МОСКОВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ И ИНФОРМАТИКИ

## РЕФЕРАТ по дисциплине “Криогенные системы”

**Типы резервуаров используемых для транспортировки криопродуктов.**

Студент 2-го курса

группы БФ 2

Кудряшов Д.В.

Руководитель

Гапонкин В.А.

1997

Введение

В настоящее время в различных областях народного хозяйства: в машиностроении, металлургии, энергетике, пищевой промышленности, ракетно-космической технике, сельском хозяйстве и других широко используют жидкие криогенные продукты. Такими продуктами, т. е. газами при нормальных условиях, нашедшими наибольшее применение, являются метан, кислород, аргон, азот, водород и гелий. Широкое использование указанных веществ в жидком состоянии обусловлено, с одной стороны, общим прогрессом развития криогенной техники: совершенствованием процессов и оборудования для ожижения и выделения из газовых смесей перечисленных выше продуктов, а также оборудования для хранения продуктов и их транспортирования. С другой стороны, на протяжении последних десятилетий отмечен возрастающий спрос на криогенные продукты в связи с техническими и экономическими преимуществами использования криогенных температур в различных областях народного хозяйства.

Объемы производства жидких криогенных продуктов и, следовательно, масштабы их использования сами по себе весьма значительны; на протяжении последних десятилетий сохраняются высокие темпы ежегодного прироста объема производства, которые достигают 10 %. Промышленные масштабы использования жидких криогенных продуктов обусловили необходимость создания систем для хранения и выдачи продуктов потребителям с требуемыми параметрами. Системы хранения жидких криогенных продуктов и выдачи потребителям в дальнейшем будут называться жидкостными. Подобные системы обеспечивают накопление и хранение продуктов.

Для этой цели также освоено изготовление сосудов, резервуаров, цистерн с вакуумно-порошковой и экранно-вакуумной изоляцией.

Основная сложность хранения и использования жидких криоагентов связана с тем, что эти жидкости имеют высокую испаряемость даже при малых теплопритоках. По этой причине применяют высокоэффективные виды теплоизоляции, специальные конструкции тепловых мостов и другие меры для снижения теплопритоков. Криогенные емкости снабжены устройствами для их заполнения, слива, поддержания вакуума, контрольно-измерительными приборами и арматурой.

Системы транспортирования криожидкостей

При всем разнообразии конструкций криогенные емкости имеют много общего. Цистерны для жидкостей, таких как азот, кислород, аргон. Между внутренним сосудом для жидкости и кожухом помещена порошковая или многослойная теплоизоляци. Создание требуемого вакуума в теплоизоляционной полости обеспечивается с помощью вентиля, а поддержание его в период эксплуатации обеспечивается физическими адсорбентами и химическими поглотителями газа. Внутренний сосуд закрепляют в кожухе с помощью системы опор и подвесок.

В небольших емкостях внутренний сосуд крепят к горловине, служащей одновременно подвеской и трубой, позволяющей выполнять все технологические операции при эксплуатации сосуда. Сосуды этой простой конструкции называют сосудами Дьюара.

Транспортные резервуары предназначены для хранения, транспортирования и выдачи жидкого кислорода или азота. Резервуары состоят из кожуха котла, испарителя, шкафа с арматурой и контрольно-измерительными приборами. Резервуары изготовлены из высокопрочных хладостойких материалов.

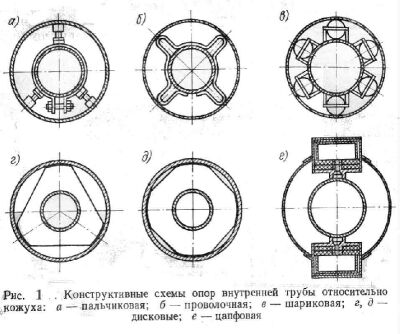
Трубопроводы

Криогенные трубопроводы предназначены для транспортирования жидких и газообразных криогенных продуктов. Они должны сохранять работоспособность во всем диапазоне рабочих температур от -50°С до температур транспортируемых продуктов, и обеспечивать достаточно малый теплоприток из окружающей среды. Выполнение этих требований достигается выбором материалов, работоспособных при низких температурах; конструктивными решениями по компенсации напряжений, возникающих при охлаждении трубопроводов; эффективной тепловой защитой от теплопритоков из окружающей среды.

Современные промышленные конструкции криогенных трубопроводов базируются на вакуумированных типа изоляции: вакуумно-порошковой, слоисто-вакуумной и иногда чисто вакуумной. Наибольшее распространение в криогенных системах получили конструкции трубопроводов из гладких цельнотянутых или сварных труб.

В качестве конструкционных материалов внутренней трубы используется нержавеющая сталь типа 12Х18Н10Т и иногда инвар 36НХ. Наружный кожух изготовляется из нержавеющей или углеродистой стали.

Пространство между внутренней трубой и кожухом вакуумируется и в целях повышения эффективности теплозащиты заполняется либо порошком - аэрогелем или перлитом, либо используется для размещения слоисто-вакуумной изоляции. Внутренняя труба фиксируется относительно кожуха с помощью опор: пальчиковых, проволочных, шариковых, дисковых и цапфовых (рис. 1).



Проволочные, пальчиковые и шариковые опоры предназначены только для обеспечения соосности внутренней трубы и кожуха, дисковые и цапфовые опоры обеспечивают также передачу на кожух усилий от внутренней трубы.

В конструкциях опор использованы стеклопластики, обладающие малой теплопроводностью в сочетании с высокой прочностью длина участков трубопроводов с единой вакуумной полостью определяется удобствами вакуумирования, отыскания течей.

Криогенные трубопроводы служат для передачи сжиженных газов, их снабжают высококачественной теплоизоляцией, что уменьшает испаряемость жидкости. Для ускорения предварительного охлаждения длинного криогенного трубопровода через определенные интервалы предусматривают специальные патрубки для отвода пара. Однако такой способ вызывает увеличение потерь жидкости. Если трубопровод имеет хорошую изоляцию и жидкость непрерывно подается с одного конца, то появление ее на другом конце трубопровода является вопросом только времени. Однако в реальных трубопроводах имеется внешний подвод теплоты, вызывающий испарение.

Уменьшить испарение можно за счет переохлаждения жидкости или увеличения избыточного давления в трубопроводе. Большое количество жидкости можно передать по криогенным трубопроводам с помощью насосов.

Важным вопросом является компенсация температурных деформаций криогенных трубопроводов, которая может достигать десятков миллиметров. В качестве компенсаторов используют сильфоны, устанавливаемые на внутренней или наружной трубе. Наиболее Перспективным решением является применение материала с малым коэффициентом удлинения для внутреннего трубопровода. Таким материалом может служить инвар.

Конструирование и монтаж трубопроводов

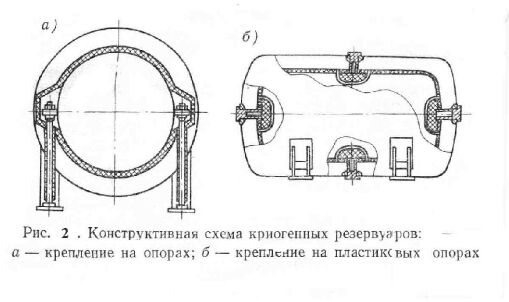
Существует два основных подхода к конструированию и монтажу криогенных коммуникаций. В первом случае отдельные участки трубопроводов (секции) поставляются к месту монтажа в готовом виде, т. е. они полностью изготовлены и отвакуумированы в заводских условиях; при монтаже трубопроводов отдельные секции лишь стыкуются с помощью фланцевых соединении. Длина таких транспортабельных автономных секций ограничена габаритными размерами транспортных средств и не превышает 6-12 м.

При другом подходе изготовленные на заводе секции трубопроводов не имеют замкнутых изоляционных полостей. Отдельные секции свариваются друг с другом на месте монтажа, образуя гораздо более длинные участки с автономными изоляционными полостями. Лишь крайние секции таких участков, длина которых доходит до 50-100 м, снабжаются тепловыми мостами для замыкания вакуумных объемов изоляционного пространства. Вакуумирование изоляционных полостей производится после монтажа трубопровода. Ее концентрическое положение относительно кожуха достигается с помощью проволочных или пальчиковых опор. В связи с этим прямые секции используются на горизонтальных и слабо наклоненных (с углом не более 15) участках. Прямые секции изготовляют в двух вариантах: без компенсаторов и с компенсаторами температурных напряжений на кожухе; внутренняя труба не имеет компенсаторов. Выбор того или иного варианта прямых секций зависит от способа компенсации температурных напряжений и колебаний температуры воздуха применительно к конкретной трассе криогенной магистрали Минимальная длина секций составляет 0,5 м для трубопроводов с диаметром 32 мм и 1 м для трубопроводов большего диаметра; максимальная длина - от 8 до 12 м в зависимости от диаметра трубопроводов. Длина унифицирована .

Трубопроводы для транспортирования газов прокладываются как внутри, так и вне помещений (цеховые и межцеховые трубопроводы). Внутрицеховые трубопроводы прокладывают по стенам и колоннам здания или в крытых каналах. При совместной прокладке кислородных и водородных трубопроводов с трубопроводами для других газов первые крепят на отдельных опорах, кронштейнах, подвесках таким образом, чтобы обеспечить свободный доступ к ним для осмотра и ремонта. Расстояние между трубопроводами должно быть не менее 250 мм. Кислородные и водородные трубопроводы должны быть надежно заземлены. Для этого их присоединяют к заземляющему контуру. Трубопроводы, проходящие через стены или перекрытия зданий, заключают в гильзы. Зазор между трубопроводом и гильзой должен быть менее 5 мм по радиусу и заполнен негорючим волокнистым материалом. Участки трубопроводов, заключенные в гильзы, не должны иметь стыков.

Транспортные резервуары

Принципиальная конструктивная схема криогенного резервуара во многом определяется решением проблемы крепления внутреннего сосуда относительно кожуха. Обычно внутренний сосуд фиксируется относительно кожуха с помощью подвесок или опор. Их конструкция рассчитана на массу сосуда с жидкостью, а для транспортных резервуаров на дополнительные нагрузки, связанные с ускорением и торможением транспортного средства. Кроме того, они должны воспринимать усилия, связанные с температурными деформациями внутреннего сосуда. Одновременно опоры и подвески являются важнейшими элементами тепловой защиты.



На рис.2 представлены основные конструктивные схемы криогенных резервуаров, предназначенных для хранения всего ряда криогенных жидкостей кроме гелия.

В целях уменьшения металлоемкости резервуара в последние годы появились конструкции, в которых внутренний сосуд крепится на жестких трубчатых опорах (рис.2, а). Опоры сосуда и кожуха расположены коаксиально и пространство между ними сообщается с межстенным пространством резервуара, образуя единую вакуумную полость. Независимая система опор внутреннего сосуда и кожуха позволила снизить вес резервуаров. Вертикальные трубчатые опоры применяются в отечественных конструкциях крупных вертикальных и горизонтальных цилиндрических и сферических резервуаров. В некоторых конструкциях резервуаров (в основном транспортных) внутренний сосуд закреплен относительно кожуха на нескольких стеклопластиковых опорах (рис. 2, б). Такая конструкция достаточно проста, технологична в изготовлении и обеспечивает восприятие значительных нагрузок, хотя и менее эффективна в тепловом отношении. Очень крупные хранилища объемом более тысячи кубических метров для относительно высокотемпературных продуктов - кислорода, азота и метана часто выполняются с газонаполненной изоляцией, что позволяет применить иные конструктивные решения.

Гелиевые резервуары. Газгольдеры и баллоны

Сосуды гелиевых резервуаров объемом до несколько сот литров обычно крепятся к кожуху с помощью удлиненной горловины. В конструкциях использованием холода отводимых паров экран представляет собой лист из высокотеплопроводного материала (обычно меди), припаянный к горловине . В некоторых случаях в целях лучшего охлаждения экрана к нему припаивается достаточно длинная трубка, по которой образующие пары отводятся в атмосферу или газгольдер.

Конструкции с использованием азотного экрана более разнообразны. Для достижения более низких температур по всей поверхности экрана к листу может припаиваться трубка, по которой за счет теплопритока из окружающей среды осуществляется естественная циркуляция азота. В более крупных резервуарах азотный экран включает одну или две емкости для хранения жидкого азота и систему труб, залитых жидким азотом, расположенных вокруг гелиевого сосуда.

К трубам приваривается или припаивается лист из теплопроводного металла . Азотный экран крепится с помощью подвесок и опор непосредственно к кожуху, а гелиевый сосуд - непосредственно к азотному экрану.

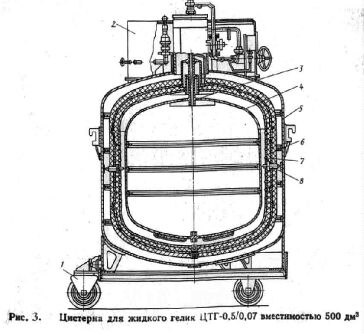
Это сокращает теплопритоки к гелию по подвескам и опорам. Известны также схемные решения, в которых наряду с азотным экраном применяется экран, охлаждаемый парами отходящего гелия.

Газгольдеры предназначены для хранения кислорода, азота, аргона, водорода и других промышленных газов. Различают газгольдеры переменного и постоянного объема с постоянным и переменным давлением, сухие и мокрые, каждый из которых может быть тупиковым или проходным.

Баллоны применяют для хранения и перевозки сжатых газов: азота, кислорода, ацетилена, воздуха и других газов под давлением 16 - 20 Мпа. Изготовляют баллоны из стальных цельнотянутых бесшовных труб путем обжатия в штампе днища и горловины.

Цистерны

Цистерна ЦТГ-0,6/0,07 (рис. 3) состоит на внутреннего сосуда 4 и наружного кожуха 5, изготовленных на стали 12Х18Н10Т. Внутренний сосуд подвешен на горловине 3. Для компенсации нагрузок, возникающих при транспортировании, горловина подвешена на сферической цапфе; боковые упоры 8 ограничивают подвижность внутреннего сосуда.



Трубопроводы, арматура, приборы и предохранительные устройства, размещенные в верхней части цистерны, защищены кожухом 2 со съемной крышкой. Вакуумно-многослойная изоляция смонтирована на двух медных экранах 6, охлаждаемых парами гелия, которые проходят по змеевику 7. Масса цистерны 430 кг. Потери гелия от испарения 1,1% в сутки, она смонтирована на тележке.

Цистерна ЦТГ-2,5/0,07 предназначена для хранения и перевозки большого объема (2500 дм ) жидкого гелия. Внутренний сосуд закреплен внутри азотного экрана на опорах. Жидкий азот (400 дм ) заливают в камеры на днищах экрана. Азотный экран установлен в кожухе на опорах из стеклопласта и закреплен с помощью восьми растяжек. Изоляция внутреннего сосуда вакуумная, азотного экрана - вакуумно-многослойная. Между внутренним сосудом и азотной камерой предусмотрен промежуточный экран. Поверхности внутреннего сосуда н экранов имеют высокую отражательную способность. Промежуточный экран и растяжки внутреннего сосуда охлаждаются испаряющимся гелием.

Использованные источники

1. Архаров А. М., Беляков В. П. Криогенные системы. М.,1987.

2. Новотельнов В.Н., Суслов А.Д. Криогенные машины. Спб.,1991.

3. Оконский И. С., Осокин А. А. Процессы и аппараты кислородного и криогенного производства. М.,1985.

4. Филин Н.В., Буланов А.Б. Жидкостные криогенные системы. Л.,1985.