

## **Безопасность технологических процессов на объектах, использующих сжиженные углеводородные газы. Проблемы и решения.**

Применение альтернативных видов топлива, таких как природный и сжиженный углеводородный газ, стало так же привычно, как и применение традиционных бензина и дизтоплива.

На фоне увеличения объемов экспорта нефти, расширения парка автомобилей, ухудшения экологической ситуации исследование возможностей применения компримированного природного газа (КПГ) и сжиженных углеводородных газов (СУГ) является наиболее актуальной и приоритетной задачей для многих промышленных предприятий во всем мире.

Если обратиться к истории нефтегазового комплекса России, то мы видим, что в начале XX века нефтепромышленники, не находя экономически обоснованных областей применения не только не заботились о сохранении газа и легких фракций углеводородов, но и старались от них избавиться. Негативное отношение было и к бензиновым фракциям нефти, поскольку они вызывали опасность возгорания и взрывов. Выделение газовой промышленности в 1946 г. в самостоятельную отрасль позволило революционно изменить ситуацию и резко увеличить объемы добычи газа и его удельный вес в топливном балансе страны. Быстрые темпы роста добычи газа стали возможны благодаря коренному усилению работ по строительству магистральных трубопроводов, соединивших основные газодобывающие районы с крупными промышленными центрами и химическими заводами.

Более 60 лет, сжиженные газы используются в качестве топлива для бытовых нужд, более 30 лет применяются в качестве автомобильного топлива и только последние 10 – 15 лет произошло резкое увеличение темпов развития специального оборудования и нормативно-правовой базы по приему, хранению и реализации СУГ.

Для сравнения, сжиженный газ в Англии производится с начала 30 годов XX века, с учетом того, что на тот момент это уже была экономически развитая страна, то технология измерения и учета сжиженных газов, а также производство оборудования для этих целей стали развиваться практически с началом его производства.

Тем не менее, говорить о том, что мы безнадежно отстали в развитии оборудования для газовой промышленности преждевременно. Наша страна, за сравнительно короткий промежуток времени, прошла достаточно трудный путь по организации учета сжиженных газов, ясного понимания процессов, происходящих при их перекачке, измерении, хранении и транспортировке.

В целом, на данный момент, предстает ясная картина рынка сжиженных газов и необходимого для его развития оборудования. Попробуем выделить основные группы их использования и применения:

1. Объекты добычи, переработки и хранения сжиженных углеводородных газов.
2. Коммерческая торговля СУГ.
3. Предприятия, использующие сжиженные газы в качестве сырья.
4. Автономное газоснабжение.

Из четырех, выделенных нами групп вторая группа самая обширная. К ней относятся все газонаполнительные и автогазозаправочные станции, пункты наполнения баллонов, промежуточные пункты баллонов и т. д.

На этих объектах принимается, хранится и реализуется львиная доля сжиженных углеводородных газов производящихся в России. Очевидно, что пристальное внимание со стороны контролирующих государственных органов по обеспечению безопасности должно уделяться наиболее интенсивно эксплуатирующимся объектам.

Помимо этого, работа с веществами, находящимися под высоким давлением должна вызывать у персонала таких объектов постоянное чувство ответственности и опасения. Самое страшное, когда эти опасения пропадают. И это, к сожалению, встречается довольно часто. Небольшая разгерметизация или шаровый водяной кран, купленный в обычном бытовом магазине и установленный в технологическую систему СУГ взамен вышедшего из строя, явление обычное и опасения у давно работающего персонала не вызывающее. Конечно, можно возразить, что это все на совести владельца объекта или ответственного лица и наказание, в случае аварийной ситуации полностью ляжет на их плечи. Это справедливо, если бы каждый опасный объект находился в пустынном месте, и вокруг него не было жилых и

производственных зданий в радиусе километра. Тем не менее, нормы и правила безопасности не запрещают размещать опасные объекты в селитебных территориях, а значит, обеспечение мер безопасности должно быть максимальным.

В целом, объекты, использующие сжиженные углеводородные газы, это объекты со схожими технологическими операциями, разница заключается лишь в объемах хранения, приема, реализации и производительности оборудования.

Анализируя рынок нефтегазового оборудования за 2009 г. по результатам контактов с проектными и эксплуатационными организациями можно обозначить пути развития оборудования для сжиженных газов.

Наиболее приоритетным следует считать:

1. Обеспечение безопасности технологических процессов.
2. Создание и внедрение автоматизированных систем управления технологическими процессами с многоуровневой системой автоматики и безопасности.
3. Всесторонний учет и уменьшение потерь продукта.
4. Защита экологии и уменьшение влияния на окружающую среду.

Определив приоритетные задачи развития оборудования для рынка сжиженных газов нельзя не отметить, что развитие двух рынков – оборудования для измерения, учета, хранения и перегрузки нефтепродуктов и оборудования для СУГ происходит неравномерно.

Объекты, предназначенные для хранения и реализации нефтепродуктов, на сегодняшний день оснащены системами автоматизации и безопасности почти на 100%, хотя степень опасности и рисков не превосходят объекты, использующие сжиженные газы. Кроме того, всевозможные нефтебазы и склады ЛВЖ гораздо чаще подвергаются реконструкции с техническим перевооружением на современное оборудование. Совершенно очевидно, что не менее важно иметь в стране надежные, хорошо оснащенные и максимально безопасные объекты, хранящие и реализующие сжиженные углеводородные газы.

Техническая организация производственного цикла на ГНС, построенных и пущенных в эксплуатацию в конце 70-х – начале 90-х годов осталась на том же уровне, что была заложена в год постройки, а в сегодняшних непростых экономических условиях реконструкция их откладывалась или не планировалась вообще. Более того, проектные организации, проектируя новые объекты и экономя производственные затраты создают примитивные газонаполнительные и газозаправочные станции, с минимальным набором систем безопасности и нормативная база и правила безопасности им это позволяют.

На сегодняшний день, техническое совершенство оборудования для учета и перегрузки, уровень автоматизации и управления позволяют строить технологический процесс приема, хранения и реализации СУГ на ГНС при минимальных человеческих ресурсах с высокой производительностью работ.

Возьмем, для примера, вполне типичную газонаполнительную станцию и попробуем подобрать оборудование, в соответствии с последними техническими достижениями.

Начнем с железнодорожной эстакады приема СУГ. Без сомнения, это должна быть хорошо оборудованная сертифицированная конструкция, выполненная из огнестойких материалов с широкими (в пределах норм) площадками, легкими и хорошо управляемыми перекидными трапами, укомплектованная датчиками загазованности, пожарной сигнализации, телефонной связью. Технологическое оборудование должно иметь устройства контролирующие расход продукта, его давление (в системе и емкости), причем это оборудование должно быть связано с центральным пультом управления.

Далее рассмотрим комплектацию насосно-компрессорного отделения. Применяемые насосы должны быть экономичны, производительны. Обязателен контроль давления, вибрации, температуры, контроль наличия жидкости или масла во всасывающих и подающих трубопроводах. Насосы должны быть с двойным торцовым уплотнением, с подачей охлаждающей жидкости. Контроль за всеми параметрами должен осуществляться системой управления, с обязательным дублированием и самодиагностикой контролирующих приборов и датчиков.

Слив из ж/д цистерн осуществляется в резервуары хранения. Сами емкости интереса для нас не представляют, но вот их «обвязка» и оснащение контрольно-измерительным оборудованием заслуживает внимания.

В первую очередь, это предохранительные устройства, осуществляющие контроль за превышением давления и предотвращающие это превышение. Во вторых, необходима надежная и точная система измерения уровня, позволяющая не только измерять уровень, но и выдавать данные на пульт управления о плотности жидкой и паровой фаз СУГ, количестве СУГ, находящемся в емкости. В третьих, целесообразно оснащение емкостей управляемыми клапанами или задвижками, регулирующими эксплуатацию именно того резервуара, наполнение или отбор СУГ из которого происходит на данный момент. Причем система должна это делать автоматически, сверяясь с показаниями уровнемеров.

СУГ для отпуска потребителям подается на посты заправки автоцистерн, а также в отделение наполнения бытовых баллонов.

Отделение для наполнения бытовых баллонов необходимо оснастить оборудованием для слива тяжелых остатков из баллонов, участком мойки баллонов, установками для наполнения баллонов объемом от 5 до 50 литров, а также оборудованием для выявления утечек и пломбировки вентилях.

Далее рассмотрим оснащение постов заправки автоцистерн. Несомненно, применение электронных весов, при учетных операциях вполне оправдано, так как подаваемые под погрузку газозовы, в большинстве случаев, имеют остаток газа в емкости. С другой стороны, контроль за наполнением осуществляется по указателю уровня на емкости. Принимая во внимание, что точность существующего на рынке наливного оборудования достаточно высока, то можно без сомнения утверждать, что установки, оснащенные функцией измерения массы и плотности, являются альтернативой электронным весовым устройствам. Следует заметить, что при всем многообразии перечисленного оборудования, управление и контроль за технологическим процессом на каждом этапе перегрузки и отпуска, должны осуществляться единой диспетчерской службой, включая контроль за системами безопасности.

Рассматривая достаточно подробно комплекс возможного оборудования ГНС, мы сознательно не коснулись сливо-наливных устройств, применяемых на ж/д эстакаде и постах заправки газозовов. Деятельность ГНС регламентирована следующими нормами и правилами: СНиП 2.04.08-87, СНиП 42-01-2002, СП 42-01-2003, ПБ 12-609-03, ПБ 03-110-96 и др.

Правилами определено, что операции слива и налива СУГ могут осуществляться резиноканевыми рукавами, но предпочтение следует отдавать стальным, шарнирно соединенным трубопроводам. На практике происходит скорее наоборот. Повсеместно применяются резиноканевые шланги, хотя с точки зрения безопасности по сравнению с шарнирными трубопроводами их преимущество только в невысокой стоимости.

Сравним два гибких трубопровода – резиноканевый и стальной шарнирный, установленные на ж/д эстакаде.

Конструкция сливного устройства, оснащенного резиновыми шлангами, подразумевает 2 стальных жестких трубопровода, идущих от коллектора по обе стороны перекидного мостика. Один из них раздваивается, и на нем закрепляются 2 резиновых шланга с шарнирно-винтовыми прижимами. Длина каждого из них может достигать до 4 м. При наружном диаметре 50 мм, внутренний диаметр составляет 38 мм. Объем газа, заполняющего этот объем будет составлять 4,5 литра.

Правилами определено, что должен быть предусмотрен сброс газа на участке от вентиля цистерны до первого отключающего устройства на наливном оборудовании. Из этого следует, что при каждом наливе СУГ в ж/д цистерну выбрасывается на свечу порядка 10 литров газа. При наливке 10 цистерн потери составят 100 литров и т.д. Кроме этого, резиновые шланги находятся в свободном состоянии и при подключении к цистерне путь от эстакады до цистерны приходится преодолевать 3 раза, что не лучшим образом сказывается на производительности процесса налива.

И наконец, безопасность. Во первых, диаметр условного прохода не соответствует значению при котором скорость течения газа будет составлять 1,2 м/с. Можно возразить, что трубопроводы, проходящие внутри цистерны, тоже имеют условный проход 38 мм, но конструкцию цистерны оставим на совести разработчиков, а вот оборудование для налива должно соответствовать требованиям, при которых исключается накопление статического электричества, даже при том, что рукава имеют заземление в виде медной проволоки, накопление статики вследствие высокой скорости течения газа не исключается. Во вторых, срок службы резиноканевых рукавов не превышает трех месяцев. Принимая во внимание, что они должны испытываться каждые три месяца, а осматриваться ежедневно, это не гарантирует

от скрытых дефектов или во время не обнаруженных трещинах. Все это может привести к разрыву шланга, что в свою очередь, опасно для жизни обслуживающего персонала.

Шарнирные стальные трубопроводы не имеют ни одного из тех недостатков, которые мы перечислили для резиноканевых рукавов. Во первых, подключение к вентилям ж/д цистерны осуществляется простым подведением сразу двух трубопроводов к крышке цистерны. Во вторых, данные трубопроводы имеют диаметр условного прохода 100 мм, следовательно скорость течения газа соответствует требованиям правил и не превышает 1,2 м/с. В третьих, шарнирные трубопроводы оснащены запорной арматурой, находящейся в непосредственной близости от вентиля цистерны и потери газа при сбросах на свечу составляют не более 150 мл. В четвертых, данные трубопроводы являются подвижной стальной неразборной конструкцией, которую можно приравнять к стационарному технологическому трубопроводу, не требующего периодического освидетельствования. И последнее, шарнирный трубопровод представляет собой непрерывную электрическую цепь и не требует обвития медной проволокой.

Мы рассмотрели устройства для перегрузки газа из железнодорожных цистерн, но все проблемы и недостатки характерные для резиноканевых рукавов сохраняются и для устройств наполнения автоцистерн. Кроме этого следует добавить, что при наполнении или сливе автомобильных газовых цистерн и контейнер-цистерн было бы гораздо удобнее пользоваться устройствами быстрой расстыковки (рис 1), по аналогии с головками API на бензовозах. Тогда потери при отсоединении шлангов исключаются совсем. Но чтобы решить данную проблему, необходимы совместные усилия производителей автоцистерн, наливного оборудования, Госстандарта и Ростехнадзора.



Рисунок 1. Присоединительный механизм.

Тем не менее, прогнозируя дальнейшее развитие рынка, мы продолжаем работать над совершенствованием автоматизированных систем управления, неотъемлемой частью которых являются электроприводная арматура и электроуправляемые клапаны.

Широту применения электромагнитным клапанам обеспечивает, прежде всего, удобство управления технологическими циклами. Независимо от того будь то автомобиль, система водоснабжения или нефтеперерабатывающий завод, применение электроуправляемых клапанов сводит к минимуму участие человека в работе технологической системы.

Другая, более важная функция электроуправляемой арматуры – обеспечение безопасности. Под безопасностью здесь понимается не только защита человека и окружающей среды от возможных аварийных ситуаций, но предохранение оборудования от перегрузок.

Мы создали ряд электроуправляемых клапанов, которые нашли применение практически во всех отраслях промышленности от пищевой до химической и проверили их работу в максимально жестких условиях от Афганистана до крайнего севера.

Рассмотрим часть технологического процесса перегрузки СУГ. Известно, что скорость потока сжиженных газов, вследствие их диэлектрических свойств не должна превышать 1,2 м/с. При наливке или сливке железнодорожных составов, при последовательном подключении цистерн, необходимо регулировать скорость (производительность) налива. Для этих целей мы разработали ряд управляемых клапанов, которые позволяют плавно регулировать расход на любом этапе технологического цикла и отсекают поток продукта без гидроударов (рис. 2). Данные клапаны можно без сомнения назвать интеллектуальными, так как система управления может одновременно контролировать количество, уровень, плотность, температуру, соответственно и работа клапана будет строиться исходя из оптимальных значений этих величин.

Перспектива применения управляемых клапанов с плавной регулировкой расхода очень широка. Это могут быть уже рассмотренные нами системы погрузки и выгрузки железнодорожных и автомобильных цистерн, системы компаундирования газов (пропан-бутан), бензинов, дизельного топлива, смешение химических жидкостей, системы плавного регулирования потоков продукта на трубопроводах нефтеперерабатывающих, химических, пищевых предприятий и т.д.

Диаграмма управления и поддержания требуемого значения расхода при выдаче заданной дозы продукта с помощью управляемого клапана осесимметричного, измерителя потока и контроллера ЦБУ

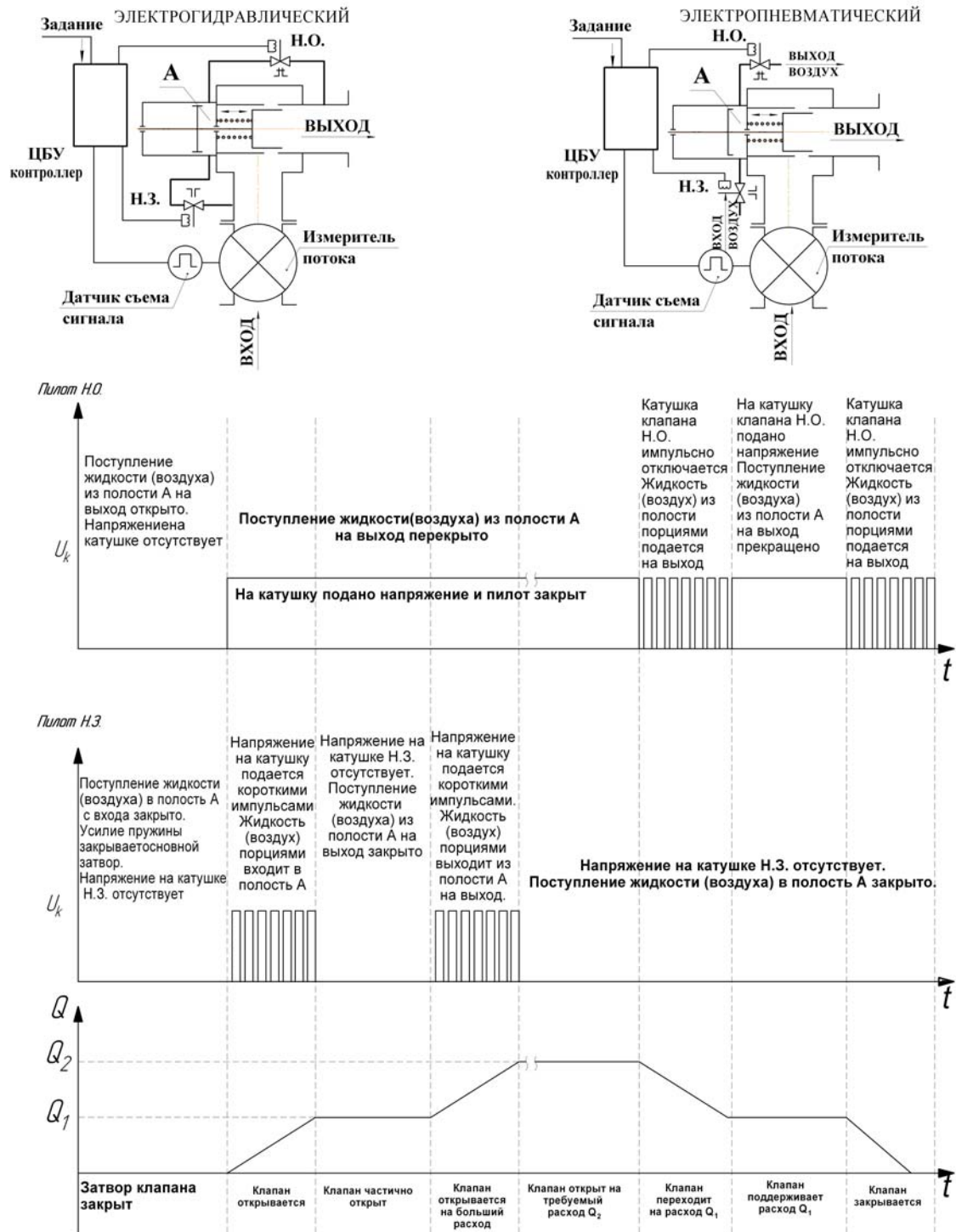


Рисунок 2. Диаграмма работы управляемого клапана.

Опыт, приобретенный нами за 50 лет работы на рынке нефтеналивного оборудования, доказывает необходимость применения в любой измерительной системе:

- 1. Фильтров;**
- 2. Газоотделителей;**
- 3. Средств измерения жидкостей (счетчиков);**
- 4. Клапанов;**
- 5. Электронных систем управления и автоматизации.**

Каждый прибор из перечисленных групп выполняет только ему отведенную функцию, которые в совокупности делают измерительную систему точной, безопасной и надежной.

Сжиженный газ, в силу своих физических свойств относится к числу опасных продуктов, как при хранении, так и при реализации. Но отношение к оснащению объектов, использующих СУГ у владельцев и контролирующих организаций, мягко говоря, легкомысленное.

При работе с углеводородами существует достаточно много ограничений или специальных условий, призванных свести к минимуму любые инциденты или аварийные ситуации.

Сколько в России существует объектов, использующих сжиженные газы, на которых отлажена система автоматизации технологических процессов и автоматически контролируются давление, температура, скорость потока, утечки и т.д.? Специалисты, имеющие отношение к данной сфере подтвердят, что немного.

Конечно, оснащение или переоснащение ГНС это затратный процесс и в настоящих экономических условиях не всегда осуществимый, но, тем не менее, цена безопасности намного выше цены нового оборудования, а экономическая целесообразность очевидна. Мы не скрываем, что заинтересованы в поставке нашей продукции на такие объекты. С другой стороны, если мы это можем сделать и внедрить новые технологии и оборудование, которые на порядок повысят производительность и безопасность технологических операций, то мы не можем оставаться безучастными и мириться с тем, что большинство объектов, использующих СУГ, до сих пор работают по технологиям прошлого века.

Подведем итоги всего вышесказанного. Мы рассмотрели примерную комплектацию ГНС. Все обозначенное нами оборудование, включая АСУ ТП достаточно дорогостоящее, но, по сути, оно, так или иначе, призвано на получение прибыли и владельцы готовы за него платить. Возникает резонный вопрос, почему компании готовы платить за дорогие компрессоры, насосы, систему управления и совершенно не задумываются о безопасности, начинают экономить на устройствах для слива и налива. При том, что заправочные и сливные площадки, это места постоянного присутствия обслуживающего персонала.

Несомненно, чтобы решить данный вопрос необходимо вмешательство органов Ростехнадзора и осуществление постепенной и планомерной реконструкции старых и строительства новых ГНС в соответствии с повышенными требованиями безопасности на участках перегрузки.

**И в заключение хотелось бы обратиться к ведущим производителям автомобильных газовых заправщиков, контейнер-цистерн и емкостного оборудования. Наша компания готова сотрудничать в области проектирования, изготовления и поставки устройств быстрой расстыковки для сжиженных газов, а также ответных адаптеров для комплектации емкостей.**

**Экономические условия, выход на мировой рынок, требования европейских стандартов, так или иначе, приведут к необходимости оборудования цистерн и емкостей более совершенной и безопасной заправочной арматурой.**

**Мы будем рады поделиться с Вами знаниями и опытом, мы всегда готовы сотрудничать и выполнить для Вас неординарные и сложные проекты.**