

Alberto Bertamoni, Sergio Casaroli and Marco Ferrara,  
компания Emerson Automation Solutions

# ТЕХНОЛОГИЯ, ОСНОВАННАЯ НА ПРИМЕНЕНИИ ДИСКОВЫХ ЗАТВОРОВ С ТРОЙНЫМ ЭКСЦЕНТРИСИТЕТОМ, ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ДЛЯ СФЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ СПГ

Оригинальная статья была опубликована в журнале Valve World, June, 2018, стр. 53.  
Перевод статьи **В. Альтшуллер**

**П**роверенные на практике на заводах СПГ дисковые затворы с тройным эксцентриситетом (ДЗТЭ) обеспечивают значительные преимущества по сравнению с традиционными шаровыми кранами и задвижками, обеспечивая нулевую характеристику по утечке и минимизированные затраты на эксплуатацию. В условиях низких цен на нефть, влияющих на прибыльность отрасли СПГ, переоценка традиционных принципов повысила важность ДЗТЭ.

Хотя заводы по производству СПГ были впервые развернуты ещё в 30-х годах прошлого века, в настоящее время строятся линии по сжижению газа со значительно большей мощностью для производства продукции с более высокой производительностью в ответ на растущий мировой спрос.

Ключевая задача для изготовителей арматуры заключается в том, чтобы производить арматуру больших диаметров (до 100 дюймов), которая может выдерживать высокие давления (класс 900 и выше) при переключении, контроле давления, аварийных операциях и реализации защиты основного оборудования.

Метан, этан, пропан или бутан, сжиженный газ создают критические угрозы для безопасности из-за высокой воспламеняемости этих газов. Высококачественные, с седлами из металла ДЗТЭ обеспечивают надежное, 100% пожаробезопасное решение, проверенное на заводах по производству СПГ в течение десятилетий в противовес традиционно применявшимся шаровым кранам и задвижкам. ДЗТЭ обеспечивают улучшенные характеристики и надежность, обладая при этом компактной конструкцией и более низким весом, что является важным преимуществом для установок с технологическим оборудованием.

Пригодные как для криогенной, так и для некриогенной эксплуатации, ДЗТЭ используются на предприятиях по производству СПГ как запорная и, самое главное, как отсечная арматура. Последнее является критической областью применения, требующей применения устройств, способных обеспечить высоконадежные отключения, соответствующих как требованиям клиента, так и государственным нормам безопасности.

Самые известные производители арматуры на протяжении многих лет создали ДЗТЭ отличную репутацию, используя их

при обслуживании терминалов СПГ, расположенных по всему миру. Типичные спецификации для терминалов СПГ включают арматуру с размерами в диапазоне от 6 дюймов до 42 дюймов, работающую при давлениях класса от 150 до 900.

## Нулевая утечка

Конструкция с тройным эксцентриситетом первоначально была создана для того, чтобы обеспечить функционирование с нулевой утечкой, путем исключения трения при вращении – нулевая утечка определяется как отсутствие видимой утечки при испытании водой высоким давлением и воздухом при низком давлении, в соответствии с существующими международными стандартами.

Эта конструкция, основанная на полном контакте металл-по-металлу между уплотнительными элементами, подходит для использования в целом ряде криогенных и некриогенных применений при производстве СПГ, начиная от удаления примесей из природного газа и до хранения и регазификации СПГ.

Действительно, ДЗТЭ выполняют открытие и закрытие беспрепятственно, без наличия какого-либо трения между уплотнительными элементами, что позволяет им выдержать суровые условия эксплуатации и обеспечить низкую общую стоимость эксплуатации (ОСЭ).

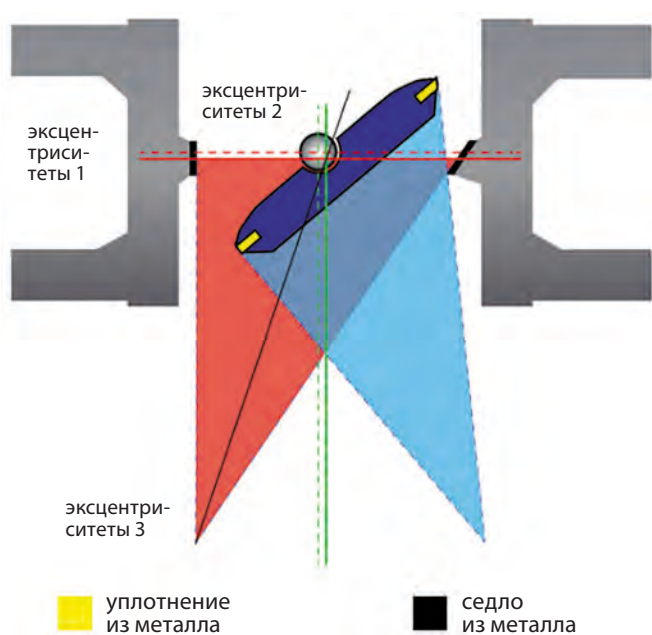
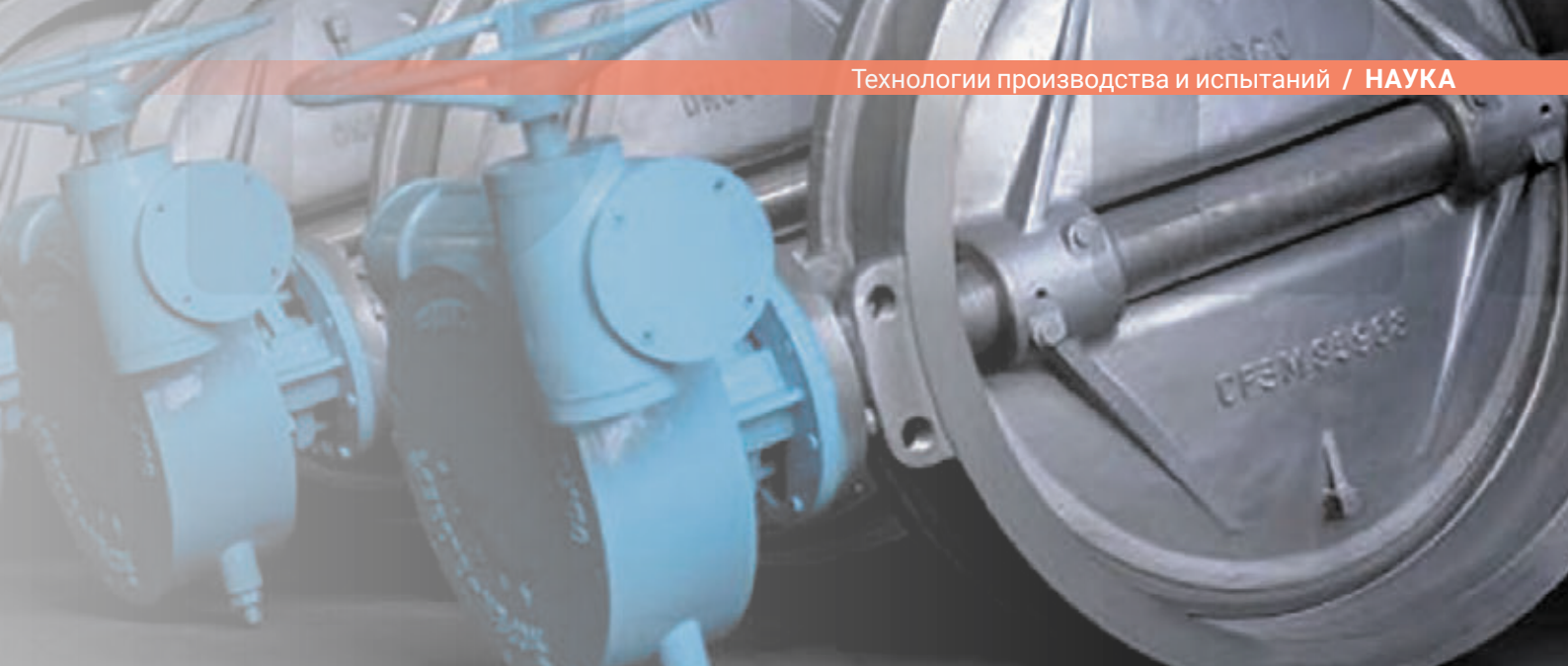
ОСЭ является сложной для выполнения оценкой, особенно на ранних стадиях крупного проекта и при принятии последующих решений. Например, выбор конкретных конструкций изделий, значительно повлияет на последующую оценку стоимости данного проекта.

Существует несколько других факторов, которые приводят к выбору и специфической конструкции арматуры, включая теоретические и практические соображения, политику компании и личный опыт. Иногда установившиеся подходы к выбору арматуры трудно преодолеть.

Однако упор на рентабельность, особенно в тех отраслях, на которые непосредственно влияют низкие цены на нефть, делает переоценку старых подходов обязательной.

## Преимущества конструкции

ДЗТЭ могут быть выполнены в нескольких комплектациях в зависимости от диапазона температур (например, основной,



**Рис. 1** Три эксцентриситета ДЗТЭ, обеспечивают двунаправленный поток и герметичность в обоих уплотняющих направлениях

криогенный и т.д.) и в нескольких различных исполнениях (например, под приварку в стык, с доступом сверху и т.п.). ДЗТЭ управляют двунаправленным потоком и герметичностью в обоих уплотняющих направлениях до давления класса 1500 по ASME. Это объясняется комбинацией перемещения уплотнительных поверхностей без трения с крутящим моментом посадки (основное различие с концентрическим расположением в дисковых затворах), что достигается при использовании трех эксцентриситетов

1. Вал размещен за плоскостью уплотняющей поверхности;
2. Вал размещен в сторону от осевой линии трубы / арматуры;
3. Осевые линии седла и конуса уплотнения наклонены относительно осевой линии трубы / арматуры.

Принципиально важно, что этот ассортимент арматуры обычно выпускается с приваренной накладкой из сплава кобальта Stellite марки 21 для того, чтобы повысить твердость

седла и минимизировать воздействие абразивного истирания от окружающей среды. Эта ключевая особенность позволяет ДЗТЭ лучше справляться с криогенными и не криогенными процессами в комплексе по производству СПГ, обеспечивая при этом отличную герметичность при гарантированном отключении в течение многих лет эксплуатации.

### **Повышенная надежность и минимальное обслуживание**

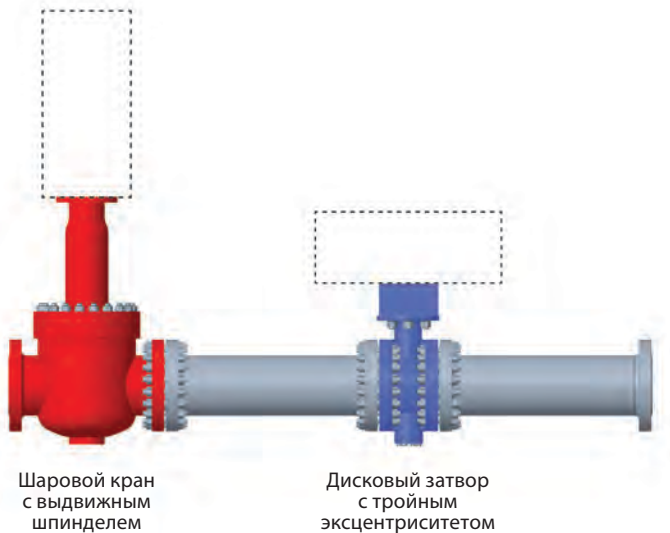
Способность ДЗТЭ вращаться без трения повышает работоспособность и надежность и исключает необходимость в обслуживании. Эти преимущества также делают ДЗТЭ подходящими, чтобы отреагировать на проблемы, связанные с циклированием и температурой при обработке природного газа.

Шаровые краны с выдвигным шпинделем оказывались, несомненно, наиболее применяемым типом арматуры для процессов, использующих молекулярные сетки. Такая арматура осуществляет частые включения-выключения для того, чтобы переключить один или более сосудов от режима очистки газа к режиму адсорбирующей регенерации.

Любой производственный отказ молекулярной сетки может вести к значительному времени простоя завода, потере продукта, потенциальному загрязнению окружающей среды и к другим проблемам безопасности. Основная конструкция шарового крана с выдвигным шпинделем усилена путем введения дополнительного механического устройства. Это позволяет выполнять операции наклона / поворота и механическое торцовое биение седловых поверхностей вблизи положения закрытия для того, чтобы избежать трения между уплотняющими элементами.

Однако, кроме чрезвычайно большой тяжести и большой занимаемой площади наклонный механизм такой арматуры подвержен износу и его характеристики могут ухудшиться с течением временем. Поэтому, для нее требуется специальное обслуживание, которое, в сочетании со значительным временем и усилиями, которые нужно затратить и необходимостью использовать дорогостоящие запасные части, существенно увеличивает общие операционные расходы на такую арматуру.

В то же время, ДЗТЭ требуют минимального обслуживания, которое может быть легко выполнено на месте, а их вращение без трения и полная металлическая конструкция значительно



**Рис. 2** В сравнении с шаровым краном с выдвижным шпинделем малый размер и уменьшенный вес ДЗТЭ может обеспечить существенную экономию затрат.

продлевают срок службы таких устройств. После этих усовершенствований, дегидратация газа (и удаление других загрязняющих веществ, такие как CO<sub>2</sub>, при помощи молекулярного просеивания,) стала общей историей успеха для ДЗТЭ, что привело к недавнему внедрению в комплекс по производству СПГ (и на плавучих заводах CH<sub>4</sub>FLNG), при обычно устанавливаемых классах 300-900 и диаметрах 6-36 дюймов.

Экономия в части размера и веса весьма ценна и может быть достигнута при использовании ДЗТЭ особенно на больших диаметрах (больших чем 6 дюймов) и классах давления (класс 300, 600 и выше по ASME) благодаря снижению использования материалов и более компактному корпусу. Только экономия материала может достигать до 80 процентов от веса сопоставимого шарового крана с выдвижным шпинделем.

### Криогенные применения

ДЗТЭ могут быть использованы для диаметров выше 6 дюймов в криогенных процессах при производстве СПГ на этапе сжижения природного газа. Это связано с их преимуществами в части занимаемого объема, веса и сокращения стоимости в сочетании с характеристикой отключения при обеспечении нулевой утечки благодаря полностью металлическим седлам. При криогенных применениях на основе чистой жидкостной/газообразной среды для ДЗТЭ практически нет необходимости в обслуживании, и не требуется применения специальных программ обслуживания.

Для этого криогенные ДЗТЭ должны гарантировать ту же характеристику эффективности независимо от конструкции корпуса. Как правило, это связано с деталями запорного узла, работающими при температурах до -254°C (-425°F).

### Встроенная возможность доступа к запорной части

Еще одним преимуществом ДЗТЭ является возможность доступа к запорному органу при возникновении непредви-



**Рис. 3** ДЗТЭ с верхним доступом снижают угрозы безопасности для персонала, обеспечивая более легкий доступ при обслуживании элемента арматуры.

денных потребностей в ремонте, что является новой тенденцией в сфере СПГ. В то время, как большая часть рынка арматуры отвечает на эту потребность созданием арматуры с боковым доступом, некоторые изготовители вместо этого разработали конструкцию с приваркой встык и верхним доступом, чтобы уменьшить риски и неудобства, характерные для вариантов с боковым доступом.

Когда встроенный доступ является обязательным, запорный орган криогенного ДЗТЭ с приваркой встык и верхним доступом может быть полностью удален вместе с удлиненной крышкой из корпуса и каждая деталь может быть отремонтирована или заменена. Таким образом, обеспечен безопасный ремонт элемента арматуры, отсутствуют угрозы безопасности для персонала, а также имеется возможность решать проблемы работоспособности, связанные с подшипниковыми узлами. Так же как и для всей криогенной арматуры (ДЗТЭ), регулярное техническое обслуживание остается в большинстве случаев ненужным.

### Заключение

Снижая риски, связанные с высокой воспламеняемостью жидкости, представляя высоконадежные устройства для остановки и сводя к минимуму техническое обслуживание, ДЗТЭ с металлическими седлами отвечают всем необходимым критериям по всей цепочке поставки СПГ. Возможность вращения без трения в сочетании со свойством нулевой утечки обеспечивает эксплуатационные улучшения по сравнению с альтернативными методами, использующими традиционные конструкции. Имеются также значительные преимущества в части общей стоимости эксплуатации.

Способность ДЗТЭ вращаться без трения повышает работоспособность и надежность и исключает необходимость в обслуживании. Эти преимущества также делают ДЗТЭ подходящими, чтобы отреагировать на проблемы, связанные с циклированием и температурой при обработке природного газа.