МОСКОВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ И ИНФОРМАТИКИ

РЕФЕРАТ по дисциплине “Криогенные системы”

**Типы резервуаров используемых для хранения криопродуктов.**

 Студент 2-го курса

группы БФ 2 Кудряшов Д.В.

Руководитель

Гапонкин В.А.

1997

Назначение.

Резервуары криогенных систем предназначены для накопления, хранения и выдачи жидких криогенных продуктов потребителю. В ряде случаев в резервуарах осуществляется получение требуемой температуры жидкости. В резервуарах может также размещаться охлаждаемое оборудование (обычно в среде гелия); такие резервуары выделяются в особый вид и носят название криостатов. Их конструкция может существенно отличаться от конструкции общепромышленных резервуаров, поскольку она тесно связана с габаритными размерами и формой охлаждаемых объектов, а иногда и с возможностью их быстрого монтажа или удаления из объема. В зависимости от назначения, размеров и вида хранимого продукта криогенные резервуары отличаются теми или иными конструктивными особенностями. Хотя достаточно четкой их классификации до настоящего времени еще не существует, но можно с учетом номенклатуры резервуаров, выпускаемых промышленностью разделить их на следующие группы: стационарные резервуары, предназначенные для эксплуатации в составе жидкостных криогенных систем; транспортные резервуары и цистерны, предназначенные для снабжения потребителей жидкими криогенными продуктами; лабораторные сосуды, объем и масса которых позволяют перемещать их вручную.

 При разработке конструкции резервуаров решаются следующие основные вопросы: выбор формы резервуаров, системы опор или подвесок и другие схемные вопросы: обеспечение тепловой защиты и способа поддержания вакуума в изоляционных полостях; выбор материала сосудов и других конструктивных узлов.

 Форма резервуаров выбирается с учетом их назначения, удобства изготовления, перевозки и эксплуатации. Дополнительное влияние на форму резервуаров оказывает стремление к уменьшению теплопритоков к хранимой жидкости. С точки зрения обеспечения минимальных теплопритоков предпочтительна сферическая форма сосудов, поскольку для сферы отношение поверхности к объему S/V минимально по сравнению с другими геометрическими формами. Однако при сферической форме сосудов недостаточно эффективно используются рабочие площади и объемы, каждый типоразмер требует изготовления новой оснастки, с увеличением объема более 5-10 м осложняется перевозка резервуаров. В связи с этим кроме сосудов дорической формы широко применяются вертикальные и горизонтальные цилиндрические резервуары, форма которых в лучшей степени учитывает габаритные размеры транспортных средств, позволяет более рационально использовать производственные площади, дает возможность за счет изменения длины обечайки выпускать ряд однотипных резервуаров разного объема. Сосуды для хранения криогенных жидкостей заключены в кожух (обычно герметичный) и пространство между ними используется для тепловой защиты внутреннего сосуда чаще всего на базе вакуумированных типов изоляции. Форма кожуха в основных очертаниях повторяет форму внутреннего сосуда.

Типы и конструкции резервуаров.

 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 опры и подвески являются важнейшими элементами тепловой защиты.

 На рис.1 представлены основные конструктивные схемы криогенных резервуаров, предназначенных для хранения всего ряда криогенных жидкостей кроме гелия. Для сравнительно небольших резервуаров, имеющих форму сферы или короткого вертикального цилиндра, одним из наиболее рациональных конструктивных решений является использование в качестве подвески нейтральной трубы, расположенной вдоль вертикальной оси (рис. 1, а), которая одновременно служит для заполнения сосуда, слива жидкости и сброса пара. Пространство между сосудом и кожухом используется для размещения порошково- или слоисто-вакуумной изоляции. Такую конструкцию крепления внутреннего сосуда относительно кожуха имеют практически все криогенные резервуары объемом де нескольких сот литров. Теплоприток по тепловому мосту (горловине) в данной конструкции минимален, поскольку горловина может быть выполнена достаточной длины; перепад температур по концам горловины уменьшен за счет охлаждения при хранении с открытым газосбросом или вследствие температурного расслоения в газовой фазе при хранении без сброса паров. Для обеспечения возможности транспортировки резервуаров внутренний сосуд имеет ограничители радиальных перемещений.

 Конструктивная схема более крупных сферических, а также горизонтальных и вертикальных цилиндрических сосудов предусматривает их крепление относительно кожуха с помощью подвесок (рис.1, б). Расположение подвесок по касательной к внутреннему сосуду позволяет в целях снижения теплопритока выполнять их достаточной длины. Для устранения действия изгибающих моментов подвески имеют шарнирные соединения с кожухом и внутренним сосудом.

Вряде случаев с целью удлиннения подвесок они расположены в специальных трубах, проходящих через сосуд с жидкостью, причем полость труб сообщается с изоляционной полостью резервуара (рис.1, в).

В целях уменьшения металлоемкости резервуара в последние годы появились конструкции, в которых внутренний сосуд крепится на жестких трубчатых опорах (рис.1, г). 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. 1, д). 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.

Типы и конструкции хранилищ криопродуктов.

 Практическое применение нашли два типа хранилищ. В схеме, изображенной на рис. 2, а, хранилище собирается из одностенных стандартных цилиндрических сосудов, которые в готовом виде доставляются к месту монтажа. Сосуды монтируются в едином кожухе на рампой конструкции, и их количеством определяется объем хранилища. Вертикальное расположение сосудов в едином кожухе уменьшает занимаемую площадь. Хранилища такого типа объемом до 5000 м на базе стандартных сосудов объемом 500 м и 1000 м с перлитной изоляцией изготовляет, например, японская фирма “Ниппон Сансо” (Nippon Sanco). Простота конструкции и ее дешевизна делает перспективным создание подобных хранилищ в составе заводов по производству продуктов разделения воздуха. В схемах, приведенных на рис. 2, б, в, показан другой тип крупных хранилищ криогенных продуктов, представляющих собой двустенные относительно короткие вертикальные цилиндрические резервуары с плоским днищем. Внутренний сосуд с жидкостью опирается на фундамент, выполненный из пеностекла, т. е. из материала, обладающего сравнительно высокой прочностью и малой теплопроводностью. Плоское днище внутреннего сосуда служит только для обеспечения герметичности объема и не подвергается значительным напряжениям, что позволяет выполнять его из относительно тонкого листа. Конструкция сосудов с плоским днищем рассчитана на давление в паровом пространстве, близкое к атмосферном, т. е. обычно в пределах 0,103-0,13 МПа.

 Гелиевые резервуары.

Газгольдеры и баллоны.

Конструктивные схемы гелиевых резервуаров приведены на рис. 3. Сосуды объемом до несколько сот литров обычно крепятся к кожуху с помощью удлиненной горловины. В конструкциях с использованием холода отводимых паров экран представляет собой лист из высокотеплопроводного материала (обычно меди), припаянный к горловине (рис. 3, а). В некоторых случаях в целях лучшего охлаждения экрана к нему припаивается достаточно длинная трубка, по которой образующие пары отводятся в атмосферу или газгольдер (рис. 3, б).

Конструкции с использованием азотного экрана более разнообразны. В сравнительно небольших резервуарах объемом до нескольких сот метров азотный экран также представляет собой медный лист ,но припаянный к сосуду с азотом, который располагается в верхней части вакуумной полости (рис. 3, в). 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 (рис. 3, г). 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 привариваеися или припаивается лист из теплопроводного металла (рис. 3, д, е). 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.

 Номенклатура выпускаемых резервуаров.

 К настоящему времени в криогенном машиностроении разработана и освоена обширная номенклатура резервуаров для хранения и перевозки жидких криогенных продуктов . Отечественной промышленностью выпускается достаточно широкая гамма типоразмеров криогенных резервуаров: стационарных, транспортных, резервуаров-цистерн, лабораторных. Основными типами резервуаров жидкостных криогенных систем являются крупные резервуары, предназначенные для стационарной установки. Для комплектования различного рода криогенных систем в нашей стране разработан унифицированный ряд криогенных резервуаров: РЦВ-З, РЦВ-8, РЦВ25, РЦВ-63, РИГ-50, РИГ-100, РИГ-225, РС-1400 объемом 3, 8, 2. 63, 50, 100, 225 и 1400 м соответственно. Резервуары серий РЦВ и РИГ имеют форму вертикальных и горизонтальных цилиндров, а РС-1400 - форму сферы. Они предназначены для хранения и выдачи жидких азота, кислорода и водорода. Внутренние сосуды изготовлены из нержавеющей стали 12Х18Н10Т или ОЗХ20К16АГ10, наружные кожуха - из стали 09Г2С, что позволяет эксплуатировать резервуары на открытом воздухе при температуре окружающего воздуха до -40 С. Резервуары объемом до 225 м включительно транспортабельны, т. е. изготовляются в заводских условиях и переводятся в собранном виде к месту монтажа. Резервуар РС-1400 объемом 1400 м монтируется из отдельных элементов на месте его последующей эксплуатации. Резервуары РЦВ-З и РЦВ-8 имеют порошково-вакуумную изоляцию, остальные - слоисто-вакуумную, причем число экранов варьируется в зависимости от вида хранимого продукта. Конструктивные решения резервуаров РЦВ одинаковы.

 Для хранения в небольших количествах жидких О , N и Ar и работы в лабораторных условиях выпускаются резервуары малого объема серий АСД и ЦСД. Резервуары серии АСД имеют сферическую или близкую к ней форму; внутренний сосуд подвешен к кожуху на длинной горловине, изоляция - порошково-вакуумная. Резервуары серии ЦСД представляют собой вертикальные цилиндрические двустенные сосуды с открытым верхом объемом от 5 до 50 л с порошково-вакуумной изоляцией. Съемная крышка служит лишь для защиты от расплескивания жидкости. По сути эти сосуды являются одновременно простейшими криостатами для погружения в жидкий азот различных объектов и деталей.

 Отечественной промышленностью выпускаются серийно гелиевые резервуары различных типоразмеров. Для эксплуатации в составе гелиевых систем разработаны два типа стационарных резервуаров РЦВГ-40/0,07 и РЦВГ-1 ,25/0,07 объемом 40 м и 1 ,25 м соответственно на рабочее давление 0,07 МПа.

 Описание резервуаров для хранения криогенных жидкостей было бы неполным без краткого упоминания о криостатах – криогенных резервуарах, предназначенных для размещения в их объеме различных охлаждаемых объектов и устройств. Наибольшее распространение получили гелиевые криостаты, предназначенные для размещения сверхпроводящих соленоидов. В связи с расширением промышленного использования явления сверхпроводимости именно создание различного рода криостатов станет в ближайшие годы главным направлением развития гелиевого емкостного оборудования. Отечественной промышленностью в настоящее время серийно выпускаются три типа гелиевых криостатов емкостью 15, 60 и 300 л.

 Техническое освидетельствование криогенных стационарных резервуаров производится перед пуском в работу и через 10 лет эксплуатации путем проверки герметичности изоляционной полости, проведения пневматических испытаний внутреннего сосуда пробным давлением, проверки герметичности внутреннего сосуда после испытания пробным давлением.

ЛИТЕРАТУРА

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

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

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