

# Выбор резервуара для хранения двуокиси углерода



Резервуар для хранения углекислоты РДХ-12,5-2,0

▶▶▶ На рынке углекислотного оборудования РФ есть несколько отечественных производителей углекислотных стационарных емкостей. Кто-то из них известен очень давно, но есть и новые игроки, агрессивно продвигающие свою продукцию.

Во времена СССР углекислотные стационарные резервуары и транспортные цистерны выпускались по ГОСТу и планомерно распределялись по предприятиям по разрядам. Сейчас каждый завод-изготовитель производит оборудование по собственным техническим условиям (ТУ).

Поэтому сотрудникам компаний потребителей данного оборудования, принимающим решение о приобретении, довольно сложно выбрать для себя именно то оборудование, которое будет полностью удовлетворять их производство.

Цель данной заметки – подробно рассказать о тех моментах, на которые покупателю нужно обратить внимание при покупке резервуара для хранения жидкой углекислоты. Мы не будем рассматривать покупку бывшего в употреблении или нового оборудования импортного производства, т.к. первое – это дешево, но это «кот в мешке», а второе – это качественно, но, как правило, в разы дороже отечественного.

Речь пойдет о среднем ценовом сегменте - о новом оборудовании отечественного производства (УДХ, РДХ или РДХУ).

Резервуар состоит из нескольких составных частей: 1. Внутренний сосуд, работающий под давлением; 2. Теплоизоляция; 3. Наружный защитный кожух; 4. Запорная и предохранительная арматура; 5. Уровнемер; 6. Холодильный агрегат.

Рассмотрим каждый из компонентов отдельно.

## 1. Внутренний сосуд, работающий под давлением.

Внутренний сосуд, работающий под

давлением, конечно же основа резервуара и самая дорогая его часть – как кузов в автомобиле! Не все, но в основном производители РДХ заказывают сосуды «на стороне», благо различных старых и новых «химмашей» на территории нашей родины предостаточно.

Все резервуары изготавливаются из ст.09Г2С-15 (15 категории, для низкой температуры). Качество изготовления сосудов у всех примерно одинаковое. Но при покупке углекислотного резервуара стоит обратить внимание на следующие моменты:

1. Рабочее давление – оптимальное 2,0 МПа. Может быть больше или меньше (2,5 МПа или 1,8 МПа). За большее давление считаю, что переплачивать не имеет смысла, но покупать резервуар на 1,8 МПа я бы не стал, т.к. при большем давлении холодильным агрегатам выполнять свою работу легче, да и две «лишние» атмосферы при хранении углекислоты будут совсем даже не лишние!

2. Паспорт на сосуд должен полностью соответствовать ТР ТС 32/2013 г. и ФНП ОРПД (Федеральные нормы и правила. Оборудование работающее под давлением). Паспорт на сосуд вы получите только при покупке самого сосуда, но образец в электронном виде запросить все же стоит.

3. Изготовитель сосудов должен иметь сертификат ТР ТС 032/2013 г. на их изготовление. И чтобы у инспектора Ростехнадзора при постановке на учет сосуда работающего под давлением не было вопросов по сертификату, то в нем четко должно быть указано:

- наименование сертифицированной продукции – «РДХ» (желательно, но не

обязательно, т.к. у «химмашей» это обычно просто горизонтальные и вертикальные резервуары),

- рабочее давление или интервал (обязательно, например, от 1,5 до 2,5 МПа куда входит рабочее давление сосуда), или, если дан ряд давлений – 1,6 МПа, 2,0 МПа, 2,5 МПа и т.д. Лично мне известен случай, когда в ряду давлений не было значения 2,0 МПа, что стало поводом для переделки сертификата (по «просьбе» инспектора Ростехнадзора конечно же). А это время и нервы!

- Категория оборудования – 4, согласно Приложения №1 ТР ТС 32/2013 (обязательно),

- Тип рабочей среды – 2 (обязательно).

Поэтому перед покупкой резервуара запросите копию сертификата на него или на его внутренний сосуд.

4. В горизонтальных резервуарах, с целью не допущения притока тепла к углекислоте, между сосудом и его опорами устанавливаются специальные текстолитовые проставки. Это требование еще советского ГОСТа. Некоторые недобросовестные изготовители сосудов с целью уменьшения себестоимости идут на замену материала проставок с текстолита на дерево, которое, во-первых, имеет другие прочностные характеристики, во-вторых, может просто сгнить.

5. Средний срок службы, который указывают производители РДХ – 15 лет. Он должен быть указан в технических характеристиках и в паспорте на сосуд. Это значит, что прирост толщины стенки на коррозию у данного сосуда должен быть 0,75 мм (по 0,05 мм/год). С целью удешевления сосуда некоторые производители могут предложить РДХ со сроком службы 10 лет. Сами думайте, стоит ли 5 лет срока службы сосуда небольшого уменьшения цены. Я думаю, что нет.

## 2. Теплоизоляция.

Теплоизоляция современных сосудов значительно отличается от теплоизоляции углекислотных резервуаров, выпускаемых в СССР. Никто давно уже не применяет в качестве теплоизоляционного материала перлитовый песок. Все предприятия применяют для этих целей вспененный пенополиуретан (ППУ). На этом общее в технологии теплоизоляции заканчивается. Все теплоизолируют сосуды по-своему. Но все же можно разделить на две группы по способу нанесения теплоизоляции:

1. Напыление ППУ на сосуд.

2. Обкладка сосуда специальными ППУ-скорлупами.

Оба эти способа имеют свои плюсы и минусы, поэтому их можно считать равноценными. Перечислим их достоинства и недостатки:

1. Способ напыления ППУ. Несомнен-



**Холодильный агрегат для РДХ**



**Уровнемер-диффманометр для РДХ-30,0-2,0**



**Клапан предохранительный КД-200**

ный плюс данного способа в том, что при напылении на сосуд получается цельная «колба-термос». Этот термос не имеет вообще никаких стыков, через которые к внутреннему сосуду (читай к жидкой углекислоте) могут подходить теплопритоки. Также по желанию клиента возможно нанесение (напыление) теплоизоляции практически любой толщины. К минусам относится то, что данная теплоизоляция не съемная, т.е. чтобы повторно теплоизолировать сосуд по истечении срока годности ППУ, процесс «очистки» сосуда от старого ППУ будет довольно трудоемким.

2. Способ ППУ-скорлуп. Здесь та же самая «вилочка», только наоборот. Конструкция теплоизоляции, несмотря на специальные замки скорлуп и пропенку щелей, все равно не будет замкнутой «колбой», но разобрать такую конструкцию при необходимости можно без проблем. Проблемы у изготовителя могут возникнуть, если заказчик пожелает приобрести сосуд нестандартного диаметра и с теплоизоляцией нестандартной толщины. Изготовителю придется делать доп. оснастку.

Самое главное, на что нужно обращать внимание покупателю резервуара по теплоизоляции это:

1. Плотность ППУ. Чем она выше, тем менее гигроскопична она будет (не будет впитывать влагу) и тем лучше и дольше будет храниться жидкая углекислота в РДХ. Оптимальная плотность ППУ – 35,0...50,0 кг/м<sup>3</sup>. Причем плотность ППУ напрямую зависит от качества компонентов (А и В), типа вспенивателя (на воде или фреоне). Вспениватель на воде в разы дешевле фреонового. Из-за чего некоторые производители идут на снижение себестоимости, применяя не качественный, дешевый вспениватель. Поэтому прописывайте в договоре в технических характеристиках плотность и тип ППУ.

2. Толщина ППУ. Для умеренного климатического пояса вполне достаточно толщины ППУ 100...120 мм, причем для любого объема резервуара от 2 до 50 м<sup>3</sup>. Если же у вас летом температура будет зашкаливать за 40°C и выше, то следует заказывать РДХ с толщиной 150...200 мм.

Прописывайте эти характеристики теплоизоляции в договоре на поставку РДХ.

### 3. Наружный защитный кожух.

Тут два варианта, как говорится на вкус и цвет: нержавеющий лист или окрашенный оцинкованный лист. Нержавейка конечно немного дороже. Но на технических характеристиках РДХ тип защитного кожуха никак не сказывается.

### 4. Запорная и предохранительная арматура.

Запорная, показывающая и предохранительная арматура на РДХ состоит из:

1. Кран запорный фланцевый - 3 или 5 шт. (Жидкость – 2 шт., Газ – 2 шт. и Дренаж – 1 шт.). Материал запорных кранов ст.09Г2С или ст. 12Х18Н10Т, что совсем не обязательно, т.к. сам сосуд изготовлен из ст. 09Г2С.

2. Трехходовой кран-переключатель – 1 или 2 шт. (на предохранительные клапана и мембранные узлы). То же самое относится и к кранам-переключателям – достаточное ст. 09Г2С.

3. Клапан предохранительный – 2 шт. Клапаны должны быть полно-подъемными, иметь ручки принудительного подрыва и самое главное, что они должны иметь сертификаты ТР ТС 032/2013 г. Именно сертификаты, а не декларации!

4. Мембранные узлы с мембранами – 1 или 2 шт. Две мембраны на резервуаре, конечно же удобнее и выгоднее для заказчика, т.к. при порыве одной из мембран, можно переключить на другую, а не ждать когда из бочки выйдет вся углекислота. Некоторые «знатоки» ставят на свои резервуары одну мембрану и запорный кран после нее. Установка запорной арматуры после предохранительных устройств категорически запрещена ФНП ОРПД. Так что заказывайте РДХ в комплекте с двумя установленными параллельно мембранами и желательно 1-2 мембранами в комплекте ЗИПа, чтобы потом не бегать и не искать их по стране).

5. Манометры показывающие (4,0 МПа) – 2 шт. Обычные или виброустойчивые, заполненные силиконом. Последние живу-

чие. Манометры должны быть поверены. При установке манометров от 2 до 3 м – диаметр корпуса манометра должен быть 160 мм.

6. Штуцера для подключения насоса для перелива углекислоты или транспортной цистерны ЦЖУ с резьбой Tr70x4 (или Уп70x4, или М70x4). Эти штуцера можно заказать обычно дополнительно у любого производителя. Если будете заказывать, то берите с трапецидальной резьбой Tr70x4, т.к. это самая распространенная резьба.

Вся арматура должна быть новая и иметь паспорта и руководство по эксплуатации.

### 5. Уровнемер.

В качестве средства измерения уровня или количества жидкой углекислоты в РДХ отечественные производители применяют следующие приборы:

1. Индикаторы поплавковые магнитные типа ИПМ-1200...2400. По названию – «индикатор» уже можно понять, что это не прибор, а «показометр», пережиток советского прошлого так сказать! Индикаторы изготавливаются под конкретный диаметр сосуда, что видно из обозначения. Например, ИПМ-1600 под сосуд диаметром 1600 мм. Индикатор устанавливается с торца резервуара и представляет собой поплавок на штанге, которая через систему магнитов передает показания на стрелочный циферблат. Циферблат очень не удобный, показывает количество жидкой углекислоты в процентах и в зависимости от давления в резервуаре. Сам магнитный механизм довольно капризный и при попадании каких-либо механических частиц он заклинивает и встает на месте. Эти уровнемеры сейчас почти никто не ставит, и они пользуются спросом как комплектующие на резервуары более ранних лет выпуска.

2. Тензометрические электронные весы. Если весы заводские, а не кустарного производства, как у некоторых производителей, то это вещь, безусловно хорошая, т.к. при обнулении тары на терминале весов будет видна реальная масса углекислоты в РДХ. Т.е. весы измеряют именно массу CO<sub>2</sub>, а не вычисляют ее, измеряя косвенные величины. Но весы имеют ряд недостатков. Во-первых, данная весовая система должна иметь свидетельство о утверждении средства измерения. А такой документ на систему в целом (датчики веса + терминал) мало кто из производителей весов может предоставить. Во-вторых, хорошие электронные весы должны иметь тепловую коррекцию, т.к. весы стоят под резервуаром на улице, где температура может меняться от -40 до +40°C. Т.к. если таковой коррекции нет, то показания будут «гулять» в зависимости от темпе-

ратуры окружающей среды. В-третьих, по-хорошему весы должны проходить регулярную поверку, а это дополнительные заботы для инженерной службы «снять-поставить» резервуар на весы и т.д.

3. Герконовый поплавковый уровнемер. Уровнемер показывает количество жидкой углекислоты в РДХ в тоннах, в м<sup>3</sup>, в %, в см (высота жидкостного столба), температуру и плотность жидкой углекислоты. Плотность здесь постоянная величина и записывается в прибор на заводе-изготовителе. Обычно это 1050 кг/м<sup>3</sup>. Измерение уровня жидкости осуществляется при помощи поплавка со встроенным магнитом, который магнитным полем воздействует на чувствительный элемент - герконы. Герконы установлены в ряд с интервалом, обеспечивающим непрерывность измерения.

Измерение температуры - многоточечное, с применением интегральных датчиков температуры, равномерно распределенных по длине направляющей (до 8-ми точек). Для вычисления средней температуры жидкости используются показания датчиков температуры, находящихся под поверхностью жидкости, а для температуры паров - над поверхностью.

Уровнемер заказывается и изготавливается по эскизу сосуда, т.е. под каждую конкретную емкость (учитывается диаметр емкости и тоннаж).

Уровнемер является составной частью измерительной системы и включает в себя помимо преобразователя магнитного поплавкового показывающий прибор - сигнализатор. Питание системы измерительной осуществляется от литиевой аккумуляторной батареи 3В.

Данный уровнемер, довольно надежный прибор. Но есть негативные моменты, которые хочется отметить. Во-первых, масса жидкой углекислоты в РДХ рассчитывается по плотности 1050 кг/м<sup>3</sup>, которая вшивается в прибор заранее. Но плотность жидкой углекислоты меняется в зависимости от давления в пределах от 1030 до 1100 кг/м<sup>3</sup> (при снижении давления с 20 до 12 бар), что создает значительную погрешность в показаниях уровнемера по массе. Во-вторых, регулярная поверка уровнемера также будет вызывать у инженерной службы некоторые затруднения и остановку работы резервуара. В-третьих, зазор между поплавком и штангой, по которой он ходит в районе 2...4 мм на сторону, поэтому попадание мелких механических частиц или льда в этот зазор приведет к заклиниванию поплавка и ремонту (остановке и вскрытию люка РДХ).

4. Уровнемер-диффманометр. Принцип действия прибора основан на замере разности давления между газовой фазой и жидкостью (в самой нижней части), т.е. давления жидкостного столба. Разность

давления пересчитывается в тонны жидкой углекислоты, что видно на циферблате прибора. Уровнемер состоит из измерительной и показывающей части. Измерительная ячейка состоит из двух пластинчатых сильфонов, что позволяет выдерживать значительные перегрузки. Уровнемер заказывается и изготавливается по эскизу сосуда, т.е. под каждую конкретную емкость (учитывается диаметр емкости и тоннаж). Простота конструкции и удобство эксплуатации делают данный уровнемер оптимальным для измерения уровня жидкой углекислоты.

### 6. Холодильный агрегат (агрегат поддержания давления).

От работы холодильного агрегата зависит - будет или нет потери жидкой углекислоты при ее хранении в РДХ.

Агрегат поддержания давления в РДХ состоит из двух частей:

1. Теплообменник, смонтированный в «верхней части РДХ, в так называемой «газовой шапке».

2. Компрессорно-конденсаторный агрегат.

1. Теплообменник, представляет собой одно-, двух- или трехконтурный теплообменник, изготовленный из гладкой медной трубы, по которому циркулирует фреон (R 404). На входе в теплообменник фреон имеет температуру ниже температуры углекислого газа. Углекислый газ захлаживается и конденсируется на медном теплообменнике, вследствие чего снижается значение давления в резервуаре. Проверить качество и правильность изготовления внутреннего теплообменника заказчику нет никакой возможности, поэтому качество его изготовления и монтажа оставим на совести изготовителя.

2. Компрессорно-конденсаторный агрегат, может быть смонтирован или сразу на резервуаре (с заднего торца), или на отдельной раме рядом с резервуаром. В этом случае заказчику потребуются дополнительный монтаж медных трубопроводов от агрегата до теплообменника. Зато в этом случае исключается обрыв промежуточных медных трубопроводов при транспортировке резервуара на место установки. Холодопроизводительность компрессорно-конденсаторного блока должна быть подобрана под конкретный объем резервуара и его внутренний теплообменник. Сердце компрессорно-холодильного агрегата - это компрессор. По типу он может быть поршневым или спиральным. Спиральные компрессоры более надежные, но как правило, и более мощные, т.е. обладают большой холодопроизводительностью (от 3,0 кВт). Поэтому обычно применяют герметичные поршневые компрессоры. В составе агрегата поставляется блок управления и ав-

томатики, который включает в себя: реле защиты компрессора по низкому и высокому давлению, реле включения-отключения вентилятора конденсатора, реле контроля фаз и датчик давления СО<sub>2</sub> и микропроцессорным контроллером (или электроконтактный манометр - ЭКМ), по командам которого включается и выключается холодильный агрегат. При выборе холодильного агрегата важно особое внимание уделить качеству комплектующих и качеству сборки до покупки, чтобы после не удивляться низким уровнем сборки и монтажа и комплектующими 20-летней давности. Запуск в работу, дальнейшую эксплуатацию и сервисное обслуживание холодильно-компрессорных агрегатов должны осуществлять только специализированные организации. Это оборудование, которое должно постоянно находиться под контролем специалистов!

### Выводы:

К сожалению, для заказчика определяющим при выборе углекислотного стационарного резервуара (РДХ) становится его стоимость, но как писал Пушкин А.С. в своей бессмертной сказке: «Не гонялся бы ты, поп, за дешевизной!».

Поэтому при выборе оборудования все-таки подумайте о его качестве! Качественная вещь не может быть дешевой!

Резервуар для хранения жидкой углекислоты в оптимальной комплектации, без излишеств, должен иметь следующие характеристики и комплектацию:

1. Внутренний сосуд - материал ст. 09Г2С-15, рабочее давление 20,0 кгс/см<sup>2</sup> (2,0 МПа), срок службы 15 лет и сертификат ТР ТС 32/2013 г.

2. Теплоизоляция - напыляемый пенополиуретан, толщиной 100...120 мм. Плотность теплоизоляции - 35...50 кг/м<sup>3</sup>.

3. Наружный кожух - окрашенный оцинкованный лист.

4. \*Запорная и предохранительная арматура - кран запорный фланцевый Ду32, Ру25, ст. 09Г2С - 5 шт., кран-переключатель трехходовой Ду25, Ру25, ст. 09Г2С - 2 шт., клапан предохранительный полноподъемный с ручным подрывом, Ду15 - 2 шт. (должен быть сертификат ТР ТС032/2013 г.), мембранный узел, ст. 12Х18Н10Т - 2 шт., мембрана разрывная - 2 шт. + 1 шт. (ЗИП), манометр виброустойчивый 40 кгс/см<sup>2</sup> - 2 шт.

5. \*Уровнемер - дифманометр-уровнемер, показания в тоннах жидкой СО<sub>2</sub>.

6. \*Холодильный агрегат - в полной заводской готовности, со всеми необходимыми комплектующими и автоматикой. Запуск холодильного оборудования должна производить специализированная организация.

\* Все комплектующие должны быть новыми, иметь паспорта и руководство по эксплуатации. 