УДК 661.97.001.5 Группа Г43

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ

ПРАВИЛА

Оборудование для безбаллонного обеспечения предприятий двуокисью углерода

Выбор и применение

РД 26-4-87

ОКСТУ 3602

Взамен РТМ 26-325-79

Дата введения с 01.07.87.

Настоящий руководящий документ распространяется на типовое оборудование для безбаллонного обеспечения предприятий двуокисью углерода и устанавливает методику выбора и правила применения наиболее экономичного оборудования в зависимости от годового расхода двуокиси углерода и удаленности предприятия-потребителя от предприятия-поставщика.

gost.e-ecolog.ru

I. ДВУОКИСЬ УГЛЕРОДА ЖИДКАЯ

I.I. Двуокись углерода или углекислый газ (CO_2) может находиться в газообразном, сжиженном и твердом (в виде сухого льда) состояниях. Плотность двуокиси углерода зависит от давления, температуры и агрегатного состояния, в котором она находится.

Молекулярная масса 44,0I

Плотность при 20°С и давлении 0,I0I3 МПа (760 мм рт.ст.), кг/м^3 . . . . I,83

Критическая температура, °С 3I,04

Критическое давление, МПа (кгс/см^2) . . . 7,38 (75,3)

Тройная точка двуокиси углерода характеризуется избыточным давлением 0,428 МПа (4,28 кгс/см^2) и температурой минус 56,6°С. В жидком состоянии двуокись углерода может находиться только под давлением выше $P_{изб}$=0,428 МПа (4,28 кгс/см^2). Двуокись углерода не представляет опасность для здоровья человека при концентрации её в воздухе рабочей зоны 0,5% по объему. При содержании в воздухе свыше 5 % двуокиси углерода появляется ощущение раздражения слизистых оболочек дыхательных путей и глаз, кашель, ощущение тепла в груди и головные боли.

Технические требования к жидкой двуокиси углерода определяются ГОСТ 8050-85 "Двуокись углерода газообразная и жидкая. Технические условия".

I.2. Двуокись углерода находит большое применение в различных отраслях народного хозяйства: машиностроительной, пищевой, нефтедобывающей, химической, сельском хозяйстве и др.

В машиностроении особое место занимает сварка в среде двуокиси углерода, так как является одним из перспективных направлений дальнейшей механизации сварочных работ, обеспечивающая повышение производительности труда в 2-4 раза и высокое качество сварных швов.

Объемы применения этого вида сварки в СССР непрерывно возрастают, а потребности сварочного производства в двуокиси углерода удовлетворяются еще недостаточно. Основными причинами такого положения являются дефицит в баллонах и отсутствие специальных хранилищ-накопителей для утилизации двуокиси углерода у большинства поставщиков, вследствие чего значительное коли-

чество двуокиси углерода вместе с отходящими газами различных производств выбрасывается в атмосферу. Широкое применение безбаллонного способа позволит сократить большие транспортные расходы, значительно уменьшить потери двуокиси углерода и улучшить использование мощностей углекислотных производств.

2. СПОСОБЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ДВУОКИСЬЮ УГЛЕРОДА

2.1. Для централизованного обеспечения двуокисью углерода потребителем могут быть применены: газопровод от поставщика к потребителю, автономная станция и изотермические резервуары среднего давления, предназначенные для хранения и транспортировки жидкой двуокиси углерода под рабочим давлением до 2,5 МПа.

2.2. Газопровод обеспечивает подачу двуокиси углерода под определенным давлением, которая, пройдя регулирующие устройства, поступает к рабочим постам. Этот способ транспортировки газа прост. Однако вследствие высокой стоимости строительства газопровода, особенно в черте города или на пересеченной местности, его можно рекомендовать к применению только после проведения технико-экономического анализа.

2.3. Автономная станция на машиностроительном или другом предприятии представляет отдельный специализированный цех, предназначенный для производства двуокиси углерода для собственных нужд. Станция включает в себя большой комплекс сложного и металлоемкого технологического оборудования.

Исходным сырьем для получения двуокиси углерода является топливо. Продукт сжигания топлива - дымовой газ и пар полностью расходуются на процесс получения двуокиси углерода, где бы сжигание топлива не производилось, в автономных котельных или котлах ТЭЦ. На каждую тонну двуокиси углерода расходуется до 1 т условного топлива.

Двуокись углерода получают из дымовых газов абсорбционно-десорбционным способом, являющимся самым сложным из всех технологических схем его производства.

Технологическая схема автономной станции, как правило,

предусматривает возможность получения жидкой двуокиси углерода, накопление ее в стапельной батарее или стационарном накопителе.

Автономная станция с установкой стационарных накопителей позволяет полностью отказаться от баллонного парка и отпускать излишки двуокиси углерода другим предприятиям в транспортные цистерны. Однако она сложна по устройству, требует значительных капитальных затрат (от 200 до 900 тыс.руб.) и производственных площадей, а для обслуживания ее необходим штат персонала в 20-30 человек. Также следует иметь в виду, что основная часть технологического оборудования автономной станции (кроме насосно-компрессорного) изготавливается по индивидуальным заказам.

Строительство автономных станций целесообразно при отсутствии железнодорожного и надежного круглогодичного автомобильного сообщения. В остальных случаях строительство этих станций должно быть экономически обосновано с учетом объема потребления двуокиси углерода, удаленности потребителя от поставщика и в сравнении с другими способами снабжения.

2.4. Изотермические резервуары среднего давления, как транспортные цистерны, так и стационарные накопители, представляют собой теплоизолированные сосуды различной вместимости. При этом жидкая двуокись углерода накапливается и хранится у поставщика в стационарных накопителях при рабочем давлении от 0,8 до 1,6 МПа (8-16 кгс/см^2), из которых производится заполнение транспортных цистерн, рассчитанных на рабочее давление от 0,8 до 2,0 МПа (8-20 кгс/см^2) и предназначенных для доставки жидкой двуокиси углерода потребителю. У потребителя жидкая двуокись углерода переливается из транспортных цистерн в стационарные накопители (расходные емкости), рассчитанные на рабочее давление от 0,8 до 2,4 МПа (8-24 кгс/см^2), а далее через газификатор по системе трубопроводов подается к рабочим постам.

Конструкция емкостей и интервалы рабочего давления в них обеспечивают срок хранения жидкой двуокиси углерода (без потерь его паров через предохранительные устройства в атмосферу) от 6 до 20 суток для стационарных накопителей и автомобильных транспортных цистерн и до 40 суток - для железнодорожных цистерн.

Стационарные резервуары типов УДХ, РДХ и НЖУ-50Д, оборудованные холодильными установками, обеспечивают хранение жидкой двуокиси углерода неограниченное время.

3. БЕЗБАЛЛОННЫЙ СПОСОБ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ДВУОКИСЬЮ УГЛЕРОДА С ПРИМЕНЕНИЕМ ИЗОТЕРМИЧЕСКИХ ЕМКОСТЕЙ

3.1. Схема безбаллонного обеспечения предприятий двуокисью углерода с применением изотермических емкостей среднего давления показана на черт. I. При этом способе в цехе производства CO_2 у поставщика должна предусматриваться станция для наполнения транспортных цистерн низкотемпературной жидкой двуокисью углерода.

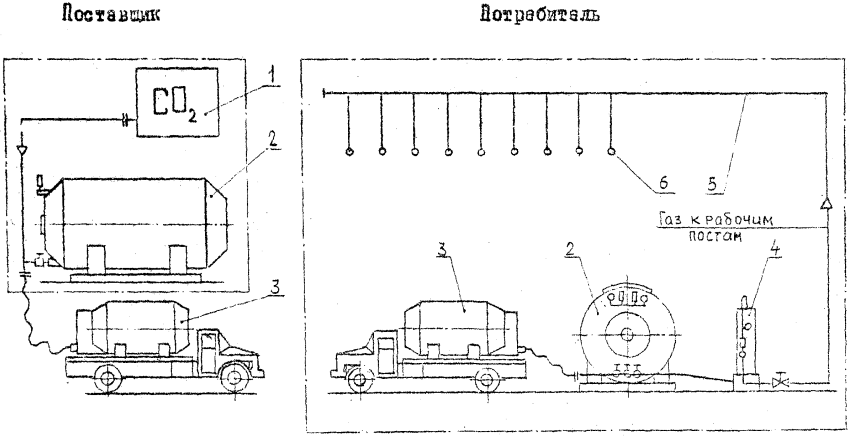
Жидкую двуокись углерода получают, как правило, путем двукратного дросселирования с давления 6,0-7,0 до 2,5-2,8 МПа (с 60-70 до 25-28 кгс/см^2) при подаче в I-й промежуточный сосуд и с 2,5-2,8 до 0,8-I,0 МПа (с 25-28 до 8-I0 кгс/см^2) при подаче во 2-й промежуточный сосуд или в стационарные накопители станции наполнения (черт.I3).

3.2. Безбаллонный способ обеспечения предприятий двуокисью углерода может быть осуществлен с применением автомобильных или железнодорожных цистерн. Принципиальная схема способа в том и другом случае остается неизменной. Выдача жидкой двуокиси углерода из цистерны потребителям и слив ее в стационарные накопители производится переливом за счет разности уровней, передавливанием за счет создания перепада давлений или с помощью специальных перекачивающих устройств.

3.3. Многолетний отечественный и зарубежный опыт эксплуатации оборудования для транспортировки и хранения жидкого кислорода, азота, двуокиси углерода и других сжиженных газов позволяет рекомендовать к широкому внедрению в народное хозяйство безбаллонный способ обеспечения предприятий двуокисью углерода с применением изотермических транспортных цистерн и стационарных накопителей среднего давления как наиболее рациональный и эффективный способ.

Основные преимущества способа хранения и транспортировки жидкой двуокиси углерода в изотермических сосудах среднего давления следующие:

СХЕМА БЕЗБАЛЛОННОГО СПОСОБА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ДВУОКИСЬЮ УГЛЕРОДА



I – цех по производству CO_2 ; 2 – накопитель стационарный; 3 – цистерна транспортная; 4 – газификатор; 5 – трубопровод централизованной разводки; 6 – рабочий пост

Черт. I

сокращение баллонного парка у поставщика и полная его ликвидация у потребителя;

снижение транспортных расходов за счет сокращения в 2,5-3,5 раза массы транспортируемой тары;

полная ликвидация ручного труда на погрузочно-разгрузочных операциях;

освобождение большой производственной площади, необходимой для хранения и ремонта баллонов, особенно у поставщика;

ликвидация потерь двуокиси углерода (от 12 до 18 %) при наполнении баллонов и подготовка их к эксплуатации;

снижение расхода металла на изготовление тары в 3-5 раз;

ликвидация непроизводительных затрат рабочего времени сварщика, литейщика и др. (подключение и отключение баллонов, установка и снятие редуктора и подогревателя);

снижение затрат на ремонт и содержание тары;

более безопасная эксплуатация оборудования.

4. ТИПОВОЙ РЯД КОМПЛЕКСОВ ОБОРУДОВАНИЯ

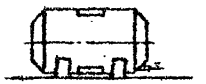
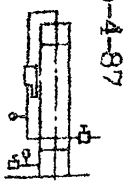
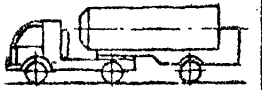
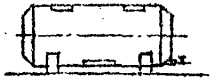
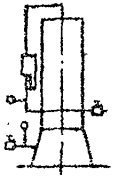
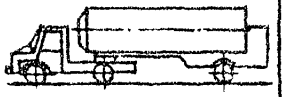
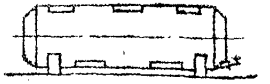
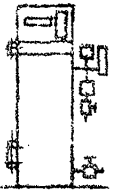
4.1. Типовой ряд обеспечивает выбор наиболее экономичного комплекса оборудования в зависимости от объемов потребления и расстояний перевозок двуокиси углерода от поставщика до потребителя. Составы комплексов оборудования приведены в табл.1. Оборудование комплексов поставляется заказчикам по нарядам "Союзглавхимнефтемаша" в установленном порядке.

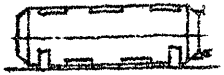
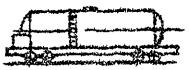
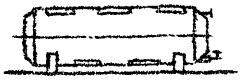
4.2. Транспортная цистерна ЦЖУ-3,0-2,0 является универсальной и может быть использована также и в качестве стационарной расходной емкости. Поэтому при применении 1 комплекса оборудования эта цистерна может применяться вместо стационарных накопителей.

Транспортировка цистерны ЦЖУ-3,0-2,0 осуществляется на автомобилях ЗИЛ-130. Возможна транспортировка жидкой двуокиси углерода в цистернах ЦЖУ-3,0-2,0 автопоездами, где одна цистерна устанавливается на автомобиле, а вторая - на автоприцепе соответствующей грузоподъемности.

4.3. Транспортные цистерны ЦЖУ-6,0-1,8И; ЦЖУ-9,0-1,8И;

ТИПОВОЙ РЯД КОМПЛЕКСОВ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ БЕЗБАЛЛОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ДВУОКИСЬЮ УГЛЕРОДА

	Параметры резервуаров	Транспортная цистерна	Стационарный накопитель			Газификатор
I						Марка . . . . . ЭГУ-100 Производительность, кг/ч . . . . . 100 Рабочее давление, МПа (кгс/см²): на входе . . . 0,8-2,5(8-25) на выходе . . 0,03-0,3(0,3-3) Потребляемая мощность, кВт . . 12 Напряжение переменного тока, В . . 230/380 Масса, кг . . . . . 131 Габаритные размеры, мм . . 365х485х1800 
	Марка	ЦКУ-3,0-2,0	НКУ-4,0-1,6	НКУ-4,0-2,0		
	Масса двуокиси углерода, кг	2950	4050	3925		
	Рабочее давление, МПа (кгс/см²)	0,8-2,0 (8-20)	0,8-1,6 (8-16)	0,8-2,0 (8-20)		
	Суточный прирост давления, МПа (кгс/см²)	0,15 (1,5)	0,1 (1,0)	0,1 (1,0)		
	Масса тары, кг	2200	2310	2490		
	Габаритные размеры, мм	3690х1795х1870	2942х2175х2320			
II						Марка . . . . . УГ-200М Производительность, кг/ч . . . . . 200 Рабочее давление, МПа (кгс/см²): на входе . . 0,8-2,5(8-25) на выходе . . 0,03-0,3(0,3-3) Масса, кг . . . . . 450 Габаритные размеры, мм . . 950х750х2215 
	Марка	ЦКУ-6,0-1,8	НКУ-8,0-1,6	НКУ-8,0-2,0	УДХ-8,0	
	Масса двуокиси углерода, кг	6000	8050	7800	7635	
	Рабочее давление, МПа (кгс/см²)	0,8-1,8 (8-18)	0,8-1,6(8-16)	0,8-2,0(8-20)	0,8 - 2,4(8-24)	
	Суточный прирост давления, МПа (кгс/см²)	0,16 (1,6)	0,09(0,9)	0,09(0,9)	-	
	Масса тары, кг	3120	4230	4550	5165	
	Габаритные размеры, мм	6350х2350х2965	5060х2175х2320		6400х2060х2300	
III						Марка . . . . . ГУ-400 Производительность, кг/ч . . . . . 400 Рабочее давление, МПа (кгс/см²): на входе . . 0,8-1,2(8-12) на выходе . . 0,03-0,3(0,3-3) Потребляемая мощность, кВт . . 40 Напряжение переменного тока, В . . 380 Масса, кг . . . . . 270 Габаритные размеры, мм . . 1020х400х1950 
	Марка	ЦКУ-9,0-1,8	НКУ-12,5-1,6	НКУ-12,5-2,0	УДХ-12,5	
	Масса двуокиси углерода, кг	9000	12600	12250	12300	
	Рабочее давление, МПа (кгс/см²)	0,8-1,8 (8-18)	0,8-1,6(8-16)	0,8-2,0(8-20)	0,8-2,0(8-20)	
	Суточный прирост давления, МПа (кгс/см²)	0,16 (1,6)	0,077(0,77)	0,077(0,77)	-	
	Масса тары, кг	4220	5650	5930	7100	
	Габаритные размеры, мм	9020х2640х3115	7285х2175х2320			

IV					
	Марка	НКУ-17,0-2,0	НКУ-25,0-1,6	НКУ-25,0-2,0	РПК-25,0-2,0	ГУ-400
	Масса двуокиси углерода, кг	16700	25300	24600	25500	см. II комплекс
	Рабочее давление, МПа (кгс/см^2)	0,8-2,0 (8-20)	0,8-1,6(8-16)	0,8-2,0(8-20)	0,8-2,0(8-20)	
	Суточный прирост давления, МПа (кгс/см^2)	0,15 (1,5)	0,07(0,7)	0,055(0,55)	—	
	Масса тары, кг	8750	11400	12000	9500	
	Габаритные размеры, мм	10300x2640x3770	8190x2825x3020		7800x2600x3110	
V					
	Марка	НКУ-40,0-2,0	НКУ-50,0-1,6	НКУ-50,0-2,0	НКУ-50Д	ГУ-400
	Масса двуокиси углерода, кг	39350	50600	49200	50000	см. II комплекс
	Рабочее давление, МПа (кгс/см^2)	0,8-2,0 (8-20)	0,8-1,6(8-16)	0,8-2,0(8-20)	0,8-2,0(8-20)	
	Суточный прирост давления, МПа (кгс/см^2)	0,03 (0,3)	0,06(0,6)	0,05(0,5)	—	
	Масса тары, кг	31000	29000	30000	15500	
	Габаритные размеры, мм	13000x3100x4500	11230x3220x3450		11070x3280x4380	

ПРИМЕЧАНИЯ: 1. Суточный прирост давления указан для среднесуточной температуры окружающего воздуха плюс 30°С. Время хранения (без потерь двуокиси углерода в атмосферу через предохранительные клапаны) определяется по следующей формуле: $T_{хр} = \frac{P_к - P_н}{\Delta P}$, где $T_{хр}$ – время хранения, сутки; $P_к$ – максимальное рабочее давление, МПа; $P_н$ – минимальное рабочее давление, МПа; ΔP – суточный прирост давления, МПа/сутки.

Пример. Для стационарного накопителя НКУ-12,5-2,0 $P_н = 0,8$МПа; $P_к = 2,0$МПа; $\Delta P = 0,08$МПа/сутки,

$$T_{хр} = \frac{2,0 - 0,8}{0,08} = 15 \text{ суток.}$$

2. Масса тары для транспортных цистерн указана без ходовой части.

3. Технические параметры приведены по чертежам заводов-изготовителей оборудования и соответствуют основным параметрам ГОСТ 19662-74 или ТУ.

ЦЖУ-I7,0-2,0, а также железнодорожную цистерну ЦЖУ-40,0-2,0 следует применять только в качестве транспортных емкостей.

Цистерны ЦЖУ 6,0-I,8М поставляются смонтированными на полуприцепе ОДАЗ-885, ЦЖУ-9,0-I,8М - на полуприцепе МАЗ-9380I, а ЦЖУ-I7,0-2,0 - на полуприцепе ЧМЗАП-5524П.

4.4. У поставщика для накопления и хранения жидкой двуокиси углерода, а также для сокращения времени наполнения транспортных цистерн устанавливаются стационарные накопители с максимальным рабочим давлением I,6 МПа (I6 кгс/см^2).

Стационарные накопители с максимальным рабочим давлением 2,0 МПа (20 кгс/см^2) должны устанавливаться у потребителя в качестве хранилищ и расходных емкостей для жидкой двуокиси углерода.

Стационарные накопители всех типоразмеров снабжены системами автоматической сигнализации верхнего и нижнего предельных давлений и сигнализацией верхнего уровня при заполнении их жидкой двуокисью углерода.

Поставщикам и потребителям (в случае бездорожья, большой отдаленности и т.д.), которым необходимо создавать запасы жидкой двуокиси углерода на длительные сроки хранения, рекомендуется применять в качестве стационарных накопителей резервуары длительного хранения типов УДХ-8,0; УДХ-I2,5; РДХ-25,0-2,0 и НЖУ-50Д, снабженные холодильным оборудованием. Холодильное оборудование позволяет неограниченно долго хранить жидкую двуокись углерода при постоянно поддерживаемом давлении.

4.5. Транспортные цистерны типа ЦЖУ, стационарные накопители типа НЖУ, резервуары типов УДХ; РДХ-25,0-2,0 и НЖУ-50Д имеют внутренний сосуд, изготовленный из низколегированной стали 09Г2С по ГОСТ 5520-79. Пространство между внутренним сосудом и кожухом заполнено теплоизоляционным материалом.

В зависимости от конструкции оборудования теплоизоляция резервуаров выполняется или из вспученного перлитового песка, или из вспененных пластмасс.

4.6. Газификаторы предназначены для газификации жидкой двуокиси углерода, поддержания постоянного давления в рабочей сети и обеспечения необходимого расхода газа.

Основными узлами газификатора являются: испаритель, клапан-отсекатель, регулятор давления РДВ-25, а также предохранитель-

ные и контрольно-измерительные устройства.

В качестве теплоносителя в газификаторе УГ-200М используется пар или горячая вода ($t \geqslant 80^{\circ}C$).

Электрические газификаторы ЭГУ-100 и ГУ-400 снабжены электронагревательными элементами.

Расход теплоносителя и потребляемая электроэнергия приведены в табл.2.

Таблица 2

Марка газификатора	Расход теплоносителя, кг/ч		Максимальная потребляемая мощность, кВт
	пар	вода	
УГ-200М	80-100	700-800	-
ЭГУ-100	-	-	12
ГУ-400	-	-	40

4.7. Комплексы углекислотного оборудования, указанные в табл.I, при необходимости могут доукомплектовываться вспомогательным оборудованием.

К вспомогательному оборудованию относятся:

установка наполнения баллонов УНБ-2;

установка принудительного перелива жидкой двуокиси углерода УПЖУ-I.

Установка УНБ-2 предназначена для наполнения стальных сорокалитровых баллонов жидкой двуокисью углерода. Установку рекомендуется применять в тех случаях, когда на предприятиях необходимо иметь баллоны с жидкой двуокисью углерода для питания отдельных рабочих постов, не включенных в централизованную систему, сатураторных точек и т.п.

Применение установки УНБ-2 позволяет полностью исключить межзаводскую транспортировку баллонов.

Производительность установки, кг/ч 90

Давление, МПа ($кгс/см^2$)

всасывания . . . . . 0,8-2,5(8-25)

нагнетания . . . . . До 6,3(63)

Мощность электродвигателя, кВт . . . . . I,I

Напряжение сети, В 220/380
Количество углекислотных постов 2
Количество одновременно наполняемых баллонов I
Масса, кг 280
Габаритные размеры, мм II50x480xII60

Установка УПКУ-I предназначена для принудительного перелива жидкой двуокиси углерода из транспортной цистерны в стационарный накопитель или наоборот за счет создания перепада давлений в них.

Рабочее давление, МПа (кгс/см^2) . . . 0,8-2,5(8-25)
Создаваемый перепад давления, МПа (кгс/см^2) . . . . . 0,08(0,8)
Скорость перелива, т/ч 8-I0
Мощность электродвигателя, кВт. 2,2
Напряжение сети, В 220/380
Масса, кг 335
Габаритные размеры, мм 934x840x565

4.8. Для предприятий с годовой потребностью двуокиси углерода менее 80 т в год централизованное обеспечение экономически целесообразно, если транспортная цистерна принадлежит поставщику.

В качестве транспортной цистерны в этом случае следует применять заправщик ЗПУ-4, серийно изготавливаемый НПО "Кислородмаш" (г.Одесса) и предназначенный для закачки двуокиси углерода потребителю как в баллоны под высоким давлением, так и в изотермические емкости под средним давлением.

Техническая характеристика заправщика ЗПУ-4

Масса перевозимой жидкой двуокиси углерода, кг 3790
Номинальный объем сосуда, м^3 4,0
Избыточное рабочее давление в резервуаре, МПа 2,5
Избыточное давление, создаваемое поршневым насосом, МПа I4,7
Время заполнения одного баллона объемом 40 л, мин. 5,0
Массовый расход жидкой двуокиси углерода при перекачке центробежным насосом, т/ч 8,0

Габаритные размеры, мм 6230х2310х3245
Масса, кг 7150

5. ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ДВУОКИСЬЮ УГЛЕРОДА

5.I. Общие положения

5.I.I. С целью правильного выбора наиболее экономичного оборудования для безбаллонного обеспечения предприятий двуокисью углерода заинтересованным организациям следует руководствоваться типовым рядом комплексов оборудования (см.табл.I) и величинами приведенных затрат при применении оборудования для обеспечения предприятий двуокисью углерода (табл.3).

По табл. 3 определяется тип транспортной цистерны, на основе которой должно производиться комплектование соответствующего комплекса выбираемого оборудования.

Методика выбора наиболее экономичного оборудования представлена в подразделе 5.2 настоящего руководящего документа.

Примечания: I. Для предприятий с годовым потреблением двуокиси углерода менее 80 т доставка ее в изотермических цистернах экономически целесообразна, если последние принадлежат поставщику. В противном случае доставку жидкой двуокиси углерода следует осуществлять в баллонах.

2. Для предприятий с годовым потреблением двуокиси углерода от 80 до I00 т, удаленных от поставщика на расстояние до 400 км, доставку жидкой двуокиси углерода следует осуществлять в транспортных цистернах ЦКУ-3,0-2,0.

5.I.2. При выборе оборудования следует учитывать, что варианты доставки двуокиси углерода в транспортных цистернах, принадлежащих поставщикам, могут быть осуществлены при условии закрепления за одним поставщиком нескольких потребителей. Такое закрепление заводов должно производиться по согласованию с Союзглавхимом Госснаба СССР.

При этом следует учитывать, что углекислотные железнодорожные цистерны в настоящее время серийно не изготавливаются.

5.I.3. Суммарная вместимость стационарных накопителей, уста-

Таблица 3

ТАБЛИЦА

затрат при использовании оборудования для обеспечения предприятий двуокисью углерода

Объем потребления, т/год	Расстояние от потребителя до поставщика, км	Безбаллонный метод		Безбаллонный метод								Безбаллонный метод	
				Доставка в транспортных цистернах, принадлежащих поставщику				Доставка в транспортных цистернах, принадлежащих потребителю				Доставка в железнодорожных цистернах ЦЖУ-40,0-2,0	
		Доставка автомобильным транспортом	Доставка железнодорожным транспортом	ЦЖУ-3,0-2,0	ЦЖУ-6,0-1,0Д	ЦЖУ-9,0-1,0Д	ЦЖУ-17,0-2,0	ЦЖУ-3,0-2,0	ЦЖУ-6,0-1,0Д	ЦЖУ-9,0-1,0Д	ЦЖУ-17,0-2,0	принадлежащих поставщику	принадлежащих потребителю
100	50	81-09	I22-73	85-96	88-55	I06-40	II7-43	90-6I	97-I8	II5-7I	I29-93	I49-07	248-46
	I00	96-50	I24-4I	92-23	92-2I	I09-96	II8-33	95-74	I00-68	II8-20	I3I-90	I49-45	248-76
	200	I25-27	I28-00	I00-94	97-3I	II4-9I	I26-05	I06-07	I07-73	I23-2I	I36-I7	I50-33	249-43
	400	I67-93	I36-48	II5-25	I05-66	I23-02	I34-26	I28-86	I22-9I	I34-09	I44-23	I52-22	250-88
	600	250-54	I43-57	I28-34	II3-32	I30-45	I4I-78	I50-82	I37-69	I44-66	I52-43	I53-86	252-I3
	800	3I6-5I	I54-47	I44-04	I22-50	I39-36	I50-79	I72-79	I52-45	I55-23	I60-73	I55-65	253-5I
	I000	379-I2	I6I-93	I59-72	I3I-68	I48-27	I59-8I	I94-74	I67-2I	I65-02	I68-98	I57-4I	254-87
	2000	-	20I-32	-	-	-	-	-	-	-	-	I66-I7	26I-58
	3000	-	24I-89	-	-	-	-	-	-	-	-	I75-I5	268-46
200	50	75-46	88-53	46-85	46-52	55-84	6I-20	48-62	50-75	59-74	66-64	76-02	I25-48
	I00	90-80	90-50	53-I2	50-I2	59-56	64-80	53-76	54-27	62-I3	68-6I	76-34	I25-73
	200	I2I-44	94-I0	6I-83	55-22	64-74	69-8I	64-04	6I-30	66-92	72-88	77-0d	I26-29
	400	I83-84	I03-83	76-I4	63-59	73-22	78-03	86-89	76-50	77-37	80-93	78-66	I27-50
	600	247-8I	II0-43	89-22	7I-24	80-98	85-54	I08-85	9I-25	87-49	89-I4	80-0I	I28-55
	800	3I0-I2	II9-49	I09-I4	80-42	90-30	94-56	I35-03	I06-02	97-63	97-37	8I-5I	I29-69
	I000	372-53	I26-97	I24-84	89-60	99-6I	I03-58	I58-70	I20-76	I07-76	I05-68	82-98	I30-82
300	50	74-25	8I-40	34-06	34-0I	38-93	42-52	34-89	37-76	4I-I5	45-82	52-05	84-79
	I00	89-56	83-70	40-33	38-50	42-59	46-I2	40-02	4I-22	43-5I	47-58	52-39	85-05
	200	I20-I9	87-9I	49-05	43-50	47-69	5I-I3	50-30	48-II	48-23	5I-85	53-I8	85-65
	400	I83-52	96-I0	63-35	5I-70	56-06	59-35	73-I5	63-0I	58-52	59-9I	54-86	86-94
	600	245-79	I03-73	78-57	59-20	63-7I	66-86	97-46	77-48	68-50	68-02	56-3I	88-05
	800	309-08	II2-I0	94-54	68-20	72-89	75-88	I20-90	9I-95	78-49	76-34	57-90	89-27
	I000	37I-34	II9-58	II2-99	8I-I2	82-07	84-90	I42-56	I07-33	88-I6	84-64	59-47	90-48

	50	73-30	76-14	25-67	24-19	25-33	27-51	25-73	25-89	26-21	28-72	32-61	52-02
	100	88-60	78-53	31-93	27-81	28-94	31-10	30-87	28-37	28-54	30-68	32-94	52-27
	200	119-80	82-14	40-65	32-85	33-98	36-11	41-14	36-32	33-20	34-96	33-71	52-86
500	400	181-98	90-68	56-63	41-11	42-25	44-33	65-67	51-34	43-37	43-01	35-35	54-12
	600	244-77	98-82	71-40	51-02	49-81	51-84	89-82	68-27	53-23	51-22	36-77	55-20
	800	307-55	105-64	88-40	60-10	59-45	60-86	113-68	84-18	67-25	59-44	38-31	56-39
	1000	369-75	114-81	105-93	71-52	68-52	69-88	137-13	100-99	77-12	67-75	39-85	57-57
	50	72-77	72-72	19-03	17-69	17-70	19-07	19-18	19-08	17-81	19-22	25-35	33-56
	100	88-06	74-78	25-29	21-30	21-30	22-67	24-21	22-54	20-13	21-20	25-66	33-81
	200	118-99	78-84	34-01	26-32	26-31	27-68	34-49	29-47	24-76	25-47	26-41	34-37
600	400	181-64	87-30	50-42	36-03	34-52	35-90	59-79	45-92	34-82	33-52	27-98	35-58
	600	244-02	94-67	64-32	43-57	42-02	43-41	82-79	61-25	44-61	41-74	29-35	36-62
	800	305-59	102-69	82-15	53-96	51-04	55-41	107-12	77-02	55-66	52-93	30-83	37-77
	1000	369-53	110-56	98-73	64-48	60-05	64-42	130-17	93-82	64-78	61-22	32-31	38-90
	50	72-61	71-48	17-84	17-00	15-07	16-27	17-33	17-83	15-05	16-07	18-02	27-44
	100	87-91	73-60	24-09	20-59	18-69	19-87	22-40	21-28	17-39	18-05	18-33	27-68
	200	118-76	77-50	32-78	25-60	23-73	24-88	32-69	28-19	22-06	22-31	19-08	28-25
1000	400	181-24	85-10	48-73	34-99	31-99	33-08	57-35	44-29	32-22	30-37	20-65	29-46
	600	243-99	93-68	63-33	43-69	40-97	42-99	80-91	60-55	43-50	40-97	22-02	30-50
	800	306-38	101-51	80-48	53-76	51-44	52-01	104-95	76-88	55-24	49-18	23-50	31-64
	1000	369-31	109-29	94-47	63-90	60-52	61-08	128-19	92-47	64-96	57-48	30-77	36-57

РД 26-4-87 С. 15

Продолжение табл.3

Объем потребления, т/год	Расстояние от потребителя до поставщика, км	Баллонный метод		Безбаллонный метод									
				Доставка в транспортных цистернах, принадлежащих поставщику				Доставка в транспортных цистернах, принадлежащих потребителя				Доставка в железнодорожных цистернах ЦЖУ-40,0-2,0	
		Доставка автомобильным транспортом	Доставка железнодорожным транспортом	ЦЖУ-3,0-2,0	ЦЖУ-6,0-1,8М	ЦЖУ-9,0-1,8М	ЦЖУ-17,0-2,0	ЦЖУ-3,0-2,0	ЦЖУ-6,0-1,8М	ЦЖУ-9,0-1,8М	ЦЖУ-17,0-2,0	принадлежащих поставщику	принадлежащих потребителю
2000	50	72-40	69-41	13-92	13-12	10-15	11-33	13-30	13-52	10-55	10-42	11-61	13-27
	100	87-71	71-27	20-16	16-72	13-75	14-93	18-42	16-98	12-67	12-40	11-93	13-52
	200	118-56	75-19	29-28	21-73	18-77	19-94	29-24	23-89	17-32	16-61	12-69	14-09
	400	181-09	83-99	45-14	31-12	27-71	29-35	53-76	40-26	28-42	25-91	16-39	20-16
	600	243-40	91-21	59-20	39-72	35-94	38-04	76-72	56-06	38-78	36-02	17-78	21-23
	800	305-96	99-05	76-19	49-80	46-35	46-06	100-32	72-22	50-17	44-24	19-30	25-02
	1000	369-05	107-10	93-17	59-84	57-36	57-28	123-60	87-96	60-85	53-74	24-39	32-14
3000	50	72-21	68-76	13-04	11-36	8-23	9-59	12-15	11-61	8-37	8-43	9-16	11-90
	100	87-60	70-51	19-56	14-95	11-82	13-16	17-54	15-06	10-69	10-40	9-48	12-15
	200	118-42	74-59	28-54	20-33	16-83	18-96	28-13	22-36	15-33	15-45	11-88	14-36
	400	180-74	83-22	44-26	29-66	25-99	27-98	52-65	38-72	26-47	24-31	13-77	15-87
	600	243-31	90-45	58-41	37-87	34-42	34-28	75-72	54-30	37-26	33-79	16-80	21-02
	800	305-83	98-10	75-18	47-89	44-31	44-08	98-99	70-08	48-32	43-25	18-59	25-37
	1000	368-36	106-44	92-16	57-90	53-77	53-69	122-46	85-68	58-56	52-33	21-73	28-94

Примечания:

1. Расчеты выполнены в соответствии с "Методикой (основными положениями) определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений", утвержденной постановлением ГКНТ СССР, Госпланом СССР, Академией наук СССР, Госкомизобретений СССР от 24.02.77г. № 48/16113/3.
2. Наиболее экономичные варианты транспортировки двуокиси углерода:
   - ▭ – в автомобильных цистернах, принадлежащих поставщику;
   - ▭ – в автомобильных цистернах, принадлежащих потребителю.
3. При расчете стоимости доставки двуокиси углерода в баллонах было принято, что у потребителя рампа баллонов отсутствует. В случае наличия рампы баллонов экономическая эффективность должна быть уменьшена на 15 %.

4. В затратах по транспортировке и хранению двуокиси углерода учтены расходы:

Место затрат	Баллонный способ	Безбаллонный способ доставки			
		в автомобильных цистернах, принадлежащих		в железнодорожных цистернах, принадлежащих	
		поставщику	потребителю	поставщику	потребителю
		Текущие затраты			
Межзаводская транспортировка	Зарплата с начислениями грузчиков. Тариф за транспортное средство. Осмотр и текущий ремонт баллонов	Тариф за автотранспорт	Зарплата с начислениями водителей, горючее, смазочные материалы, износ шин, техобслуживание, содержание, текущий ремонт и амортизационные отчисления по автотранспорту и транспортным цистернам	Ж/д тариф	Ж/д тариф, содержание, текущий ремонт и амортизационные отчисления
Внутризаводские хранение и транспортировка	Зарплата с начислениями водители электрокара и грузчиков. Содержание, текущий ремонт и амортизационные отчисления по электрокару и складу баллонов	Зарплата (с начислениями) персонала станции газификации, содержание, текущий ремонт и амортизационные отчисления по оборудованию и станции газификации. Затраты на энергию по газификации жидкой фазы			
Внутрицеховые транспортирование и хранение	Зарплата сварщика с начислениями (по вспомогательным операциям). Содержание, текущий ремонт и амортизационные отчисления по ручной тележке. Потери двуокиси углерода	–	–	–	–
		Капитальные вложения			
Межзаводская транспортировка	Баллоны		Изотермические транспортные цистерны. Автотранспорт		Изотермическая транспортная цистерна
Внутризаводские хранение и транспортировка	Склад баллонов, электрокары	Сосуд – накопитель, станции газификации (включая трубопроводы), газификаторы			
Внутрицеховые транспортирование и хранение	Ручная тележка				

РД 26-4-87 С. 12

новленных у поставщика, должна обеспечивать бесперебойный отпуск жидкой двуокиси углерода в транспортные цистерны.

5.1.4. Методика определения потребного количества оборудования для потребителя с учетом создания необходимого производственного запаса жидкой двуокиси углерода представлена в подразделе 5.3 настоящего руководящего документа.

5.1.5. В случае остановки на 2-3 месяца производства CO_2 из-за отсутствия сырья (сезонный простой), на предприятиях-поставщиках или прикрепленных к ним предприятиях-потребителях должны быть установлены стационарные накопители необходимой вместимости, обеспечивающие бесперебойную работу потребителей на время простоя, или в этот период потребитель должен снабжаться жидкой двуокисью углерода от другого запасного поставщика.

5.2. Методика выбора

5.2.1. Для выбора оптимального комплекса оборудования с помощью табл.3 необходимо иметь следующие исходные данные:

а) планируемый объем потребления двуокиси углерода у потребителя, т/год;

б) фактическое расстояние перевозок двуокиси углерода от поставщика до потребителя, км.

5.2.2. При совпадении планируемого объема потребления двуокиси углерода и фактического расстояния перевозки с табличными значениями необходимо по табл.3 в соответствующей строке определить наименьшую величину затрат по доставке 1 т двуокиси углерода и по ней выбрать тип транспортной цистерны.

Пример. Исходные данные:

планируемый объем потребления двуокиси углерода $G = 500$ т/год;

фактическое расстояние перевозки двуокиси углерода от поставщика до потребителя $S = 100$ км.

Для решения поставленной задачи необходимо в табл.3 выделить строку, соответствующую расстоянию 100 км при объеме потребления 500 т в год, и определить в этой строке наименьшее значение величины затрат по доставке 1 т двуокиси углерода. В данном случае это значение составляет 27 руб. 81 коп. при доставке двуокиси углерода в транспортной цистерне ЦЖУ-6,0-1,8М, принадлежащей поставщику.

Таким образом, для внедрения безбаллонного обеспечения

двуокисью углерода в этом конкретном примере оптимальным является применение П комплекса оборудования. При этом транспортная цистерна ЦЖУ-6,0-1,8М должна принадлежать поставщику, который в ней же может поставлять двуокись углерода другим потребителям.

5.2.3. При несовпадении планируемого объема потребления двуокиси углерода и фактического расстояния перевозки с табличными значениями оптимальный комплекс оборудования следует определять с помощью табл.3 по формуле:

$$C = (1-K_1)\left[K_2(C_2-C_1)+C_1\right] + K_1\left[K_2(C_4-C_3)+C_3\right], \qquad (1)$$

где C – ориентировочная величина затрат по доставке 1 т двуокиси углерода при планируемом объеме потребления и фактическом расстоянии перевозок, руб.;

K_1 – коэффициент объемов потребления.

$$K_1 = \frac{G - G_1}{G_2 - G_1}, \qquad (2)$$

G – планируемый годовой объем потребления двуокиси углерода, т;

G_1 и G_2 – близлежащие табличные значения объемов потребления двуокиси углерода, т, при этом $G_1 < G < G_2$;

K_2 – коэффициент расстояния перевозок.

$$K_2 = \frac{S - S_1}{S_2 - S_1}, \qquad (3)$$

S – фактическое расстояние перевозок двуокиси углерода от поставщика до потребителя, км;

S_1 и S_2 – близлежащие табличные значения расстояний перевозок двуокиси углерода, км, при этом $S_1 < S < S_2$;

C_1 и C_2 – табличные значения величин затрат по доставке 1 т двуокиси углерода при объеме потребления G_1 и расстояниях перевозок соответственно S_1 и S_2, руб.;

C_3 и C_4 – табличные значения величин затрат по доставке 1 т двуокиси углерода при объеме потребления G_2 и расстояниях перевозок соответственно S_1 и S_2, руб.

Для выбора оптимального комплекса оборудования необходимо с помощью формулы (I) определить ориентировочные значения приведенных затрат по доставке I т двуокиси углерода для двух-трех наиболее экономичных вариантов и выбрать из них вариант с наименьшим значением величины затрат (С).

Пример. Исходные данные:

планируемый объем потребления двуокиси углерода $G = 410$ т/год;

фактическое расстояние перевозок двуокиси углерода от поставщика до потребителя $S = 145$ км;

цистерна принадлежит предприятию-потребителю.

Для решения этой задачи по табл.3 выбираем величины затрат по доставке двуокиси углерода ряда экономичных вариантов для близлежащих значений объемов потребления и расстояний перевозок и для удобства расчета записываем их в виде табл.4, приведенной ниже.

Таблица 4

Объем потребления двуокиси углерода, т/год	Расстояние перевозок, км	Стоимость доставки двуокиси углерода в автомобильных цистернах, принадлежащих заводу-потребителю, руб/т		
		ЦЖУ-3,0-2,0	ЦЖУ-6,0-I,8М	ЦЖУ-9,0-I,8М
300 (G_1)	I00 (S_1)	40,02 (C_I)	4I,22 (C_I)	43,5I (C_I)
	200 (S_2)	50,I6 (C_2)	48,II (C_2)	48,23 (C_2)
500 (G_2)	I00 (S_1)	30,87 (C_3)	29,37 (C_3)	28,54 (C_3)
	200 (S_2)	4I,I4 (C_4)	36,32 (C_4)	33,20 (C_4)

По формулам (2) и (3) определяем коэффициенты K_I и K_2, которые для данных значений $G = 410$ т и $S = 145$ км являются постоянными.

$$K_I = \frac{410 - 300}{500 - 300} = 0,55;$$

$$K_2 = \frac{145 - I00}{200 - I00} = 0,45.$$

По формуле (I) определяем стоимость доставки I т двуокиси углерода.

I. Для цистерны ЦЖУ-3,0-2,0:

$C' = (I-0,55)\left[0,45(50,I6-40,02)+40,02\right] +0,55\left[0,45(4I,I4-30,87)+30,87\right] = 39,58$ руб.

2. Для цистерны ЦЖУ-6,0-I,8М:

$C'' = (I-0,55)\left[0,45(48,II-4I,22)+4I,22\right] +0,55\left[0,45(36,32-29,37)+29,37\right] = 37,8I$ руб.

3. Для цистерны ЦЖУ-9,0-I,8М:

$C''' = (I-0,55)\left[0,45(48,23-43,5I)+43,5I\right] +0,55\left[0,45(33,20-28,54)+33,20\right] = 39,95$ руб.

Из расчета видно, что для внедрения безбаллонного снабжения предприятия двуокисью углерода, потребляющего 4I0 т газа в год и находящегося на расстоянии I45 км от поставщика, наиболее экономичным является II комплекс оборудования с применением транспортных цистерн ЦЖУ-6,0-I,8М, принадлежащих потребителю. Затраты по доставке I т двуокиси углерода при этом составят 37,8I руб.

5.2.4. При совпадении планируемого объема потребления двуокиси углерода G или фактического расстояния перевозки S с табличным значением (G_1 , S_1) формула (I) упрощается. Ориентировочную стоимость доставки следует определять по одной из формул, приведенных в табл.5.

Таблица 5

Условия расчета	Расчетная формула
$G = G_1$	$C = K_2(C_2-C_1)+C_1$
$S = S_1$	$C = K_1(C_3-C_1)+C_1$

Примечание. Значения K_1, K_2, C_1, C_2 и C_3 определяются по методике, изложенной в п. 5.2.3.

5.3. **Определение необходимого количества оборудования для потребителя**

5.3.I. В случае, когда транспортные цистерны принадлежат потребителю, количество требуемого оборудования с учетом создания необходимого производственного запаса жидкой двуокиси углерода и ритма поставок следует определять по нижеприведенным зависимостям:

а) количество стационарных накопителей:

$$n_{ст.} \geqslant \frac{2P \cdot T_{стр.}}{V_{ст}} \quad , \qquad (4)$$

где P - среднесуточное потребление двуокиси углерода, т/сутки;

$$P = \frac{G}{m} \quad ; \qquad (5)$$

$T_{стр.}$ - время на один полный рейс, включая время в пути, на оформление необходимых документов, наполнение цистерны у поставщика и слив у потребителя, сутки.

При доставке автомобильным транспортом $T_{стр.}$ выбирается по табл.6 в зависимости от расстояния между потребителем и поставщиком. При доставке железнодорожными цистернами $T_{стр.}$ определяется по зависимости:

$$T_{стр} = 0{,}5 + T, \qquad (6)$$

где T - время в пути железнодорожной цистерны, сутки;

$V_{ст.}$ - вместимость стационарного накопителя, т;

G - годовой объем потребителя двуокиси углерода, т;

m - количество рабочих дней в году.

Таблица 6

Расстояние, км	Срок доставки $T_{стр.}$, сутки
До 100	1
Св. 100 до 200	2
" 200 " 400	3
" 400	На каждые полные или неполные 200 км добавляются 1,5 суток

Фактическое количество ($n_{ст.факт.}$) стационарных накопителей может быть определено путем округления величины $n_{ст.}$ до целого числа в сторону большего значения;

б) общее количество транспортных цистерн, необходимое для организации бесперебойного обеспечения потребителя двуокисью углерода:

$$n_{тр} \geqslant \frac{P \cdot T_{стр.}}{V_{тр.}} \quad , \qquad (7)$$

где $V_{тр.}$ - вместимость транспортной цистерны, т.

При этом величину $n_{тр.}$ следует округлить до ближайшего большего значения с точностью до единицы;

в) ритм поставок (интервал между двумя очередными поставками) в сутках определяется по формуле:

$$T_р = \frac{n'_{тр} \cdot V_{тр.}}{P} , \qquad (8)$$

где $n_{тр.}$ - количество транспортных цистерн, участвующих одновременно в одной поставке, которое рекомендуется принимать из условия:

$$n_{тр} \geqslant n'_{тр.} \geqslant 1 . \qquad (9)$$

Величина $n'_{тр.}$ выбирается по согласованию с заводом-поставщиком исходя из оптимального объема каждой поставки ($n'_{тр} \cdot V_{тр.}$) и графика поставки жидкой двуокиси углерода;

г) время, в течение которого расходуется минимально возможный запас двуокиси углерода, в сутках:

$$T_{з.min.} = \frac{n_{ст.факт.} \cdot V_{ст.}}{P} - T_{стр.} ; \qquad (10)$$

д) время, в течение которого расходуется максимально возможный запас жидкой двуокиси углерода, в сутках:

$$T_{з.max.} = \frac{n_{ст.факт} \cdot V_{ст.}}{P} + T_р - T_{стр} . \qquad (11)$$

Пример I. Исходные данные:

планируемый объем потребления двуокиси углерода G = 300 т/год;

фактическое расстояние перевозок двуокиси углерода от поставщика до потребителя S = 200 км;

транспортные цистерны принадлежат потребителю.

По табл.3 рекомендуется применение в качестве транспортной цистерны ЦЖУ-6,0-1,8 вместимостью $V_{тр}$ = 6 т.

На предприятии-потребителе рекомендуется применение оборудования II комплекса, т.е. в качестве стационарных накопителей используются накопители НЖУ-8,0-2,0 (УДХ-8,0) вместимостью 8,05 (7,635) т.

По табл. 6 определяем $T_{отр.}$ = 2 суткам. Среднесуточное по-

требление двуокиси углерода (при m = 260 рабочим дням в год) определим по формуле (5):

$$P = \frac{300}{260} = 1{,}15 \text{ т/сутки.}$$

Определяем количество стационарных накопителей НЖУ-8,0-2,0 по формуле (4):

$$n_{ст} = \frac{2 \cdot 1{,}15 \cdot 2}{8{,}05} = 0{,}57 \text{ шт.}$$

Принимаем n ст.факт. = 1 шт.

Определяем количество транспортных цистерн, необходимых для доставки жидкой двуокиси углерода, по формуле (7):

$$n_{тр.} = \frac{1{,}15 \cdot 2}{6} = 0{,}38 \text{ шт.}$$

Принимаем $n_{тр.}$ = 1 шт.

Определяем ритм поставок жидкой двуокиси углерода одной цистерной ЦЖУ-6,0-1,8М по формуле (8):

$$Тр = \frac{1 \cdot 6}{1{,}15} = 5{,}2 \text{ суток.}$$

Определяем время, в течение которого расходуется минимально возможный запас жидкой двуокиси углерода, по формуле (10):

$$T_{з.min} = \frac{1 \cdot 8{,}05}{1{,}15} - 2 = 5 \text{ суткам.}$$

Определяем время, в течение которого расходуется максимально возможный запас жидкой двуокиси углерода, по формуле (11):

$$T_{з.max} = \frac{1 \cdot 8{,}25}{1{,}15} + 7{,}8 - 2 = 10{,}2 \text{ суток.}$$

Пример 2. Исходные данные:

планируемый объем потребления двуокиси углерода G = 500 т/год;

фактическое расстояние перевозок двуокиси углерода от поставщика до потребителя S = 200 км;

транспортные цистерны принадлежат заведу-потребителю.

По табл. 3 рекомендуется применять в качестве транспортной цистерны ЦЖУ-9,0-1,8М вместимостью $V_{тр}$ = 9 т.

У потребителя рекомендуется применение оборудования Ш комп-

лекса, т.е. в качестве стационарных емкостей должны устанавливаться стационарные накопители НЖУ-12,5-2,0 или УДХ-12,5 вместимостью $V_{ст}$= 12,25 т.

По табл. 6 определяем $T_{стр}$ = 2 суткам. Среднесуточное потребление двуокиси углерода (при m = 260 рабочим дням в год) определяем по формуле (5):

$$P = \frac{500}{260} = 1,92 \text{ т/сутки.}$$

Определяем количество стационарных накопителей НЖУ-12,5-2,0 или УДХ-12,5 по формуле (4):

$$n_{ст.} = \frac{2 \cdot 1,92 \cdot 2}{12,25} = 0,63 \text{ шт.}$$

Принимаем n ст.факт. = 1 шт.

Определяем количество транспортных цистерн, необходимых для доставки жидкой двуокиси углерода, по формуле (7):

$$n_{тр.} = \frac{1,92 \cdot 2}{9} = 0,43 \text{ шт.}$$

Принимаем n тр.факт. = 1 шт.

Определяем ритм поставок жидкой двуокиси углерода одной цистерной ЦЖУ-9,0-1,8М по формуле (8):

$$Tр = \frac{1 \cdot 9}{1,92} = 4,69 \text{ суток.}$$

Определяем время, в течение которого расходуется минимально возможный запас жидкой двуокиси углерода, по формуле (10):

$$T_{з.min.} = \frac{1 \cdot 12,25}{1,92} - 2 = 4,38 \text{ суток.}$$

Определяем время, в течение которого расходуется максимально возможный запас жидкой двуокиси углерода, по формуле (11):

$$T_{з.max.} = \frac{1 \cdot 12,25}{1,92} + 4,69 - 2 = 9,07 \text{ суток.}$$

5.3.2. В случае, когда транспортные цистерны принадлежат поставщику, количество стационарных накопителей у потребителя с учетом создания необходимого производственного запаса жидкой двуокиси углерода следует определять по нижеприведенным зависимостям:

а) количество стационарных накопителей:

$$n_{ст} \geqslant \frac{P(T_{р.} + T_{стр.})}{V_{ст.}}, \qquad (12)$$

где $T_{р.}$ – ритм поставок, сутки, следует определять по формуле (8) и согласовать с поставщиком;

P – среднесуточное потребление двуокиси углерода, определяемое по формуле (5), т/сутки;

$T_{стр.}$ – время на один полный рейс (определяется по табл.6), сутки.

Фактическое количество стационарных накопителей $n_{ст.факт.}$ может быть определено путем округления величины $n_{ст}$ до целого числа в сторону большего значения;

б) время, в течение которого расходуется минимально возможный запас двуокиси углерода, в сутках:

$$T_{з.min} = \frac{n_{ст.факт.} \cdot V_{ст.}}{P} - T_{р}; \qquad (13)$$

в) время, в течение которого расходуется максимально возможный запас жидкой двуокиси углерода, в сутках:

$$T_{з.max.} = \frac{n_{ст.факт.} \cdot V_{ст.}}{P} \qquad (14)$$

Пример. Исходные данные:

планируемый объем потребления двуокиси углерода $G = 200$ т/год;

фактическое расстояние перевозок двуокиси углерода от поставщика до потребителя $S = 200$ км;

транспортные цистерны принадлежат предприятию-поставщику.

По табл. 3 рекомендуется применять в качестве транспортной цистерны ЦЖУ-6,0-1,8М вместимостью $V_{тр.} = 6$ т.

На предприятии-потребителе рекомендуется применение оборудования П комплекса, т.е. в качестве стационарных емкостей должны устанавливаться стационарные накопители НЖУ-8,0-2,0 или УДХ-8,0 вместимостью $V_{ст.} = 7{,}8$ т.

По табл. 6 определяем $T_{стр} = 2$ *суткам*. Среднесуточное потребление двуокиси углерода (при $m = 260$ рабочим дням в год) определим по формуле (5):

$$P = \frac{200}{260} = 0,77 \text{ т/сутки.}$$

Определяем ритм поставок двуокиси углерода одной цистерной ЦЖУ-6,0-I,8М по формуле (8):

$$Tp = \frac{I \cdot 6}{0,77} = 7,8 \text{ суток.}$$

Определяем количество устанавливаемых стационарных накопителей НЖУ-8,0-2,0 или УДХ-8,0 по формуле (I2):

$$N_{ст.} = \frac{0,77(2+7,8)}{7,8} = 0,97 \text{ шт.}$$

Принимаем N ст.факт. = I шт.

Определяем время, в течение которого расходуется минимально возможный запас жидкой двуокиси углерода по формуле (I3):

$$T_{з.min.} = \frac{I \cdot 7,8}{0,77} - 7,8 = 2,33 \text{ суток.}$$

Определяем время, в течение которого расходуется максимально возможный запас жидкой двуокиси углерода по формуле (I4):

$$T_{з.max.} = \frac{I \cdot 7,8}{0,77} = I0,I3 \text{ суток.}$$

5.3.3. Тип газификатора следует определять исходя из максимального часового расхода двуокиси углерода потребителем. В порядке исключения допускается комплектовать П комплекс углекислотного оборудования газификатором ГУ-400, а I комплекс, при возможности круглогодичной подачи горячей воды и пара, газификатором УГ-200М.

5.4. Определение предварительного экономического эффекта

5.4.I. После определения оптимального комплекса оборудования и затрат по доставке двуокиси углерода рекомендуется произвести предварительный расчет экономического эффекта от внедрения безбаллонного способа обеспечения предприятия двуокисью углерода.

Пример. I. Исходные данные:

планируемый объем потребления двуокиси углерода G = 500 т/год;

фактическое расстояние перевозок двуокиси углерода от поставщика до потребителя S = I00 км;

транспортные цистерны принадлежат потребителю .

Из табл. 3 видно, что наиболее экономичным является III комплекс оборудования с применением транспортных цистерн емкостью 9 т (ЦЖУ-9,0-I,8М).

Экономический эффект от применения этого комплекса по сравнению с доставкой двуокиси углерода в баллонах железнодорожным транспортом определится:

$$Э = (78,53-28,54)\cdot 500 = 24995 \text{ руб.},$$

где 78,53 - затраты по доставке I т двуокиси углерода в баллонах железнодорожным транспортом на расстояние I00 км (с учетом всех затрат поставщика и потребителя), а также необходимых капитальных вложений), руб.;

28,54 - затраты по доставке I т двуокиси углерода в цистерне ЦЖУ-9,0-I,8М на расстояние I00 км, руб.;

500 - годовой объем потребления двуокиси углерода, т.

Экономический эффект от применения III комплекса по сравнению с доставкой двуокиси углерода в баллонах автомобильным транспортом определится:

$$Э = (88,60-28,54)\cdot 500 = 30030 \text{ руб.},$$

где 88,60- затраты по доставке I т двуокиси углерода в баллонах автомобильным транспортом на расстояние I00 км, руб.

Пример 2. Исходные данные:

планируемый объем потребления двуокиси углерода $G = 410$ т/год;

фактическое расстояние перевозок двуокиси углерода от поставщика до потребителя $S = 145$ км;

доставка двуокиси углерода потребителю производится в баллонах автомобильным транспортом.

Затраты по доставке I т двуокиси углерода в транспортных цистернах ЦЖУ-6,0-I,8М для данного случая определены в примере п. 5.2.3 и составляют 37,8I руб.

Затраты по доставке I т двуокиси углерода в баллонах при заданных условиях определяются аналогичным образом с помощью формулы (I):

$$С_{бал.} = (I-0,55)\left[0,45(I20,19-89,56)+89,56\right] + 0,55\times$$
$$\times\left[0,45(II9,80-88,60)+88,60\right] = I02,95 \text{ руб}$$

Отсюда экономический эффект от применения доставки двуокиси углерода в транспортных цистернах ЦЖУ-6,0-1,8М по сравнению с доставкой его в баллонах автомобильным транспортом составит:

$$Э = (102,95 - 37,81) \cdot 410 = 26708,22 \text{ руб.}$$

5.4.2. Уточненный расчет экономического эффекта рекомендуется производить после внедрения безбаллонного способа обеспечения предприятия двуокисью углерода.

6. ТРЕБОВАНИЯ К СТАНЦИЯМ ГАЗИФИКАЦИИ И НАПОЛНЕНИЯ

6.1. Общие положения

6.1.1. При проектировании станций газификации для потребителей и станций наполнения для поставщиков в дополнение к нормам и правилам настоящего руководящего документа следует руководствоваться требованиями "Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением", утвержденных Госгортехнадзором СССР, и следующих строительных норм и правил, утвержденных Государственным комитетом по делам строительства СССР:

СНиП 2.09.02-85 "Производственные здания промышленных предприятий. Нормы проектирования";

СНиП П-33-75 "Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Нормы проектирования";

СНиП 2.01.02-85 "Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений";

СНиП П-92-76 "Вспомогательные здания и помещения промышленных предприятий. Нормы проектирования".

6.1.2. При проектировании станций наполнения и газификации, вновь строящихся и реконструируемых в сейсмических районах, зонах распространения вечномерзлых грунтов и других особых условиях строительства, следует учитывать дополнительно требования соответствующих нормативных документов.

6.1.3. При проектировании станций газификации и наполнения следует применять оборудование, приборы и арматуру, серийно выпускаемые промышленностью.

Примечания: I. Применение опытных образцов, а также импортного оборудования, приборов и арматуры допускается по согласованию с органами Госгортехнадзора и Всесоюзным научно-исследовательским и проектным институтом технологии химического и нефтяного аппаратостроения (ВНИИПТхимнефтеаппаратуры).

2. Серийно выпускаемые стационарные накопители и транспортные цистерны поставляются изготовителем в комплекте с приборами и арматурой (на черт. 2-5 и I3 ограничено штрих-пунктирной линией). Остальные приборы и арматура приобретаются потребителем, внедряющим способ безбаллонного газоснабжения, по спецификации рабочего проекта.

6.I.4. Требования настоящего раздела на проектирование станций газификации и наполнения с применением железнодорожных цистерн ЦЖУ-40,0-2,0 и стационарных накопителей НЖУ-50,0-2,0 не распространяются. В этих случаях следует руководствоваться инструкциями по эксплуатации, поставляемыми в комплекте с указанным оборудованием.

6.I.5. Стационарные накопители и транспортные цистерны должны наполняться жидкой двуокисью углерода по ГОСТ 8050-85 высшего и первого сортов.

6.2. Станция газификации. Назначение и принципиальные схемы

6.2.I. Станция газификации предназначена для хранения жидкой двуокиси углерода, ее газификации и подачи под заданным давлением в сеть потребления.

6.2.2. В станцию газификации должны входить:

стационарный накопитель (один или несколько);

газификатор (один или несколько);

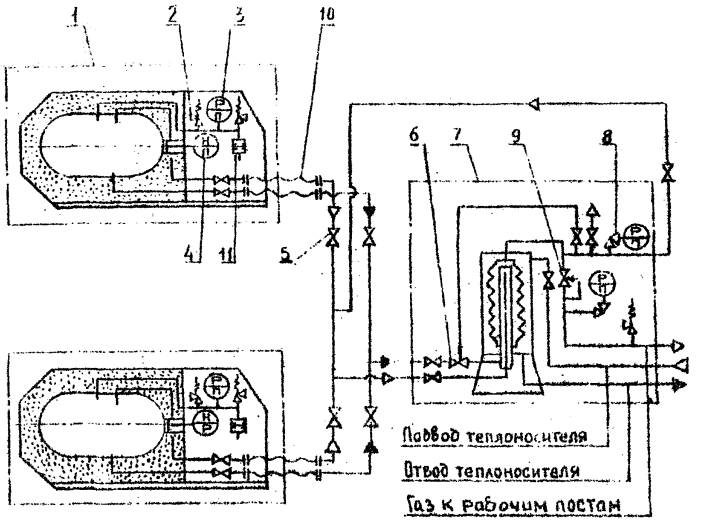
тамбур для подсоединения транспортной цистерны к стационарному накопителю;

систему трубопроводов с необходимой арматурой, соединяющую стационарные накопители с газификаторами и тамбуром.

6.2.3. Возможные варианты принципиальных схем станций газификации изображены на черт. 2-5. Выбор схемы должен производиться в зависимости от типа и количества применяемых транспортных цистерн и стационарных накопителей. При использовании изотермических цистерн ЦЖУ-3,0-2,0 предпочтительнее применять схему варианта замены цистерн (см.черт.2).

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА СТАНЦИИ

ГАЗИФИКАЦИИ (вариант замены цистерн)

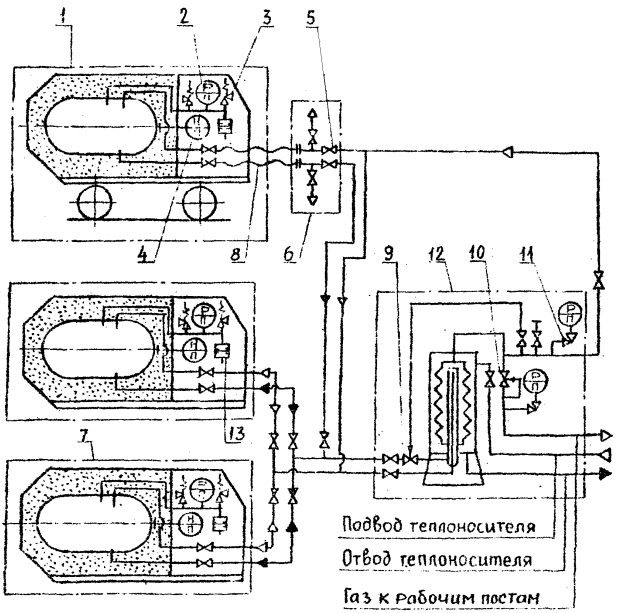


I – цистерна транспортная; 2 – клапан предохранительный; 3 – манометр; 4 – уровнемер типа УПМ; 5 – вентиль запорный; 6 – клапан отсекатель; 7 – газификатор; 8 – вентиль (кран) манометра; 9 – регулятор давления; IO – гибкое соединение (шланг); II – мембрана разрывная предохранительная

Черт. 2

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА СТАНЦИИ ГАЗИФИКАЦИИ

(вариант перелива с двумя накопителями)

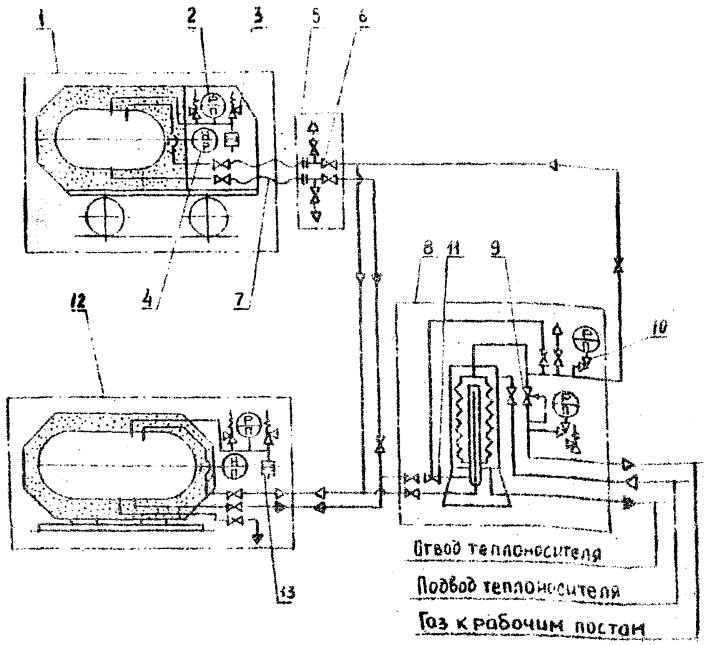


I – цистерна транспортная; 2 – манометр; 3 – клапан предохранительный; 4 – уровнемер типа УПМ; 5 – вентиль запорный; 6 – тэмбур; 7 – накопитель стационарный; 8 – гибкое соединение (шланг); 9 – клапан-отсекатель; IO – регулятор давления; II – вентиль (кран) манометра; I2 – газификатор; I3 – мембрана разрывная предохранительная

Черт.3

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА СТАНЦИИ ГАЗИФИКАЦИИ

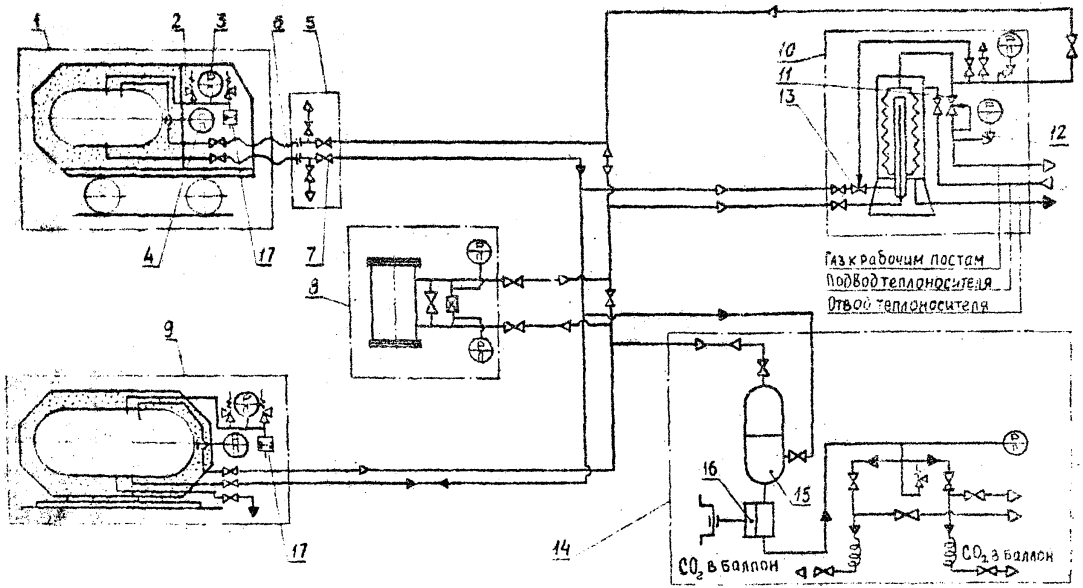
(вариант передачи)



I - цистерна транспортная; 2 - манометр; 3 - клапан предохранительный; 4 - уровнемер типа УПИ; 5 - тамбур; 6 - вентиль запорный; 7 - гибкое соединение (шланг); 8 - газификатор; 9 - регулятор давления; I0 - вентиль (кран) манометра; II - клапан-отсекатель; I2 - накопитель стационарный; I3 - мембрана разрывная предохранительная

Черт.4

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА СТАНЦИИ ГАЗИФИКАЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ УСТАНОВКИ ПРИНУДИТЕЛЬНОГО ПЕРЕЛИВА УПКУ – I И УСТАНОВКИ НАПОЛНЕНИЯ БАЛЛОНОВ УНБ– 2



I – цистерна транспортная; 2 – клапан предохранительный; 3 – манометр; 4 – уровнемер типа УПМ; 5 – тамбур; 6 – гибкое соединение (шланг); 7 – вентиль запорный; 8 – установка УПКУ-I; 9 – накопитель стационарный; I0 – газификатор; II – регулятор давления; I2 – вентиль (кран) манометра; I3 – клапан – отсекатель; I4– установка УНБ-2; I5– рессивер; I6– насос поршневой; I7– мембрана разрывная предохранительная

Черт. 5

На черт. 3 показана принципиальная схема станции газификации с применением перелива жидкой двуокиси углерода в две (или более) стационарные расходные емкости.

На черт. 4 показана схема станции газификации с применением перелива жидкой двуокиси углерода в стационарный накопитель.

На черт.5 показана схема станции газификации с применением установок УНБ-2 для наполнения баллонов и УПЖУ-I для принудительного перелива жидкой двуокиси углерода из транспортной цистерны в стационарный накопитель.

6.3. Размещение станции газификации

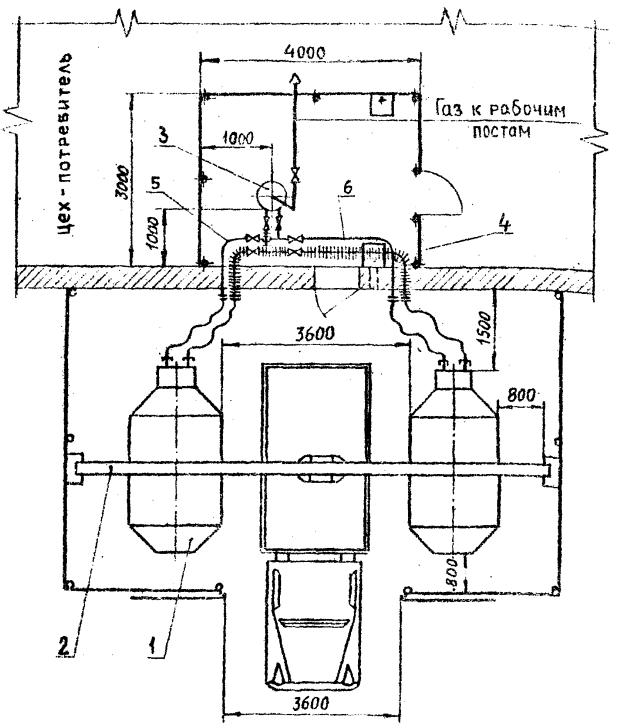
6.3.I. С целью сокращения длины магистральных трубопроводов станцию газификации следует располагать в одном из цехов-потребителей двуокиси углерода или в непосредственной близости от них. При централизованном снабжении нескольких цехов от одной станции газификации межцеховые магистральные трубопроводы двуокиси углерода рекомендуется закольцовывать (черт.I6). Если от системы централизованного снабжения питается более четырех цехов, удаленных друг от друга на расстояние более 2 км, то необходимо предварительно определить, какой из вариантов наиболее экономичен: прокладка кольцевого трубопровода к каждому цеху-потребителю или строительство второй станции.

6.3.2. Станция газификации может быть размещена внутри цеха, в пристройке к нему или в отдельном здании и не должна примыкать к жилым зданиям и бытовым помещениям. Расстояние от стационарных накопителей или расходных емкостей станции до бытовых помещений должно быть не менее 30 м, кроме бытовых помещений, предназначенных для обслуживающего персонала станции газификации. При этом стационарные накопители в зависимости от конкретных условий могут быть расположены как внутри помещения, так и вне его (под навесом). Примеры размещения оборудования и разводки труб на станции газификации показаны на черт. 6-I2.

6.3.3. При размещении газификатора внутри цеха или в пристройке его рекомендуется устанавливать в местах, где имеются паропроводы, канализация и подъездные пути для транспортных цистерн. При этом площадка для обслуживания газификатора, установленного внутри цеха, должна быть огорожена стальным листом толщиной I,5-2 мм, стальной сеткой или кирпичной стеной, а площадка под стационарные накопители (расходные емкости) должна

РАЗМЕЩЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ НА СТАНЦИИ ГАЗИФИКАЦИИ

(вариант замены цистерн)

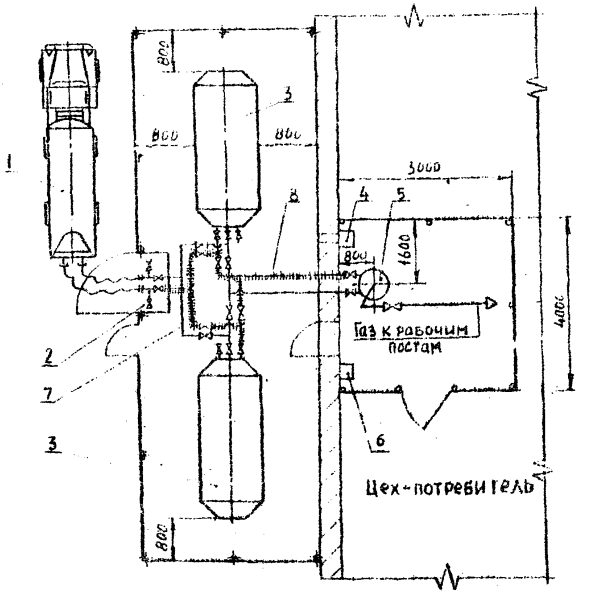


I - цистерна транспортная; 2 - монорельс с тельфером; 3 - газификатор; 4 - вентиляция вытяжная; 5 - трубопровод газовый; 6 - трубопровод жидкостной

Черт.6

РАЗМЕЩЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ НА СТАНЦИИ ГАЗИФИКАЦИИ

(вариант перелива)



I – цистерна транспортная; 2 – тамбур; 3 – накопитель стационарный; 4 – вентиляция вытяжная; 5 – газификатор; 6 – шкаф контрольно-измерительных приборов; 7 – трубопровод газовый; 8 – трубопровод жидкостной

Черт.7

быть расположена за капитальной стеной цеха в непосредственной близости от газификатора и иметь навес легкого типа от воздействия солнечных лучей и атмосферных осадков, а также ограждение из стального листа и сетки. Высота ограждений для обеих площадок должна быть не менее 2 м.

На черт. 6 показана рекомендуемая планировка оборудования на станции газификации с применением варианта замены транспортных цистерн ЦЖУ-3,0-2,0 и размещением их под навесом легкого типа. При вариантах перелива жидкой двуокиси углерода из транспортных цистерн в стационарные накопители (или расходные емкости), расположенные под навесом легкого типа, оборудование следует размещать в соответствии с черт. 7.

Варианты размещения оборудования на станции газификации, показанные на черт. 6 и 7, являются наиболее рациональными и не требуют больших затрат на строительство.

Возможно также размещение всего оборудования станции газификации внутри цеха (см.черт. 8). Этот вариант может быть рекомендован при применении I комплекса оборудования с заменой транспортных цистерн ЦЖУ-3,0-2,0. Станцию газификации в этом случае рекомендуется размещать в одном из углов цехового пролета, доступном для обслуживания мостовым краном (или кран-балкой) и исключающим скопление людей. Площадь станции газификации должна быть огорожена кирпичной стеной высотой не менее 2 м и толщиной не менее 380 мм.

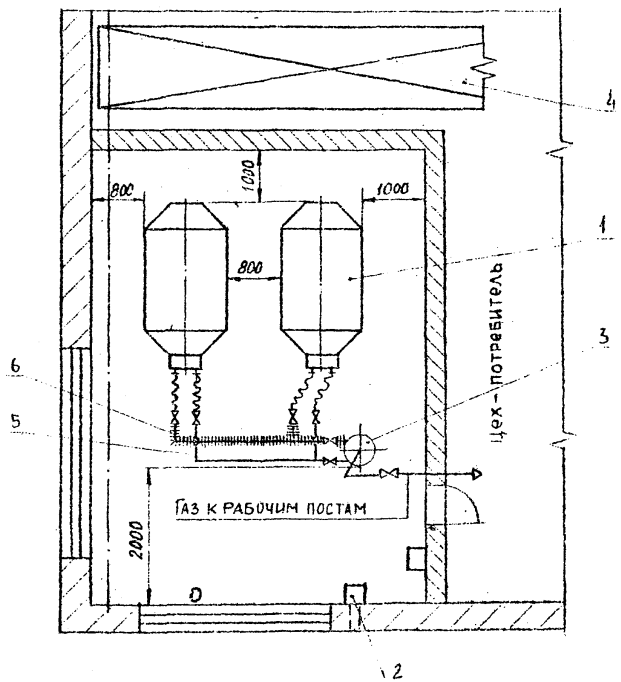
6.3.4. При размещении станции газификации в пристройке к цеху-потребителю планировку ее рекомендуется выполнять в соответствии с черт. 9 и II, где показано оборудование II комплекса с применением варианта перелива жидкой двуокиси углерода из транспортных цистерн в стационарные накопители. При использовании оборудования I комплекса планировка станции должна быть аналогичной.

Стационарные накопители предпочтительнее размещать вне помещения станции, под навесом легкого типа с ограждением из стального листа и сетки (см. черт. 9).

6.3.5. При размещении станции в отдельном здании планировку ее следует выполнять в соответствии с черт.IO, где показано размещение I комплекса оборудования с переливом жидкой двуокиси углерода из транспортной цистерны в две стационарно установлен-

РАЗМЕЩЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ НА СТАНЦИИ ГАЗИФИКАЦИИ

(вариант замены цистерн)



I - цистерна транспортная; 2 - вентиляция вытяжная;

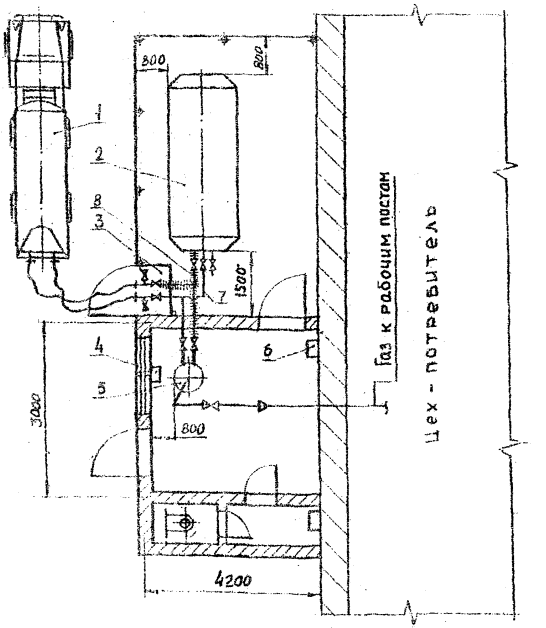
3 - газификатор; 4 - кран мостовой; 5- трубопровод

газовый; 6 - трубопровод жидкостной

Черт.8

РАЗМЕЩЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ НА СТАНЦИИ ГАЗИФИКАЦИИ

(вариант перелива)

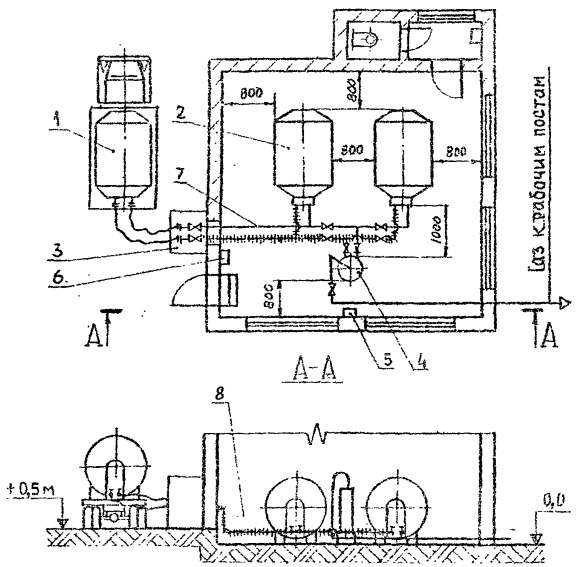


I - цистерна транспортная; 2 - накопитель стационарный; 3 - тамбур; 4 - вентиляция вытяжная; 5 - газификатор; 6 - шкаф контрольно-измерительных приборов; 7 - трубопровод газовый; 8 - трубопровод жидкотной

Черт.9

РАЗМЕЩЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ НА СТАНЦИИ ГАЗИФИКАЦИИ

(вариант перелива)

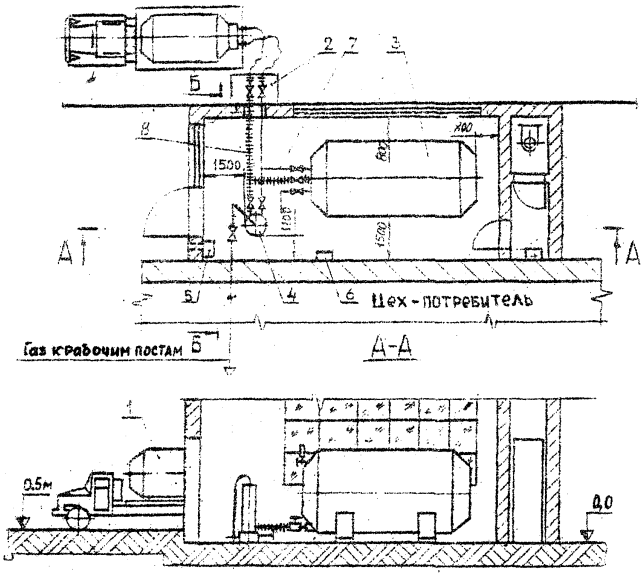


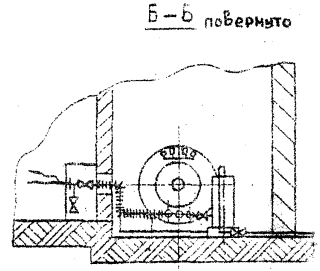
I – цистерна транспортная; 2 – накопитель стационарный; 3 – тамбур; 4 – газификатор; 5 – вентиляция вытяжная; 6 – шкаф контрольно-измерительных приборов; 7 – трубопровод газовый; 8 – трубопровод жидкостной

Черт. IO

РАЗМЕЩЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ НА СТАНЦИИ ГАЗИФИКАЦИИ

Вариант перелива

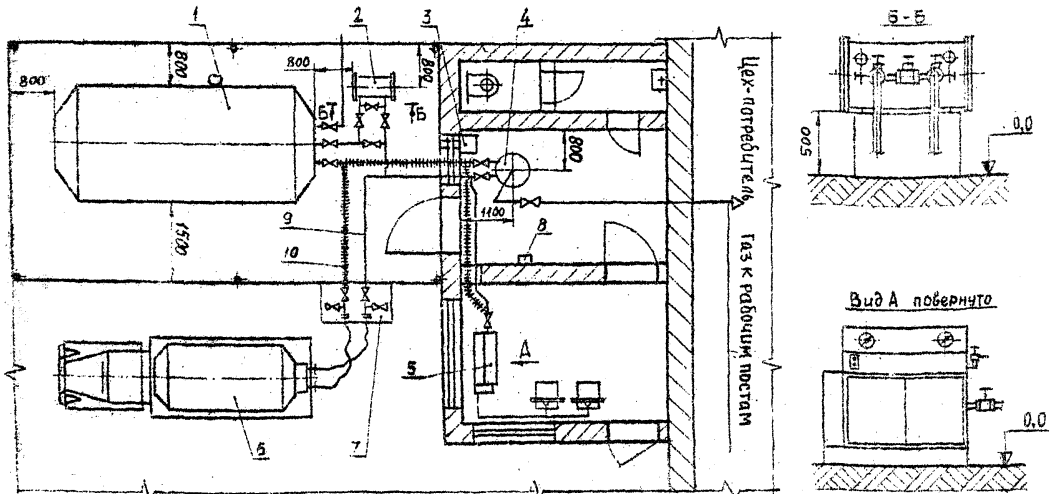




1 – цистерна транспортная; 2 – рамбур; 3 – накопитель стационарный; 4 – газификатор;
5 – вентиляция вытяжная; 6 – шкаф контрольно-измерительных приборов; 7 – трубопровод газовый;
8 – трубопровод жидкостной

Черт. II

РАЗМЕЩЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ НА СТАНЦИИ ГАЗИФИКАЦИИ
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ



I - накопитель стационарный; 2 - установка УПМУ-I; 3 - вентиляция вытяжная; 4 - газификатор; 5 - установка УНБ-2; 6 - цистерна транспортная; 7 - тамбур; 8 - шкаф контрольно-измерительных приборов; 9- трубопровод газовый; I0 - трубопровод жидкостной

Черт. I2

ые транспортные цистерны ЦЖУ-3,0-2,0, используемые в качестве исходных емкостей.

Аналогичным образом рекомендуется размещать в отдельном здании оборудование II, III и IУ комплексов с применением двух или более стационарных накопителей.

При применении II комплекса оборудования, в состав которого вошло вспомогательное оборудование (установка принудительного перелива УПЖУ-I и установка наполнения баллонов УНБ-2), планировку станции следует выполнить в соответствии с черт. I2.

Аналогично выполняют планировки и для других комплексов.

Примечания:

I. При размещении станции в отдельном помещении требуются значительные капитальные затраты в связи со строительством здания и подводом к нему различных коммуникаций. Этот вариант рекомендуется только в случаях невозможности размещения станции внутри цеха или в пристройке к нему.

2. В целях снижения капитальных затрат при строительстве станций газификации предпочтение отдается варианту, при котором стационарные накопители располагаются в пристройке к зданию станции согласно п.6.3.4.

6.4. Требования к помещению станции газификации

6.4.I. При размещении станции газификации в отдельном здании (см.черт. I0) или в пристройке к нему (см.черт. 9 и II) последние должны отвечать требованиям, предъявляемым к производствам категории Д и степени огнестойкости - II.

Здание (пристройка) должно быть одноэтажным с бесчердачным покрытием легкосбрасываемой конструкции (весом не более I20 кг/м^2). Применение трудносбрасываемых взрывной волной покрытий допускается при общей площади оконных и дверных проемов не менее 500 см^2 на каждый кубический метр внутреннего объема станции. В здании необходимо предусмотреть вентиляцию, отопление, водопровод, санузел на одно очко и умывальник. Вокруг здания станции должна быть сделана отмостка.

6.4.2. Ширина ворот и подъездных путей для автотранспорта должна быть не менее 3,6 м. Двери должны открываться наружу.

6.4.3. Помещения станции газификации, расположенные внутри цехов с большой запыленностью, должны иметь покрытие легкосбрасываемой конструкции.

6.4.4. Высота помещений станции газификации (кроме расположенных внутри цеха) должна быть не менее 3,25 м от отметки пола до низа несущих конструкций покрытия.

6.4.5. Полы на площадках для обслуживания газификатора должны быть выполнены из несгораемого материала; на площадках под расходные емкости - бетонными.

6.4.6. В помещении станции газификации должна быть предусмотрена принудительная приточно-вытяжная вентиляция, обеспечивающая двукратный обмен воздуха в рабочем режиме и трехкратный - в аварийном. Забор воздуха производить из самой низкой точки помещения в местах наиболее вероятного скопления двуокиси углерода. Установку пусковых приспособлений для включения вентиляции следует предусматривать как внутри помещения станции, так и вне ее.

6.4.7. Отопление должно обеспечивать поддержание температуры в помещении станции не ниже плюс $12^{\circ}C$.

6.4.8. Освещение помещений станции газификации следует выполнять в соответствии с требованиями СНиП П-4-79 "Естественное и искуственное освещение".

6.4.9. Площадь под помещение станции газификации следует определять в зависимости от типа и количества устанавливаемого оборудования и от количества обслуживающего персонала в одной смене. При этом дополнительная площадь на каждого работающего должна составлять не менее 4,5 $м^2$.

6.4.10. К помещению станции газификации должны быть подведены:

паропровод или трубопровод для горячей воды;

трубопровод для отвода парового конденсата и отработанной воды в оборотную систему;

трубопровод для подачи двуокиси углерода в рабочую сеть;

электроэнергия силовая и для освещения;

подъездные пути для транспортных цистерн;

канализация.

6.4.11. При применении варианта с заменой цистерн площадка для расходных емкостей должна быть оборудована грузоподъемным устройством или, если она расположена в цехе, к ней должен быть доступ цеховых грузоподъемных средств.

6.5. Требования к монтажу и установке оборудования на станции газификации

6.5.1. Для перелива самотеком жидкой двуокиси углерода (см.черт. 7 и 9-12) необходимо, чтобы уровень площадки под накопители был ниже уровня подъездных путей для транспортных цистерн не менее чем на 0,5 м. Это может быть достигнуто строительством подъездной эстакады для автотранспорта или заглублением всего помещения станции.

6.5.2. С целью осуществления уточненного контроля расхода двуокиси углерода рекомендуется установка стационарных накопителей на весы или другие весоизмерительные устройства соответствующей грузоподъемности.

6.5.3. Газификаторы и установка наполнения баллонов УНБ-2 должны устанавливаться не выше уровня фундаментов под расходные емкости. Приборы контроля и управления газификатора и установки наполнения баллонов должны быть доступны для обслуживания, хорошо освещены и направлены в сторону рабочего места оператора.

Установка УПЖУ-I должна устанавливаться на фундаменте, имеющем превышение над фундаментами стационарных накопителей 0,5 м.

6.5.4. Тамбур следует монтировать в местах, удобных для подъезда к нему транспортных цистерн.

6.5.5. При размещении оборудования на станции газификации необходимо обеспечить минимальную длину трубопроводов и минимальное количество изгибов, в особенности труб, подводящих жидкую фазу.

6.5.6. Ко всем узлам оборудования следует обеспечить свободный доступ, возможность их осмотра и ремонта.

Расстояние между оборудованием и стенами, а также проходы должны быть не менее указанных на черт. 6-12.

6.5.7. При разработке строительного задания на станцию газификации необходимо руководствоваться подразделами 6.I и 6.2 настоящего руководящего документа.

Пример составления строительного задания приведен в приложении.

6.6. Станция наполнения. Назначение и принципиальная схема

6.6.I. Станция наполнения у поставщика является конечным участком цеха производства жидкой двуокиси углерода и предназначена для создания запаса хранения двуокиси углерода и наполнения ею транспортных цистерн.

Принципиальная схема её показана на черт. I3, где в качестве примера приведена существующая часть технологической схемы получения низкотемпературной двуокиси углерода по циклу высокого давления на производствах с сухоледным процессом.

Станция наполнения может быть также подключена к технологической схеме получения низкотемпературной жидкой двуокиси углерода, работающей по циклу среднего давления с применением каскадной углекислотной машины УЖС.

6.6.2. В станцию наполнения должны входить:

стационарный накопитель (один или несколько);

систем трубопроводов;

тамбур с гибкими соединениями;

контрольно-измерительные приборы и предохранительные устройства, установленные на стационарном накопителе.

6.7. Размещение станции наполнения и требования к монтажу оборудования

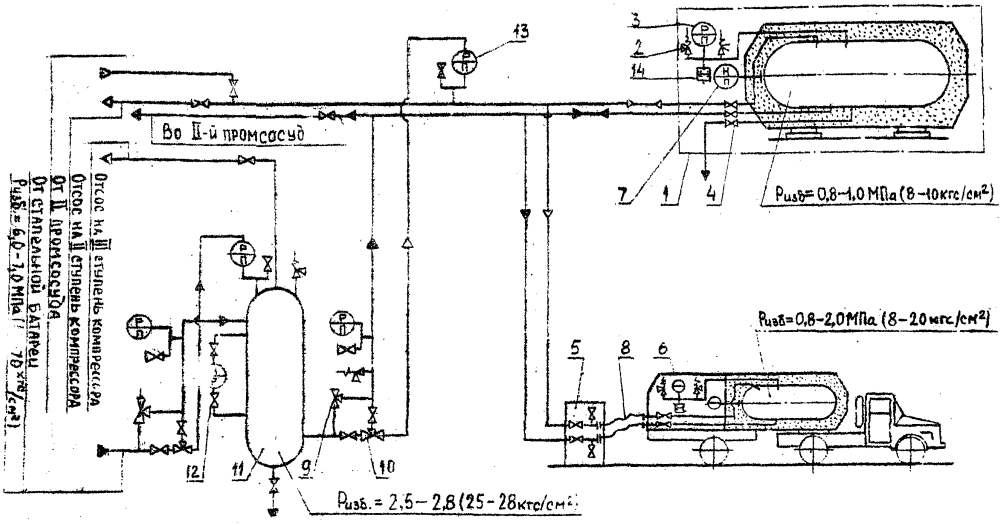
6.7.I. Станция наполнения транспортных цистерн должна монтироваться в непосредственной близости от углекислотного цеха или примыкать к одной из его капитальных стен.

Станция наполнения не должна примыкать к жилым зданиям и бытовым помещениям (кроме бытовых помещений, предназначенных для обслуживающего персонала станции). Расстояние от стационарных накопителей станции до жилых зданий или бытовых помещений должно быть не менее 30 м.

6.7.2. При размещении оборудования на станции наполнения необходимо обеспечить минимальную длину трубопроводов и минимальное количество изгибов, в особенности труб, подводящих жидкую фазу.

6.7.3. Для наполнения транспортных цистерн самотеком стационарные накопители следует монтировать на эстакадах высотой не менее 3200 мм от уровня подъездных путей (черт. I4). Эстакады должны иметь навес легкого типа для защиты стационарных накопителей от нагрева солнечными лучами и воздействия атмосферных осадков. Пример размещения стационарного накопителя на эстакаде показан на черт. I4. Для наполнения транспортных цистерн жидкой двуокисью углерода можно применять установку принудительного перелива УПЖУ-I. В этом случае необходимость сооружения эстакад отпадает, т.е. стационарные накопители устанавливаются на нуле-

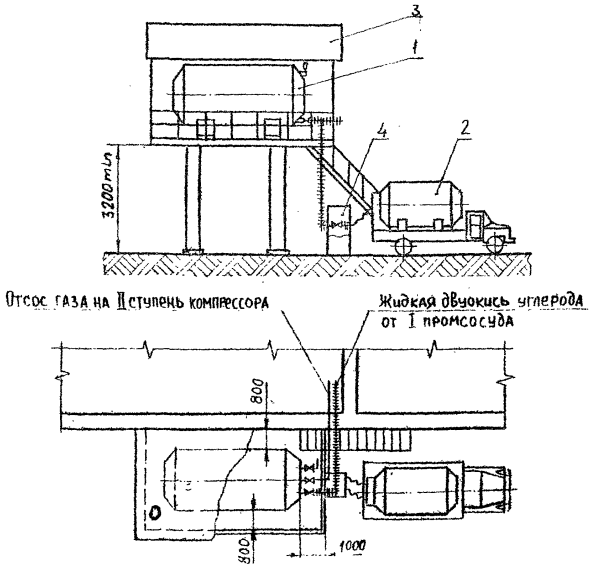
ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА СТАНЦИИ НАПОЛНЕНИЯ
ЖИДКОЙ ДВУОКИСЬЮ УГЛЕРОДА ТРАНСПОРТНЫХ ЦИСТЕРН У ПОСТАВЩИКА



I – накопитель стационарный; 2 – клапан предохранительный; 3 – манометр; 4 – вентиль запорный; 5 – тамбур; 6 – цистерна транспортная; 7 – уровнемер типа УПМ; 8 – гибкое соединение (шланг); 9 – вентиль регулирующий; IO – дросселирующее устройство с электроприводом; II – I промежуточный сосуд; I2– индикатор уровня; I3– манометр электроконтактный; I4– мембрана предохранительная разрывная

Черт. I3

УСТАНОВКА СТАЦИОНАРНОГО НАКОПИТЕЛЯ НА СТАНЦИИ НАПОЛНЕНИЯ



I – накопитель стационарный; 2 – цистерна транспортная; 3 – застекление с навесом; 4 – тамбур

Черт. I4

вой отметке. Приведенные на чертеже размеры являются рекомендуемыми и должны быть не менее указанных.

6.7.4. Площадка для обслуживания стационарных накопителей, установленных на эстакаде, и лестница к ней должны быть ограждены перилами высотой не менее I м, снабженными внизу сплошной металлической обшивкой высотой не менее I00 мм. Ступени лестницы и настил площадки для обслуживания стационарных накопителей должны изготавливаться из листовой рифленой стали. Ширина лестниц должна быть не менее 600 мм, расстояние между ступенями по высоте 300 мм, ширина ступеней - не менее 80 мм. Уклон лестницы должен быть не более 60^{0} к горизонту.

6.7.5. Уровнемеры типа УПМ, которыми снабжены стационарные накопители, осуществляют оперативный контроль уровня заполнения резервуаров жидкой двуокисью углерода. Для точного контроля массы, отпускаемой потребителям, жидкой двуокиси углерода допускается установка стационарных накопителей на весы или другие весоизмерительные устройства соответствующей грузоподъемности.

6.7.6. Тамбур следует монтировать в местах, удобных для подъезда к нему транспортных цистерн.

6.7.7. Порожние транспортные цистерны рекомендуется хранить на площадках, имеющих ограждение и навес для защиты от воздействия солнечных лучей и атмосферных осадков.

7. ТРУБОПРОВОДЫ ДЛЯ ДВУОКИСИ УГЛЕРОДА

7.I. При проектировании и монтаже трубопроводов для двуокиси углерода следует учитывать требования СН 527-80 "Инструкция по проектированию технологических стальных трубопроводов на Ру до I0 МПа (I00 кгс/см^{2})".

7.2. Система распределения газа должна рассчитываться на максимальный часовой расход, определяемый по совмещенному суточному графику потребления двуокиси углерода всеми потребителями предприятия.

7.3. Для предварительного определения внутреннего диаметра трубопровода пользуются формулой:

$$d = \sqrt{\frac{4G}{\pi \cdot w \cdot \rho \cdot 3600}}, \qquad (15)$$

где d – внутренний диаметр трубопровода, м;

G – максимальный часовой расход углекислого газа, кг/ч;

W – скорость движения двуокиси углерода в трубопроводе, м/с (для газообразной двуокиси углерода рекомендуется принимать W = 15-25 м/с, а для жидкой - 1 м/с);

ρ – плотность двуокиси углерода, кг/м^3 (определяется для газообразной двуокиси углерода по графику на черт. 15, а для жидкой фазы - по диаграмме состояния двуокиси углерода, приложение 2).

Следующим этапом выбора трубопровода является оценка его пропускной способности. Критерием оценки пропускной способности трубопровода является величина потери давления ΔP, которая определяется по формуле:

$$\Delta P = \frac{W^2 \cdot \rho}{2} \left(1 + \lambda \frac{\ell}{d} + \sum \xi\right) \cdot 10^{-6} , \qquad (16)$$

где ΔP – величина потери давления, МПа;

ℓ – длина трубопровода, м;

d – внутренний диаметр трубопровода, м;

ξ – коэффициент местного сопротивления, выбираемый по приложению 3;

λ – коэффициент трения при движении газа или жидкости по трубопроводу, определяется по графику зависимости коэффициента трения от критерия Рейнольдса (приложение 4).

При значении критерия Рейнольдса $Re \leq 2320$ λ определяется по кривой 1, при $Re > 4000$ - по кривой 2 или 3 (в зависимости от материала труб).

Критерий Рейнольдса определяется по формуле:

$$Re = \frac{W \cdot d \cdot \rho}{\mu} , \qquad (17)$$

где W – скорость движения газа или жидкости по трубопроводу, м/с;

d – внутренний диаметр трубопровода, м;

ρ – плотность газа или жидкости при соответствующем давлении и температуре, кг/м^3;

μ – коэффициент динамической вязкости при заданных давлении и температуре (определяется по термодинамическим справочникам), нс/см^2.

Нормальная работа трубопровода обеспечивается при соблюдении условия:

$$\Delta P < P_{вг} - P_{рп} , \qquad (18)$$

где $P_{вг}$ – давление газа на выходе из газификатора, МПа;

$P_{рп}$ – необходимое рабочее давление газа на самом удаленном рабочем посту, МПа.

В случае невыполнения условия (18) необходимо увеличить диаметр трубопровода.

Примечание. Для трубопроводов сравнительно малой протяженности (до 1000 м) достаточно точно диаметр трубопровода определяется по формуле (15).

Пример. Подобрать сечение трубопроводов для разводки жидкой двуокиси углерода по заводу и цехам.

Исходные данные:

общий расход двуокиси углерода по заводу - 170 кг/ч;

количество цехов, расходующих двуокись углерода, - 4;

расход двуокиси углерода по цехам соответственно составляет 70; 40; 30; 30 кг/ч;

самый удаленный от станции газификации цех-№ 3;

длина межцеховой разводки - 1000 м;

длина цехового трубопровода до самого дальнего поста - 200 м;

на межцеховом трубопроводе имеется 8 поворотов под углом 90^0, два вентиля, одно сужение (переход межцехового трубопровода в цеховой);

на цеховом трубопроводе - 3 поворота под углом 90^0, один вентиль;

необходимое рабочее давление на самом удаленном рабочем посту $P_{изб}$ = 0,03 МПа;

среднее давление в сети $P_{изб}$ = 0,05 МПа;

плотность CO_2 (при $P_{изб}$ = 0,05 МПа и t = 20 °С) ρ = 2,8 кг/м^3 (см. черт. 15).

На черт. 16 изображена схема разводки труб по цехам потребителя. Станция газификации расположена в цехе № 1.

Принимаем скорость движения газообразной двуокиси углерода в трубопроводе - 10 м/с.

Внутренний диаметр межцехового трубопровода должен быть не менее

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 170}{3,14 \cdot 10.3600 \cdot 2,8}} = 0,046 \text{ м.}$$

Предварительно принимаем трубу диаметром 51 мм с толщиной стенки 2,5 мм по ГОСТ 8734-75. Материал - сталь 10.

Определяем критерий Рейнольдса по формуле (17):

$$R_e = \frac{10 \cdot 0,046 \cdot 2,8}{146,44 \cdot 10^{-7}} = 87950.$$

По кривой 3 графика (приложение 4) определяем коэффициент трения $\lambda = 0,022$.

По таблице приложения 3 определяем величины местных сопротивлений:

$$\xi_{\text{отвод.}} = 0,12; \quad \xi_{\text{вентиль}} = 5.$$

По формуле (16) определяем потери давления:

$$\Delta P_I = \frac{10^2 \cdot 2,8}{2} \left(1 + 0,022 \frac{1000}{0,046} + 8 \cdot 12 + 2 \cdot 5\right) 10^{-6} = 0,069 \text{ МПа.}$$

Определяем диаметр цехового трубопровода по формуле (15):

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 30}{3,14 \cdot 10 \cdot 2,8 \cdot 3600}} = 0,0193 \text{ м.}$$

Предварительно принимаем трубу наружным диаметром 25 мм с толщиной стенки 2,5 мм. Материал - сталь 10.

По формуле (17) определяем критерий Рейнольдса:

$$R_e = \frac{10 \cdot 0,02 \cdot 2,8}{146,44 \cdot 10^{-7}} = 38240.$$

По графику приложения 4 находим $\lambda = 0,044$.

По приложению 3 находим, что коэффициент местного сопротивления сужения определяется по формуле:

$$\xi_{\text{суж}} = 0,5 \left(1 - \frac{0,02^2 \cdot 0,785}{0,046^2 \cdot 0,785}\right) = 0,41.$$

По формуле (16) определяем потери давления:

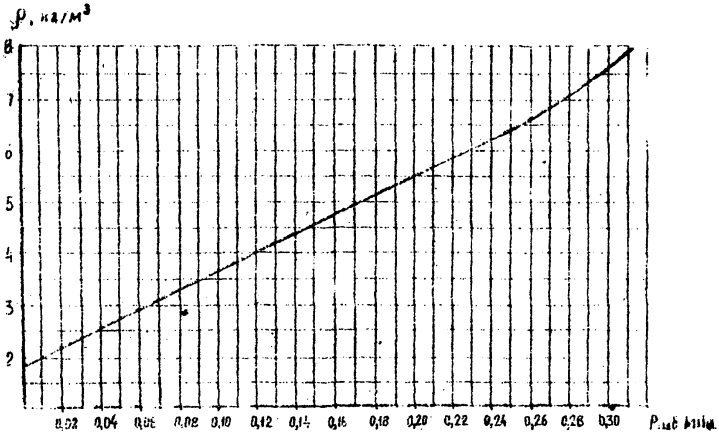
$$\Delta P_2 = \frac{10^2 \cdot 2,8}{2} \left(1 + 0,044 \frac{200}{0,02} + 3 \cdot 0,12 + 0,41 + 8\right) \cdot 10^{-6} = 0,063 \text{ МПа.}$$

Общие потери давления в системе трубопроводов:

$$\Delta P = \Delta P_1 + \Delta P_2 = 0,063 + 0,069 = 0,132 \text{ МПа.}$$

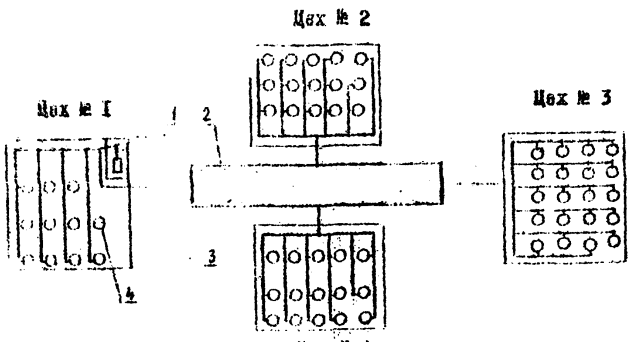
ГРАФИК ЗАВИСИМОСТИ ПЛОТНОСТИ

ГАЗООБРАЗНОЙ ДВУОКИСИ УГЛЕРОДА ОТ ДАВЛЕНИЯ ПРИ $t_{CO_2}=20^{0}C$



Черт. 15

СХЕМА РАЗВОДКИ ДВУОКИСИ УГЛЕРОДА У ПОТРЕБИТЕЛЯ



1 - станция газификации ; 2 - магистральный межцеховой трубопровод ; 3 - цеховая разводка трубопроводов; 4- рабочий пост

Черт.16

Работоспособность системы оцениваем по условию (I8) с учетом того, что $P_{бг}$ = 0,3 МПа (см. табл.I):

$$0,132 < 0,3 - 0,03.$$

В связи с тем, что неравенство выполняется, окончательно принимаем трубы по ГОСТ 8734-75 из стали I0:

для межцехового трубопровода - с наружным диаметром 5I мм и толщиной стенки 2,5 мм;

для цехового трубопровода - с наружным диаметром 25 мм и толщиной стенки 2,5 мм.

Аналогичным способом выбираются трубопроводы и для других цехов.

7.4. Межцеховые трубопроводы могут быть как подземные, так и наземные. Способ прокладки межцеховых трубопроводов следует выбирать исходя из технологических и технико-экономических соображений. Однако по условиям эксплуатации и долговечности предпочтительно применять наземные трубопроводы.

Наземная прокладка может быть осуществлена на эстакадах, мачтах, колоннах, а также на кронштейнах по стенам зданий совместно с существующими разводками сжатого воздуха и др. газов. Трубопроводы, прокладываемые на кронштейнах по наружным стенам зданий, должны быть удалены от последних на расстояние, исключающее возможность попадания на них стекающей с крыши влаги. Прокладка трубопроводов совместно с электропроводами и электрокабелями запрещается.

7.5. Внутри цеха трубопроводы для двуокиси углерода прокладываются открыто на кронштейнах по стенам, колоннам, балкам на высоте, позволяющей использовать грузоподъемные и транспортные средства. Возможна также прокладка трубопроводов в каналах пола, рядом с трубами для сжатого воздуха и других газов.

7.6. Соединение труб рекомендуется осуществлять при помощи сварки. Сварку труб разрешается проводить любым способом, обеспечивающим надлежащее качество сварного шва по правилам Госгортехнадзора СССР. Допускается разъемное соединение труб с применением фитингов.

7.7. Межцеховые трубопроводы при длине более I00 м должны иметь компенсаторы на случай их температурного расширения.

7.8. Подвод двуокиси углерода от цеховой сети к рабочим

постам рекомендуется выполнять в соответствии с черт. I7.

7.9. После монтажа система трубопроводов, перед пуском ее в эксплуатацию, должна быть тщательно продута от песка и окалины и испытана пневматически на пробное давление $P_{пр.}=1,25\ P_{р}$, но не менее 0,8 МПа (8 кгс/см^2).

Под пробным пневматическим давлением система должна находиться в течение 5 мин. , после чего давление в системе должно быть снижено до рабочего.

Под рабочим давлением система трубопроводов должна находиться в течение нескольких часов (но не менее 5). При этом допускается падение давления в системе по манометру не более 0,0I МПа (0,I кгс/см^2) в течение часа.

При невозможности проведения пневматического испытания системы трубопроводов (из-за отсутствия или недостаточного давления сжатого воздуха) последняя может быть испытана гидравлически на те же давления. После испытаний систему необходимо продуть воздухом или двуокисью углерода до полного удаления влаги из трубопроводов и арматуры.

7.I0. После проведения испытаний трубопроводы для двуокиси углерода должны быть окрашены в желтый цвет, а трубопроводы для теплоносителя - в красный цвет.

7.II. Трубопроводы для подачи жидкой и газообразной (низкотемпературной) двуокиси углерода должны быть теплоизолированы стекловатой, шлаковатой или другими видами изоляции толщиной не менее 50 мм.

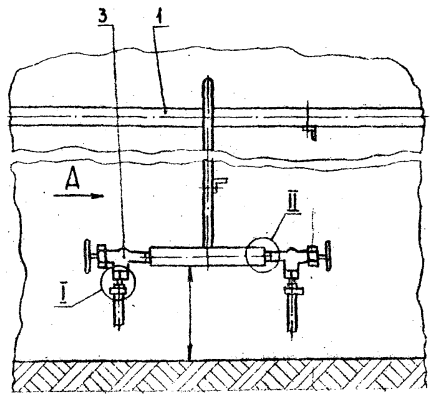
Трубопроводы для разводки газообразной CO_2 по заводу и цехам рекомендуется делать без изоляции.

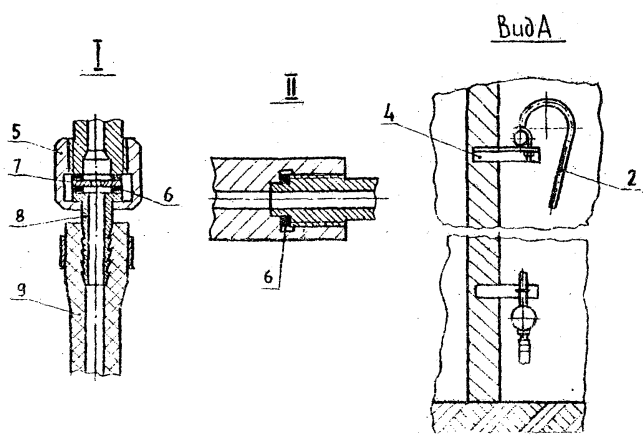
7.I2. Регулирование расхода двуокиси углерода на каждом рабочем месте может осуществляться как с помощью дроссельных шайб, устанавливаемых под накидную гайку выходного штуцера на вентиле 3 (см. черт. I7), так и с помощью газовых редукторов. Кроме того, каждый рабочий пост должен быть оборудован отсечным электромагнитным клапаном.

Диаметр отверстия дроссельной шайбы устанавливается в зависимости от расхода двуокиси углерода рабочим постом.

7.I3. На видных местах трубопроводов, вблизи каждого запорного органа, должно быть указано стрелками (алюминиевой или черной краской) направление движения среды в трубах.

ПОДВОД ДВУОКИСИ УГЛЕРОДА У ПОТРЕБИТЕЛЯ К РАБОЧИМ ПОСТАМ





I – трубопровод цеховой; 2 – стояк; 3 – вентиль угловой запорный $Д_у$ = 6, $Р_у$ = 2,5 МПа (25 кгс/см^2); 4 – кронштейн; 5 – гайка накидная; 6 – прокладка; 7 – шайба дроссельная; 8 – ниппель; 9 – шланг гибкий

Черт.17

8. ВЫБОР МАТЕРИАЛОВ И АРМАТУРЫ

8.1. Выбор труб и материалов для изготовления узлов и деталей, работающих под давлением, следует производить исходя из условий их работы в соответствии с "Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением".

8.2. Основными комплектующими изделиями станций наполнения и газификации являются вентили, выбор которых следует производить в зависимости от рабочего давления и температуры по табл.7.

9. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

9.1. Монтаж и эксплуатация всех видов оборудования, входящих в систему безбаллонного обеспечения предприятий двуокисью углерода и работающих под давлением, должны осуществляться в соответствии с требованиями "Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением", утвержденных Госгортехнадзором СССР, и соответствующих инструкций по эксплуатации, прилагаемых к оборудованию.

9.2. Монтаж и эксплуатация электрооборудования должны осуществляться в соответствии с требованиями "Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей и Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей", утвержденных Госэнергонадзором СССР, требованиями "Правил устройства электроустановок" (ПУЭ).

9.3. Транспортные цистерны и стационарные накопители должны быть зарегистрированы в органах Госгортехнадзора СССР.

9.4. Стационарные накопители и транспортные цистерны должны иметь паспорта, оформленные заводом-изготовителем этого оборудования в соответствии с правилами Госгортехнадзора СССР.

9.5. Ответственным за эксплуатацию станции газификации (наполнения) приказом по предприятию должно быть назначено ответственное лицо из числа ИТР. В каждой смене станцию газификации должен обслуживать дежурный оператор, а станцию наполнения -

Таблица 7

ВЕНТИЛИ ЗАПОРНЫЕ И РЕГУЛИРУЮЩИЕ, РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ДЛЯ ЖИДКОЙ И ГАЗООБРАЗНОЙ ДВУОКИСИ УГЛЕРОДА

Наименование	Условное обозначение	ГОСТ или ТУ	Техническая характеристика			Завод-изготовитель
			Условный проход Ду, мм	Давление условное или рабочее Ру или Рр, МПа (кгс/см^2)	Температура среды, ^{o}С	
Вентиль запорный угловой цапковый стальной	15с13бк1	ГОСТ 10094-75	6 10	2,5 (25)	От минус 40 до плюс 150	ПО "Курганармхиммаш"
Вентиль запорный проходной цапковый стальной	15с11бк1		10			
	15нж13бк	ТУ 26-07-1123-79	10			
	15с10п	ГОСТ 10094-75	15			
Вентиль запорный проходной фланцевый стальной	15с12п2		20 25 32			
	15с18п		40 50			Георгиевский арматурный завод им. В.И.Ленина

Продолжение табл.7

Наименование	Условное обозначение	ГОСТ или ТУ	Техническая характеристика			Завод-изготовитель
			Условный проход Ду, мм	Давление условное или рабочее Ру или Рр, МПа (кгс/см^2)	Температура среды, °С	
Вентиль запорный цапковый стальной	15с96к	ТУ 26-07-1167-77	10 15	10,0 (100)	От минус 80 до плюс 150	ПО "Курганармхиммаш"
Вентиль запорный с колпаком фланцевый	14с22п1	ТУ 26-07-022-76	25	3,8(38)	От минус 40 до плюс 150	ПО "Днепротяжбуммаш"
	14нж22п3				От минус 100 до плюс 150	
Вентиль запорный с колпаком фланцевый	14с20п1 14с20п5		25 32 40 50	2,5(25)	От минус 40 до плюс 150	ПО "Днепротяжбуммаш" ЛПОА "Знамя труда", г.Ленинград
	14нж20п 14нж20п3		25 32 40 50		От минус 100 до плюс 150	ЛПОА "Знамя труда", г.Ленинград
Вентиль регулирующий с колпаком фланцевый	14нж98п2		6 15 25	2,5(25)	От минус 100 до плюс 150	ПО "Днепротяжбуммаш" ЛПОА "Знамя труда", г.Ленинград
	14нж99п 14нж99п3		32 40			ПО "Днепротяжбуммаш"

машинист компрессорного отделения по производству жидкой двуокиси углерода.

9.6. На станции газификации (наполнения) необходимо вести вахтенный журнал работы, в которой должны записываться все эксплуатационные показатели, неисправности оборудования и причины вынужденных остановок.

Необходимо записывать в вахтенный журнал расход газообразной двуокиси углерода, для чего на станции газификации рекомендуется устанавливать расходомер.

9.7. Заступающий на дежурство оператор обязан ознакомиться с записями в вахтенном журнале. При приемке смены проверить исправность оборудования.

Прием и сдачу дежурства оформлять соответствующей записью в вахтенном журнале с указанием состояния оборудования и контрольно-измерительных приборов.

9.8. К эксплуатации углекислотного оборудования допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование, обучение и имеющие удостоверение квалификационной комиссии предприятия или организации, проводившей обучение, о сдаче испытаний по программе, утвержденной в установленном порядке. Повторная проверка знаний этих лиц должна проводиться администрацией предприятия не реже одного раза в год.

9.9. Проходы в помещениях станций газификации и наполнения должны быть свободными.

9.10. Коэффициент заполнения транспортных цистерн и стационарных накопителей не должен превышать 0,96 от фактического объема внутреннего сосуда при максимальном рабочем давлении и равновесном состоянии газовой и жидкой фаз. Поэтому заполнять резервуары более чем на 100% по шкале уровнемера при соответствующих давлениях запрещено.

9.11. Обслуживающему персоналу станций газификации и наполнения строго контролировать работу уровнемеров типа УПМ. Эксплуатировать резервуары с неисправными уровнемерами категорически запрещается.

9.12. Обслуживающий персонал станции должен регулярно следить за работоспособностью предохранительной арматуры. Предохранительные клапаны проверяются 1 раз в месяц путем принудительного открывания и регулируются на стенде 1 раз в три месяца.

9.13. Не допускается эксплуатация резервуаров с жидким CO_2 при давлении менее 0,528 МПа (5,28 кгс/см^2), так как это ведет к образованию в них сухого льда.

9.14. В аварийных случаях (при разгерметизации сосуда, чрезмерном расходе двуокиси углерода и т.п.) в резервуарах может образоваться сухой лед.

Ликвидацию сухого льда необходимо осуществлять в соответствии с инструкциями по эксплуатации резервуаров.

9.15. На каждой станции газификации (наполнения) должны быть:

руководство по эксплуатации;

технологическая схема станции;

перечень мероприятий по оказанию первой медицинской помощи при возникновении травм и отравлений.

9.16. При разработке руководства по эксплуатации станции газификации (наполнения) кроме требований, изложенных в настоящем документе и инструкциях по эксплуатации установленного оборудования, должны быть учтены следующие документы:

ГОСТ 8050-85 "Двуокись углерода газообразная и жидкая. Технические условия" (обратить особое внимание соблюдению требований техники безопасности);

"Правила техники безопасности на заводах сухого льда и жидкой углекислоты", разработанные ВНИХИ (г.Москва) и утвержденные Президиумом ЦК профсоюза работников государственной торговли и потребительской кооперации 1 октября 1969 года (протокол № 32) и Президиумом ЦК профсоюза рабочих пищевой промышленности 4 мая 1970 года (протокол № 37);

"Инструктивные материалы по эксплуатации оборудования заводов (цехов) сухого льда и сжиженной двуокиси углерода", разработанные ВНИХИ (г.Москва);

РДИ 26-17-071-86 "Правила по охране труда при электросварочных работах";

"Типовые правила пожарной безопасности для промышленных предприятий", утвержденные ГУПО МВД 21 августа 1975 г. и согласованные с отделом охраны труда ВЦСПС 31.07.75 г.

9.17. На входных дверях станций газификации, а также в местах установки резервуаров на станции наполнения должны быть вывешены таблички с надписью "Посторонним вход воспрещен".

9.18. В руководстве по эксплуатации станции газификации (наполнения) должно быть отражено, что устранение неисправностей отдельных элементов, а также текущий и капитальный ремонты разрешается производить только при отсутствии давления на данном участке или во всей системе.

ПРИЛОЖЕНИЕ I
Справочное

СТРОИТЕЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОМЕЩЕНИЙ СТАНЦИИ ГАЗИФИКАЦИИ

I. Помещение предназначено для расположения в нем технологического оборудования станции газификации.

2. Станция газификации должна быть расположена в (указать название) цехе, в осях колонн (указать оси колонн) и примыкать к стенам цеха (указать к какой стене и какого цеха).

3. Станция газификации состоит из помещений для газификатора, установки для наполнения баллонов жидкой двуокисью углерода и площадки под стационарные накопители.

4. Станция относится к производственным помещениям категории Д, степень огнестойкости - П. Здание станции должно быть бесчердачным и иметь покрытие легкосбрасываемой конструкции.

5. Площадка под стационарные накопители находится вне помещения станции и примыкает к стене (указать расположение стены). Площадка должна иметь навес легкого типа с ограждением из стального листа толщиной I,5 мм. Высота ограждения - не менее 2 м.

6. Высота помещения станции 3,25 м до нижних выступающих частей кровельного покрытия.

7. Помещения для газификатора и установки наполнения баллонов УНБ-2 должны иметь принудительную приточно-вытяжную вентиляцию. Вытяжку производить из наиболее низких мест. Места расположения точек отбора воздуха указаны на чертеже. Кратность обмена воздуха в рабочем режиме - 2, в аварийном - 3.

8. Помещения для газификатора и установки наполнения баллонов УНБ-2 должны иметь центральное (водяное или паровое) отопление. Температура воздуха в помещении в самое холодное время должна быть не менее плюс I2°С.

9. Освещение станции газификации должно соответствовать нормам для обычных производственных помещений.

I0. Полы на площадке под стационарные накопители и установки наполнения баллонов УНБ-2 должны быть бетонными, а в помещении для газификатора - из метлахской плитки.

На площадке с установленными стационарными накопителями над трубопроводами предусмотреть переходные мостики. Все каналы и приямки должны быть закрыты заподлицо с полом жесткими металлическими рифленными листами.

II. Предусмотреть подъездные пути к тамбуру.

I2. К помещению для газификатора должны быть подведены: трубопровод для подачи пара (или горячей воды), силовая и осветительная электролинии, канализация или оборотная система водоснабжения для слива конденсата и вода для бытовых нужд.

Расход пара (или горячей воды) не менее ... кг/ч.

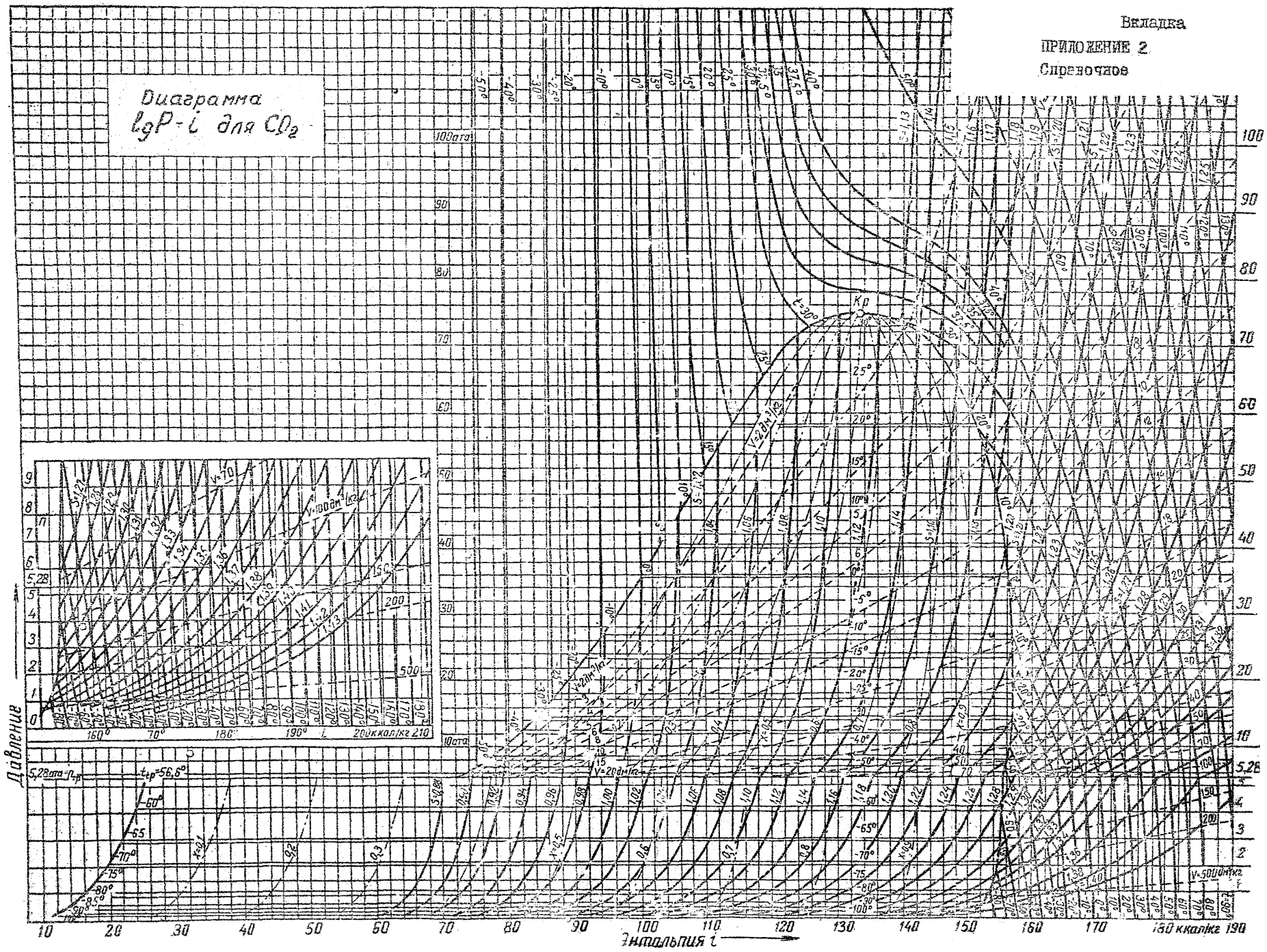
Расход электроэнергии: силовой ... кВт/ч; для освещения ... кВт/ч.

I3. Дополнительные требования указаны на чертежах станции газификации (указать номер чертежа).

Вкладка

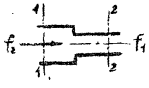
ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Справочное



ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Справочное

КОЭФФИЦИЕНТЫ МЕСТНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

Эскиз	Расчетные формулы и величины
	Внезапное сужение сечения $\xi = 0{,}5\left(1 - \frac{f_1}{f_2}\right)$
	Внезапное расширение сечения $\xi = \left(1 - \frac{f_1}{f_2}\right)^2$
	а) плавный поворот на угол 90° б) плавный поворот на угол φ; $\xi_\varphi = \xi_{90°}\frac{\varphi}{90°}$

R/d	I	2	3	4	5
$\xi_{90°}$	0,29	0,I5	0,I2	0,I0	0,08

	Вентиль

D_y	I3	20	25	32	38	50 и выше
ξ	II	8	6	6	6	5

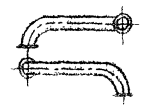
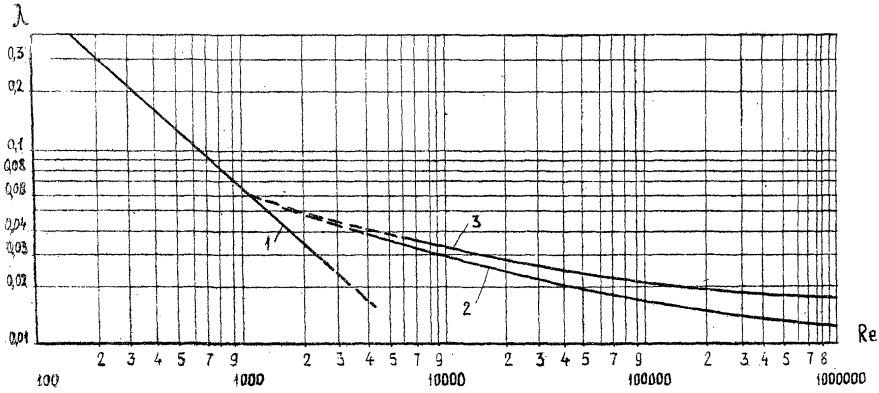
	Калач $\xi = 2\xi_{90°}$
	Двойной поворот под углом 90°, расположенный в одной плоскости $\xi = 4\xi_{90°}$
	Пространственный поворот, состоящий из двух поворотов под углом 90°, расположенных друг к другу под углом 90° $\xi = 3\xi_{90°}$

ГРАФИК ЗАВИСИМОСТИ λ ОТ КРИТЕРИЯ Re



I – гладкие и шероховатые трубы; 2 – гладкие трубы (медь, латунь, свинец, стекло); 3 – шероховатые трубы (сталь, чугун)

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Т А Б Л И Ц А

значений параметров двуокиси углерода при различных давлениях

$P_{изб}$, кгс/см^2	$\gamma_{ж}$, кг/м^3	$\gamma_{газ}$, кг/м^3	t, °С	Удельный объем $v'_{жидк}$, л/кг	Энтальпия $i'_{жидк}$, ккал/кг
4	II82,250	I3,060	-56,40	0,847	7I,45
5	II66,750	I5,700	-53,08	0,857	73,25
6	II52,820	I8,250	-49,80	0,868	75,05
7	II40,I50	20,650	-45,80	0,876	76,60
8	II28,732	23,074	-43,20	0,886	77,98
9	III7,7I7	25,575	-40,70	0,895	79,27
I0	II07,I05	28,I74	-38,03	0,903	80,48
II	I097,377	30,587	-35,69	0,9II	8I,54
I2	I087,840	33,036	-33,30	0,9I9	82,62
I3	I078,920	35,580	-3I,42	0,927	83,65
I4	I070,258	38,I89	-29,38	0,934	84,62
I5	I06I,687	40,826	-27,07	0,942	85,56
I6	I053,7I6	43,435	-25,25	0,946	86,4I
I7	I046,5I3	45,866	-23,60	0;956	87,20
I8	I038,964	48,404	-2I,92	0,963	88,0I
I9	I030,4I3	50,23I	-20,I2	0,97I	88,86
20	I023,405	53,850	-I8,57	0,977	89,64
2I	I0I6,294	56,50I	-I7,06	0,984	90,40
22	I008,686	59,204	-I5,52	0,99I	9I,I8
23	I00I,532	62,II2	-I4,06	0,998	9I,9I
24	994,563	65,00I	-I2,64	I,005	92,67
25	987,620	67,776	-II,3I	I,0I2	93,39

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением. - М.: Металлургия, 1976.

2. Правила устройства электроустановок. - М.: Атомиздат, 1985.

3. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. - М.: Атомиздат, 1975.

4. Тезиков А.Д. Производство и применение сухого льда. - М.: Госторгиздат, 1960.

5. Пименова Т.Ф. Производство и применение сухого льда, жидкого и газообразного диоксида углерода. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.

6. Пименова Т.Ф. Оборудование для производства, транспортирования, хранения и применения жидкой CO_2 и сухого льда //Холодильная техника. 1978. № 1.

7. Герасименко В.В. Производство диоксида углерода на спиртовых заводах. - М.: Пищевая промышленность, 1980.

8. Гродник М.Г., Величанский А.Я. Проектирование и эксплуатация углекислотных установок. - М.: Пищевая промышленность, 1966.

9. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. - М.: Химия, 1971.

10. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. -М. -Л.: Химия, 1964.

11. Сборник правил и руководящих материалов по котлонадзору. Составитель Л.Б.Сигалов. - М.: Недра, 1977.

12. Холодильная техника. Справочник. Кн.2 и 3. - М.: Госторгиздат, 1960.

13. Герш С.Я. Глубокое охлаждение. Ч.I и II. - М.: Госэнергоиздат, 1957.

14. Инструктивные материалы по эксплуатации оборудования заводов (цехов) сухого льда и сжиженного углекислого газа. -М.: ВНИХИ, 1969.

15. Экономическая оценка достижений научно-технического прогресса и выбор наиболее эффективного направления развития сварочного производства. Отчет ИЭС им. Е.О.Патона. -Киев, 1975.

16. Отчеты ВНИИПТхимнефтеаппаратуры по научно-исследовательским и проектно-конструкторским работам для безбаллонного обеспечения предприятий углекислым газом за 1964-1985 гг.

17. ГОСТ 19662-74. Резервуары изотермические для сжиженного углекислого газа. Типы, основные параметры и размеры. - Введен 1.04.81; Срок действия до 01.01.90.

18. ГОСТ 19663-74. Резервуары изотермические для сжиженного углекислого газа. Общие технические требования. - Введен 1.07.77; Срок действия до 01.07.91.

19. ГОСТ 19664-74. Резервуары изотермические для сжиженного углекислого газа. Правила приемки и методы испытаний. - Введен 1.07.77; Срок действия до 01.07.91.

20. РТМ 26-245-77. Полуавтоматическая сварка нефтехимической аппаратуры из углеродистых и низколегированных сталей в защитных газах. - Волгоград: ВНИИПТхимнефтеаппаратуры, 1978.

21. Методика (основные положения) определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. - М.: Экономика, 1977.

22. Малышев А.И. Экономика автомобильного транспорта. - М.: Транспорт, 1983.

23. Инструкция о нормировании оборотных средств предприятий машиностроительной промышленности. - М.: Научно-исследовательский институт информации по машиностроению. 1965.

24. Гудков С.И. Механические свойства стали при низких температурах. Справочник. - М.: Металлургия, 1967.

25. Варгафтик Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. Изд. 2-е. - М.: Наука, 1972.

26. Промышленная трубопроводная арматура. Каталог. - М.: ЦИНТИхимнефтемаш, 1985.

27. Оборудование для безбаллонного обеспечения предприятий двуокисью углерода. Каталог. - М.: ЦИНТИхимнефтемаш, 1985.

28. Черчагин Ю.И. и др. Новое оборудование для безбаллонного снабжения предприятий углекислым газом//Автоматическая сварка, 1970. № 5.

29. Правила техники безопасности на заводах сухого льда и жидкой углекислоты. - М.: ВНИХИ, 1970.

30. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. - М.: Энергоатомиздат, 1985.

31. СНиП П-90-81. Производственные здания промышленных предприятий. Нормы проектирования. - М.: Стройиздат, 1982.

32. СНиП П-33-75. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Нормы проектирования. М.: Стройиздат, 1982.

33. СНиП П-2-80. Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений. - М.: Стройиздат, 1981.

34. СНиП П-92-76. Вспомогательные здания и помещения промышленных предприятий. Нормы проектирования. - М.: Стройиздат, 1977.

35. СНиП П-37-76. Газоснабжение. Внутренние и наружные устройства. Нормы проектирования. - М.: Стройиздат, 1977.

36. СНиП П-4-79. Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования. - М.: Стройиздат, 1980.

37. СН 527-80. Инструкция по проектированию технологических стальных трубопроводов на Ру до 10 МПа. - М.: Стройиздат, 1984.

38. Снабжение и хранение жидкой углекислоты в емкостях. Проспект фирмы The Distillers Co, Ltd. - Англия: ФК 12085-67-7.

39. Установка для хранения двуокиси углерода 12000К. Проспект фирмы The Distillers Co, Ltd. - Англия.

40. Испаритель CO_2 под давлением НР6. Проспект фирмы The Distillers Co, Ltd. - Англия.

41. Цистерны стационарные и передвижные для сжиженных газов. Проспект фирмы Linde. - ФРГ: ФК № 8247-67-5.

42. The CO_2 People. Проспект фирмы Air Products. -Англия.

С О Д Е Р Ж А Н И Е

I. Двуокись углерода жидкая 2
2. Способы обеспечения предприятий двуокисью углерода 3
3. Безбаллонный способ обеспечения предприятий двуокисью углерода с применением изотермических емкостей 5
4. Типовой ряд комплексов оборудования 7
5. Выбор оборудования для обеспечения предприятий двуокисью углерода I3
5.I. Общие положения I3
5.2. Методика выбора I8
5.3. Определение необходимого количества оборудования для потребителя 2I
5.4. Определение предварительного экономического эффекта 27
6. Требования к станциям газификации и наполнения 29
6.I. Общие положения 29
6.2. Станция газификации. Назначение и принципиальные схемы 30
6.3. Размещение станции газификации 35
6.4. Требования к помещению станции газификации 44
6.5. Требования к монтажу и установке оборудования на станции газификации 46
6.6. Станция наполнения. Назначение и принципиальная схема 46
6.7. Размещение станции наполнения и требования к монтажу оборудования 47
7. Трубопроводы для двуокиси углерода 50
8. Выбор материалов и арматуры 58
9. Техника безопасности при эксплуатации оборудования. Общие положения 58

Приложения:

1. Строительное задание на проектирование помещений станции газификации 64
2. Диаграмма $lg\,P - i$ для CO_2 . . . . . Вкладка
3. Коэффициенты местного сопротивления 66
4. График зависимости λ от критерия R_e 67
5. Таблица значений параметров двуокиси углерода при различных давлениях 68

Список использованной литературы 69

П Е Р Е Ч Е Н Ь

ссылочных нормативно-технических документов

Обозначение НТД, на который дана ссылка	Номер пункта, подпункта, перечисления, приложения
ГОСТ 8050-85	I.I
ГОСТ I9662-74	4.I, табл.I
ГОСТ 5520-79	4.5
СНиП 2.09.02-85	6.I.I
СНиП П-33-75	-"-
СНиП 2.0I.02-85	-"-
СНиП П-92-76	-"-
СН 527-80	7.I
ТУ 26-07-II23-79	8.2, табл.7
ТУ 26-07-II67-77	-"-
ТУ 26-07-022-76	-"-
ГОСТ I0094-75	-"-

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ РД 26-4-87

Номер изменения	Номер листа (страницы)				Номер документа	Подпись	Дата внесения изменения	Дата введения изменения
	измененного	замененного	нового	аннулированного				

Группа Г 43

ИЗМЕНЕНИЕ № I

РД 26-4-87 "Правила. Оборудование для безбаллонного обеспечения предприятий двуокисью углерода. Выбор и применение"

ОКСТУ 3602

Утверждено ВНИИПТхимнефтеаппаратуры и введено в действие листом утверждения от 20.09.89г.

Дата введения 01.10.89.

Ввести подразделы (стр. 63):

9.19. В соответствии с Правилами Госгортехнадзора СССР при расположении изотермических резервуаров внутри помещения двуокись углерода, выходящая из предохранительных клапанов, мембранных и дренажных устройств, должна отводиться за пределы помещения в безопасное место. Отводящие трубопроводы от предохранительных клапанов и мембран должны иметь минимальное гидравлическое сопротивление (минимальное количество местных сопротивлений, минимальную длину и достаточное проходное сечение).

В местах возможного скопления конденсата отводящие трубопроводы должны быть оборудованы дренажными устройствами.

9.20. Проекты станции наполнения и станции газификации должны быть разработаны специализированными организациями и согласованы с ВНИИПТхимнефтеаппаратуры.

gost.e-ecolog.ru