхности рассматриваемых металлов без использования покрытий, причем с сохранением коррозионной стойкости. Ряд ранее выполненных работ показал, что цирконий может подвергаться поверхностному упрочнению при температуре свыше 550° С, образуя оксидный слой толщиной около 1 мил¹. А легирование циркония кислородом позволяет еще увеличить толщину этого слоя. Увы, процессы обработки трудно контролировать, а разбор полученных результатов слишком велик для использования этого метода при упрочнении деталей арматуры, требующих высокой точности обработки.

В докладе рассматриваются проблемы, связанные с использованием циркония, титана и других подобных металлов в узлах затворов арматуры, разрешимые с помощью новой запатентованной технологии «облагод-

раживания» металлов, получившей название Nobleizing, и об успешном ее применении в промышленности, в частности, для арматуры с седлами из титана.

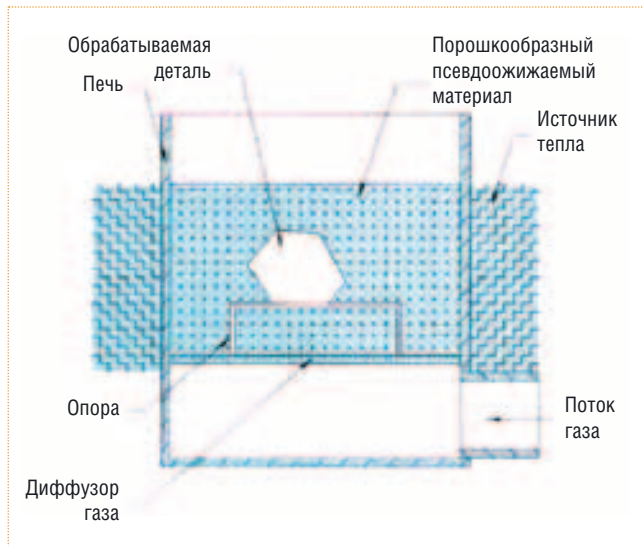


Рис. 1. Печь псевдоожигания (© Allegheny Wah Chang)



Рис. 2. Седло шарового крана DN 3" Nobleized® из титана GR2 (© Flowserve Corporation)



Рис. 3. Шаровый кран для уксусной кислоты DN 16" из циркония 702 (© Flowserve Corporation)

Технология Nobleizing® — это получение твердого однородного слоя на химически активных тугоплавких металлах путем термообработки в «кипящем» (псевдоожиганном) слое при точно выверенном сочетании температуры и времени выдержки, в контролируемой атмосфере. Приводятся характеристики полученных упрочненных слоев циркония, титана и ниобия.

На рис. 1 представлена упрощенная диаграмма печи псевдоожигания, используемой для технологии Nobleizing®.

Применение технологии Nobleizing® позволило с успехом упрочнять поверхности деталей арматуры, используемых в узлах затворов.

Разработка технологии Nobleizing позволила упрочнять уплотнения металл по металлу из титана и циркония без использования покрытий или наплавки, избегая при этом истирания тру-

щихся поверхностей, что значительно расширяет возможности применения данных металлов в коррозионных и эрозийных средах.

¹ Мил — единица длины, равная 10⁻³ дюйма = 0,025 мм (применяется, напр., для измерения толщины тонких листов).