Библиотека СОК

65.002.12
Р-82

Л. Д. РУБИНОВИЧ

Изготовление и монтаж трубопроводов и охлаждающих приборов холодильных установок

Л. Д. РУБИНОВИЧ

Изготовление и монтаж трубопроводов и охлаждающих приборов холодильных установок

ИЗДАТЕЛЬСТВО „ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ“
МОСКВА·1966

УДК 621.565.002.72

В книге изложены современные методы изготовления и монтажа аммиачных, рассольных и водяных трубопроводов холодильных установок, охлаждающих батарей и воздухоохладителей. Особое внимание уделено организации работ прогрессивными индустриальными методами с централизованной заготовкой узлов и деталей в механических мастерских. Рассмотрены практические приемы выполнения работ, а также используемое при этом оборудование и приспособления, в том числе такое, которое может быть изготовлено на месте монтажа. Приведены краткие данные о материалах, оборудовании и инструменте, применяемых при изготовлении и монтаже трубопроводов и охлаждающих приборов, и даны основные правила техники безопасности.

Книга предназначена для производителей работ, мастеров, бригадиров и слесарей, занятых монтажом холодильных установок, а также может быть полезна механикам и машинистам холодильных установок, участвующих как в монтаже новых, так и в реконструкции и ремонте действующих установок.

3-3-7
179-65

Предисловие

Современные холодильные установки очень сложны, а протяженность аммиачных, рассольных и водяных трубопроводов на них большая. В связи с разветвленностью трубопроводы имеют значительное количество сварных и разъемных соединений, арматуры и фасонных частей.

При монтаже холодильных установок объем трубопроводных работ составляет обычно 35—40% от общего объема механомонтажных работ, а при монтаже холодильников, насыщенных охлаждающими батареями и воздухоохладителями, достигает 70—80%. При этом общая длина трубопроводов крупного холодильника достигает 20—25 *км* с применением широкого сортамента труб условным диаметром от 6 до 300 *мм*.

Очевидно, что сроки монтажа холодильных установок, а также себестоимость и качество работ в значительной степени зависят от того, насколько правильно организованы изготовление и монтаж трубопроводов.

Наиболее современный метод монтажа трубопроводов — так называемый индустриальный метод, предусматривающий централизованное изготовление узлов трубопроводов с последующим монтажом их из укрупненных блоков. В передовых монтажных организациях узлы трубопроводов централизованно изготовляют в специально оборудованных цехах. Однако этот метод с успехом применяется также и в тех случаях, когда узлы заготовляют в обычных механических или в приобъектных мастерских.

В условиях стационарных мастерских резко возрастает коэффициент загрузки металлообрабатывающего оборудования, эффективнее используется сварочная аппаратура, а также специальные виды оборудования: станки для резки, гибки и оребрения труб, стенды для сборки узлов трубопроводов и т. д. Все это приводит к значительному росту производительности труда, благодаря чему затраты его на изготовление узлов трубопроводов в механизированных мастерских примерно на 40% ниже, чем при выполнении этих работ непосредственно на месте монтажа.

Следует особо отметить, что производительность труда на монтажной площадке при сборке трубопроводов из готовых узлов также значительно повышается. Например, при монтаже

трубопроводов затраты рабочего времени сокращаются в 2—3 раза, а при монтаже охлаждающих батарей и воздухоохладителей — в 4—5 раз. Кроме того, при централизованной заготовке уменьшаются отходы материалов за счет использования их для изготовления мелких деталей.

В настоящей книге особое внимание уделено освещению современных методов организации и выполнения работ по монтажу холодильных трубопроводов и охлаждающих приборов с применением специального оборудования и деталей заводской поставки. Одновременно рассмотрены инструменты и приспособления, используемые для малой механизации заготовительных и монтажных работ, в том числе и таких, которые можно легко изготовить в небольшой механической мастерской. Даны также указания о методах изготовления деталей для трубопроводов и средств их крепления.

* *
*

Автор выражает глубокую признательность инженеру М. С. Усачу за ценные советы, данные им при рецензировании книги.

Глава I

МАТЕРИАЛЫ И ДЕТАЛИ ТРУБОПРОВОДОВ И ОХЛАЖДАЮЩИХ ПРИБОРОВ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Трубопроводы и охлаждающие приборы холодильных установок изготовляют из стальных бесшовных, электросварных и водогазопроводных (газовых) труб, сортовой и листовой стали, швеллеров и двутавровых балок. Из этих материалов в трубозаготовительных мастерских или на месте монтажа делают узлы и детали трубопроводов и охлаждающих батарей, а также опорные конструкции для них, фланцы, хомутики и т. д. Для изготовления и монтажа трубопроводов используют также готовые детали, поставляемые промышленностью: крутоизогнутые отводы, штампованные тройники, переходы и заглушки, опоры и подвески для труб, фланцы, болты, гайки и различную трубопроводную арматуру.

По существующим условиям поставки трубы, прокат и другие изделия из углеродистых сталей обыкновенного качества (Ст. 3, Ст. 4, Ст. 5) поставляются в зависимости от назначения либо по химическому составу (табл. 1), либо по механическим свойствам (табл. 2).

Таблица 1

Марка стали	Содержание, %						
	углерода	кремния	марганца	фосфора	серы	хрома	никеля
				не более			
Ст. 3, Ст. 4, Ст. 5 ГОСТ 380—60	0,14—0,22 0,18—0,27 0,28—0,37	0,12—0,3 0,12—0,3 0,15—0,35	0,4—0,65 0,4—0,7 0,5—0,8	0,045 0,045 0,045	0,055 0,055 0,055	Не гарантируются	
10 ГОСТ 1050—60	0,07—0,14	0,17—0,37	0,35—0,65	0,035	0,04	0,15	0,25
20 ГОСТ 1050—60	0,17—0,24	0,17—0,37	0,35—0,65	0,04	0,04	0,25	0,25
10Г2 ГОСТ 4543—61	0,07—0,15	0,17—0,37	1,2—1,6	0,035	0,035	0,25	0,25

Примечание. Химический состав сталей марок Ст. 3, Ст. 4 и Ст. 5 приведен для мартеновских сталей спокойной плавки; марок 10 и 20 — для сталей спокойной плавки.

Таблица 2

Марка стали		Предел текучести, *кгс/мм²*	Временное сопротивление разрыву, *кгс/мм²*	Относительное удлинение, %
Ст. 3	ГОСТ 380—60	Не менее 22	Не менее 38	Не менее 23
Ст. 4		» » 24	» » 42	» » 21
Ст. 5		» » 26	» » 50	» » 17
10	ГОСТ 1050—60	21	34	31
20		25	42	25
10Г2 ГОСТ 4543—61		25	43	22

Примечание. Механические свойства сталей марок Ст. 3, Ст. 4, Ст, 5, 10 и 20 приведены для сталей спокойной плавки.

Трубы и другие изделия из качественных конструкционных углеродистых сталей (марки 10; 20) и конструкционных легированных сталей (марка 10Г2) должны одновременно соответствовать стандарту по химическому составу и по механическим свойствам.

Механические свойства стали в значительной степени зависят от ее химического состава. Повышенное содержание отдельных элементов может отрицательно влиять на свойства стали. Например, при содержании углерода более 0,25% ухудшается свариваемость стали; увеличенное содержание фосфора способствует появлению хрупкости сварных соединений при низких температурах (явление хладноломкости), содержание серы более 0,055% приводит к красноломкости — хрупкости при температуре 800—900° С.

СОРТОВАЯ СТАЛЬ, ДВУТАВРОВЫЕ БАЛКИ, ШВЕЛЛЕРЫ

Из круглой горячекатаной стали (ГОСТ 2590—57*) диаметром от 5 до 8 *мм*, поставляемой в мотках весом 80 *кг*, делают хомутики для крепления труб условным диаметром до 80 *мм*; из круглой стали диаметром от 10 до 25 *мм* — хомуты для крепления труб диаметром свыше 100 *мм*, а также подвески трубопроводов; из стали диаметром 30—40 *мм* — штуцеры с резьбой, бобышки и пробки.

Из прокатной полосовой стали (ГОСТ 103—57*) изготовляют хомуты, опоры и подвески для крепления трубопроводов. Угловую равнобокую (ГОСТ 8509—57) и неравнобокую (ГОСТ 8510—57*) сталь применяют для опор трубопроводов, каркасов охлаждающих приборов и кожухов воздухоохладителей. Из швеллеров размером от № 5 до № 12 делают каркасы

потолочных и аккумуляторных батарей. Швеллеры и двутавровые балки используют также для опорных конструкций трубопроводов, в том числе наружных.

В табл. 3—8 приведен сортамент металла, наиболее часто применяемого для изготовления и монтажа трубопроводов и охлаждающих батарей.

Сортамент наиболее употребляемых размеров круглой горячекатаной стали (ГОСТ 2590—57*) приведен в табл. 3.

Таблица 3

Диаметр, *мм*	Вес 1 *м* проката, *кг*	Диаметр, *мм*	Вес 1 *м* проката, *кг*	Диаметр, *мм*	Вес 1 *м* проката, *кг*	Диаметр, *мм*	Вес 1 *м* проката, *кг*
5	0,154	12	0,888	18	2,00	30	5,55
6	0,222	14	1,21	20	2,47	32	6,31
8	0,395	15	1,39	22	2,98	36	7,99
10	0,617	16	1,58	25	3,85	40	9,97

Сортамент наиболее употребляемых размеров полосовой прокатной стали по ГОСТу 103—57 * приведен в табл. 4.

Таблица 4

Размер сечения, *мм*	Вес 1 *м* проката, *кг*	Размер сечения, *мм*	Вес 1 *м* проката, *кг*	Размер сечения, *мм*	Вес 1 *м* проката, *кг*	Размер сечения, *мм*	Вес 1 *м* проката, *кг*
12×4	0,38	40×5	1,57	60×5	2,36	80×6	3,77
16×4	0,50	45×4	1,41	60×6	2,83	80×8	5,02
20×4	0,63	45×5	1,77	60×8	3,77	80×10	6,28
20×5	0,79	50×4	1,57	70×6	3,30	90×8	5,65
25×4	0,79	50×5	1,96	70×8	4,40	90×10	7,07
25×5	0,98	50×6	2,36	70×10	5,50	100×8	6,28
30×4	0,94	56×5	2,20	75×6	3,53	100×10	7,85
30×5	1,18	56×6	2,64	75×8	4,71	100×12	9,42
40×4	1,26	56×8	3,52	75×10	5,89		

Сортамент наиболее употребляемых размеров угловой равнобокой прокатной стали по ГОСТу 8509—57 (рис. 1, *а*) приведен в табл. 5.

Таблица 5

№ профиля	Размеры, мм b	d	R	r	Вес 1 м проката, кг	№ профиля	Размеры, мм b	d	R	r	Вес 1 м проката, кг
2	20	3/4	3,5	1,2	0,89/1,15	5	50	4/5	5,5	1,8	3,05/3,77
2,5	25	3/4	3,5	1,2	1,12/1,46	6,3	63	5/6/7	7	2,3	4,81/5,72
3,2	32	3/4	4,5	1,5	1,46/1,91	7,5	75	5/6/8	9	3	5,8/6,89/9,02
3,6	36	3/4	4,5	1,5	1,65/2,16	9	90	6/8	10	3,3	8,33/10,9
4	40	3/4	5	1,7	1,85/2,42	10	100	8/10/12	12	4	12,2/15,1/17,9
4,5	45	4/5	5	1,7	2,73/3,37	12,5	125	10/12	14	4,6	19,1/22,7

Сортамент наиболее употребляемых размеров угловой неравнобокой прокатной стали по ГОСТу 8510—57* (рис. 1, *б*) приведен в табл. 6.

Сортамент балок двутавровых (рис. 1, *в*) приведен в табл. 7.

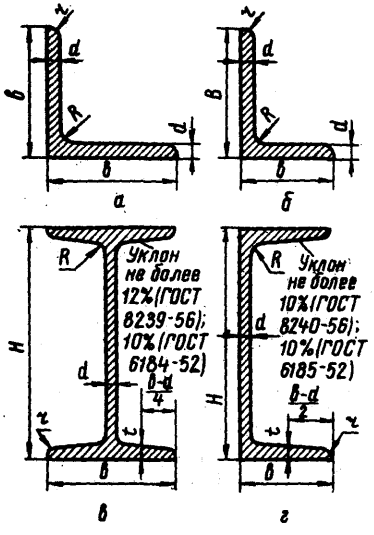


Рис. 1. Профили стального проката:
а — сталь угловая равнобокая, *б* — сталь угловая неравнобокая, *в* — балка двутавровая, *г* — швеллер.

Таблица 6

№ профиля	Размеры, мм B	b	d	R	r	Вес 1 м проката, кг
2,5/1,6	25	16	3	3,5	1,2	0,91
3,2/2	32	20	3 / 4	3,5	1,2	1,17 / 1,52
4/2,5	40	25	3 / 4	4	1,3	1,48 / 1,94
4,5/2,8	45	28	3 / 4	5	1,7	1,68 / 2,20
5/3,2	50	32	3 / 4	5,5	1,8	1,9 / 2,49
5,6/3,6	56	36	4 / 5	6	2	2,81 / 3,46
6,3/4	63	40	5 / 6	7	2,3	3,91 / 4,63
7,5/5	75	50	5 / 6 / 8	8	2,7	4,79 / 5,69 / 7,43
9/5,6	90	56	6 / 8	9	3	6,7 / 8,77
10/6,3	100	63	6 / 8 / 10	10	3,3	7,53 / 9,87 / 12,1
12,5/8	125	80	8 / 10 / 12	11	3,7	12,5 / 15,5 / 18,3

Таблица 7

№ профиля	Балки двутавровые, ГОСТ 8239—56* вес 1 м балок, кг	размеры, мм H	b	d	t	R	r	Балки двутавровые облегченные, ГОСТ 6184—52 вес 1 м балок, кг	размеры, мм H	b	d	t	R	r
10	9,46	100	55	4,5	7,2	7	2,5	—	—	—	—	—	—	—
12	11,5	120	64	4,8	7,3	7,5	3	—	—	—	—	—	—	—
14	13,7	140	73	4,9	7,5	8	3	—	—	—	—	—	—	—
16	15,9	160	81	5	7,8	8,5	3,5	7,86	160	55	2,8	5,3	3	1,5
18	18,4	180	90	5,1	8,1	9	3,5	9,07	180	60	3	5,4	3	1,5
18а	19,9	180	100	5,1	8,3	9	3,5	—	—	—	—	—	—	—
20	21	200	100	5,2	8,4	9,5	4	10,4	200	65	3,2	5,5	3,2	1,6
20а	22,7	200	110	5,2	8,6	9,5	4	—	—	—	—	—	—	—
22	24	220	110	5,4	8,7	10	4	11,9	220	70	3,4	5,8	3,4	1,7
22а	25,8	220	120	5,4	8,9	10	4	—	—	—	—	—	—	—
24	27,3	240	115	5,6	9,5	10,5	4	13,7	240	75	3,6	6,2	3,6	1,8
24а	29,4	240	125	5,6	9,8	10,5	4	—	—	—	—	—	—	—
27	31,5	270	125	6	9,8	11	4,5	15,8	270	80	3,9	6,3	4	2
27а	33,9	270	135	6	10,2	11	4,5	—	—	—	—	—	—	—
30	36,5	300	135	6,5	10,2	12	5	18,2	300	80	4,2	7	4,3	2,1
30а	39,2	300	145	6,5	10,7	12	5	—	—	—	—	—	—	—

Сортамент швеллеров приведен в табл. 8, размеры показаны на рис. 1, *г*.

Таблица 8

№ профиля	Швеллеры, ГОСТ 8240—56*							Швеллеры облегченные, ГОСТ 6185—52						
	вес 1 *м* швеллеров, *кг*	*H*	*b*	*d*	*t*	*R*	*r*	вес 1 *м* швеллеров, *кг*	*H*	*b*	*d*	*t*	*R*	*r*
5	4,84	50	32	4,4	7	6	2,5	—	—	—	—	—	—	—
6,5	5,9	65	36	4,4	7,2	6	2,5	—	—	—	—	—	—	—
8	7,05	80	40	4,5	7,4	6,5	2,5	—	—	—	—	—	—	—
10	8,59	100	46	4,5	7,6	7	3	—	—	—	—	—	—	—
12	10,4	120	52	4,8	7,8	7,5	3	—	—	—	—	—	—	—
14	12,3	140	58	4,9	8,1	8	3	—	—	—	—	—	—	—
14а	13,3	140	62	4,9	8,7	8	3	—	—	—	—	—	—	—
16	14,2	160	64	5	8,4	8,5	3,5	7,07	160	50	2,8	4,8	3	1,5
16а	15,3	160	68	5	9	8,5	3,5	—	—	—	—	—	—	—
18	16,3	180	70	5,1	8,7	9	3,5	8,1	180	50	3	5,2	3	1,5
18а	17,4	180	74	5,1	9,3	9	3,5	—	—	—	—	—	—	—
20	18,4	200	76	5,2	9	9,5	4	9,4	200	55	3,2	5,4	3,2	1,6
20а	19,8	200	80	5,2	9,7	9,5	4	—	—	—	—	—	—	—
22	21	220	82	5,4	9,5	10	4	10,9	220	55	3,4	6,2	3,4	1,7
22а	22,6	220	87	5,4	10,2	10	4	—	—	—	—	—	—	—
24	24	240	90	5,6	10	10,5	4	12,7	240	60	3,6	6,7	3,6	1,8
24а	25,8	240	95	5,6	10,7	10,5	4	—	—	—	—	—	—	—
27	27,7	270	95	6	10,5	11	4,5	15	270	65	3,9	7	4	2
30	31,8	300	100	6,5	11	12	5	17,6	300	70	4,2	7,5	4,3	2,1

ТРУБЫ

Трубопроводы для холодильных установок изготовляют из следующих типов стальных труб:

бесшовных горячекатаных (ГОСТы 8731—58 и 8732—58), а также из холоднотянутых и холоднокатаных (ГОСТы 8733—58 и 8734—58);

электросварных (ГОСТ 10704—63);

водогазопроводных или газовых (ГОСТ 3262—55).

Бесшовные трубы — наиболее дорогие, их применяют только в тех случаях, когда нельзя ограничиться более дешевыми электросварными или водогазопроводными трубами. Наружный диаметр изготовляемых холоднотянутых и холоднокатаных труб от 4 до 200 *мм*, толщина стенки в зависимости от диаметра от 0,1 до 12 *мм* при длине от 1,5 до 9 *м*. Наружный диаметр горячекатаных труб от 25 до 530 *мм*, толщина стенки в зависимости от диаметра от 2,5 до 25 *мм* при длине от 4 до 12,5 *м*.

Диаметр выпускаемых электросварных труб от 5 до 152 *мм*, толщина стенки от 0,5 до 5,5 *мм* (в зависимости от диаметра) при длине от 2 до 8,5 *м*. Электросварные трубы для монтажа в системах, работающих под давлением, могут быть изготовлены по специальным заказам и испытаны гидравлическим давлением 60 *кгс/см²* при наружном диаметре до 102 *мм* и 30 *кгс/см²* при диаметре свыше 102 *мм*.

Бесшовные и электросварные трубы делают из углеродистой стали различных марок в зависимости от того, для каких условий работы они предназначены.

Для аммиачных трубопроводов и охлаждающих приборов, работающих при температуре до —40° С, преимущественно применяют бесшовные трубы из стали марки 20, однако допускается использование также труб из стали марки 10. Аммиачные трубопроводы, работающие при температуре от —70 до —40° С, монтируют из бесшовных труб, изготовленных из низколегированной марганцовистой стали марки 10ГА. Электросварные трубы из стали марки 10 или 20 для аммиачных трубопроводов, работающих при температуре не ниже —40° С, применяют толь-

Таблица 9

Условный проход, *мм*	Размеры труб, *мм*		Вес 1 *м* трубы, *кг*	Применение		Условный проход, *мм*	Размеры труб, *мм*		Вес 1 *м* трубы, *кг*	Применение	
	наружный диаметр и толщина стенки	номинальный внутренний диаметр		для трубопроводов	для плоских приварных фланцев		наружный диаметр и толщина стенки	номинальный внутренний диаметр		для трубопроводов	для плоских приварных фланцев
10	14×1,6	10,8	0,49	×	—	50	57×3,5	50	4,62	×	×
	14×3	8	0,814	—	×	70	76×3,5	69	6,26	×	×
15	18×1,6	14,8	0,647	×	—	80	89×3,5	82	7,38	×	×
	18×3	12	1,11	—	×	100	108×4	100	10,26	×	×
20	25×1,6	21,8	0,925	×	—	125	133×4	125	12,73	×	×
	25×3	19	1,63	—	×	150	159×4,5	150	17,15	×	×
25	32×2	28	1,48	×	—	200	219×7	205	36,6	×	×
	32×3,5	25	2,46	—	×	250	273×7	259	45,92	×	×
32	38×2	34	1,78	×	—	300	325×9	307	70,14	×	×
	38×4	30	3,35	—	×						
40	45×2,5	40	2,62	×	—						
	45×4	37	4,04	—	×						

Примечания: 1. Знаком × обозначены применяемые трубы.

2. Трубы с усиленной стенкой размерами 14×3; 18×3; 25×3; 32×3,5; 38×4; 45×4 применяют для обвязочных трубопроводов компрессорных и аппаратных отделений с большим количеством фланцевых соединений, а также для наружных трубопроводов с редко расположенными опорами.

ко при разрешении проектной организации и при условии, что они поставлены заводом-изготовителем с сертификатом об испытании их гидравлическим давлением по нормам, указанным выше. Электросварные трубы из стали марок 10 или 20, а также Ст. 3 и Ст. 4 применяют для изготовления рассольных трубопроводов, а из стали марок Ст. 3 и Ст. 4 — для водяных трубопроводов.

Бесшовные и электросварные трубы, изготовляемые промышленностью, имеют различные наружные диаметры и толщину стенок. В связи с этим с 1 января 1963 г. введена нормаль машиностроения МН 2566—61, устанавливающая ограничительный сортамент труб из углеродистой стали для цеховых и межцеховых технологических трубопроводов, в том числе и для трубопроводов холодильных установок. Сортамент бесшовных труб приведен в табл. 9, а электросварных — в табл. 10. Этот сортамент не распространяется на охлаждающие приборы холодильных установок, изготовляемые из оребренных труб.

Таблица 10

Условный проход, *мм*	Размеры, *мм*		Вес 1 *м* труб, *кг*	Применение	Условный проход, *мм*	Размеры, *мм*		Вес 1 *м* труб, *кг*	Применение
	наружного диаметра и толщины стенки	номинального внутреннего диаметра				наружного диаметра и толщины стенки	номинального внутреннего диаметра		
10	14×1,5	11	0,462	×	50	57×3	51	4,00	×
15	18×2	14	0,789	×		57×3,5	50	4,62	××
20	25×2	21	1,13	×	70	76×3	70	5,40	×
						76×4	68	7,10	××
25	32×2	28	1,48	×	80	89×3	83	6,36	×
	32×3	26	2,15	××		89×4	81	8,38	××
32	38×2	34	1,78	×	100	108×3	102	7,77	×
	38×3	32	2,59	××		108×4	100	10,26	××
40	44,5×2,5	39,5	2,59	×	125	133×3,5	126	11,18	×
	44,5×3	38,5	3,07	××		133×4	125	12,73	××

Примечания: 1. Знаком × обозначены трубы, применяемые для обычных трубопроводов.

2. Знаком ×× обозначены трубы, присоединяемые к плоским приварным фланцам, а также трубы для обвязочных трубопроводов компрессорных и аппаратных отделений с большим количеством фланцевых соединений и для наружных трубопроводов с редко расположенными опорами.

Водогазопроводные трубы бывают неоцинкованные (черные) и оцинкованные с облегченной, обыкновенной и усиленной толщиной стенок. Трубы обычно поставляют без резьбы, однако

по заказу они могут быть поставлены с резьбой на концах и с одной муфтой на каждую трубу. Водогазопроводные трубы из стали марок Ст. 3 или Ст. 4 применяют для изготовления рассольных и водяных трубопроводов холодильных установок. Для этих трубопроводов применяют черные водогазопроводные трубы с обыкновенной толщиной стенок, сортамент которых приведен в табл. 11.

Таблица 11

Условный проход		Наружный диаметр и толщина стенки, *мм*	Номинальный внутренний диаметр, *мм*	Вес 1 *м* трубы, *кг*
мм	дюймы			
8	1/4	13,5×2,25	9,0	0,62
10	3/8	17×2,25	12,5	0,82
15	1/2	21,25×2,75	15,75	1,25
20	3/4	26,75×2,75	21,25	1,68
25	1	33,5×3,25	27,0	2,42
32	1 1/4	42,25×3,25	37,75	3,13
40	1 1/2	48×3,5	41	3,84
50	2	60×3,5	53	4,88
70	2 1/2	75,5×3,75	68	6,64
80	3	88,5×4	80,5	8,34
100	4	114×4	106	10,85

ГНУТЫЕ И ШТАМПОВАННЫЕ ДЕТАЛИ ТРУБОПРОВОДОВ

Гнутые и штампованные детали трубопроводов выпускают специализированные заводы в соответствии с нормалями машиностроения (МН). В настоящее время освоен выпуск следующих деталей из углеродистой стали (рис. 2): отводы крутоизогнутые с углом 90° (МН 2913-62), 60° (МН 2914-62) и 45° (МН 2915-62); тройники штампованные проходные (МН 2916-62) и переходные (МН 2917-62); переходы штампованные концентрические (МН 2918-62) и эксцентрические (МН 2919-62); днища (заглушки) отбортованные штампованные (МН 2920-62). Все эти детали изготовляют из сталей марок 20 и 10Г2, а днища, кроме того, из стали марки Ст. 3. Как крутоизогнутые, так и штампованные детали имеют точные геометрические размеры и фаски под сварку.

В соответствии с техническими требованиями, установленными нормалями машиностроения (МН 2921-62), толщина стенок отводов, тройников и переходов в любом сечении деталей должна быть не менее 85% от номинальной величины. На поверхности деталей допускается наличие забоин и других дефектов, при которых толщина стенки детали не меньше допустимой. Отклонение длины деталей (величина L на рис. 2) не должно

превышать при условном диаметре до 250 *мм* ±2, а при диаметре свыше 250 *мм* ±3 *мм*. Отклонения от перпендикулярности плоскостей торцовых срезов к оси прохода не должны превышать следующих значений:

Условный проход, *мм*	до 125	125—250	250
Допускаемое отклонение, *мм*	1	1,5	2

Присоединительные поверхности деталей должны быть обработаны и смазаны составами, предохраняющими от коррозии. На наружную поверхность каждой детали светлой несмываемой краской должна быть нанесена маркировка, указывающая шифр изделия и материал, из которого оно изготовлено. Шифр изделия должен включать в себя наименование детали, наружный

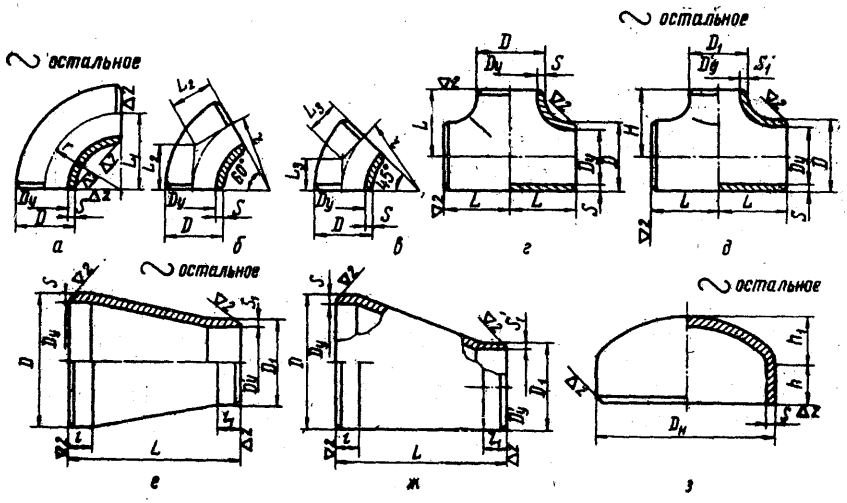


Рис. 2. Штампованные и крутоизогнутые детали трубопроводов:
а — крутоизогнутый угольник 90°, *б* — крутоизогнутый угольник 60°, *в* — крутоизогнутый угольник 45°, *г* — проходной тройник, *д* — переходный тройник, *е* — концентрический переход, *ж* — эксцентрический переход, *з* — днище.

диаметр и толщину стенки ее и номер нормали, например: «отвод 90° — 159×6 МН 2913-62» или «переход 57×4 — 45×4 МН 2919-62». Каждая партия деталей сопровождается сертификатом завода-изготовителя.

Диаметр изготовляемых крутоизогнутых отводов от 40 до 630 *мм*, днища от 40 до 250 *мм*, остальных деталей от 50 до 400 *мм*.

Сортамент крутоизогнутых отводов из углеродистой стали (рис. 2, *а*, *б*, *в*) приведен в табл. 12.

Таблица 12

Условный проход $D_у$, *мм*	Размеры, *мм*			Отвод 90° по МН 2913-62		Отвод 60° по МН 2914-62		Отвод 45° по МН 2915-62		Размеры присоединяемых труб $D_н \times S$, *мм*
	D	*S*	*r*	L_1, *мм*	вес, *кг*	L_2, *мм*	вес, *кг*	L_3, *мм*	вес, *кг*	
40	45	4	80	80	0,50	46	0,33	33	0,25	45×2,5
50	57	4	100	100	0,82	58	0,55	41	0,41	57×3,5
70	76	5	140	140	1,93	81	1,30	58	0,96	76×3,5
80	89	5	160	160	2,76	92	1,84	66	1,38	89×3,5
100	108	5	150	150	3,60	87	2,40	62	1,80	108×4
125	133	5	190	190	4,71	110	3,14	79	2,35	133×4
150	159	6	225	225	8,00	130	5,34	93	4,00	159×4,5
200	219	8	300	300	19,6	173	13,0	124	9,80	219×7
250	273	9	375	375	34,5	216	23,0	155	17,3	273×7
300	325	10	450	450	55,0	260	36,6	186	27,5	325×9

Наряду с отводами выпускаются также двойники (калачи), представляющие собой двойной отвод с поворотом на 180°. Двойники не нормализованы: размеры их соответствуют размерам отводов тех же диаметров.

Сортамент проходных штампованных тройников из углеродистой стали по нормали МН 2916-62 (рис. 2, *г*) приведен в табл. 13.

Таблица 13

Условный проход $D_у$, *мм*	Размеры, *мм*			Вес, *кг*	Размеры присоединяемых труб $D_н \times S$, *мм*
	D	*S*	*L*		
50	57	4	50	0,55	57×3,5
70	76	4	70	1,25	76×3,5
80	89	5	75	1,86	89×3,5
100	108	5	90	2,44	108×4
125	133	5	110	3,70	133×4
150	159	6	130	6,24	159×4,5
200	219	8	170	14,60	219×6
250	273	9	200	23,58	273×7
300	325	10	240	37,60	325×9

Сортамент переходных штампованных тройников из углеродистой стали по нормали МН 2917-62 (рис. 2, *д*) приведен в табл. 14.

Таблица 14

Условные проходы $D_у \times D'_у$, *мм*	Размеры, *мм*						Вес, *кг*	Размеры присоединяемых труб, *мм*	
	D	S	D_1	S_1	L	H		$D \times S$	$D_1 \times S_1$
70×50	76	4	57	3,5	70	65	1,15	76×3,5	57×3,5
100×50	108	5	57	3,5	90	80	2,33	108×4	57×3,5
100×70	108	5	76	5	90	80	2,33	108×4	76×3,5
100×80	108	5	89	5	90	85	2,42	108×4	89×3,5
125×70	133	5	76	5	110	90	3,49	133×4	76×3,5
125×80	133	5	89	5	110	95	3,57	133×4	89×3,5
125×100	133	5	108	5	110	100	3,60	133×4	108×4
150×80	159	6	89	5	130	110	5,98	159×4,5	89×3,5
150×100	159	6	108	5	130	115	6,0	159×4,5	108×4
150×125	159	6	133	5	130	120	5,98	159×4,5	133×4
200×100	219	8	108	5	170	150	14,07	219×6	108×4
200×125	219	8	133	5	170	155	13,96	219×6	133×4
200×150	219	8	159	6	170	160	13,90	219×6	159×4,5
250×200	273	9	219	8	200	195	23,64	273×7	219×6
300×200	325	10	219	8	240	220	37,16	325×9	219×6
300×250	325	10	273	9	240	225	36,95	325×9	273×7

Сортамент концентрических штампованных переходов из углеродистой стали по нормали МН 2918-62 (рис. 2, *е*) и эксцентрических по нормали МН 2919-62 (рис. 2, *ж*) приведен в табл. 15.

Таблица 15

Условные проходы, $D_у \times D'_у$, *мм*	Размеры, *мм*							Вес, *кг*	Размеры присоединяемых труб, *мм*	
	D	S	D_1	S_1	L	l	l_1		$D_н \times S$	$D'_н \times S'$
40×20	45	4	25	3	60	10	10	0,18	45×2,5	25×1,6
40×25	45	4	32	3,5	60	10	10	0,20	45×2,5	32×2
40×32	45	4	38	4	60	10	10	0,22	45×2,5	38×2
50×25	57	4	32	3,5	75	10	10	0,27	57×3,5	32×2
50×32	57	4	38	4	75	10	10	0,29	57×3,5	38×2
50×40	57	4	45	4	75	10	10	0,31	57×3,5	45×2,5
70×40	76	5	45	4	85	10	10	0,47	76×3,5	45×2,5
70×50	76	5	57	4	85	10	10	0,52	76×3,5	57×3,5
80×40	89	5	45	4	100	10	10	0,69	89×3,5	45×2,5
80×50	89	5	57	4	100	10	10	0,76	89×3,5	57×3,5
100×50	108	5	57	4	150/100	10	10	0,95	108×4	57×3,5
100×70	108	5	76	5	150/100	10	10	1,08	108×4	76×3,5
100×80	108	5	89	5	150/100	10	10	1,16	108×4	89×3,5
125×70	133	5	76	5	150/125	15	10	1,62	133×4	76×3,5
125×80	133	5	89	5	150/125	15	10	1,72	133×4	89×3,5

Продолжение табл. 15

Условные проходы, $D_у \times D'_у$, *мм*	Размеры, *мм*							Вес, *кг*	Размеры присоединяемых труб, *мм*	
	D	S	D_1	S_1	L	l	l_1		$D_н \times S$	$D'_н \times S'$
125×100	133	5	108	5	150/125	15	10	1,87	133×4	108×4
150×80	159	6	89	5	140	15	10	2,57	159×4,5	89×3,5
150×100	159	6	108	5	140	15	10	2,78	159×4,5	108×4
150×125	159	6	133	5	140	15	15	2,90	159×4,5	133×4
200×100	219	8	108	5	180	15	10	5,73	219×6	108×4
200×125	219	8	133	5	180	15	15	5,98	219×6	133×4
200×150	219	8	159	6	180	15	15	6,42	219×6	159×4,5
250×200	273	9	219	8	190	20	15	10,29	273×7	219×6
300×200	325	10	219	8	225	20	15	14,97	325×9	219×6
300×250	325	10	273	9	225	20	20	16,10	325×9	273×7

Примечание. Числитель в графе L обозначает размеры концентрических переходов, знаменатель — эксцентрических.

Сортамент отбортованных штампованных днищ из углеродистой стали по нормали МН 2920-62 (рис. 2, *з*) приведен в табл. 16.

Таблица 16

Условный проход, *мм*	Размеры, *мм*				Вес, *кг*	Размеры присоединяемых труб $D_н \times S$, *мм*
	$D_н$	S	h	h_1		
40	45	4	25	13	0,16	45×2,5
50	57	4	25	16	0,24	57×3,5
70	76	4	25	21	0,36	76×3,5
80	89	5	25	25	0,56	89×3,5
100	108	5	25	30	0,77	108×4
125	133	5	25	36	1,10	133×4
150	159	5	25	43	1,46	159×4,5
200	219	6	25	58	3,13	219×6
250	273	7	25	72	5,32	273×7

ФЛАНЦЕВЫЕ И НИППЕЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ

Все детали трубопроводов (трубы, арматура, соединительные части и т. д.) характеризуются величиной условного прохода и условным давлением.

Условный проход ($D_у$) трубопроводов, арматуры и соединительных частей соответствует следующему ряду номинальных диаметров, установленных ГОСТом 355—52: 6; 8; 10; 15; 20; 25; 32; 40; 50; 70; 80; 100; 125; 150; 200; 250; 300 *мм*

(указаны условные диаметры, применяемые для трубопроводов холодильных установок).

Действительные проходы (внутренние диаметры) литых чугунных и стальных деталей трубопроводов и арматуры равны условным. Действительные проходы стальных труб и деталей из них отличаются от условных в связи с тем, что эти трубы выпускают по наружным диаметрам с различными толщинами стенок. Условный диаметр стальных труб и деталей принимают в зависимости от действительного прохода, округленного до ближайшего значения одного из номинальных диаметров, приведенных выше.

Условное давление ($p_у$) характеризует значение допускаемого рабочего давления при температуре среды 0 °С. Это давление условно принимается за исходное при определении рабочих давлений, допускаемых при более высокой температуре. По ГОСТу 356—59 установлен ряд условных избыточных давлений, из которых наиболее распространенными являются 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 40 *кгс/см*^{2}.

Рабочее давление ($p_{раб}$) — это номинальное давление в эксплуатируемом трубопроводе. Для труб, арматуры и соединительных частей из стали допускаемое рабочее давление соответствует условному давлению при температуре среды не выше 200 °С; для тех же деталей из чугуна допустимое рабочее давление соответствует условному при температуре не свыше 120 °С. Для более высоких температур среды допустимое рабочее давление принимается ниже условного.

Пробное давление ($p_{пр}$) представляет собой гидравлическое давление, при котором арматуру и соединительные части испытывают на прочность и плотность (герметичность). Обычно пробное давление равно полуторному условному давлению ($p_{пр}=1{,}5\,p_у$), на которое рассчитана арматура или соединительные части.

Фланцы

Для трубопроводов, соединительных частей, арматуры и штуцеров машин, аппаратов, резервуаров и т. д. применяют фланцы, типы которых установлены ГОСТом 1233—54. Регламентированы следующие девять типов фланцев: литые из серого чугуна, литые из ковкого чугуна, стальные литые, с шейкой на резьбе, плоские приварные, приварные в стык (так называемые воротниковые), свободные с буртом, свободные на приварном кольце и свободные на отбортованной трубе. В зависимости от типа выпускаются фланцы с различным условным проходом и рассчитанные на различное условное давление.

Фланцы характеризуются также условными давлениями,

присоединительными размерами (ГОСТ 1234—54) и уплотнительными поверхностями (ГОСТ 6971—54).

Присоединительные размеры (наружный диаметр, диаметр болтовых соединений, а также диаметр и высота присоедини-

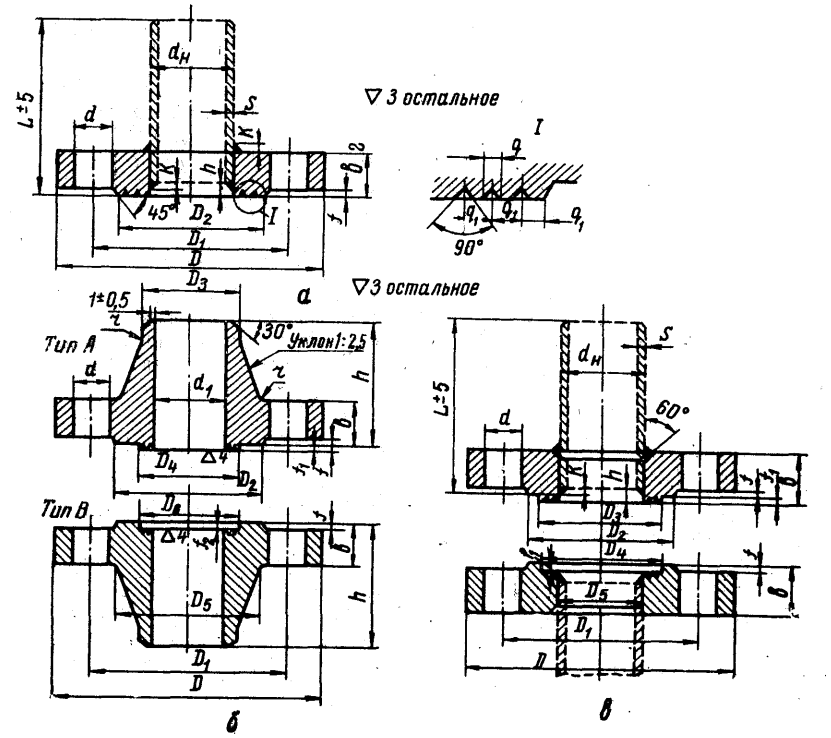


Рис. 3. Фланцы:

а — стальной плоский приварной, *б* — стальные приварные встык (с выступом и впадиной), *в* — аммиачные (с выступом и впадиной).

тельного выступа) зависят от условного прохода и давления, на которое рассчитан фланец. В зависимости от назначения и условного давления бывают следующие уплотнительные поверхности: гладкие, выступ-впадина, шип-паз, под линзовую прокладку, под кольцевую прокладку овального сечения.

Для водяных и рассольных трубопроводов холодильных установок применяют стальные плоские приварные фланцы (ГОСТ 1255—54), рассчитанные на $p_у = 10$ *кгс/см*^{2} (рис. 3, *а*; табл. 17). Эти фланцы изготовляют из углеродистой стали марок Ст. 3, Ст. 4, МСт. 3 и МСт. 4. Как правило, на место монтажа должны поставляться фланцы с приваренными патрубками, длина которых зависит от условного диаметра фланца (табл. 17). Патрубок приваривают к фланцу с обеих сторон.

Таблица 17

Размеры, *мм*											Болты		Вес фланца, *кг*
$D_у$	D	D_1	D_2	f	b	d	$d_н \times S$	L	h	k	размер, *мм*	количество	
40	145	110	88	3	18	18	45×4	105	5	4	М16×55	4	1,71
50	160	125	102	3	18	18	57×3,5	105	5	4	М16×55	4	2,09
70	180	145	122	3	20	18	76×3,5	126	6	5	М16×60	4	2,84
80	195	160	138	3	20	18	89×3,5	126	6	5	М16×60	4	3,24
100	215	180	158	3	22	18	108×4	146	6	5	М16×65	8	4,01
125	245	210	188	3	24	18	133×4	146	6	5	М16×70	8	5,40
150	280	240	212	3	24	23	159×4,5	207	6	5	М20×75	8	6,12
200	335	295	268	3	24	23	219×7	210	8	7	М20×75	8	8,24
250	390	350	320	3	26	23	273×7	210	10	9	М20×75	12	10,7
300	440	400	370	4	28	23	325×9	211	10	9	М20×80	12	12,9

Примечание. В графе $d_н \times S$ указаны размеры стальных бесшовных труб. В случае изготовления патрубков из электросварных или газовых труб размеры их принимают по табл. 10 и 11, соответственно изменяя диаметр расточки во фланце.

На уплотнительной поверхности фланцев обычно протачивают канавки (см. рис. 3, *а*, узел *I*). Размер и количество их принимают в зависимости от диаметра по табл. 18 (фланцы рассчитаны на $p_у = 10$ *кгс/см²*).

Таблица 18

Размеры, *мм*			Количество канавок
$D_у$	q_1	q	
10—70	4	1	2
80 и более	5	1	3

Для аммиачных трубопроводов применяют стальные фланцы, приварные встык по ГОСТу 1260—54 и рассчитанные на условное давление 40 *кгс/см²* (рис. 3, *б*; табл. 19). Эти фланцы выпускаются промышленностью из углеродистой стали марок 20 и 25. Фланцы для аммиачных трубопроводов можно также изготовлять из стали марок Ст. 3, Ст. 4, МСт. 3 и МСт. 4.

Обычно диаметр прохода в приварных встык фланцах несколько меньше, чем диаметр прохода привариваемых к ним труб. Чтобы обеспечивался плавный переход в месте стыка фланца с трубой, внутренний диаметр фланца должен быть выполнен по фактическому внутреннему диаметру трубы с допускаемым отклонением минус 0,5 *мм* для труб с наружным диаметром до 219 *мм* и минус 1 *мм* для труб с диаметром свы-

ше 219 *мм*. Переход достигается плавной расточкой отверстия во фланце со стороны бурта под углом не более 10°. Приварные встык фланцы дорогие, поэтому их применяют обычно только для присоединения трубопроводов к компрессорам и аппаратам.

Для соединения аммиачных трубопроводов в основном используют специальные, так называемые аммиачные фланцы. Стальные плоские приварные аммиачные фланцы изготовляют с присоединительными размерами на 40 *кгс/см*^{2} по ГОСТу 1234—54 и с уплотнительными поверхностями выступ — впадина по ГОСТу 6971—54 (рис. 3, *в*; табл. 20). Аммиачные фланцы промышленность не выпускает, поэтому их делают в трубозаготовительных мастерских.

На уплотнительных поверхностях аммиачных и приварных встык фланцев протачивают две канавки, размеры которых принимают по табл. 18.

На место сборки или монтажа узлов трубопроводов аммиачные фланцы должны поставлять с приваренными патрубками. Патрубки приваривают к фланцу с обеих сторон, причем со свободной стороны фланца должна быть снята фаска 60° под сварку, как это показано на рис. 3, *в*.

При монтаже холодильных установок в основном применяют аммиачные фланцы с выступом, так как запорная аммиачная арматура имеет фланцы с впадиной. Исключение составляют фланцы для присоединения трубопроводов к штуцерам аппаратов и к регулирующим вентилям, которые изготовляются с впадиной.

Патрубки к фланцам приваривают электродами Э42. Завод-изготовитель поставляет фланцы партиями одного типа с сертификатом, удостоверяющим качество фланцев и металла, из которого они изготовлены. В сертификате также указано условное давление, на которое фланцы рассчитаны. Поверхность фланцев должна быть гладкой, без раковин, трещин и заусенцев, снижающих прочность фланцев и надежность фланцевого соединения. На уплотнительных поверхностях не должно быть рисок и царапин, расположенных в радиальном направлении или выходящих за край этих поверхностей.

Для сборки фланцевых соединений применяют болты с шестигранной головкой из стали марок Ст. 4 и Ст. 5 и шестигранные гайки (высотой 0,8 от диаметра болта) из стали марок Ст. 3 и Ст. 4; черные — для рассольных и водяных трубопроводов и получистые — для аммиачных. Длина болтов должна быть такой, чтобы после затяжки из гаек выступали 2—3 нитки резьбы (5 *мм*).

Количество болтов и гаек, необходимых на одно фланцевое соединение, приведено в табл. 21.

Таблица 19

Размеры, *мм*															Болты		Вес фланца, *кг*	
D_y	D_3	d_1	D	D_1	D_2	f	D_4	D_6	$f_1=f_2$	b	h	D_5	r	d	размер, *мм*	количество	тип А	тип Б
10	15	8	90	60	40	2	34	35	4	16	35	26	4	14	M12×50	4	0,722	0,667
15	19	12	95	65	45	2	39	40	4	16	35	30	4	14	M12×50	4	0,807	0,739
20	26	18	105	75	58	2	50	51	4	16	36	38	4	14	M12×50	4	1,02	0,919
25	33	25	115	85	68	2	57	58	4	16	38	45	4	14	M12×50	4	1,24	1,11
32	39	31	135	100	78	2	65	66	4	18	45	56	4	18	M16×55	4	1,92	1,76
40	46	38	145	110	88	3	75	76	4	18	48	64	4	18	M16×55	4	2,21	2,00
50	58	48	160	125	102	3	87	88	4	20	48	76	5	18	M16×60	4	2,92	2,68
70	77	66	180	145	122	3	109	110	4	22	52	96	6	18	M16×65	8	3,94	3,59
80	90	78	195	160	138	3	120	121	4	24	58	112	6	18	M16×70	8	5,02	4,64
100	110	96	230	190	162	3	149	150	4,5	26	68	138	6	23	M20×75	8	7,56	6,97
125	135	120	270	220	188	3	175	176	4,5	28	68	160	8	25	M22×80	8	10,3	9,48
150	161	145	300	250	218	3	203	204	4,5	30	72	186	8	25	M22×85	8	13,5	12,6
200	222	200	375	320	285	3	259	260	4,5	38	88	250	10	30	M27×105	12	25,0	23,6
250	278	252	445	385	345	3	312	313	4,5	42	102	310	10	34	M30×115	12	36,7	35,0
300	330	301	510	450	410	4	363	364	4,5	46	116	368	12	34	M30×130	16	52,3	50,0

Таблица 20

Размеры, *мм*															Болты		Вес фланца, *кг*
D_y	D	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	d	b	f	f_1	$d_н \times S$	L	h	k	размер, *мм*	количество	
20	105	75	58	50	51	25,5	14	20	2	4	25×3	104	4	3	M12×55	4	0,9
25	115	85	68	57	58	32,6	14	20	2	4	32×3,5	105	5	4	M12×55	4	1,05
32	135	100	78	65	66	38,6	18	20	2	4	38×4	105	5	4	M16×55	4	1,85
40	145	110	88	75	76	45,6	18	23	3	4	45×4	105	5	4	M16×65	4	2,25
50	160	125	102	87	88	57,7	18	25	3	4	57×3,5	105	5	4	M16×65	4	3,05
70	180	145	122	109	110	76,7	18	25	3	4	76×3,5	126	6	5	M16×65	8	4,0
80	195	160	138	120	121	89,9	18	27	3	4	89×3,5	126	6	5	M16×70	8	4,5
100	230	190	162	149	150	108,9	23	28	3	4,5	108×4	146	6	5	M20×75	8	6,05
125	270	220	188	175	176	134,5	23	30	3	4,5	133×4	146	6	5	M22×80	8	8,25
150	300	250	218	203	204	161	23	30	3	4,5	159×4,5	207	6	5	M22×80	8	10,4
200	375	320	285	259	260	221	30	32	3	4,5	219×7	210	8	7	M27×90	12	14,5
250	445	385	345	312	313	275	30	34	3	4,5	273×7	210	10	9	M30×95	12	18,9
300	510	450	410	363	364	327	34	36	4	4,5	325×9	211	10	9	M30×100	16	26,8

Таблица 21

Условный проход фланца D_y, мм	Вес, кг					
	для фланцев плоских приварных на p_y=10 кгс/см²		для фланцев приварных в стык на p_y=40 кгс/см²		для аммиачных фланцев	
	болты	гайки	болты	гайки	болты	гайки
10	—	—	0,24	0,1	—	—
15	—	—	0,24	0,1	—	—
20	—	—	0,24	0,1	0,26	0,1
25	—	—	0,24	0,1	0,26	0,1
32	—	—	0,47	0,17	0,47	0,17
40	0,46	0,17	0,47	0,17	0,54	0,17
50	0,46	0,17	0,51	0,17	0,54	0,17
70	0,48	0,17	1,07	0,34	1,07	0,34
80	0,48	0,17	1,14	0,34	1,14	0,34
100	1,02	0,34	2,01	0,59	2,01	0,59
125	1,06	0,34	2,56	0,85	2,56	0,85
150	1,91	0,59	2,68	0,85	2,56	0,85
200	1,91	0,59	7,65	1,89	6,84	1,89
250	2,77	0,88	10,43	2,65	9,09	2,65
300	2,77	0,88	15,23	3,53	12,56	2,65

Примечание. Размеры болтов и гаек приведены в табл. 17, 19, 20.

Накидные гайки

Для присоединения аммиачных трубопроводов к цапковым вентилям применяют накидные гайки с ниппелями (рис. 4, табл. 22). Ниппели приваривают к трубам газовой сваркой. Накидные гайки изготовляют из углеродистой стали марок Ст. 3 или Ст. 4; ниппели — из стали той же марки, что и присоединительные трубы. Ниппели можно изготовлять и из стали марок Ст. 3 и Ст. 4.

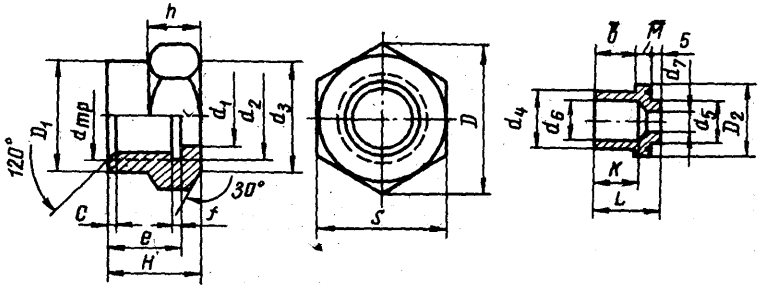


Рис. 4. Накидная гайка с ниппелем.

Таблица 22

Условный проход $D_у$, мм	Размеры накидных гаек, мм											
	$d_{1р}$	d_1	d	d_3	D	D_1	H	h	l	f	c	S
6	1/2″	15,5	21,5	25,5	31,2	26	20	12	16	4	1	27
10	3/4″	20	27	34	41,6	34	25	16	20	4	1	36
15	1″	25,5	34	39	47,3	35	27	18	21	6	1	41

Продолжение табл. 22

Условный проход $D_у$, мм	Размеры ниппелей, мм								
	d_4	d_5	d_6	d_7	D_2	L	b	$м$	k
6	15	10	10,5	6	18	34	25	4	26
10	19,5	14	14,5	10	23,5	36	26	5	28
15	25	20	20,5	15	29	36	26	5	28

ТРУБОПРОВОДНАЯ АРМАТУРА

Промышленность выпускает большое количество типоразмеров трубопроводной арматуры, предназначенной для установки на трубопроводах с различными средами. Эта арматура различается как по видам, так и по материалам, из которых изготовлен ее корпус и уплотнительные поверхности. Наряду с арматурой, имеющей ручное управление, выпускают также арматуру с механическим, пневматическим, гидравлическим, электромагнитным и электрическим приводами.

Для трубопроводной арматуры установлены условные обозначения, которые указываются в проектах, на схемах и чертежах. Для основного количества серийно выпускаемой арматуры принята единая система условных обозначений, характеризующих тип и конструктивные особенности ее. Условное обозначение арматуры состоит из четырех характеристик. Первая характеристика, состоящая из двух цифр, обозначает номер таблицы, присвоенный данному виду арматуры в каталогах, и, следовательно, указывает на тип арматуры:

Тип арматуры	Номер таблицы (первая характеристика в обозначении арматуры)
Кран пробноспускной	10
Кран для трубопровода	11
Указатель уровня	12
Вентиль	14 и 15
Обратный приемный клапан (и приемный с сеткой)	16
Клапаны предохранительный	17

редукционный	18
обратный поворотный	19
Регулятор давления	21
Клапаны	
регулирующий	25
смесительный	27
Задвижка	30 и 31
Затвор	32
Инжектор	40
Конденсатоотводчик	45

Вторая характеристика в условном обозначении арматуры указывает на материал, из которого изготовлен ее корпус. Наименование материала дается в сокращенном виде одной или двумя буквами.

Материал корпуса	Вторая характеристика в обозначении арматуры
Сталь углеродистая	с
Сталь легированная	лс
Сталь коррозионностойкая	нж
Чугун серый	ч
Чугун ковкий	кч
Латунь, бронза	Б
Алюминий	а
Монель-металл	мн
Винипласт	вп
Пластмассы (кроме винипласта)	п

Третья характеристика в обозначении указывает фигуру (рисунок в каталоге), характеризующую конструктивные особенности изделия в пределах таблицы. Таким образом, если первая характеристика указывает на тип арматуры, то третья уточняет конструктивную разновидность изделия в пределах данного типа арматуры. Третья характеристика состоит обычно из одной или двух цифр, а для арматуры с приводом — из трех, причем в этом случае первая цифра указывает вид примененного привода.

Привод	Обозначение вида привода (первая цифра трехзначного числа в третьей характеристике арматуры)
Механический:	
с червячной передачей	3
с цилиндрической передачей	4
с конической передачей	5
Пневматический	6
Гидравлический	7
Электромагнитный	8
Электрический	9

Четвертая характеристика в обозначении арматуры указы-

вает материал, из которого выполнены уплотнительные поверхности (золотники вентилей, кольца задвижек и пр.). Наименование материала приводится сокращенно, одной или двумя буквами.

Материал уплотнительных поверхностей	Четвертая характеристика в обозначении арматуры
Латунь, бронза	бр
Монель-металл	мн
Сталь коррозионностойкая	нж
Сталь нитрированная	нт
Баббит	бт
Стеллит	ст
Сормайт	ср
Кожа	к
Эбонит	э
Резина	р
Винипласт	вп
Пластмасса (кроме винипласта)	п
Футерованная арматура — обозначение материала, примененного для внутреннего покрытия, объединяется с обозначением материала уплотнительных поверхностей:	
гуммирование	гм
эмалирование	эм
освинцевание	св

Примечание. Для обозначения изделия без вставных или наплавленных уплотнительных колец, т. е. с уплотнительными поверхностями, выполненными непосредственно на самом корпусе или затворе, устанавливаются буквы «бк» (без колец).

Если одно и то же изделие выполняется из разных материалов (например, различные виды футеровки) или с вариантами конструктивного исполнения, то условное обозначение дополняется после четвертой характеристики цифрой 1, 2, 3 или I, II, III и т. д.

Как видно из приведенных характеристик, по условному обозначению арматуры можно легко определить ее основные конструктивные данные. Так, шифр 30ч6бр означает: задвижка (30) с корпусом из серого чугуна (ч) с конструктивным оформлением по фигуре 6 и с вставными бронзовыми уплотнительными кольцами на корпусе и плашках (бр). Такая же задвижка без вставных уплотнительных колец обозначается 30ч6бк, а с электроприводом (вместо ручного управления) — 30ч906бк.

Чтобы по внешнему виду арматуры можно было определить ее назначение, на корпусе отливают или выбивают следующие обозначения: условное давление, на которое арматура рассчитана; условный диаметр ее и стрелку, указывающую направление потока. На некоторых видах арматуры на корпусе указывается также условное обозначение. Кроме того, наруж-

ные необработанные поверхности (корпус, крышка, сальник, маховик и т. п.) чугунной и стальной арматуры окрашивают в различные цвета, свидетельствующие о материале, из которого изготовлен корпус и уплотнительные поверхности. Корпуса арматуры, изготовленные из цветных металлов, не окрашивают.

Материал корпуса	Окраска корпуса и крышки
Сталь	
углеродистая	Серая
легированная	Синяя
коррозионностойкая	Голубая
Чугун серый и ковкий	Черная
Материал уплотнительных деталей затвора	**Окраска маховика или рычага**
Бронза или латунь	Красная
Монель-металл	Серая с желтыми полосками по периметру
Сталь коррозионностойкая	Голубая
Сталь нитрированная или твердые сплавы (стеллит, сормайт)	Фиолетовая
Баббит	Желтая
Алюминий	Алюминиевая
Кожа, резина	Коричневая
Эбонит	Зеленая
Пластмасса	Серая с синими полосками по периметру
Без колец	Цвет окраски корпуса и крышки

Для монтажа на трубопроводах холодильных установок используют следующие виды арматуры: вентили, задвижки, обратные клапаны, предохранительные клапаны и фильтры. Все эти виды арматуры различны по принципу действия и назначению.

Вентили (рис. 5, *а*) представляют собой запорные устройства для жидких и газообразных сред, у которых внутренняя полость корпуса *1* разделена на две камеры. В плоскости раздела находится круглое отверстие. Через него среда может проходить из одной полости, соединенной с одной стороной трубопровода, в другую. Это отверстие точно обрабатывают или в нем устанавливают кольцеобразное седло *2*. Золотник *4* (запорное устройство) закреплен на штоке *5* и может перемещаться вместе с ним вверх или вниз. При перемещении вниз золотник сначала приближается к седлу, уменьшая тем самым сечение, через которое проходит среда, затем он прижимается к седлу и закрывает отверстие для прохода среды. Шток выходит из внутренней полости через сальниковую камеру *6* на крышке *3* корпуса вентиля. Чтобы жидкость или газ, находящиеся внутри вентиля, не вытекали, сальниковую камеру заполняют специальными набивками, которые уплотняют в камере с помощью нажимной втулки *7*.

Корпуса вентилей соединяют с трубопроводами фланцами или на резьбе.

Различают два типа резьбовых соединений: муфтовое, когда резьба находится внутри присоединительных концов вентиля

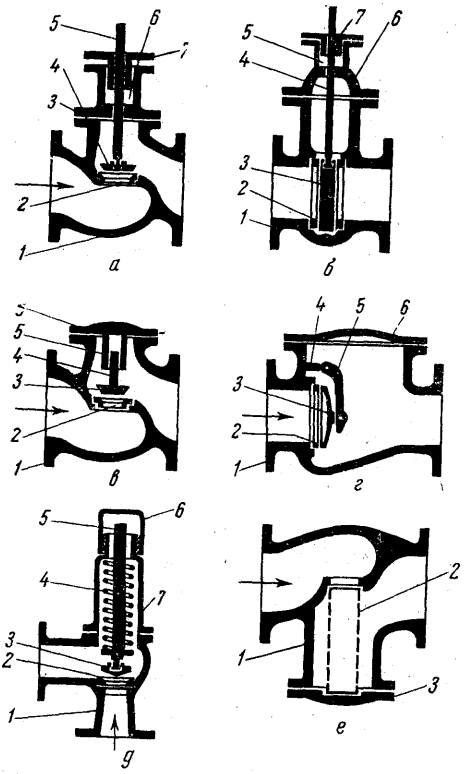


Рис. 5. Схемы конструкций основных видов трубопроводной арматуры:

а — вентиль, *б* — задвижка, *в* — обратный клапан с подъемным золотником, *г* — обратный клапан с захлопкой, *д* — клапан предохранительный пружинный, *е* — фильтр.

и его навинчивают на конец трубы, и цапковое, когда резьба находится на наружной поверхности присоединительных концов корпуса и соединяют его с трубопроводом накидными гайками.

В зависимости от конструкции вентили бывают проходные (как на рис. 5, *а*), угловые и т. д. Для всех разновидностей вентилей характерно то, что направление движения среды внутри корпуса меняется несколько раз.

Задвижки (рис. 5, *б*) также являются запорными устройствами. Направление движения среды, транспортируемой по трубопроводу, при прохождении через задвижки не меняется. Задвижки состоят из корпуса *1*, имеющего фланцевые присоединения к трубопроводу. Внутри корпуса на приливах закреплены уплотнительные кольца *2*, между которыми передвигается круглая плашка *3*, установленная на штоке *4*. При опускании штока плашка вдвигается между уплотнительными кольцами и в зависимости от положения частично или полностью перекрывает отверстия для среды. Шток выведен наружу через сальниковую камеру *5*, расположенную на крышке *6* корпуса задвижки. Для уплотнения набивки сальника на камере имеется нажимная втулка *7*.

Обратные клапаны предназначены для того, чтобы пропускать транспортируемую по трубопроводу среду (жидкость или газ) только в одном направлении и предотвращать обратный поток ее. Различают две основные разновидности обратных клапанов: клапаны с подъемным золотником (рис. 5, *в*) и клапаны с захлопкой (рис. 5, *г*).

В корпусе *1* (см. рис. 5, *в*) клапана с подъемным золотником имеется седло *2*, конструкция которого аналогична конструкции седла вентилей. Запорным органом служит золотник *3*, выполняемый обычно в виде одного целого с направляющим штоком *4*. Такой запорный орган называют «грибок». Шток грибка свободно перемещается в направляющей втулке *5*, расположенной на крышке *6* корпуса. Имеются также другие конструкции этого типа обратного клапана, которые принципиально не отличаются от описанного.

Обратный клапан с золотником работает следующим образом: при подаче транспортируемой среды в корпус клапана по стрелке, указанной на рис. 5, *в*, среда приподнимает грибок и свободно переходит во вторую полость корпуса и далее в трубопровод. Если подача среды прекращается, то грибок под действием собственного веса опускается на седло, предотвращая тем самым обратное перетекание среды.

Обратные клапаны применяют также в тех случаях, когда в трубопроводе, расположенном со стороны выхода среды, возможно непредвиденное повышение давления. В этом случае среда, находящаяся со стороны выхода, будет стремиться течь в обратном направлении, но поток ее надавит на золотник грибка сверху и прижмет его к седлу, вследствие чего среда не будет перетекать в обратном направлении. Обратные клапаны описанной конструкции имеют фланцевые или муфтовые присоединительные концы.

Обратные клапаны с захлопкой (рис. 5, *г*) имеют корпус *1*, на внутреннем приливе которого установлено седло *2*. Запорным органом служит тарелка *3*, шарнирно закрепленная на

рычаге *5*, который также закреплен шарнирно на специальном приливе *4* корпуса. Сверху корпус закрывается крышкой *6*. Поток транспортируемой жидкости поднимает тарелку и свободно проходит через корпус клапана. В случае обратного движения жидкости тарелка захлопывается и прижимается к седлу, вследствие чего обратное движение жидкости прекращается.

Предохранительные клапаны (рис. 5, *д*) предназначены для предотвращения чрезмерного повышения давления в аппаратах или трубопроводах. Конструкция запорных устройств предохранительных клапанов аналогична конструкции вентилей. В корпусе *1* клапана имеется седло *2*, на котором сидит золотник *3*, закрепленный на штоке *5*. При нормальной работе благодаря наличию пружины *4* золотник все время прижат к седлу. Один конец пружины упирается в кольцевой выступ штока, а другой — в крышку *7* корпуса. Сверху на крышке установлен колпак *6*, предотвращающий утечку среды. Под колпаком имеется устройство, с помощью которого можно регулировать натяжение пружины и тем самым усилие, с которым золотник прижимается к седлу. Если давление под золотником больше допустимого, т. е. больше, чем усилие, с которым золотник прижат к седлу, то пружина сжимается, а золотник приподнимается над седлом, открывая тем самым проход для среды через корпус предохранительного клапана.

Фильтры (рис. 5, *е*) устанавливают перед машинами или приборами, в которые не должны попадать загрязнения, увлекаемые движущейся по трубопроводу средой. В корпусе *1* фильтра находится сетчатый цилиндр *2*, через который проходит среда. По мере накопления загрязнений сетчатый цилиндр вынимают и прочищают, открывая крышку *3* корпуса.

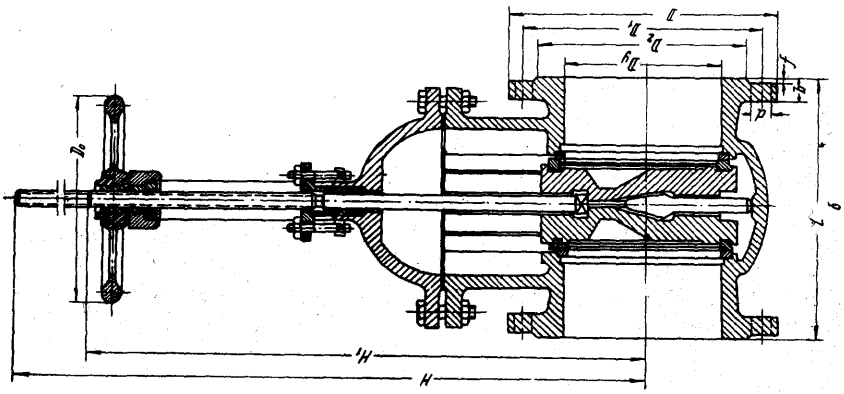
Для трубопроводов холодильных установок, как правило, применяют вентили и задвижки с ручным приводом. Исключение составляют автоматические соленоидные вентили для аммиака и воды, имеющие электромагнитный привод, а также терморегулирующие вентили для аммиака.

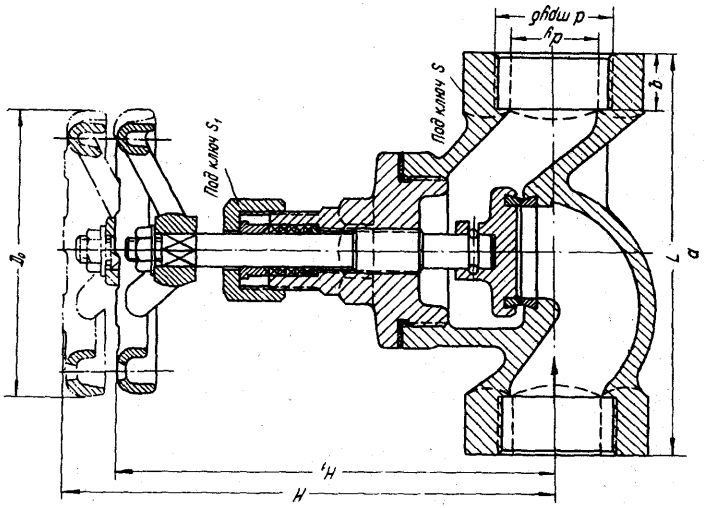
Арматура водяных и рассольных трубопроводов

На рассольных и водяных трубопроводах устанавливают запорные муфтовые вентили, задвижки, обратные и приемные клапаны.

Запорные муфтовые вентили марки 15ч8р и 15ч8к (рис. 6, *а*; табл. 23), рассчитанные на условное давление $p_у = 10$ *кгс/см*^{2}, предназначены для установки на водяных трубопроводах при температуре до 50 °С и также на рассольных трубопроводах условным диаметром до 40 *мм*.

Условный проход выпускаемых вентилей может быть от 15 до 80 *мм*. Корпус, крышка, маховик и накидная гайка вентиля


D
D_2
D_1
D_y
f
b
d
l
l_1
H_1
H


d_y
$d_{труб}$
S_1 ключ под
S ключ под
l_2
b
l
H_1
H

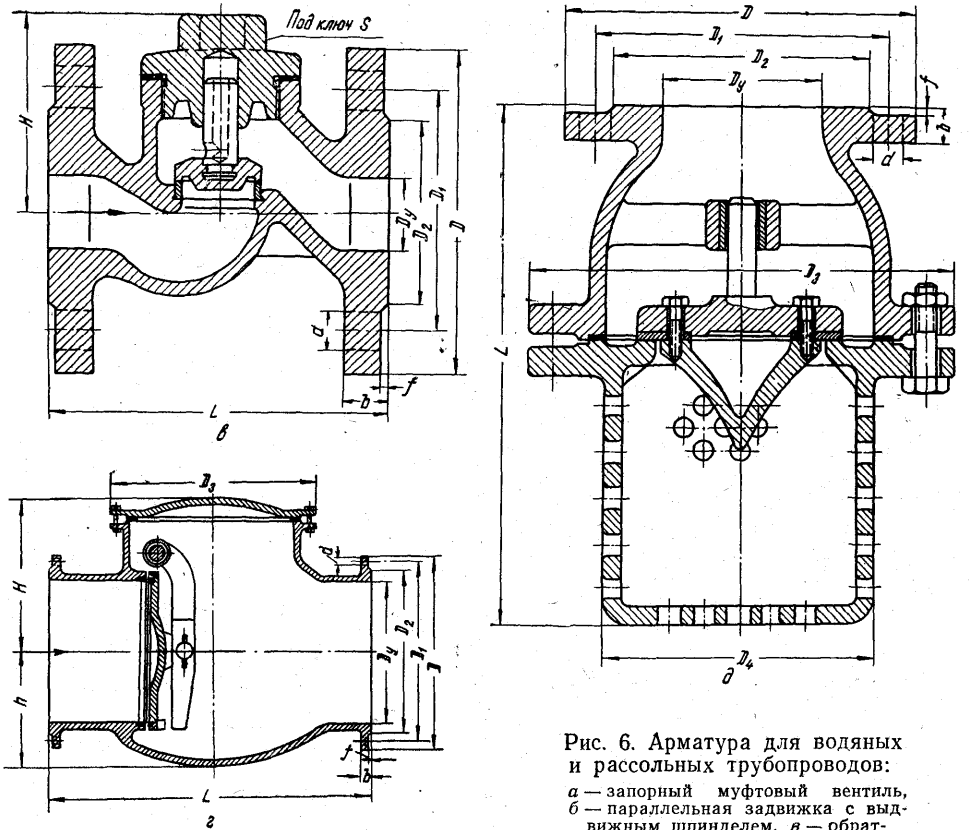


Рис. 6. Арматура для водяных и рассольных трубопроводов:

а — запорный муфтовый вентиль, *б* — параллельная задвижка с выдвижным шпинделем, *в* — обратный фланцевый клапан, *г* — обратный поворотный фланцевый клапан, *д* — обратный приемный клапан с сеткой.

Таблица 23

Проход условный $D_у$, мм	Резьба трубная $d_{труб}$, дюймы	Размеры, мм												Количество отверстий	Вес, кг
		L	D	D_1	D_2	f	b	d	H	H_1	D_0	S	S_1		
Запорные муфтовые вентили марки 15ч8р и 15ч8к (рис. 6, а)															
15	1/2	90	—	—	—	—	14	—	120	112	65	30	30	—	0,75
20	3/4	100	—	—	—	—	16	—	132	124	80	36	30	—	1,1
25	1	120	—	—	—	—	18	—	154	144	100	46	32	—	1,75
32	1 1/4	140	—	—	—	—	20	—	167	155	100	55	36	—	2,9
40	1 1/2	170	—	—	—	—	22	—	190	175	120	60	41	—	4,15
50	2	200	—	—	—	—	24	—	210	192	140	75	46	—	6,45
70	2 1/2	260	—	—	—	—	26	—	254	226	160	90	46	—	13,65
80	3	290	—	—	—	—	30	—	275	242	160	105	46	—	17,0
Параллельные задвижки с выдвижным шпинделем марки 30ч6бр (рис. 6. б)															
50	—	180	160	125	102	3	20	18	350	294	160	—	—	4	18,4
80	—	210	195	160	138	3	22	18	438	350	160	—	—	4	32,5
100	—	230	215	180	158	3	22	18	517	410	200	—	—	8	41,5
125	—	255	245	210	188	3	24	18	630	496	240	—	—	8	60,0
150	—	280	280	240	212	3	24	23	715	558	240	—	—	8	73,0
200	—	330	335	295	268	3	26	23	897	690	280	—	—	8	125,0
250	—	450	390	350	320	3	28	23	1084	825	320	—	—	12	185,0
300	—	500	440	400	370	4	28	23	1265	955	360	—	—	12	260,0

изготовлены из чугуна, а золотник, шпиндель и сальник — из углеродистой стали. В корпусе и золотнике вентиля марки 15ч8р уплотнительные кольца резиновые, а марки 15ч8к — кожаные. Сальники уплотняют пеньковой набивкой, пропитанной маслом. Между крышкой и корпусом устанавливают прокладку из промасленного картона. Крышки вентилей условным диаметром до 50 *мм* крепятся к корпусу на резьбе (как это показано на рис. 6, *а*), а диаметром 70 и 80 *мм* — на шпильках.

Параллельные задвижки с выдвижным шпинделем марки 30ч6бр (рис. 6, *б*; табл. 23), рассчитанные на $p_у = 10$ *кгс/см*^{2}, применяют как запорный орган для водяных и рассольных трубопроводов. Конструкция задвижек выполнена таким образом, что при опускании штока до нижнего предела клин, расположенный между плашками, со стороны, противоположной штоку, упирается в прилив корпуса и раздвигает плашки, прижимая их к уплотнительным кольцам корпуса.

Корпус, крышка, диски (плашки), клин, сальник и маховик задвижки изготовлены из серого чугуна; шпиндель — стальной, а резьбовая втулка — латунная, уплотнительные кольца дисков и корпуса — бронзовые или латунные. Для сальников задвижек применяют пеньковую набивку, пропитанную маслом. Прокладка под крышкой сделана из промасленного картона.

Обратные подъемные фланцевые клапаны марки 16ч3р, рассчитанные на $p_у = 10$ *кгс/см*^{2} (рис. 6, *в*; табл. 24), и обратные поворотные фланцевые клапаны марки 19ч16р (рис. 6, *г*; табл. 24), рассчитанные на $p_у = 16$ *кгс/см*^{2} при условном диаметре $D_у$ до 150 *мм* и на $p_у = 10$ *кгс/см*^{2} при $D_у = 200$ *мм* и более, применяют для предотвращения обратного потока жидкости в водяных и рассольных трубопроводах. Обычно их устанавливают на напорных трубопроводах центробежных насосов, подающих жидкость в системы трубопроводов, расположенных выше насоса. Все основные детали клапанов изготовляют из серого чугуна. Золотник клапана марки 16ч3р и рычаг клапана марки 19ч16р изготовлены из стали. Направляющий палец золотника клапана 16ч3р для предотвращения коррозии и заедания выполнен из латуни. Уплотнительные кольца клапанов резиновые; прокладки из промасленного картона. В обратном поворотном клапане рычаг с диском установлен внутри корпуса на оси, укрепленной в приливах корпуса. Правильная посадка диска на седло обеспечивается тем, что диск соединен с рычагом подвижно.

Помимо клапанов марки 19ч16р, выпускают клапаны марки 19ч16р1, отличающиеся от первых тем, что они не имеют съемной крышки, а в плоскости установки диска находится фланцевый разъем.

Обратные приемные фланцевые клапаны с сеткой марки 16ч40р, рассчитанные на $p_у = 2{,}5$ *кгс/см*^{2} (рис. 6, *д*; табл. 24),

Таблица 24

Условный проход D_y, мм	Размеры, мм												Количество отверстий	Вес, кг
	L	D	D_1	D_2	f	b	d	h	H	D_3	D_4	S		
Обратные подъемные фланцевые клапаны марки 16ч3р (рис. 6, в)														
25	120	115	85	68	2	16	14	—	70	—	—	27	4	3,2
32	140	135	100	78	2	18	18	—	75	—	—	32	4	5,0
40	170	145	110	88	3	18	18	—	95	—	—	36	4	6,8
50	200	160	125	102	3	20	18	—	105	—	—	41	4	9,1
Обратные поворотные фланцевые клапаны марки 19ч16р (рис. 6, г)														
50	230	160	125	102	3	20	18	80	140	(ахв) 130×125	—	—	4	15,0
70	290	180	145	122	3	20	18	90	160	205	—	—	4	23,0
80	310	195	160	138	3	22	18	100	175	222	—	—	8	35,0
100	350	215	180	158	3	24	18	110	185	245	—	—	8	42,0
125	400	245	210	188	3	26	18	125	210	300	—	—	8	67,0
150	480	280	240	212	3	28	23	140	240	322	—	—	8	82,0
200	500	335	295	268	3	26	23	175	270	385	—	—	8	110,0
250	600	390	350	320	3	28	23	200	310	415	—	—	12	143,0
300	700	440	400	370	4	28	23	215	345	485	—	—	12	217,0
Обратные приемные фланцевые клапаны с сеткой марки 16ч40р (рис. 6, д)														
50	210	160	125	102	3	20	18	—	—	180	90	—	4	9,0
80	270	195	160	138	3	22	18	—	—	227	117	—	4	17,0
100	320	215	180	158	3	22	18	—	—	270	160	—	8	25,5
150	410	280	240	212	3	24	23	—	—	370	260	—	8	50,0
200	430	335	295	268	3	26	23	—	—	475	355	—	8	92,0
250	536	390	350	320	3	28	23	—	—	565	436	—	12	134,0
300	740	440	400	370	4	28	23	—	—	670	530	—	12	250,0

устанавливают на конце вертикального участка всасывающего трубопровода рассольного или водяного центробежного насоса для предотвращения обратного потока жидкости при остановке насоса и для предварительной заливки всасывающего трубопровода перед пуском насоса. Сетка на клапане служит для предохранения от попадания во всасывающий трубопровод и насос мусора и твердых предметов. Корпус, тарелка и колпачок клапана выполнены из серого чугуна, сетка — из чугуна или углеродистой стали, а направляющая втулка колпачка — из латуни. Уплотнительное кольцо клапана изготовляют из листовой резины, прокладку также делают из резины или из промасленного картона.

Арматура аммиачных трубопроводов

Для аммиачных трубопроводов применяют запорную и регулирующую арматуру, обратные и предохранительные клапаны, фильтры. Аммиачные вентили выпускают с присоединительными фланцами или цапками (под накидные гайки). Вентили, изготовленные из ковкого чугуна, устанавливают на трубопроводах, работающих при температуре не ниже —40, а стальные при температуре до —70 °С.

Аммиачные запорные цапковые вентили выпускают в трех основных модификациях: проходные марки 15с11бт (рис. 7, *а*; табл. 25) и 15с10бт (рис. 7, *б*; табл. 25) и угловые марки 15с13бк и 15с14бк (рис. 7, *в*; табл. 25).

Корпуса, сальниковые нажимные втулки и шпиндели этих вентилей изготовлены из стали, а накидные гайки — из стали или чугуна. Материал золотника зависит от конструкции вентиля. В вентилях без уплотнительных колец, у которых герметичность затвора достигается хорошей притиркой конуса золотника к седлу корпуса, золотник выполняется из нержавеющей стали. В вентилях марки 15с10бт золотник чугунный с уплотнительным кольцом, залитым баббитом; второе уплотнительное баббитовое кольцо на крышке вентиля обеспечивает разгрузку сальника от давления при полностью открытом положении золотника, в котором он прижат к уплотнительному кольцу крышки.

Аммиачные запорные фланцевые чугунные вентили марки 15кч12бт и 15кч21бт (рис. 8, *а*; табл. 26) и марки 15кч16бт (рис. 8, *б*; табл. 26) предназначены для установки на трубопроводах, работающих при температуре не ниже —40 °С.

Корпусы, крышки, накидные гайки и маховики этих вентилей изготовлены из ковкого чугуна, а золотники и шпиндели — из углеродистой стали. Резьбовая втулка вентиля 15кч16бт (рис. 8, *б*), служащая для направления движения шпинделя, выполнена из латуни. Золотник вентилей имеет баббитовые

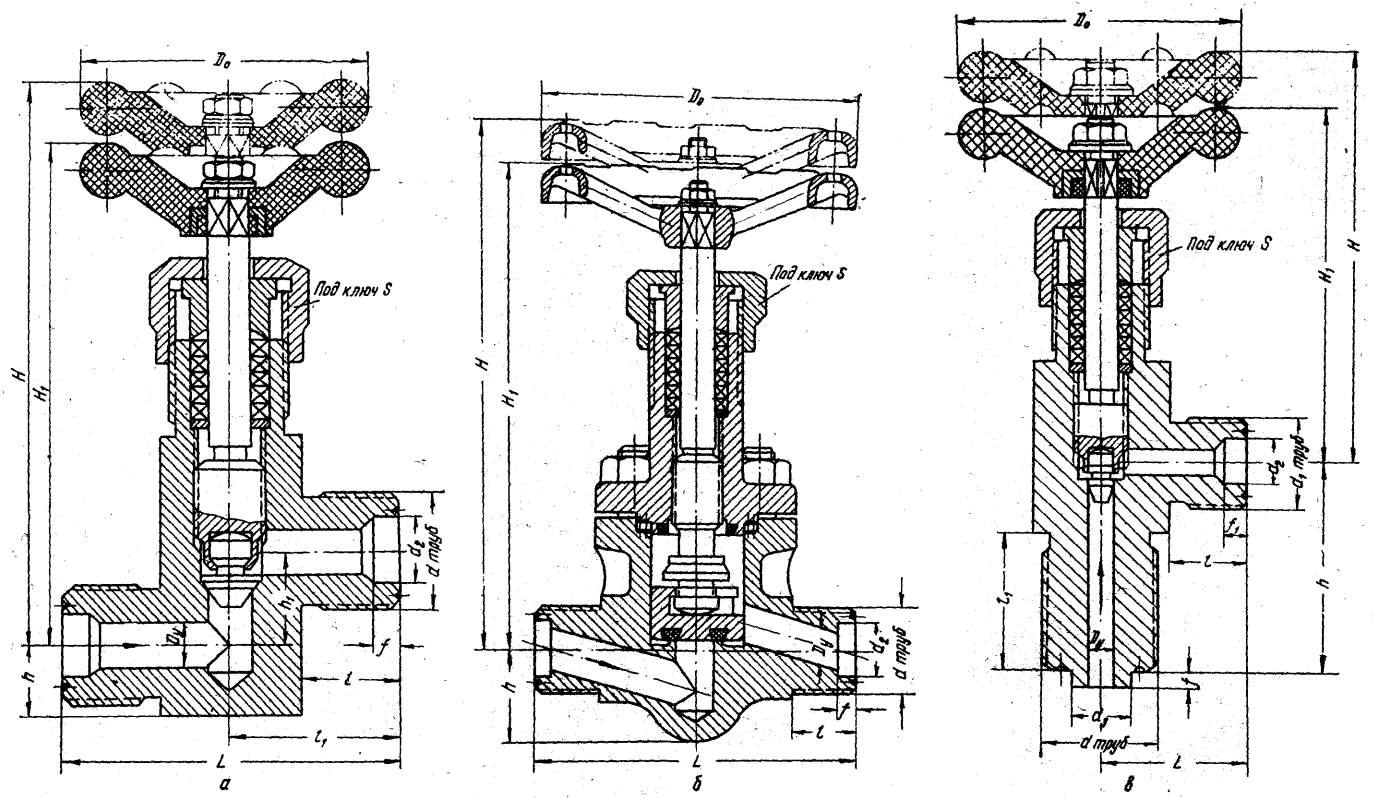


Рис. 7. Запорные аммиачные цапковые вентили:
а — проходной марки 15с11бт, *б* — проходной марки 15с10бт, *в* — угловой. марки 15с14бк.

Таблица 25

Условный проход D_y, мм	Трубная резьба, дюймы		Размеры, мм													Вес, кг
	$d_{труб}$	$d_{1труб}$	L	l	l_1	H_1	H	h	h_1	d_2	d_3	S	f	f_1	D_0	
Проходные вентили марки 15с11бт (рис. 7, а)																
10	3/4	—	76	22	38	114	120	17	20	14,5	—	36	6	—	65	0,92
Проходные вентили марки 15с10бт (рис. 7, б)																
15	1	—	120	24	—	182	195	33	—	20,5	—	46	6	—	120	3,4
Угловые вентили марки 15с14бк (рис. 7 в)																
6	3/4	1/2	34	18	32	83	88	37	—	10,5	14	30	4	6	65	0,6
Угловые вентили марки 15с13бк (аналогичны рис. 7, в)																
6	1/2	1/2	32	18	18	83	88	37	—	10,5	10	30	4	6	65	0,45
10	3/4	3/4	48	32	32	94	100	93	—	14,5	14	36	4	6	65	0,8

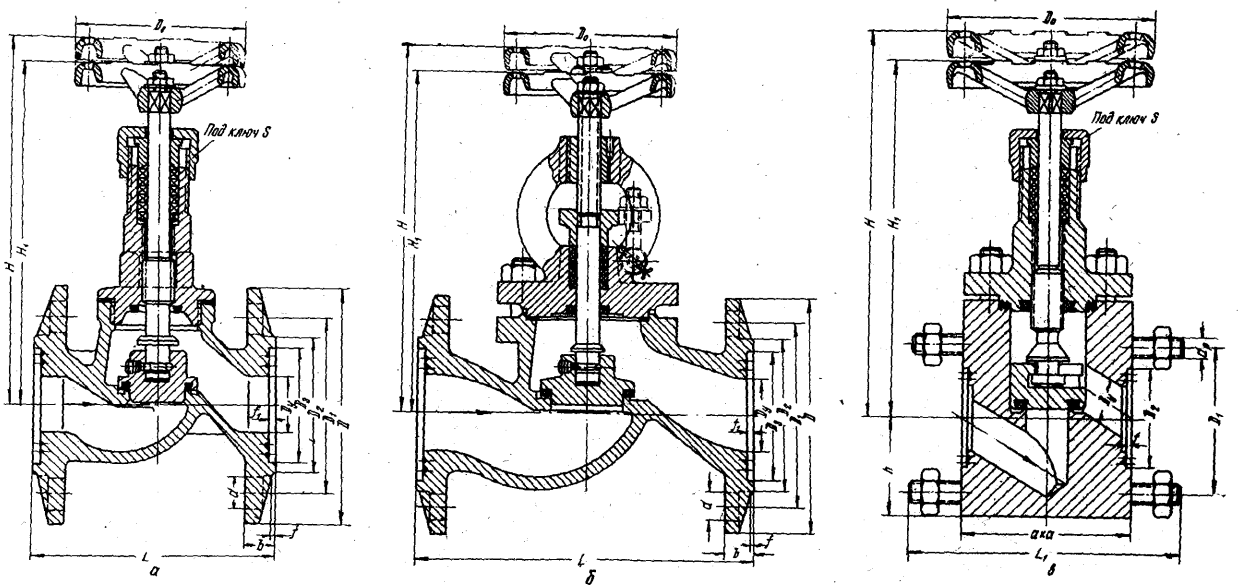


Рис. 8. Запорные аммиачные фланцевые вентили:

а — проходной марки 15кч21бт, *б* — проходной марки 15кч16бт, *в* — проходной под фланцевое присоединение марки 15с12бт.

Таблица 26

Условный проход, D_y, мм	Размеры, мм																	Количество отверстий или шпилек	Вес, кг
	L	L_1	L_2	D	D_1	D_2	D_3	f	f_1	b	d	d_1	H	H_1	h	D_0	S		
Запорные фланцевые вентили марки 15кч12бт (аналогичны рис. 8, а)																			
20	120	—	—	105	75	58	51	2	4	16	14	—	172	186	—	120	41	4	3,5
25	120	—	—	115	85	68	58	2	4	16	14	—	172	186	—	120	41	4	4,0
Запорные фланцевые вентили марки 15кч21бт (рис. 8, а)																			
25	120	—	—	115	85	68	58	2	4	15	15	—	205	195	—	120	46	4	3,8
32	140	—	—	135	100	78	66	2	4	18	18	—	210	195	—	120	46	4	5,8
40	170	—	—	145	110	88	76	3	4	18	18	—	235	220	—	140	50	4	7,5
50	200	—	—	160	125	102	88	3	4	20	18	—	240	220	—	140	50	4	10,5
Запорные фланцевые вентили марки 15кч16бт (рис. 8, б)																			
25	160	—	—	115	85	68	58	2	4	16	14	—	205	215	—	120	—	4	7,0
32	180	—	—	135	100	78	66	2	4	18	18	—	205	220	—	120	—	4	8,0
40	200	—	—	145	110	88	76	3	4	18	18	—	250	270	—	140	—	4	11,3
50	230	—	—	160	125	102	88	3	4	20	18	—	250	270	—	140	—	4	14,0
70	290	—	—	180	145	122	110	3	4	22	18	—	310	340	—	200	—	8	24,7
80	310	—	—	195	160	138	121	3	4	24	18	—	330	360	—	200	—	8	33,0

Продолжение табл. 26

Условный проход, D_y, мм	Размеры, мм																	Количество отверстий или шпилек	Вес, кг
	L	L_1	L_2	D	D_1	D_2	D_3	f	f_1	b	d	d_1	H	H_1	h	D_0	S		
Запорные фланцевые вентили марки 15с18бт (аналогичны рис. 8, б)																			
100	350	—	—	230	190	162	150	3	4,5	24	23	—	391	435	—	280	—	8	53,0
125	400	—	—	270	220	188	176	3	4,5	28	25	—	542	623	—	320	—	8	96,0
150	480	—	—	300	250	218	204	3	4,5	30	25	—	518	599	—	320	—	8	110,0
200	600	—	—	360	310	278	260	3	4,5	34	25	—	593	682	—	400	—	12	198,0
Запорные вентили под фланцевое соединение марки 15с12бт (рис. 8, в)																			
				$a \times a$					h										
20	142	—	—	82×82	75	51	—	4	46	—	M12	—	195	215	—	120	46	4	7,6
25	160	—	—	100×100	85	58	—	4	55	—	M12	—	209	236	—	120	46	4	11,6
32	194	—	—	124×124	100	66	—	4	65	—	M16	—	250	282	—	160	55	4	21,5
Соленоидные цапковые вентили марки 15с831р-СВА (рис. 9, а)																			
10	72	106	118	—	—	—	—	—	—	—	19	14	—	165	62	—	36	—	3,6
15	84	118	118	—	—	—	—	—	—	—	25	20	22	234	65	—	41	—	4,8
Соленоидные фланцевые вентили марки 15кч881р-СВА (рис. 9, б)																			
25	160	130	—	115	85	68	58	2	4	15	14	—	—	214	96	—	—	4	11,5
40	200	130	—	145	110	88	76	3	4	18	18	—	—	228	102	—	—	4	16,0

уплотнительные кольца. Такие же кольца, предназначенные для разгрузки сальника от давления в верхнем положении золотника, имеются на крышке корпуса.

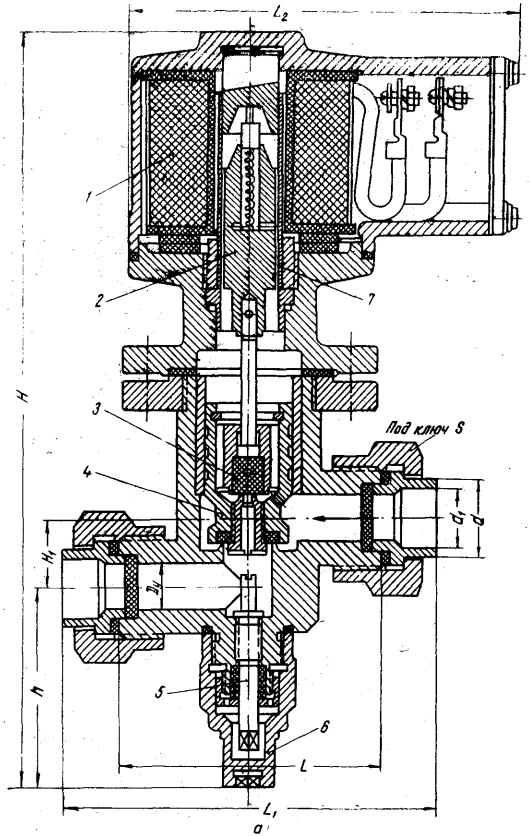
Аммиачные запорные фланцевые стальные вентили марки 15с18бт (табл. 26), конструкция которых в основном аналогична вентилю 15кч16бт, имеют литой корпус и крышку, на которой расположены откидные болты для подтяжки сальника. Вентиль условным диаметром 200 *мм* имеет внутренний обвод для снижения усилий при открывании. Этот вентиль в отличие от всех остальных устанавливают по ходу аммиака на клапан.

Аммиачные запорные вентили под фланцевое соединение марки 15с12бт (рис. 8, *в*; табл. 26) имеют кованый стальной корпус, в который ввернуты шпильки для присоединения фланцев трубопроводов. Крышка, накидная гайка и маховик отлиты из ковкого чугуна. Все остальные детали вентиля выполнены из стали.

Запорные бессальниковые вентили с электромагнитным приводом (так называемые соленоидные вентили) устанавливают на аммиачных трубопроводах автоматизированных холодильных установок. Соленоидные вентили являются исполнительными механизмами и приводятся в работу от электрического напряжения, подаваемого с помощью какого-либо внешнего прибора. Соленоидные вентили марки 15с831р-СВА, рассчитанные на $p_у = 17$ *кгс/см²* (рис. 9, *а*; табл. 26), имеют цапковые присоединения, а марки 15кч881р-СВА, рассчитанные на $p_у = 13$ *кгс/см²*, — фланцевые (рис. 9, *б*; табл. 26). Выпускают также вентили марки 15кч881р-СВФ. Они предназначены для установки на водяных и фреоновых трубопроводах и отличаются от двух первых вентилей конструкцией уплотнительных поверхностей, как это показано справа на рис. 9, *б*.

Запорное устройство вентилей состоит из двух клапанов: основного *4* и разгрузочного *3*. В основном клапане имеются отверстия, через которые полость над клапаном соединяется со стороной подачи аммиака, вследствие чего при закрытом положении клапана давления в них уравниваются. Поверхность клапана, находящаяся под давлением аммиака со стороны входа, больше, чем площадь нижней части его, соприкасающейся со средой на выходной стороне вентиля. Вследствие этого герметичность затвора обеспечивается тем, что усилие от давления среды, действующее на клапан сверху, больше, чем снизу.

Соленоидные вентили работают следующим образом: электрическое поле, возникающее при подаче напряжения на катушку электромагнита *1*, втягивает вверх сердечник *2* и соединенный с ним разгрузочный клапан *3*, открывающий седло малого диаметра. После открытия клапана *3* давление над ним уменьшается благодаря сбросу его через отверстие в основном кла-



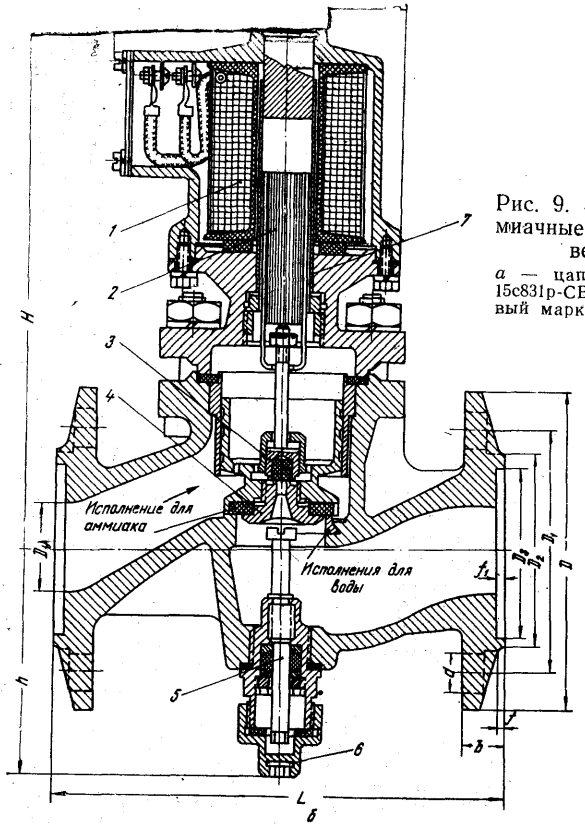


Рис. 9. Запорные аммиачные соленоидные вентили:

а — цапковый марки 15с831р-СВА, *б* — фланцевый марки 15кч881р-СВА.

пане *4* под клапан, на сторону выхода аммиака. Основной клапан *4* оказывается разгруженным от давления, которое до этого прижимало его к седлу, и поднимается.

При снятии напряжения с катушки электромагнита сердечник вместе с клапанами опускается под действием собственного веса и вентиль закрывается.

Для изоляции катушки электромагнита от аммиака в верхней части вентиля имеется трубка *7* из немагнитного материала. В нижней части имеется подъемный шпиндель *5*, с помощью которого можно открыть соленоидный вентиль вручную. Снаружи подъемный шпиндель закрывается герметичным колпаком *6*.

Уплотнительные поверхности соленоидных вентилей из маслостойкой резины; золотники, штоки и втулки из нержавеющей стали. В зависимости от заказа вентили поставляют с катушками для питания от сети постоянного тока 110 и 220 *в* или от сети переменного тока 220 и 380 *в*.

Регулирующие аммиачные вентили, рассчитанные на $p_у = 25$ *кгс/см*^{2}, бывают цапковые марки 15с90бк (рис. 10, *а*, *б*; табл. 27) и фланцевые марки 15с94бк (рис. 10, *в*) и 15с91бк (рис. 10, *г*). Они служат для регулирования подачи аммиака в испарители и охлаждающие приборы непосредственного охлаждения и для дросселирования жидкого аммиака от давления конденсации до давления испарения. Регулирующие вентили отличаются от запорных тем, что благодаря мелкому шагу резьбы шпинделя и конусообразной форме золотника обеспечивают плавное регулирование сечения проходного отверстия. Корпусы, золотники и шпиндели этих вентилей стальные. Вентили устанавливают на трубопроводах, работающих при температуре до —70 °С. Крышки вентилей и накидные гайки сальников из стали или ковкого чугуна. На крышке вентилей имеется баббитовая кольцевая заливка для разгрузки сальника при открытом положении золотника.

Терморегулирующие вентили марки ТРВА-10, ТРВА-20, ТРВА-40 и ТРВА-80 предназначены для тех же целей, что и ручные аммиачные регулирующие вентили. Степень наполнения аммиаком испарителя или приборов охлаждения регулируется терморегулирующим вентилем автоматически в зависимости от разности температур перегретого аммиака, выходящего из испарителя во всасывающий трубопровод, и аммиака, кипящего в испарителе, т. е. от степени перегрева паров аммиака.

Основные части терморегулирующего вентиля (рис. 11) — корпус *4*, клапан *8*, термочувствительная система и узел настройки. Термочувствительная система состоит из термобаллона *17*, соединенного капиллярной трубкой *18* (длиной 3 *м*) через ниппель *21* с крышкой *20*. Между крышкой и фланцем *3* установлена эластичная мембрана *1*. Герметичная система, включающая термобаллон, капиллярную трубку и полость между крышкой и мембраной, заполнена фреоном-22.

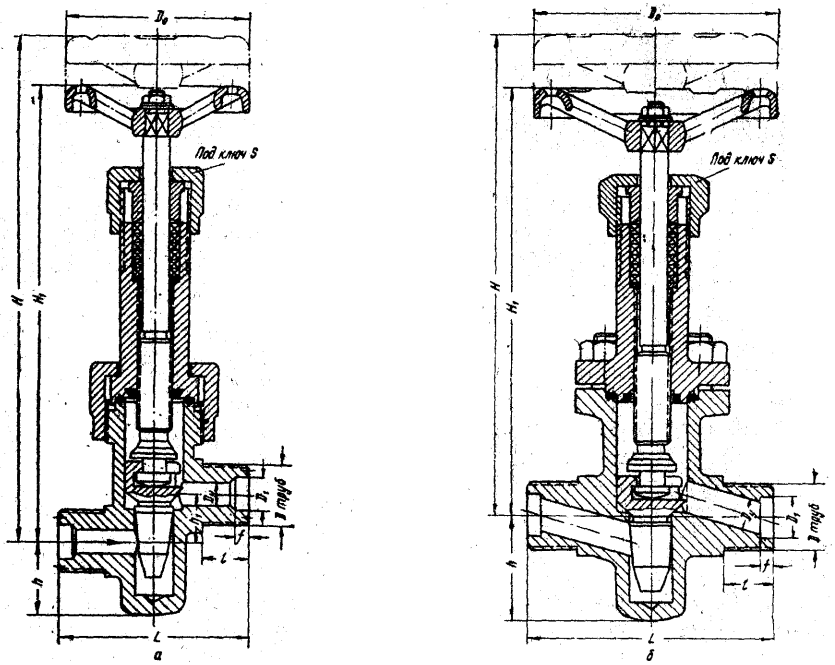
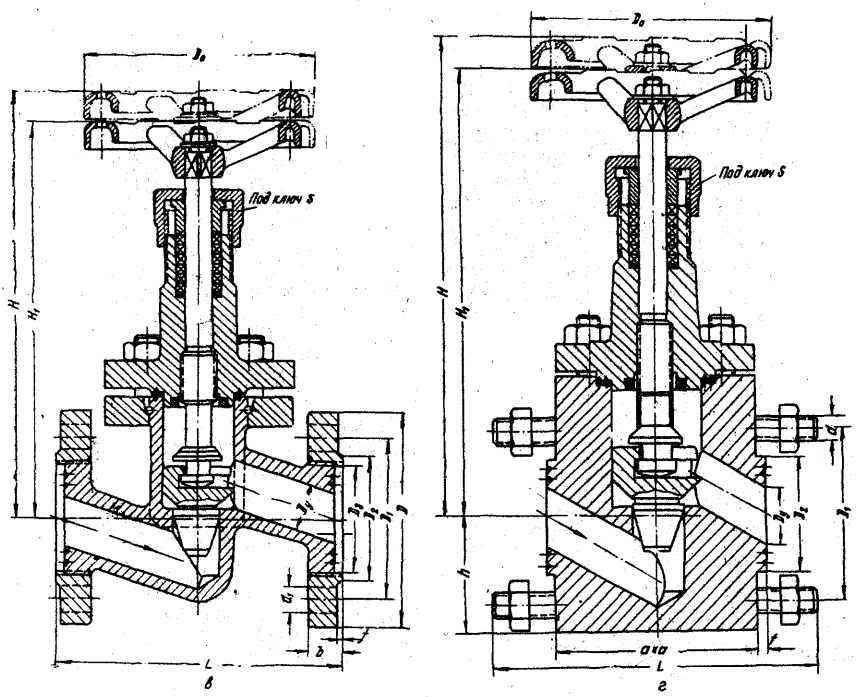


Рис. 10. Регулирующие

а — цапковый марки 15с90бк с условным диаметром 10 *мм*, *б* — цапковый марки 15с90бк соединение



аммиачные вентили:

с условным диаметром 15 *мм*, *в* — фланцевый марки 15с94бк, *г* — под фланцевое приварки марки 15с91бк.

Таблица 27

Условный проход D_y, *мм*	Размеры, *мм*															Количество отверстий или шпилек	Вес, *кг*
	L	D	D_1	D_2	D_3	f	f_1	h	h_1	b	d	H_1	H	S	D_0		
Регулирующие цапковые вентили марки 15с90бк (∅ 10 мм — рис. 10, а; ∅ 15 мм—рис. 10, б)																	
10	86	3/4″	14,5	—	—	6	—	32	20	22	—	194	220	41	80	—	1,73
15	120	1″	20,5	—	—	6	—	50	—	24	—	210	240	46	120	—	3,5
Регулирующие фланцевые вентили марки 15с94бк (рис. 10, в)																	
20	140	105	75	58	51	2	4	—	—	18	14	215	242	46	120	4	6,19
25	150	115	85	68	58	2	4	—	—	18	14	216	244	46	120	4	6,72
32	200	135	100	78	66	2	4	—	—	20	18	264	298	55	160	4	12,1
Регулирующие вентили под фланцевое присоединение марки 15с91бк (рис. 10, г)																	
20	142	a×a 82×82	75	50	—	4	—	48	—	—	M12	215	242	46	120	4	9,0
25	160	100×100	85	57	—	4	—	57	—	—	M12	217	246	46	120	4	14,3
32	194	124×124	100	65	—	4	—	67	—	—	M12	258	292	55	160	4	25,0

Клапан *8* выполнен в виде единой детали со штоком *16*, на верхнем конце которого закреплен на резьбе установочный упор *19* для регулировки положения клапана при сборке вентиля. Клапан опирается на обойму *14*, под которой расположена пружина *9*, упирающаяся нижним концом на выступ резьбовой

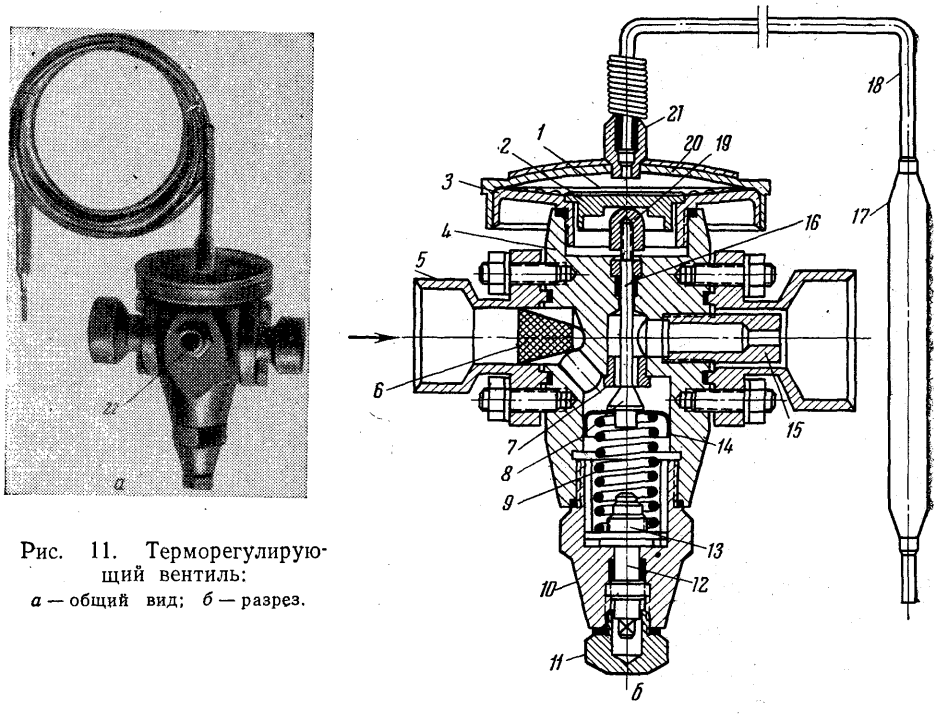


Рис. 11. Терморегулирующий вентиль:
а — общий вид; *б* — разрез.

втулки *13*, которая оканчивается регулировочным штоком *12*.

На мембрану действуют усилия с двух сторон: сверху — давление фреона-22, которое зависит от температуры термобаллона, и снизу — давление аммиака и усилие пружины, передающееся на мембрану через шток и упор *2* мембраны.

Терморегулирующий вентиль устанавливают на жидкостном трубопроводе непосредственно перед испарителем или охлаждающими приборами, а термобаллон закрепляют на всасывающем трубопроводе испарителя.

При установке вентиля патрубки фланцевых штуцеров *5* приваривают к трубопроводу. Для предохранения вентиля от загрязнений со стороны входа аммиака устанавливают фильтр *6*. Снизу корпус закрывается крышкой *10*, закрепляемый на резьбе. На крышке имеется съемный колпачок *11*, при снятии которого открывается доступ к регулировочному упору.

На корпусе вентиля имеется штуцер *22*, к которому подсое-

диняется уравнительная трубка для разгрузки вентиля. Второй конец уравнительной трубки подсоединяют к всасывающему трубопроводу испарителя.

Принцип работы вентиля заключается в следующем. Если в испарителе находится недостаточное количество аммиака, то температура паров его, выходящих во всасывающий трубопровод, повышается (т. е. увеличивается перегрев). Одновременно повышается температура термобаллона, а следовательно, давление паров фреона-22 над мембраной, в результате чего мембрана прогибается вниз, надавливает на упор *2* и через него на шток клапана и на пружину. Пружина сжимается до тех пор, пока возрастающее усилие ее не станет равным разности сил, действующих на мембрану. При сжатии пружины клапан опускается вниз, вследствие чего между ним и седлом *7* образуется зазор, через который и проходит жидкий аммиак. Величина зазора, а следовательно, и количество поступающего в испаритель аммиака, зависит от давления паров фреона-22 над мембраной, которое в свою очередь зависит от температуры перегрева паров аммиака, выходящих из испарителя во всасывающий трубопровод. По мере заполнения испарителя жидким аммиаком перегрев паров понижается, вследствие чего давление фреона-22 на мембрану становится меньше. При этом пружина поднимает клапан вверх и зазор между клапаном и седлом уменьшается. Если перегрев паров аммиака становится меньше допустимого, то усилие пружины превышает давление на мембрану сверху, в результате чего клапан поднимается в крайнее верхнее положение, садится на седло и доступ жидкого аммиака в испаритель прекращается.

Величина перегрева, при котором начинает открываться клапан, зависит от настройки вентиля. Если необходимо повысить перегрев паров аммиака, увеличивают натяжение пружины с помощью установочного упора *12*, вследствие чего клапан открывается при более высокой температуре паров аммиака во всасывающем трубопроводе. При необходимости уменьшения температуры перегрева натяжение пружины, наоборот, уменьшают.

Дросселирование жидкого аммиака до давления в испарителе происходит при выходе его из вентиля в дросселирующей втулке *15*, диаметр отверстия в которой зависит от типа вентиля (цифра в марке вентиля соответствует номинальной холодопроизводительности в тыс. *ккал/ч*).

Аммиачные предохранительные малоподъемные пружинные клапаны, рассчитанные на $p_y = 16$ *кгс/см*^{2}, бывают цапковые марки 17с11нж (рис. 12, *а*; табл. 28) и фланцевые марки 17с12нж (рис. 12, *б*), они предназначены для предохранения аппаратов и трубопроводов холодильных установок от чрезмерного повышения давления. Золотник клапана прижимается к седлу пружи-

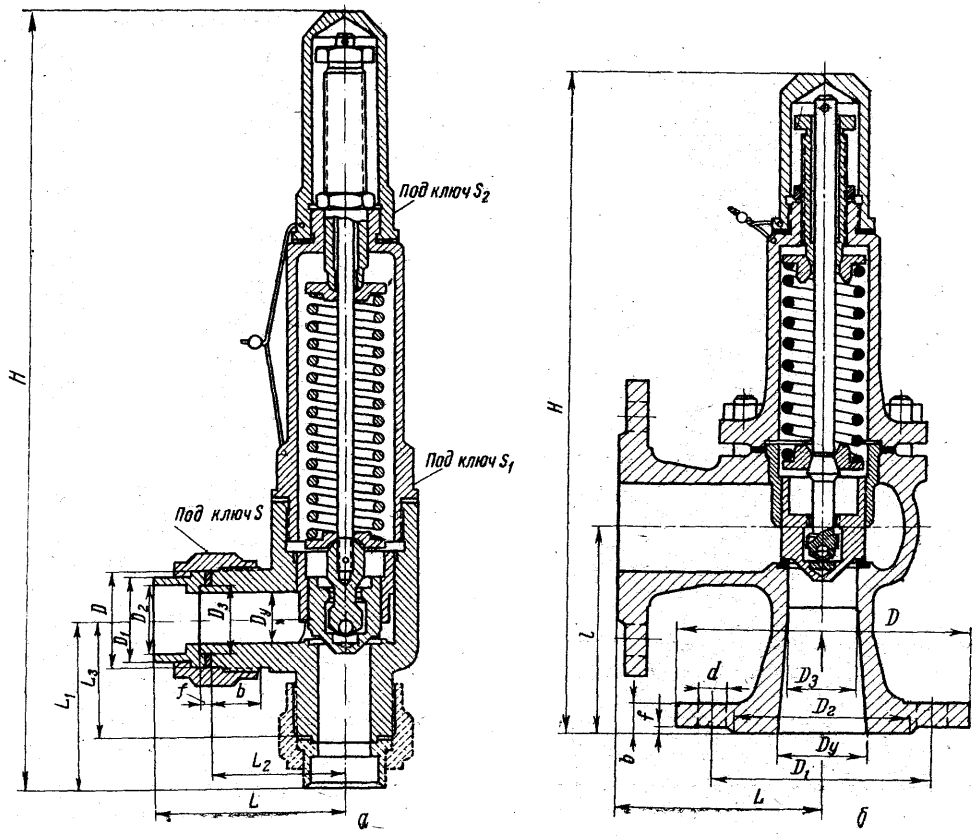


Рис. 12. Пружинные предохранительные клапаны:
а — цапковый, *б* — фланцевый.

Таблица 28

Условный проход D_y, *мм*	Размеры, *мм*															Количество отверстий	Вес, *кг*
	L	L_1	L_2	L_3	D	D_1	D_2	D_3	f	b	H	d	S	S_1	S_2		
Предохранительные пружинные цапковые клапаны марки 17с11нж (рис. 12, а)																	
15	72	72	52	52	33	27	22,5	22	3	22	260	—	46	41	36	—	2,6
25	90	80	65	55	45	39	32,5	32	3	26	386	—	55	55	41	—	5,6
Предохранительные пружинные фланцевые клапаны марки 17с12нж (рис. 12, б)																	
50	115	—	—	—	160	125	102	39	3	16	370	18	50	—	—	4	14,9
70	140	—	—	—	180	145	122	60	3	18	622	18	65	—	—	4	33,2
80	150	—	—	—	195	160	138	68	3	20	670	18	65	—	—	8	46,0
100	160	—	—	—	215	180	158	80	3	20	700	18	65	—	—	8	56,0

Примечание. Клапаны условным диаметром 70, 80 и 100 *мм* изготовляют по особому заказу.

ной через шарик, находящийся в нижней части штока, и направляется по втулке, установленной в корпусе. Клапаны поставляются с одной из трех сменных пружин: пружина *I* — на $p_{раб}$ от 2 до 4, пружина *II* — на $p_{раб}$ от 4 до 8, пружина *III* — на $p_{раб}$ от 8 до 16 *кгс/см*^{2}.

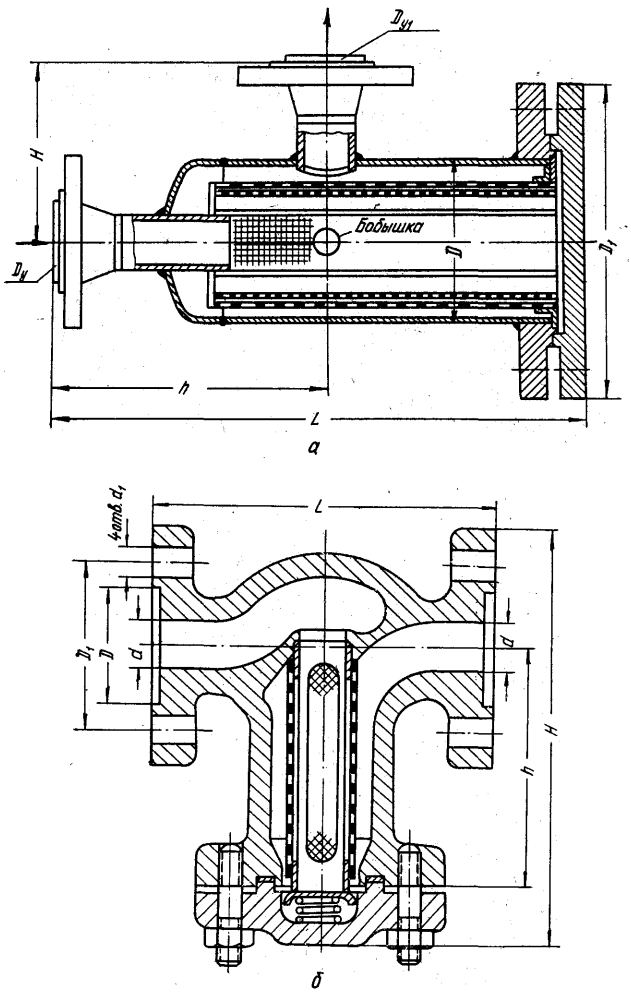


Рис. 13. Аммиачные фильтры:
а — газовый, *б* — жидкостный.

В пределах давления, на которое рассчитана пружина, ее можно отрегулировать на заданную величину с помощью регулировочного винта (втулки), расположенного в верхней части клапана. После регулировки клапан закрывают колпаком, обес-

печивающим герметичность, и пломбируют. Принудительная продувка клапана осуществляется после снятия колпака путем подъема штока, для чего в нем имеется специальное отверстие. Корпус, крышка, колпак и шарик клапанов изготовлены из углеродистой стали, а шток, золотник и регулирующая втулка — из нержавеющей стали.

Аммиачные газовые фильтры марки Г (рис. 13, *а*; табл. 29) служат для предохранения компрессоров, не имеющих собственных фильтров, от попадания в них ржавчины, окалины и других загрязнений. Эти фильтры устанавливают на всасывающих трубопроводах близко к компрессору.

Таблица 29

Условный проход, *мм*		Размеры, *мм*						Вес, *кг*
$D_у$	$D_{у_1}$	*L*	*H*	*h*	*D*	D_1	*d*	
Газовые фильтры марки Г								
50	50	415	165	235	133	270	—	38
100	125	700	290	400	273	405	—	104
125	150	700	290	400	273	405	—	112
200	200	900	335	490	325	400	—	175
Жидкостные фильтры марки АФ								
15	—	112	164	—	—	—	12	—
20	—	150	182	105	51	75	14	7,5
25	—	175	221	135	58	85	14	11,0
32	—	180	252	150	66	100	14	13,0
40	—	200	282	175	76	110	18	16,0
50	—	220	304	190	88	125	18	19,5

Фильтр состоит из стального сварного корпуса с крышкой и двумя штуцерами, расположенными под углом 90°. В корпусе находится каркас, обтянутый двойной мелкой проволочной сеткой. При снятии крышки сетка может быть извлечена для очистки. На корпусе фильтра приварена бобышка с резьбой для присоединения манометра.

Фильтры аммиачные жидкостные марки АФ (рис. 13, *б*, табл. 29) устанавливают на аммиачных жидкостных трубопроводах перед автоматическими приборами (соленоидными и терморегулирующими вентилями, поплавковыми регуляторами и т. д.) и служат для защиты их от попадания загрязнений.

Фильтр представляет собой чугунный корпус с крышкой, в который вставлен каркас с мелкой стальной сеткой, прижимаемый к седлу пружиной. Фильтр устанавливают на трубопроводе

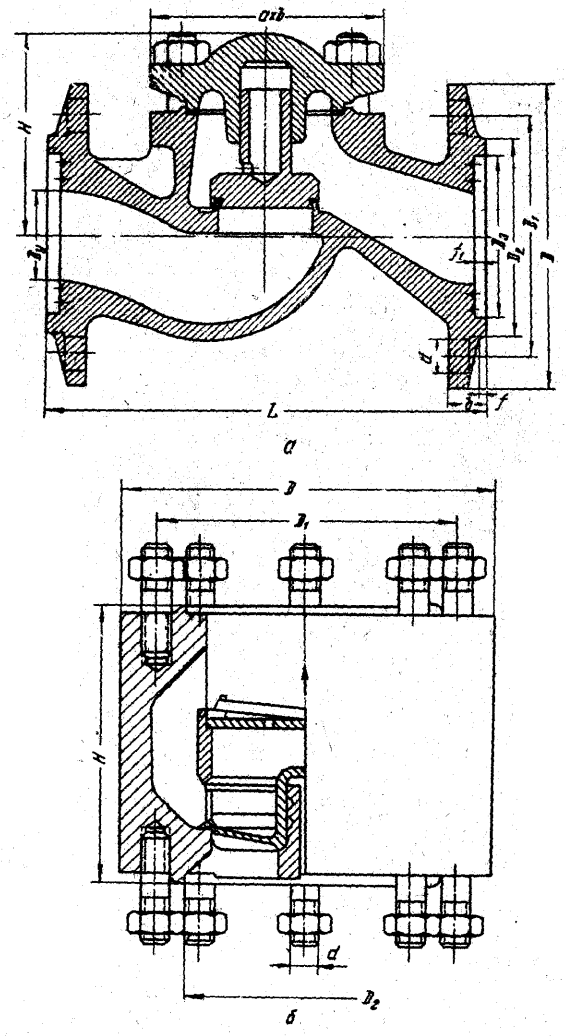


Рис. 14. Аммиачные обратные подъемные фланцевые клапаны:
а — горизонтальный марки 16кч9бт, *б* — вертикальный марки ОК.

крышкой вниз. На нижней части корпуса фильтра имеется резьбовая бобышка (на рисунке не показана), в которую ввертывается угловой цапковый вентиль, предназначенный для спуска аммиака из фильтра перед открыванием его для прочистки сетки.

Условное обозначение фильтров на схемах состоит из условного диаметра и марки (20АФ, 50АФ и т. д.). Фильтр марки 15АФ отличается от остальных типоразмеров фильтров, изображенных на рис. 13, *б*, тем, что имеет крышку, устанавливаемую на резьбе, и фланцы овальной формы с двумя болтовыми отверстиями.

Аммиачные обратные подъемные фланцевые клапаны, рассчитанные на $p_у = 25$ *кгс/см*^{2}, служат для предотвращения обратной утечки значительного количества аммиака при аварии компрессора. Клапаны устанавливают на нагнетательной стороне холодильной установки между компрессором и конденсатором. Если в маслоотделитель холодильной установки подают жидкий аммиак (маслоотделители типа ОММ, так называемые барботажные), то обратный клапан устанавливают между компрессором и маслоотделителем.

В зависимости от условного прохода выпускают горизонтальные обратные клапаны марки 16кч9бт (рис. 14, *а*; табл. 30) и вертикальные марки ОК (рис. 14, *б*). Конструкция клапана позволяет газу двигаться только в одном направлении вследствие того, что золотник приподнимается струей газа. При аварии компрессора, когда давление на входной стороне клапана резко падает, золотник опускается на седло под действием собственного веса и прижимается к седлу в результате давления аммиака на выходной стороне. Корпуса и крышки клапанов изготовлены из ковкого чугуна, золотник — из стали. Уплотнительные поверхности залиты баббитом.

ПОДВЕСКИ И ОПОРЫ ДЛЯ ТРУБОПРОВОДОВ

Для крепления трубопроводов применяют подвески и опоры различной конструкции. Подвески служат для крепления трубопроводов, прокладываемых под перекрытиями или эстакадами. Трубопроводы, располагаемые вдоль стен, по эстакадам или по горизонтальным подвесным опорам, крепят на опорах.

Подвески. Типовые конструкции подвесок установлены нормалями машиностроения. Для крепления неизолируемых аммиачных и водяных трубопроводов наиболее широко применяют хомуты укороченные подвесок горизонтальных трубопроводов по нормали МН 3942-62 (рис. 15, *а*, табл. 31), приварные блоки с накладкой подвесок горизонтальных трубопроводов по нормали МН 3946-62 (рис. 15, *б*) и приварные блоки с накладкой подвесок вертикальных трубопроводов по нормали МН 3955-62 (рис. 15, *в*).

Таблица 30

Условный проход, $D_у$, мм	Размеры, мм											Количество отверстий или шпилек	Вес, кг
	L	D	D_1	D_2	D_3	f	f_1	b	d	H	$a \times b$		
Аммиачные обратные клапаны марки 16кч9бт (рис. 14, а)													
25	160	115	85	68	58	2	4	18	14	85	94×92	4	5,9
32	180	135	100	78	66	2	4	18	18	88	100×98	4	6,8
40	200	145	110	88	76	3	4	18	18	105	118×112	4	9,4
50	230	160	125	102	88	3	4	20	18	105	126×124	4	11,3
70	290	180	145	122	110	3	4	22	18	132	168×150	8	20,0
80	310	195	160	138	121	3	4	22	18	132	168×150	8	23,0
Аммиачные обратные клапаны марки ОК (рис. 14, б)													
100	—	235	190	150	—	—	—	—	M20	170	—	8	33,0
125	—	270	200	176	—	—	—	—	M22	200	—	8	41,0
150	—	300	250	204	—	—	—	—	M22	200	—	8	56,0
200	—	350	310	260	—	—	—	—	M22	225	—	12	75,0

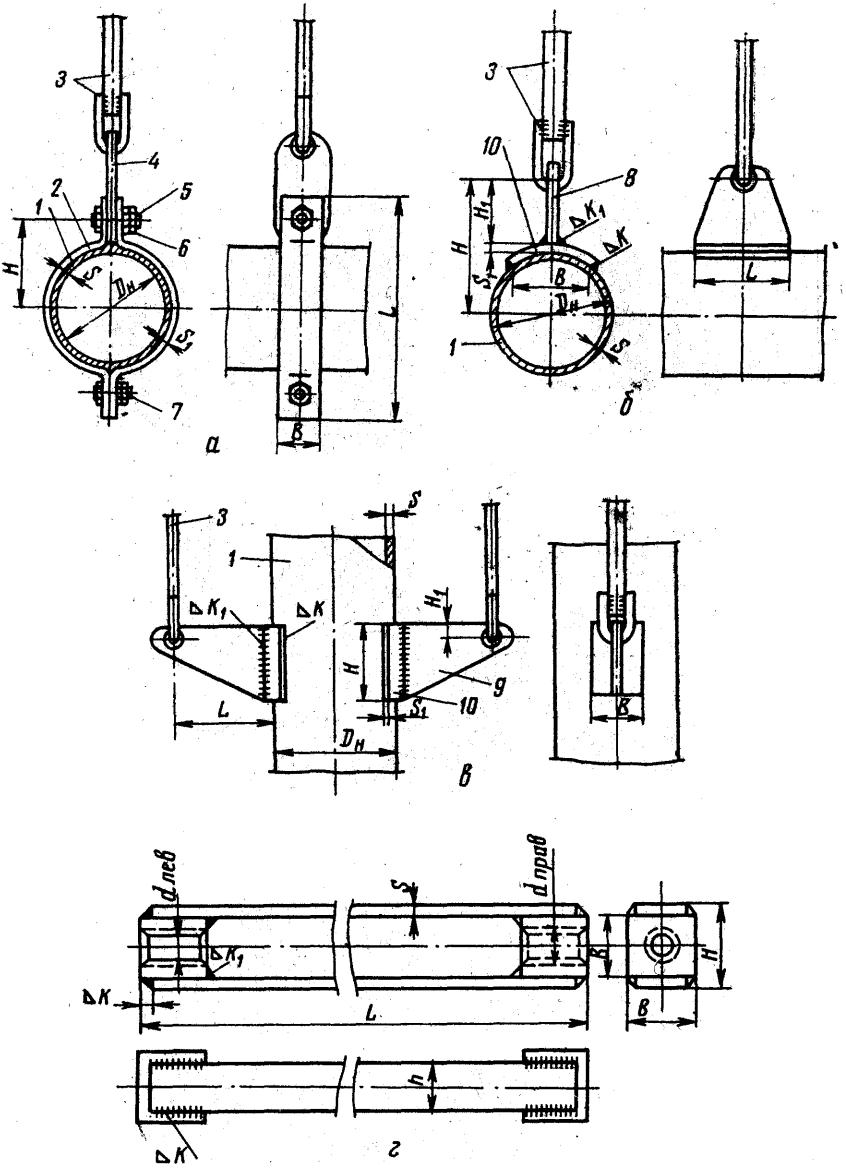


Рис. 15. Подвески для трубопроводов:

а — хомут, *б* — приварной блок с накладкой для горизонтального трубопровода, *в* — приварные блоки с накладками для вертикального трубопровода, *г* — муфта (талреп), *1* — труба, *2* — полухомут, *3* — тяга с ушком, *4* — серьга, *5* и *7* — болты, *6* — гайка, *8* и *9* — плавники, *10* — накладка.

Все типы подвесок рассчитаны на определенные допускаемые максимальные нагрузки, значения которых приведены в табл. 31. Приварные блоки для крепления горизонтальных трубопроводов применяют в тех случаях, когда нагрузка на подвески невелика, т. е. когда они расположены с небольшим шагом. В остальных случаях трубы подвешивают с помощью хомутов. При выборе типа подвесок необходимо руководствоваться указаниями проекта, а также учитывать вес трубопроводов в рабочем состоянии и максимально допустимые расстояния между опорами (см. табл. 52).

Детали подвесок изготовляют из углеродистой стали марки Ст. 3. Заготовки деталей, полученных путем механической или газовой резки, обрабатывают. Хомуты при затяжке на пробном отрезке трубы должны плотно прилегать к ней. Такое же требование предъявляется к накладкам из полосовой стали. Отверстия в плавниках (рис. 16, *б* и *в*; табл. 32) и серьгах (рис. 16, *а*), на которых подвешивается ушко тяги (рис. 16, *г*), должны быть раззенкованы.

Как хомуты, так и приварные блоки подвешивают к перекрытиям или металлоконструкциям с помощью тяг с ушками. Ушки приваривают к тягам после установки на них серег или плавников. При приварке ушка к тяге необходимо обеспечить симметричное расположение ушка по отношению к оси тяги. В зависимости от метода крепления тяги при монтаже трубопровода свободный конец ее может быть гладкий или с резьбой. Длина тяги определяется проектом.

В некоторых случаях, предусмотренных проектом, после монтажа трубопровода приходится подтягивать тяги подвесок. При этом тягу изготовляют из двух половин, нижнюю прикрепляют к подвеске, верхнюю — к перекрытию или металлоконструкции. На концах половинок тяг, обращенных друг к другу, нарезают резьбу, на одном конце правую, а на другом — левую. Тяги соединяют между собой муфтами, так называемыми талрепами (см. рис. 15, *г*). При сборке и сварке талрепов необходимо обеспечить соосность обеих гаек, для чего перед приваркой соединительных полос гайки надевают на калиброванный стержень.

Для сварки деталей подвесок применяют электроды марки Э42. Перед сваркой все кромки стыкуемых деталей зачищают от окалины и загрязнений до металлического блеска на ширину не менее 10 *мм*. Сварку выполняют только квалифицированные сварщики.

Диаметр тяг с ушками выбирают в зависимости от нагрузки, которую несет подвеска трубопровода. Размеры плавников и серег принимают по табл. 32 в зависимости от диаметра тяг подвесок.

Таблица 31

Труба $D_н \times S$, *мм*	Допускаемая нагрузка на подвеску, *кг*	Размеры подвесок, *мм*					Размеры, *мм* (рис. 15)		Толщина катета, *мм*		Развернутая длина заготовки полухомута, *мм*
		L	B	S_1	H	H_1	болтов *5*	болтов *7*	K	K_1	
Укороченные хомуты (рис. 15, а)											
57×3,5	200	140	30	5	52	—	М10×42	М10×35	—	—	166
76×3,5	250	160	30	5	61	—	М10×42	М10×35	—	—	196
89×3,5	400	170	30	5	67	—	М12×45	М12×38	—	—	213
108×4	400	200	30	5	80	—	М12×45	М12×38	—	—	252
133×4	900	220	40	5	92	—	М16×50	М16×40	—	—	286
159×4,5	1100	265	50	5	108	—	М16×50	М16×40	—	—	346
219×7	2000	360	50	6	144	—	М20×65	М20×50	—	—	474
273×7	1500	420	50	6	172	—	М20×65	М20×50	—	—	565
325×9	1800	470	50	6	198	—	М20×65	М20×50	—	—	645
Приварные блоки с накладкой для горизонтальных трубопроводов (рис. 15, б)											
76×3,5	70	80	30	4	125	83	—	—	3	4	—
89×3,5	100	80	50	6	133	83	—	—	4	4	—
108×4	150	80	50	6	141	83	—	—	4	4	—
133×4	200	100	60	6	169	98	—	—	4	4	—
159×4,5	300	100	60	6	183	98	—	—	4	6	—
219×7	500	180	100	10	236	120	—	—	6	10	—
273×7	850	250	100	10	264	120	—	—	7	10	—
325×9	1200	350	130	10	305	134	—	—	8	10	—
Приварные блоки с накладкой для вертикальных трубопроводов (рис. 15, в)											
76×3,5	70	129	30	4	80	17	—	—	3	4	—
89×3,5	100	146	50	6	80	17	—	—	4	6	—
108×4	140	146	50	6	80	17	—	—	4	6	—
133×4	210	176	60	6	100	17	—	—	4	6	—
159×4,5	280	176	60	6	100	17	—	—	4	6	—
219×7	560	180	100	10	100	17	—	—	6	10	—
273×7	840	180	100	10	100	17	—	—	8	10	—
325×9	1400	180	130	10	180	25	—	—	8	10	—

Таблица 32

Диаметр тяг, *мм*	Допускаемая нагрузка, *кг*	Размеры, *мм*											Толщина катета шва, *мм*	
		L	L_1	L_2	L_0	H	h	b	d	r	S	c	K	K_1
Тяга с ушками (рис. 16, г)														
М10	300	—	15	35	90	—	6	—	10	6,5	—	—	10	—
М12	450	—	18	45	100	—	7	—	12	7,5	—	—	10	—
М16	1500	—	22	55	110	—	9	—	16	10	—	—	12	—
М20	2400	—	26	65	120	—	11	—	20	12	—	—	14	—
Серьга (рис. 16, а)														
10; 12	—	120	80	—	—	—	—	40	14	20	8	2	—	—
12; 14	—	140	100	—	—	—	—	40	18	20	12	3	—	—
16; 20	—	170	120	—	—	—	—	50	23	25	16	4	—	—
Плавник приварного блока для горизонтального трубопровода (рис. 16, б)														
10	—	80	—	—	—	100	10	—	—	17	8	2	—	—
10	—	100	—	—	—	115	10	—	—	17	8	2	—	—
16	—	130	—	—	—	145	10	—	—	22	12	3	—	—
16	—	180	—	—	—	150	15	—	—	30	16	3	—	—
16	—	250	—	—	—	150	15	—	—	30	16	4	—	—
20	—	350	—	—	—	190	20	—	—	36	20	5	—	—
Плавник приварного блока для вертикального трубопровода (рис. 16, в)														
10; 12	—	142	125	10	25	80	17	—	12	17	8	2	—	—
10; 12	—	157	140	10	25	80 или 100	17	—	12	17	8	2	—	—
10; 12	—	187	170	10	25	100	17	—	14	17	8	2	—	—
16	—	185	160	20	35	160	25	—	18	25	12	3	—	—
16	—	195	170	20	35	180	25	—	18	25	12	3	—	—
Муфта (талреп) (рис. 15, г)														
10	300	150	—	—	—	30	12	20	М10	—	5	—	5	4
12	450	180	—	—	—	35	15	25	М12	—	5	—	5	4
16	1500	200	—	—	—	40	20	30	М16	—	5	—	5	4
20	2400	212	—	—	—	47	23	35	М20	—	6	—	6	5

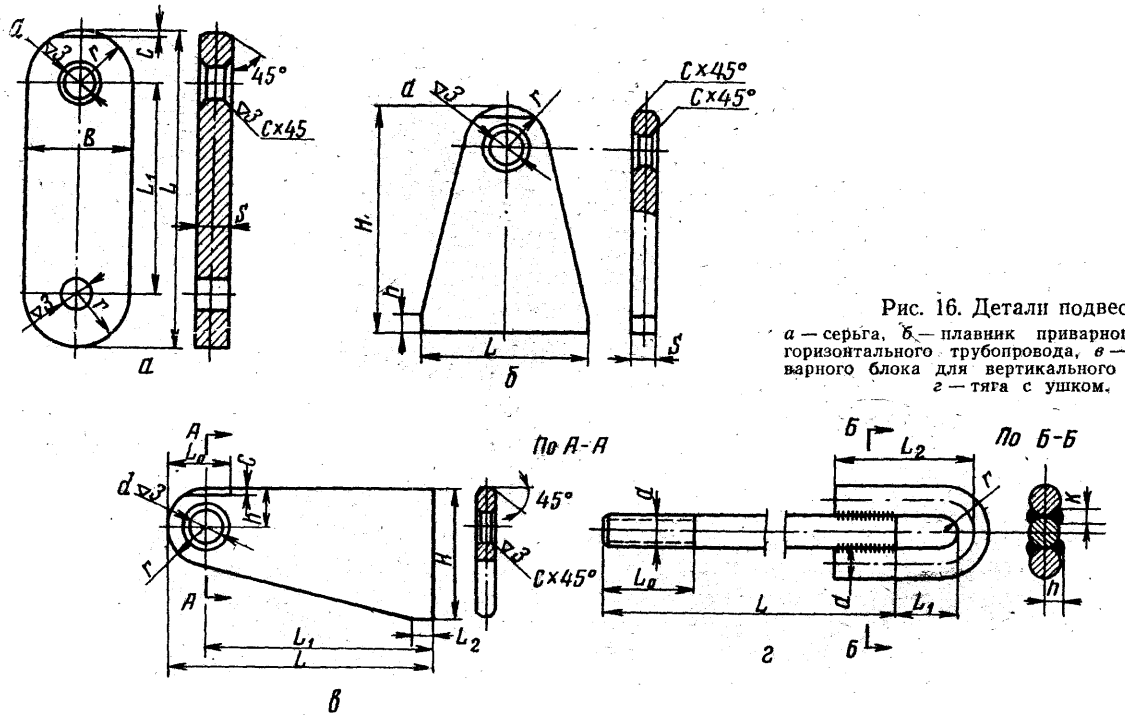


Рис. 16. Детали подвесок:

а — серьга, *б* — плавник приварного блока для горизонтального трубопровода, *в* — плавник приварного блока для вертикального трубопровода, *г* — тяга с ушком.

Для крепления аммиачных и рассольных трубопроводов, подлежащих изоляции, применяют хомуты, отличающиеся от изображенных на рис. 15, *а* тем, что диаметр их увеличен на удвоенную толщину деревянных прокладок.

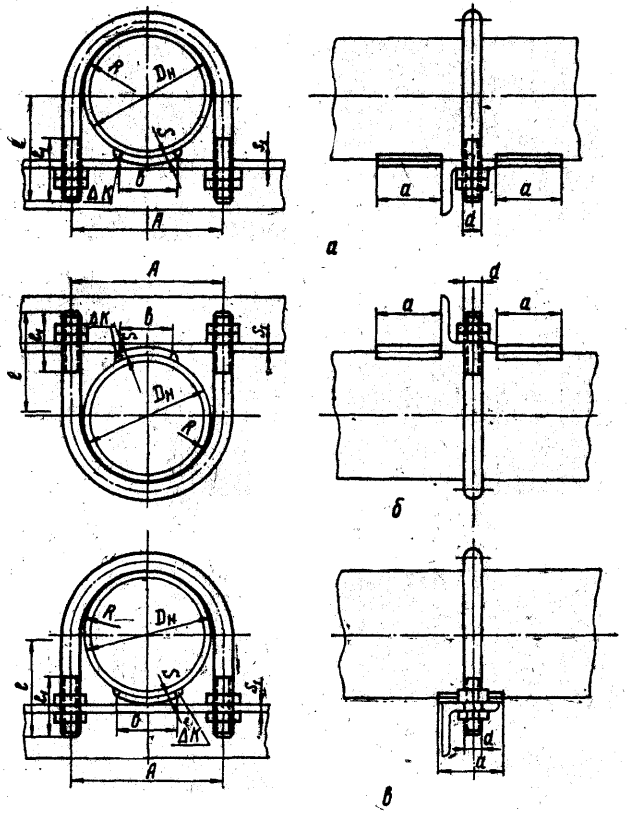


Рис. 17. Опоры для трубопроводов (бескорпусные):
а — для неподвижного крепления на несущей конструкции,
б — для подвесного крепления на несущей конструкции,
в — направляющая (скользящая).

Опоры. Типовые конструкции опор для горизонтальных трубопроводов, прокладываемых вдоль стен по кронштейнам, по эстакадам или по металлоконструкциям, установлены нормалями машиностроения. Однако из-за относительной сложности типовые конструкции опор до сих пор не получили распространения для крепления трубопроводов холодильных установок, в связи с чем эти трубопроводы крепят опорами по нормалям различных проектных организаций. Такие опоры очень просты, их изготовляют обычно на месте монтажа.

Из числа нормализованных опор для широкого внедрения на трубопроводах холодильных установок можно рекомендовать бескорпусные неподвижные и направляющие опоры по нормали МН 4016-62, предназначенные для трубопроводов, работающих при температуре до 50 °С. На этих опорах (рис. 17; табл. 33) можно также крепить нагнетательные трубопроводы аммиачных компрессоров, работающих при температуре до 135 °С.

Таблица 33

Размеры опор, *мм*											Развернутая длина хомута, *мм*	Вес хомута, *кг*
$D_н$	A	d	l	l_1	радиус хомута R	s_1 не более	катет шва K	a	b	s		
25	36	М8	38	34	14	8	—	—	—	—	133	0,046
32	42	М8	40	34	17	8	—	—	—	—	146	0,051
38	48	М8	44	34	20	8	—	—	—	—	163	0,058
45	58	М10	52	40	24	8	—	—	—	—	195	0,111
57	70	М10	58	40	30	8	3	30	26	4	226	0,130
76	90	М12	70	50	39	8	3	30	32	4	281	0,235
89	106	М12	80	50	47	8	3	30	38	4	327	0,276
108	122	М12	92	50	55	12	3	60	45	4	376	0,320
133	150	М16	108	58	67	12	3	70	36	4	452	0,691
159	180	М16	124	58	82	12	3	80	44	4	531	0,816
219	242	М20	164	76	111	16	5	90	60	6	709	1,672
273	298	М20	192	76	139	16	5	80	75	6	852	2,030
325	350	М20	218	76	165	16	5	80	88	6	986	2,114

Трубопроводы наружным диаметром до 45 *мм* следует крепить прямо на опоре, а наружным диаметром 57 *мм* и более — с приварными упорами или подкладками.

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Болты и гайки. Для трубопроводов холодильных установок применяют болты с шестигранной головкой и шестигранные гайки двух видов: черные — для фланцевых соединений водяных и рассольных трубопроводов и получистые — для аммиачных. Для опор и подвесок трубопроводов, каркасов и кожухов воздухоохладителей применяют, как правило, черные болты и гайки. Не рекомендуется использовать в этих случаях получистые болты и гайки как более дорогие. Сортамент болтов и гаек, применяемых при монтаже трубопроводов холодильных установок, приведен в табл. 34.

Прокладочные материалы. Материалы для прокладок фланцевых и цапковых соединений трубопроводов и арматуры, а также для установки между корпусом и крышкой арматуры вы-

Таблица 34

Диаметр D, мм	Болты							Гайки		
	размер головки под ключ, мм	черные			получистые			размер головки под ключ, мм	вес 1000 шт., кг	
		длина, мм		вес 1000 шт., кг	длина, мм		вес 1000 шт., кг		черных	получистых
		общая	резьбы		общая	резьбы				
М6	10	15	12	5,832	16	12	6,023	11	2,998	2,918
М6	10	20	15	6,713	20	12	6,903			
М6	10	25	20	7,594	25	12	8,013			
М8	14	20	18	14,05	20	15	13,97	14	5,745	5,617
М8	14	25	20	15,64	25	15	15,95			
М8	14	30	20	17,22	30	15	17,93			
М10	17	35	25	31,13	35	18	33,09	17	11,09	10,86
М10	17	45	25	36,63	45	20	39,05			
М12	19	50	30	54,42	50	22	59,44	22	24,42	24,02
М12	19	55	30	57,87	55	22	63,88			
М16	24	55	35	114,3	55	28	118,6	27	42,04	40,88
М16	24	60	35	120,9	60	28	126,4			
М16	24	65	35	127,6	65	28	134,3			
М16	24	70	35	132,2	70	28	142,2			
М20	30	75	40	238,4	75	30	251,7	32	73,48	71,93
М20	30	80	40	248,8	80	30	264,0			
М20	30	90	45	269,6	90	30	288,6			
М22	32	80	45	304,5	80	35	319,6	36	106,5	104,5
М22	32	90	50	330,2	90	35	349,4			
М27	41	90	55	548,0	90	42	569,8	41	157,8	153,8
М27	41	110	55	625,2	105	42	637,3			
М30	46	90	60	709,5	95	50	757,5	46	220,6	215,5
М30	46	100	60	757,0	100	50	785,3			
М30	46	110	60	804,5	115	50	868,7			
М30	46	130	60	899,6	130	50	952,0			

бирают в зависимости от транспортируемой по трубопроводам среды, ее давления и температуры.

Техническую резину (техпластину) группы «Iа мягкая» применяют для уплотнительных прокладок водяных и рассольных трубопроводов. Допускается также использование резины группы «II средней твердости», однако для рассольных трубопроводов эту резину применять не рекомендуется. Резину выпускают листами длиной 1000—1700 *мм*, шириной 700—960 *мм* и толщиной 1 *мм* и более. Прокладки делают из резины толщиной не более 3 *мм*.

Прокладочный картон (непропитанный) применяют для уплотнительных прокладок между крышками и корпусами ар-

матуры, предназначенной для рассольных и водяных трубопроводов. Картон выпускают толщиной 0,2—1,5 *мм*.

Паронит — прокладочный материал из асбеста, каучука и минеральных наполнителей — применяют для аммиачных трубопроводов. Паронит выпускают в виде листов размером от 300×400 до 1200×1450 *мм*, толщиной от 0,3 до 2,5 *мм*. Дублированные листы бывают толщиной от 3 до 4 *мм*.

Вулканизированный паронит марки УВ-10 выпускают листами толщиной 0,4—2,5 *мм* и размером 550×550 *мм*. Паронит этой марки — наилучший материал для уплотнений фланцевых соединений аммиачных трубопроводов. Прокладки на фланцах делают из паронита толщиной 1 *мм*. Если нет паронита требуемой толщины, можно применять и более толстые прокладки, но не свыше 2,5 *мм*. Перед установкой прокладки из паронита следует смочить в веретенном масле № 2 или натереть графитовым порошком, смешанным с маслом.

Набивочные материалы. Для сальников вентилей и задвижек набивочные материалы выбирают в зависимости от назначения арматуры. Для арматуры водяных трубопроводов применяют асбестовую или пеньковую набивку, пропитанную маслом. Для аммиачной и рассольной арматуры используют асбестовый или хлопчатобумажный шнур, пропитанный веретенным маслом № 2 или прографиченный, а также сухой асбестовый шнур.

Глава II

ОБОРУДОВАНИЕ, ПРИСПОСОБЛЕНИЯ И ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ТРУБ

При изготовлении узлов трубопроводов и охлаждающих батарей приходится выполнять следующие операции: резку труб под прямым углом и с наклоном к оси; вырезку отверстий в трубах; гнутье труб. Для выполнения этих операций имеется большое количество станков и приспособлений как серийно выпускаемых промышленностью, так и изготовляемых непосредственно монтажными организациями или мастерскими.

ОБОРУДОВАНИЕ, ПРИСПОСОБЛЕНИЯ И ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ РЕЗКИ ТРУБ

Для резки труб под прямым углом к оси применяют трубоотрезные станки различной конструкции и ручные труборезы.

Трубоотрезной станок модели С-246А (рис. 18, *а*) предназначен для резки труб наружным диаметром до 114 *мм*. Производительность станка 100—120 резов в час. Резка труб осуществляется с помощью отрезной головки (рис. 18, *б*), состоящей из неподвижной части, в которой зажимается труба, и вращающейся части, на которой закреплены два отрезных резца *10*. В зависимости от формы резца можно резать трубы с прямым концом или же одновременно делать фаску под сварку.

Станок имеет передвижной упор *3*, обеспечивающий возможность резать трубы без предварительной разметки. Для поддержания свободных концов труб большой длины имеется выносная опора *4*.

На станке С-246А трубы режут следующим образом: упор *3* устанавливают в необходимое положение, затем ставят на станок трубу и поворотом маховика *2* зажимают ее в головке. Поворачивая маховик *1*, подводят резцы к трубе и убеждаются в том, что оба резца соприкасаются с ней, а также, что резцы установлены точно в плоскости *А* (рис. 17, *б*) без перекосов. Далее, с помощью рукоятки *5* переключают станок на скорость, соответствующую диаметру разрезаемой трубы. Затем станок включают в работу и, постепенно поворачивая ма-

ховик *1* подачи резцов, режут трубы. Во время работы станка следят за тем, чтобы на плоскость резания все время поступала охлаждающая эмульсия, подаваемая насосом станка.

Трубоотрезной станок ВМС-32 служит для резки труб условным диаметром от 18 до 70 *мм* в трубозаготовительной мастерской или на монтажной площадке.

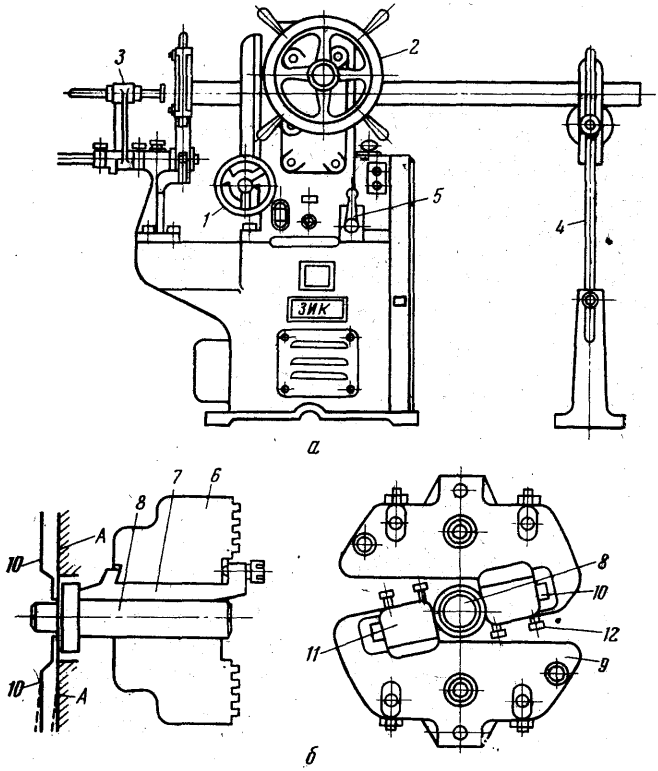


Рис. 18. Трубоотрезной станок модели С-246А:

а — разрез, *б* — отрезная головка; *1* — маховик для подачи резцов, *2* — маховик для зажатия трубы, *3* — передвижной упор для труб, *4* — выдвижная роликовая опора для труб, *5* — рукоятка коробки скоростей, *6* — кулачки, *7* — насадные губки, *8* — оправка, *9* — суппорты, *10* — резцы, *11* — обоймы. *12* — винты.

Конструкция станка ВМС-32 очень проста, что позволяет изготовить его в условиях монтажной мастерской. На рис. 19 изображена одна из таких моделей станка.

Станок состоит из сварной станины *6*, на которой смонтирован привод, представляющий собой электродвигатель *1* мощностью 1 *квт* и специальный качающийся на кронштейне редуктор *2*, на конце свободного вала которого установлен роли-

ковый нож *3* диаметром 160 *мм*. Трубу, предназначенную для резки, укладывают на свободно вращающиеся опорные ролики *4* и передвижную опору *5*. Затем поворотом штурвала *7* опускают редуктор с установленным на нем роликовым ножом до соприкосновения ножа с лежащей на опорных роликах трубой и включают станок в работу. Вращаясь, роликовый нож заставляет также вращаться вокруг своей оси и трубу, благодаря чему по мере подачи к трубе нож прорезает ее стенку.

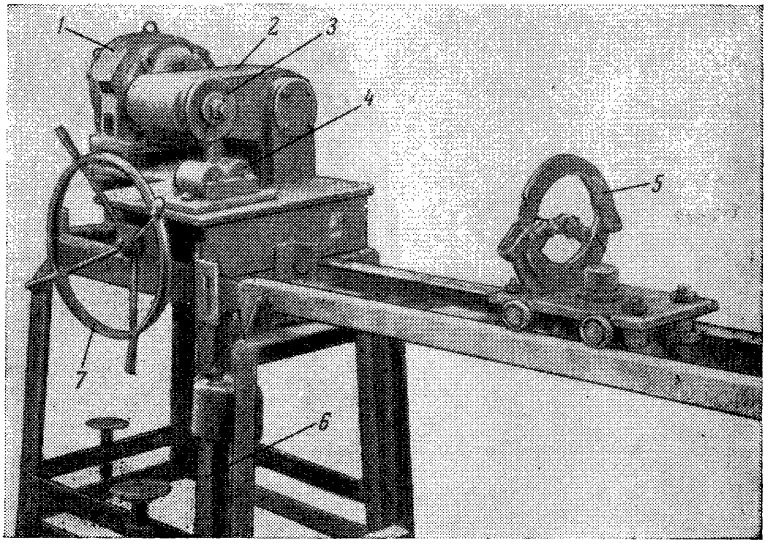


Рис. 19. Трубоотрезной станок ВМС-32.

Станки, серийно выпускаемые промышленностью, отличаются от описанного станка тем, что вместо опоры *5*, передвигающейся по направляющим, они имеют опорные стойки для разрезаемой трубы, устанавливаемые с обеих сторон от станка. Производительность станка до 120 резов в час.

Трубоотрезной станок ВМС-35 отличается от станка ВМС-32 тем, что он имеет пневматическое управление вместо ручного. Подача редуктора с режущим диском к трубе осуществляется с помощью пневмоцилиндра, управляемого ножной педалью.

Режущую часть роликового ножа станков ВМС-32 и ВМС-35 лучше всего затачивать под двойным углом — кромку под углом 60° с переходом на 40°.

Для заточки ножа удобно пользоваться приспособлением (рис. 20), представляющим собой опору *1*, на которой двумя болтами *2* крепится Z-образный кронштейн *4*, к верхней части которого приварена втулка *7*. Во втулку вставлен оканчиваю-

щийся резьбой валик *8* со штурвалом *9*. Роликовый нож *6* устанавливают на валик и закрепляют гайкой *5*. Приспособление закрепляют около наждачного точила с таким расчетом, чтобы нож *6* соприкасался с наждачным кругом *10*. После включения точила в работу роликовый нож поворачивают вокруг оси с помощью штурвала *9*, вследствие чего нож затачивается равномерно по всей окружности. Опора *1* может передвигаться перпендикулярно плоскости наждачного камня (как показано стрелками на рис. 20). Благодаря наличию в опоре изогнутого удлиненного отверстия *3* кронштейн *4* можно установить в одном из двух крайних положений, позволяющих производить заточку ножа под углами 40 и 60°.

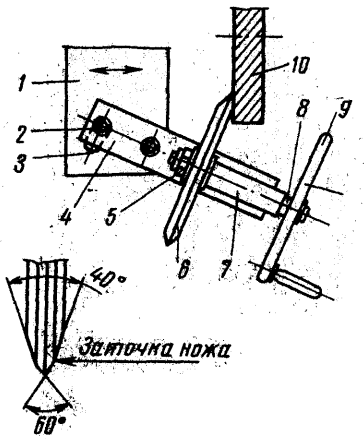


Рис. 20. Приспособление для заточки роликового ножа к труборезному станку.

Ножи изготовляют из стали 40Х с термической обработкой.

Трубоотрезной станок ВМС-34М также предназначен для резки труб наружным диаметром от 18 до 76 *мм*. Труба, устанавливаемая на этот станок, зажимается с помощью пневмоприжима и находится в неподвижном состоянии. На станке установлена отрезная головка с тремя режущими роликами диаметром 50 *мм*. Разрезаемая труба пропускается внутри головки, которая приводится во вращение. Ролики, имеющие радиальную подачу, разрезают трубу так же, как на ручном труборезе. Производительность станка до 200 резов в час.

Ручные труборезы (рис. 21) применяют в основном для резки труб на монтажной площадке. Ручные труборезы выпускают с одним роликовым режущим ножом, установленным в корпусе, и двумя опорными роликами, находящимися на передвижной колодке трубореза (рис. 21, *а*), или с тремя роликовыми ножами (рис. 21, *б*). Труборезы выпускают четырех типоразмеров для резки труб следующих диаметров: труборез № 1 для труб условным диаметром до 25 *мм*; № 2 для труб условным диаметром 25—50 *мм*; № 3 — для труб условным диаметром 50—80 *мм* и № 4 для труб условным диаметром 70—100 *мм*.

Роликовые ножи для труборезов изготовляют из инструментальной стали марок 40Х, У8А, У10А с последующей закалкой готового изделия. Температура ножей перед закалкой должна быть соответственно 790—820, 780—810, 770—790 °С. О темпе-

ратуре нагрева ножа можно судить по цвету его каления, который должен быть одинаковым по всей поверхности, что свидетельствует о равномерном нагреве детали. Для получения хорошего качества закалки нагретый роликовый нож следует опускать в масло не плашмя, а вертикально, вниз острой кромкой.

При резке ручными труборезами трубы закрепляют с помощью трубных прижимов, устанавливаемых на верстаке. На рис. 21, *в* изображен трубный прижим с двумя колонками. Для удобной установки трубы верхняя часть прижима выполняется

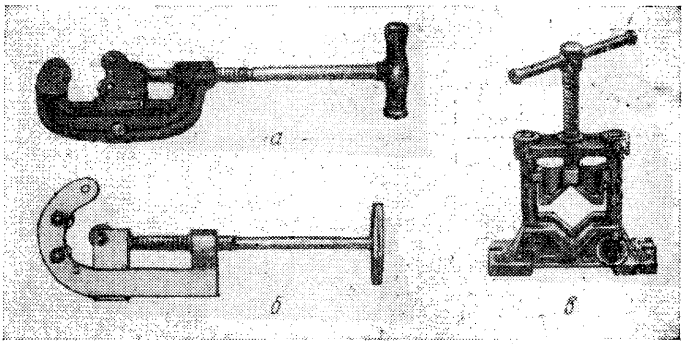


Рис. 21. Приспособления для резки труб вручную:
а — труборез с одним режущим и двумя опорными роликами, *б* — труборез с тремя режущими роликами, *в* — трубный прижим.

откидной. Для этого достаточно вытянуть за чеку палец, закрепляющий одну из колонок на основании. Трубные прижимы выпускают четырех типоразмеров для крепления соответственно труб условным диаметром до 50, 75, 100 и 150 *мм*.

Переносные трубоотрезные станки (приводные труборезы) предназначены для механической резки труб под прямым углом и снятия фаски под сварку в монтажных условиях. В настоящее время промышленность выпускает много разновидностей таких станков, имеющих две основные модификации: разъемные станки и неразъемные станки. Разъемные станки можно надевать на трубу в любом месте.

Основные узлы переносных трубоотрезных станков: корпус, планшайба, суппорты с резцами, привод и механизм передачи вращения на планшайбу, а также механизмы управления суппортами и крепления станка на трубе. В качестве привода станков используют электро- или пневмодрели, а также электродвигатели.

Одним из распространенных типов станков являются труборезы серии ПТА (рис. 22), которые выпускают четырех типоразмеров: ПТА-42—32; ПТА-60—51; ПТА-83—76 и ПТА-108—89

(цифры обозначают предельные диаметры, перерезаемых труб). Эти труборезы имеют неразъемную конструкцию; их закрепляют на трубе с помощью системы установочных винтов. Планшайба *1* трубореза приводится во вращение от электродрели *7*. На планшайбе установлены два суппорта *2* и *4* с отрезным *5*

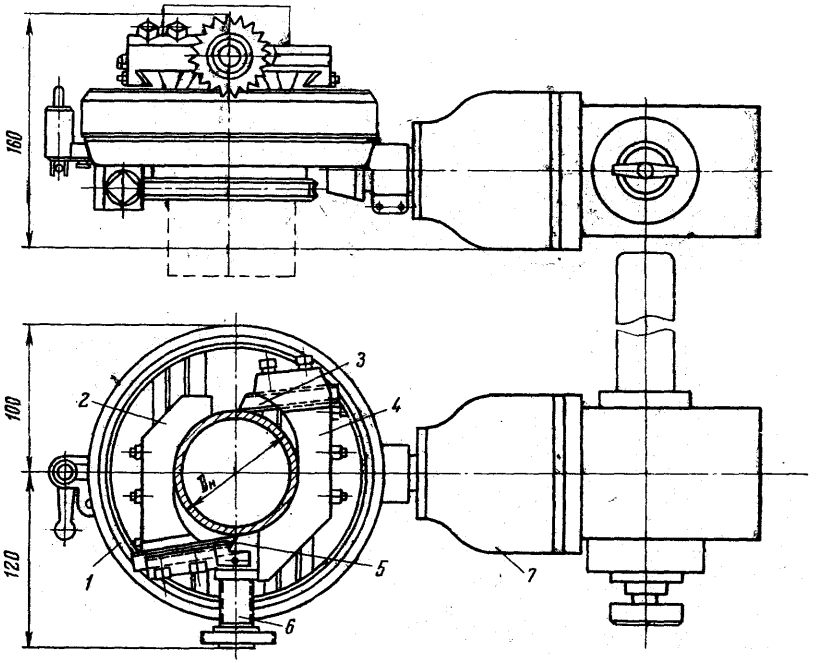


Рис. 22. Приводной труборез серии ПТА.

и фасонным *3* (для снятия фаски) резцами. Планшайба делает 45,5 *об/мин,* подача резцов, осуществляемая с помощью винта *6,* составляет 0,1 *мм* на оборот планшайбы. Труборезы первых трех типоразмеров весят 18 *кг*, а ПТА-108—89—22,4 *кг*.

Труборезы серии МР выпускают трех типоразмеров: МР-5Б для труб диаметром 15—40 *мм*; МР-6/7А для труб диаметром 40—83 *мм* и МРТ-8/9М для труб диаметром 83—133 *мм*. Эти труборезы можно устанавливать как с торца трубы, так и с боковой стороны ее. На трубе труборез крепится с помощью самоцентрирующего зажима. Привод трубореза может осуществляться от электро- или пневмодрели, соединяемой специальным хвостовиком с редуктором станка. Вес труборезов серии МР от 11,7 до 18,3 *кг*.

В настоящее время выпускаются переносные трубоотрезные станки серии Т и 2Т, с помощью которых, кроме резки труб

и снятия фаски, можно производить расточку и наружную проточку концов труб. Станки типа 2Т-194 (для труб диаметром 133—194 *мм*) и 2Т-299 (для труб диаметром 219—299 *мм*) неразъемной конструкции, станок Т-299 (для труб диаметром 219—299 *мм*) разъемной конструкции. Вес станков от 13 до 20 *кг*.

Резку труб под углом к оси, например при изготовлении секторов для сварных отводов, можно производить на токарном станке с помощью специального приспособления, изображенного на рис. 23.

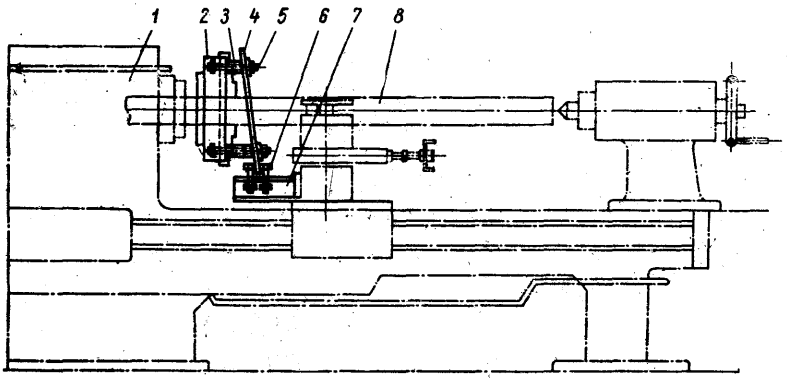


Рис. 23. Приспособление для резки труб на секторы.

На планшайбе *2* токарного станка *1* с помощью болтов *5* и упорных трубок *3* разной длины закрепляют наклонный диск *4*, вырезанный из листовой стали толщиной 10—12 *мм* и имеющий в центре отверстие для пропуска разрезаемой трубы. Длину упорных трубок *3* выбирают с таким расчетом, чтобы угол наклона диска *4* к оси точно соответствовал углу, под которым должна разрезаться труба. Концы упорных трубок, к которым прилегает плоскость диска, должны быть срезаны под таким же углом.

На суппорте токарного станка устанавливают кронштейн *7*, на котором закрепляют два свободно вращающихся ролика *6* (в качестве роликов можно использовать шарикоподшипники). Ролики устанавливают таким образом, чтобы они плотно прилегали к диску *4* с обеих сторон. Суппорт станка отсоединяют от ходового винта. Перед пуском станка необходимо провернуть планшайбу вручную на полный оборот и убедиться в том, что ролики *6* плотно прилегают к направляющему диску *4* с обеих сторон, но не заедают при вращении его. При включении станка в работу суппорт с резцом копирует линию

наклона диска *4*, совершая возвратно-поступательные движения на каждый оборот планшайбы. Резец повторяет на трубе *8* линию, параллельную плоскости диска *4*.

ИНСТРУМЕНТ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ВЫРЕЗКИ ОТВЕРСТИЙ В ТРУБАХ

При изготовлении трубопроводов и охлаждающих приборов обычно приходится вырезать в трубах отверстия для заготовки тройников, вварки штуцеров, патрубков и бобышек. Особенно большое количество отверстий вырезают при изготовлении охлаждающих батарей и воздухоохладителей.

Наиболее производительный способ вырезки отверстий — сверление труб спиральными сверлами, однако вследствие дефицитности сверл больших диаметров этот метод используется сравнительно редко. Хорошие результаты получают при фрезеровании отверстий различными приспособлениями. Некоторые типы таких приспособлений, предназначенных для вырезки отверстий под трубы наружным диаметром 57 *мм*, приведены на рис. 24.

Кольцевая фреза с пружинным выталкивателем (рис. 24, *а*) состоит из корпуса *1*, на который навинчивается фрезерная головка *5* с шестью режущими зубьями из быстрорежущей стали марки Э-262. Внутрь корпуса, оканчивающегося конусом Морзе № 5, вставляют стержень *3* выталкивателя, на котором с помощью шарикового подшипника *6* установлен выталкиватель *7*. Стержень *3* имеет ограничительную гайку *2*, предотвращающую выталкивание его из корпуса пружиной *4*.

Фрезерование отверстий производят на сверлильном станке. Во время фрезерования выталкиватель усилием пружины прижат к стенке трубы и благодаря наличию шарикоподшипника находится в неподвижном состоянии. Когда фрезерование отверстия заканчивается, выталкиватель выбрасывает внутрь трубы вырезанный участок стенки ее, предохраняя тем самым зубья фрезы от поломки. Кольцевая фреза с пружинным выталкивателем позволяет вырезать 50 отверстий в час.

Коническая фреза (рис. 24, *б*) представляет собой корпус с конусом Морзе № 5. В конической части корпуса профрезерованы семь пазов, в которые вставлены на пайке пластины — резцы из быстрорежущей стали. Фрезой, установленной на сверлильном станке, обрабатывают отверстия в трубе, предварительно просверленные спиральным сверлом диаметром 22—25 *мм*.

Шарошка (рис. 24, *в*) представляет собой простейшее приспособление для вырезки отверстий в трубах на сверлильном или токарном станке с достаточно высокой производительностью. Приспособление состоит из корпуса *3* с конусом Мор-

зе № 5, в котором имеется отверстие под конус Морзе № 2, предназначенное для установки спирального сверла диаметром 20—22 *мм*.

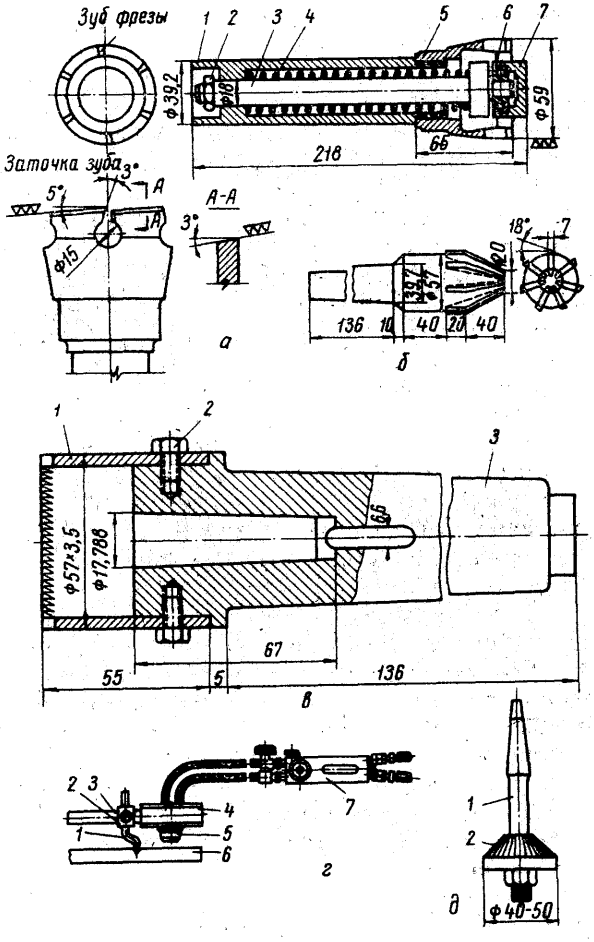


Рис. 24. Приспособление для вырезки отверстий в трубах:

а — кольцевая фреза с пружинным выталкивателем, *б* — коническая фреза, *в* — шарошка, *г* — циркуль к газовому резаку, *д* — приспособление для зачистки отверстий в трубах.

На корпусе четырьмя стопорными винтами *2* диаметром 6—8 *мм* закреплена шарошка *1* из бесшовной трубы. Для изготовления шарошки применяют трубы из углеродистой стали марки 20, на торце которых фрезеруют или вырезают но-

жовкой зубья, которые затем легкими ударами разводят попеременно в разные стороны с разводом примерно на 0,5 *мм*. После этого шарошку закаливают.

Приспособление со вставленным в него сверлом устанавливают в патрон сверлильного станка, а трубу, подлежащую обработке, закрепляют на столе станка. После включения станка в работу с трубой в первую очередь соприкасается сверло, которое просверливает в стенке трубы отверстие. Шарошка входит в соприкосновение с трубой только после образования отверстия малого диаметра, благодаря которому все приспособление центруется по сверлу и приобретает устойчивость.

Кольца, получаемые при вырезке отверстий, можно использовать в качестве заготовок для шайб.

Наряду с механической обработкой отверстий в трубах попрежнему широко применяют газовую вырезку отверстий. Наилучшее качество отверстий, полученных таким образом, обеспечивает применение специального приспособления к газовому резаку — циркуля конструкции В. П. Младиновского (рис. 24, *г*). В отличие от серийно выпускаемых циркулей, у которых резак жестко прикреплен к циркулю, в этой конструкции резак *7* устанавливают головкой *5* в отверстие шарикового подшипника *4*, наружная обойма которого приварена к рейке *3* циркуля. На рейке имеется передвижная каретка *2*, свободно вращающаяся вокруг опорной ножки *1*. Конструкция циркуля позволяет резчику вырезать отверстия, не обходя вокруг трубы *6*. С помощью циркуля можно также вырезать заготовки для фланцев, донышек и других круглых деталей.

Существенный недостаток газовой вырезки отверстий в трубах — необходимость зачистки кромок отверстия, которые получаются неровными. Эту работу можно легко механизировать, применяя приспособление конструкции А. И. Ильина (рис. 24, *д*), представляющее собой оправку *1*. На одном конце ее закреплена коническая фреза *2*, а второй конец выполнен в виде конуса Морзе № 3. Зачистку отверстий выполняют с помощью электродрели.

ОБОРУДОВАНИЕ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ГНУТЬЯ ТРУБ

Оборудование для гнутья труб без нагрева и набивки песком

Наиболее прогрессивный метод гнутья труб в трубозаготовительных цехах и мастерских, а также непосредственно на монтажной площадке — гнутье на специальных станках без набивки песком и нагрева. Отечественная промышленность выпускает различные типы станков для изгиба труб условным диаметром от 15 до 150 *мм*.

Трубогибочный станок ВМС-22м (рис. 25, *а*) работает по принципу обкатывания трубы вокруг неподвижного ролика.

Станок предназначен для изгиба газовых труб диаметром 1/2″, 3/4″ и 1″. Он состоит из станины *1*, внутри которой установлен электродвигатель *2*, соединенный тексропной передачей с червячным редуктором *3*. На вертикальном валу редуктора *3* находится ведущая малая шестерня *4*, приводящая во вращение большую шестерню *5* (рис. 25, *б*), на оси которой установ-

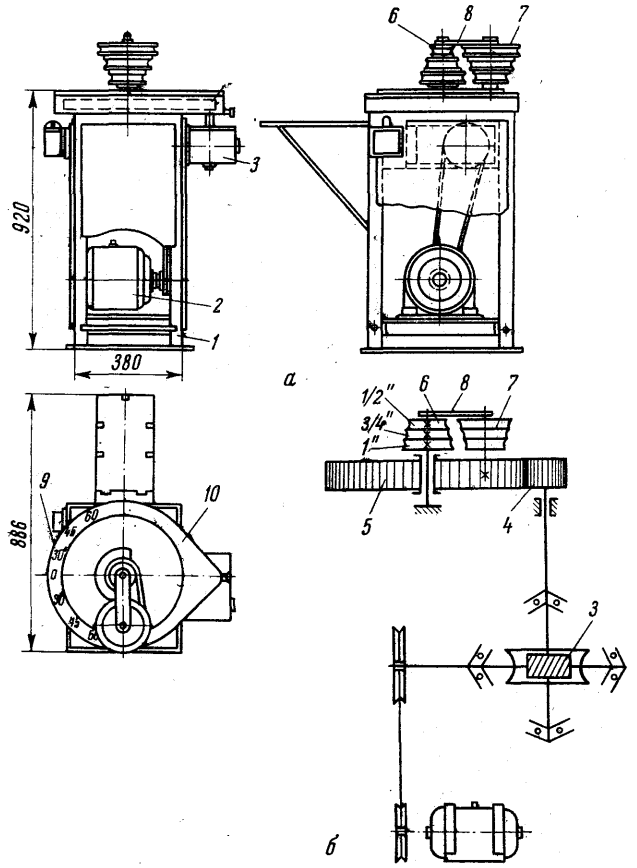


Рис. 25. Трубогибочный станок ВМС-22м:
а — общий вид, *б* — кинематическая схема.

лен блок роликов *6*. Ось второго блока обкатывающих роликов *7* соединена с осью блока *6* скрепляющей планкой *8*.

На рис. 25, *а* станок показан в исходном положении, перед началом гнутья. Нижняя пара роликов предназначена для гнутья труб диаметром 1″, средняя — для диаметра 3/4″ и верхняя — диаметром 1/2″.

Трубу для гнутья закладывают между парой роликов и закрепляют конец ее хомутом. Затем включают станок в работу. Шестерня *5*, приводимая во вращение малой шестерней *4*, начинает поворачиваться вокруг своей оси. Одновременно с ней начинает вращаться блок роликов *6*, вокруг которого обегает блок *7*, обкатывая трубу вокруг соответствующего ролика блока *6*. Угол изгиба трубы определяют по шкале отсчета *9*, расположенной на защитном кожухе *10*. Радиус изгиба труб на станке ВМС-22м от 50 *мм* для труб диаметром 1/2″ до 86 *мм* для труб диаметром 1″. Длина станка 935, ширина 740, высо-

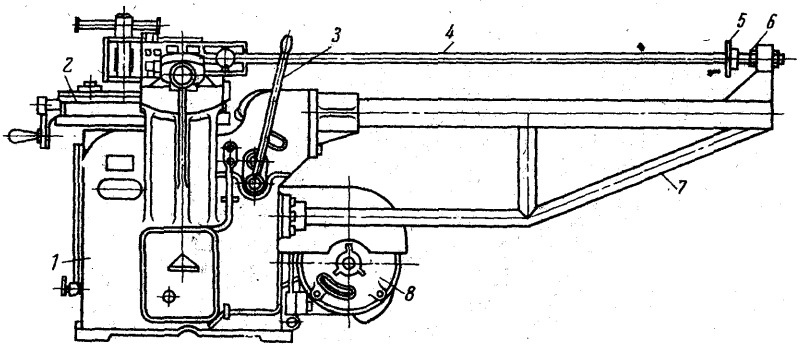


Рис 26. Трубогибочный станок С-288.

та 1114 *мм*, вес 286 *кг*. Станок ВМС-22м применяют также для гнутья бесшовных труб. Для этого необходимо заменить блоки роликов, изготовив их с выточками, соответствующими наружным диаметрам этих труб.

Трубогибочный станок ВМС-23, выпускаемый в настоящее время, предназначен для гнутья газовых труб диаметром 1/2″, 3/4″, 1″ и 1 1/4″. В отличие от станка ВМС-22м этот станок имеет блок роликов с четырьмя ручьями и непосредственное соединение электродвигателя с червячным редуктором через муфту.

Трубогибочный станок С-288 (рис. 26) работает по принципу наматывания трубы на неподвижный ролик и предназначен для гнутья труб условным диаметром от 25 до 75 *мм* при угле изгиба до 180°.

Электродвигатель *8*, установленный на станине *1*, через текстропную передачу приводит во вращение червячный механизм, соединенный с поворотным столом *2*, на котором закреплен сменный сектор (полуролик) с ручьем, равным диаметру изгибаемой трубы. На кронштейне *7* закреплена тяга *4*. На свободном конце тяги установлена сменная дорн-оправка, вставляемая в изгибаемую трубу и предохраняющая ее от сплющи-

вания в месте изгиба. Положение тяги с дорном регулируют с помощью гаек *6* таким образом, чтобы центр дорна находился против оси сменного сектора, перпендикулярной оси тяги *4*.

Трубу, предназначенную для гнутья, надевают на дорн и тягу до упора *5*, положение которого регулируют заранее. Затем трубу зажимают поворотом эксцентрика и с помощью упорной колодки прижимают к канавке сменного сектора. После этого передвижной упор, служащий для автоматического выключения станка через концевой выключатель, устанавливают на требуемый угол изгиба трубы по делениям шкалы на поворотном столе *2*. Нажав кнопку пускателя, включают в работу электродвигатель, а опустив рычаг *3*, вводят в зацепление муфту, имеющуюся на вертикальном валу между червячным механизмом и поворотным столом, вследствие чего стол начинает вращаться и труба изгибается, как бы наматываясь на сменный сектор.

Во время изгиба дорн все время находится в том месте трубы, которое изгибают, и предотвращает ее сплющивание. Когда труба будет изогнута под необходимым углом, упор нажимает на концевой выключатель и станок автоматически останавливается. Освободив прижим и отведя упорную колодку, изогнутую трубу снимают с дорна или переставляют в новое положение для повторного гнутья. После гнутья станок обратным вращением приводят в исходное положение.

В настоящее время выпускают новые типы дорновых трубогибочных станков, принцип работы и конструкция которых в основном такие же, как у станка С-288. На них также можно изгибать трубы на угол до 180°.

Трубогибочный дорновый станок ГСТМ-21 предназначен для гнутья газовых и бесшовных стальных труб условным диаметром 25, 32, 40, 50, 70 и 80 *мм*.

Трубогибочные дорновые станки модели СТД-Т3, ТГМ-38—108 и ТГС-38—139 предназначены для гнутья труб с наружным диаметром соответственно 32—89, 38—108 и 38—159 *мм*. Для первого станка наибольшая толщина изгибаемых труб 5 *мм*, а для остальных — 8 *мм*.

Трубогиб (переносный) с ручным гидравлическим приводом РТГМ-50 (рис. 27) работает по принципу приложения изгибающего усилия в середине участка трубы, опирающейся на две опоры, и предназначен для гнутья труб наружным диаметром 32, 38, 45 и 57 *мм*.

Станок состоит из двух фасонных листов *1*, представляющих собой корпус, на котором смонтированы все основные узлы станка. На этих листах закреплен корпус штока *8*, служащий для направления пустотелого штока *9*. На корпусе штока установлен цилиндр *10*, образующий масляный резервуар *7*, соединенный с ручным одноплунжерным насосом *5*.

Трубу, предназначенную для изгибания, закладывают между двумя упорами *12* и сменной секторной колодкой *11*, закрепленной на конце штока *9*. Станок комплектуется набором из четырех колодок *11*, устанавливаемых в зависимости от диа-

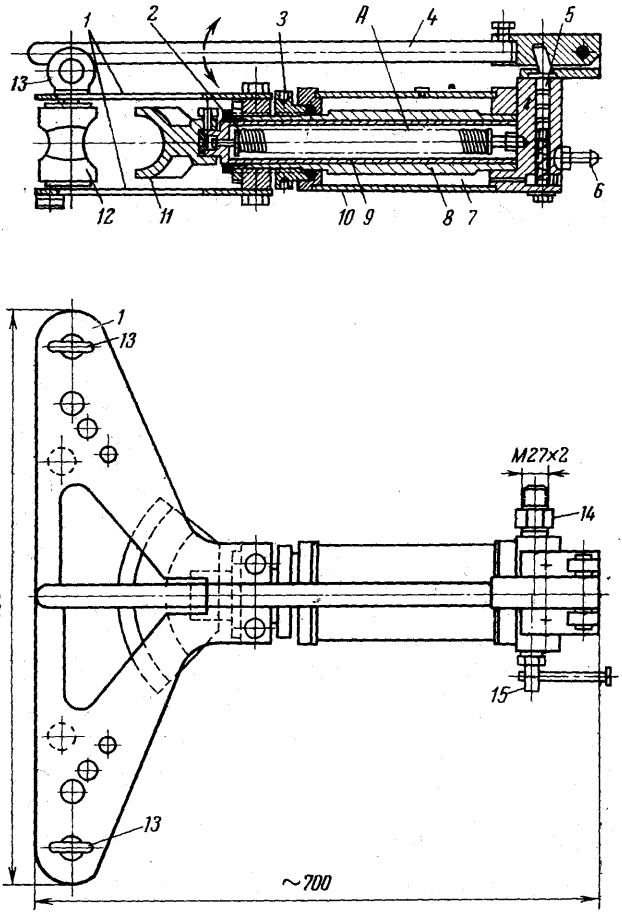


Рис. 27. Трубогиб с ручным приводом РТГМ-50.

метра изгибаемой трубы. Упоры *12* четырехгранные, на каждой грани имеется желоб, радиус которого соответствует трубам наружным диаметром 32, 38, 45 и 57 *мм*. Упоры устанавливают между листами *1* с помощью штырей *13*, для чего на верхнем и нижнем листах имеется по четыре пары отверстий. Отверстия, расположенные ближе друг к другу, предназначены для установки упоров при гнутье труб наружным диаметром

32 *мм*, а каждая последующая пара отверстий — для гнутья труб следующего большего диаметра.

После установки трубы на станок упоры *12* поворачивают к трубе соответствующими выточками и закрывают верхнюю и нижнюю запорные иглы *15* поворотом рукояток по часовой стрелке (на рис. 27 — вид сверху — видна только верхняя игла). Затем, двигая рукоятку *4* попеременно вверх и вниз, как это показано стрелками на рис. 27, начинают перекачивать масло ручным одноплунжерным насосом *5* из масляного резервуара *7* во внутреннюю полость *А* штока *9*. Давление в полости повышается, и шток вместе с установленной на нем колодкой *11* начинает выдвигаться в сторону упоров *12*. При этом возвратная пружина *2* растягивается. После соприкосновения колодки *11* с трубой последняя начинает изгибаться, скользя вдоль выточек упоров *12*, которые постепенно поворачиваются вокруг своих осей таким образом, что рабочие выточки их все время плотно соприкасаются со стенкой изгибаемой трубы.

Угол изгиба трубы во время работы станка проверяют с помощью шаблона, который должен быть изготовлен с учетом того, что труба после снятия изгибающего усилия пружинит и незначительно разгибается. Дополнительную величину, на которую должен быть увеличен первоначальный угол изгиба, определяют экспериментально.

По окончании гнутья отворачивают винт верхней запорной иглы *15*, соединяя тем самым полость *А* с масляным резервуаром *7*. Пружина *2* сжимается, возвращая в исходное положение шток *9* с колодкой *11*, а масло из полости *А* перетекает в резервуар *7*.

Трубогибочный станок РТГМ-50 может работать также с помощью приводного масляного насоса. Для этого используют шестеренный насос производительностью не более 1,5 *л/мин*, всасывающая сторона которого соединена с отдельно установленным масляным резервуаром, а нагнетательная сторона присоединена к штуцеру *14* станка. Последовательность гнутья труб на станке с помощью приводного насоса та же, что при ручном приводе. По окончании гнутья трубы на заданный угол приводной насос выключают и, открыв нижнюю запорную иглу *15*, сливают масло из полости *А* в установленный отдельно масляный резервуар по шлангу высокого давления, присоединенному к штуцеру *6*.

Во время работы станка необходимо следить за тем, чтобы перемещение колодки *11* от неподвижного до крайнего положения не превышало 310 *мм*, в противном случае может быть нарушена герметичность масляной системы станка. Сальник масляной ванны *7* не должен пропускать масло, для чего на станке имеется нажимная втулка *3*.

Для станка применяют масло марки «Индустриальное 20».

Вес станка в рабочем состоянии 64,5 *кг*. Станок устанавливают на отдельной опоре или на прочном верстаке.

Переносные гидравлические трубогибы модели ТРГ-22 и ТГС-127 по принципу действия и конструкции аналогичны трубогибу ТРГМ-50. Трубогиб ТРГ-22 предназначен для гнутья труб с условным диаметром 15; 20 и 25 *мм* и имеет привод от ручного плунжерного гидравлического насоса. Трубогиб ТГС-127 предназначен для гнутья труб с наружным диаметром 76; 89; 114 и 127 *мм*. Привод трубогиба, состоящий из поршневого насоса с электродвигателем, смонтирован непосредственно на раме станка.

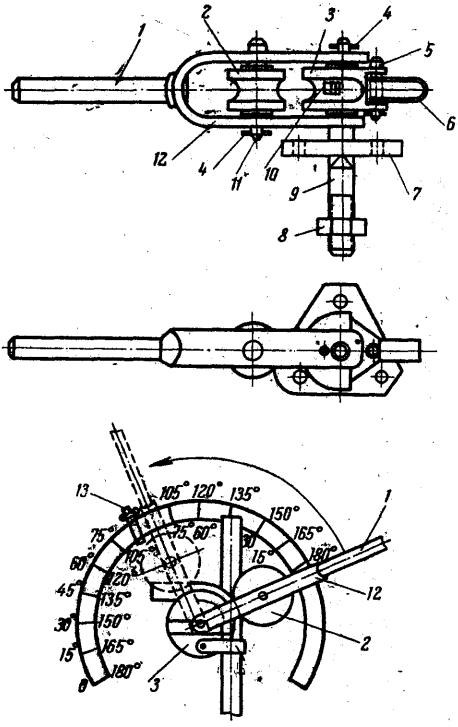


Рис. 28. Ручной трубогибочный станок Вольнова и приспособление к нему.

Все модели гидравлических переносных трубогибов могут быть использованы для гнутья труб с толщиной стенки от 3 до 7 *мм*.

Ручной трубогибочный станок Вольнова (рис. 28) работает по принципу обкатывания трубы вокруг неподвижного ролика и предназначен для гнутья труб на угол до 180°. Станок изготовляют трех типоразмеров: СТВ-1/2, СТВ-3/4 и СТВ-1 для гнутья соответственно труб условным диаметром 15, 20 и 25 *мм*.

С помощью основного болта *9* с гайкой *8* и опорной планкой *7* станок закрепляют на верстаке. На основном болте установлен неподвижный ролик *3*, фиксируемый шпонкой *10*, и хомутик *6* для захвата трубы, соединенный с роликом посредством съемной оси *5*. Вокруг основного болта *9* вращается скоба *12* с рукояткой *1*. На скобе установлен подвижной ролик *2*, свободно вращающийся на оси *11*. Благодаря тому что на концах основного болта и оси подвижного ролика имеются съемные чеки *4*, станок легко разбирается.

Для облегчения работы на станке и обеспечения точного угла изгиба трубы применяют приспособление, представляющее со-

бой стальную полосу — шкалу, по которой передвигается упор *13*. Приспособление закрепляют на верстаке таким образом, чтобы нулевое деление шкалы совпадало с начальным положением скобы *12*. Трубу закладывают между роликами и продевают конец ее в хомутик *6*. Затем, поворачивая скобу *12* за ру-

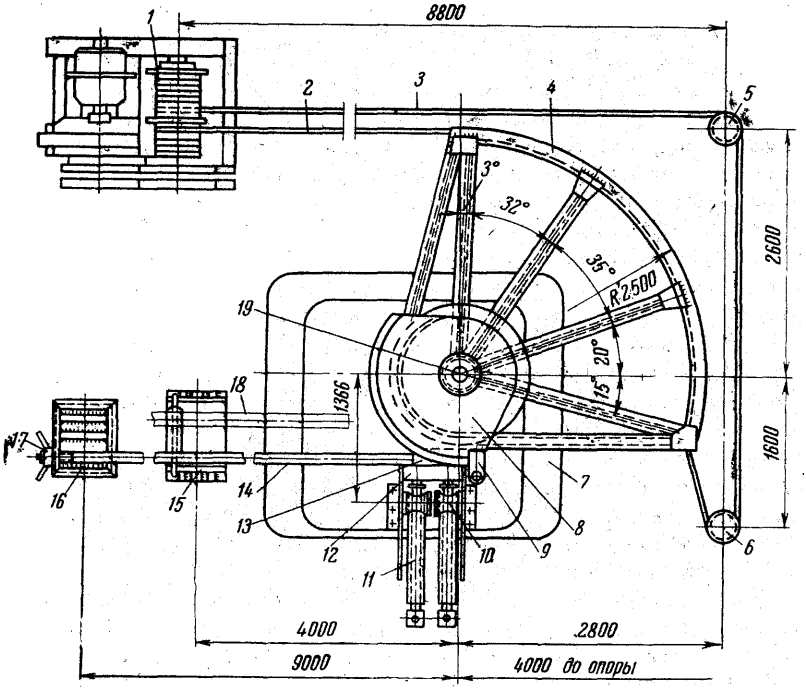


Рис. 29. Трубогибочный дорновый станок с приводом от электрической лебедки.

коятку *1*, изгибают трубу до тех пор, пока скоба не дойдет до упора *13*, предварительно установленного у соответствующего деления шкалы. Упор устанавливают с учетом дополнительной величины угла изгиба для компенсации разгибания трубы.

Трубогибочный дорновый станок (рис. 29) служит для гнутья труб условным диаметром от 100 до 200 *мм* с толщиной стенки до 8 *мм* без нагрева и набивки песком. На станке можно изгибать трубы длиной до 9 *м* при радиусе изгиба, равном четырем диаметрам трубы, при этом скорость составляет 8—10 *м/мин*.

Станок серийно не выпускается и может быть изготовлен по чертежам Госмонтажспецстроя непосредственно на строительной площадке, оснащенной элементарным оборудованием.

Станок представляет собой сварной силовой орган-рычаг *4*, смонтированный на одной оси *19* со сменным сектором *8*. Ось *19* закреплена на станине *7*, устанавливаемой на фундаменте. В качестве привода станка используется реверсивная тихоходная электрическая лебедка *1* грузоподъемностью 5 *т* с барабаном, разделенным на две части. На одну часть барабана навивается силовой трос *2*, на вторую — трос *3*, служащий для возвращения рычага *4* в первоначальное положение. Оба троса вторыми концами присоединены к рычагу *4*, трос *3* пропущен через направляющие блоки *5* и *6*. Станок комплектуют также двумя катковыми опорами для труб *15* (вторая опора на рисунке не показана) и опорой *16* для тяги *14* дорна *13*. Опоры устанавливают на отдельных фундаментах.

Гнутье труб на станке осуществляется в следующем порядке: после установки сектора в исходное положение (показанное на рисунке) регулируют положение дорна *13* с помощью штурвала *17*. Затем трубу *18*, предназначенную для гнутья, снимают с катковых опор и надевают на дорн, прикрепляя ее к сектору *8* хомутом *9*. Свободный конец трубы должен лежать на одной из опор *15*. С помощью винтов *11*, установленных в опорных гайках *10*, поджимают упор *12* для того, чтобы изгибаемая труба была зафиксирована между этим упором и гибочным сектором *8*. Лебедку включают в работу, и трос *2*, наматываясь на барабан лебедки, поворачивает рычаг *4* против часовой стрелки; одновременно холостой трос *3* разматывается со второй половины барабана.

Труба, конец которой закреплен хомутом *9*, наматывается на гибочный сектор *8*, вращающийся вместе с рычагом *4* вокруг оси *19*. По окончании гнутья трубы станок останавливают, снимают готовый отвод и, включив лебедку на обратное вращение, возвращают станок в исходное положение. На станке можно гнуть последовательно несколько отводов на одной и той же трубе.

Станок комплектуется сменными гибочными секторами и дорнами для труб различных диаметров. Устанавливают станок на открытой площадке размером не менее 15×7 *м* вблизи стеллажей, на которых хранят трубы. Вес станка с деталями для гнутья труб диаметром 219 *мм* — 8767 *кг*, а с полным набором деталей для труб разных диаметров — 11233 *кг*.

Оборудование и приспособления для гнутья труб в нагретом состоянии с набивкой песком

Для набивки труб песком устраивают специальные вышки (рис. 30), высота которых определяется длиной труб и при монтаже холодильных установок обычно не превышает 10—12 *м*. Сооружают деревянные вышки со стойками *12* из

круглого леса диаметром 20 *см* и связями диаметром 12 *см* или металлические со стойками из угловой стали 125×125×12 *мм* и раскосами 100×100×10 *мм*. По высоте вышки через каждые 2,5—3,5 *м* устраивают несколько площадок *13*, служащих для набивки труб различной длины. Площадки соединены между собой лестницами *14*. В зависимости от конструкции вышки в верхней части ее или рядом с ней устанавливают кран-укосину *10*, служащий для подъема труб и песка и работающий с помощью ручной лебедки *15*, трос *9* от которой пропускается через систему блоков *11*. Для удобства в работе кран-укосина должен быть поворотным.

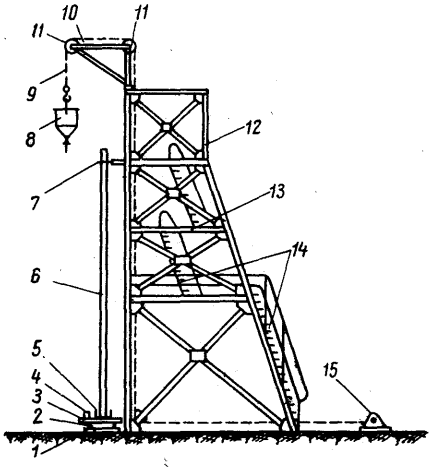


Рис. 30. Вышка для набивки труб песком.

Рядом с вышкой устанавливают виброплощадку *3*, которая опирается на отдельно стоящий фундамент *1* через пружины или аммортизаторы *2*, набранные из резиновых колец. На виброплощадке закрепляют вибратор *4* модели С-357, представляющий собой электродвигатель, на валу которого укреплены два эксцентрика, являющиеся возбудителями вибрационных колебаний. Возмущающая сила, создаваемая вибратором модели С-357, равна 400 *кг*, поэтому с его помощью можно уплотнять песок в трубах условным диаметром до 150 *мм* при длине 6—7 *м*. Для труб большей длины, а также с большим условным диаметром применяют маятниковые вибраторы моделей С-483, С-484, С-485 с соответственными максимальными значениями возмущающих сил 630, 1250 и 2000 *кг*. Рядом с вибратором на виброплощадке устанавливают упор *5* для труб, представляющий собой кольцо высотой 200—300 *мм* и диаметром, превышающим наружный диаметр набиваемых песком труб.

Трубу *6*, один конец которой заглушен деревянной пробкой, поднимают с помощью крана-укосины в вертикальное или слегка наклонное положение и устанавливают заглушенным концом в упор *5*. Сверху трубу закрепляют хомутом *7*, внутренний диаметр которого на 5—10 *мм* больше наружного диаметра трубы. Затем трубу заполняют песком из бункера *8*, в который песок подается ящиками также с помощью крана-укосины. Трубу заполняют при непрерывно работающем вибраторе до тех пор, пока незаполненным останется объем, высота которого пример-

но равна диаметру трубы. Затем вибратор выключают и открытый конец трубы заглушают деревянной пробкой.

Песок в трубах можно уплотнять также с помощью специального приспособления (рис. 31), представляющего собой два малых пневматических молотка *1*, закрепленных на хомуте *2*, передвигающемся вдоль набиваемой песком трубы *3*. Приспособление применяют обычно для труб с условным диаметром 100 *мм* и более, причем хомут для каждого размера труб должен быть сменным и внутренний диаметр его должен на 10—12 *мм* превышать наружный диаметр трубы. Во время работы приспособление надевают на трубу и подвешивают на тросе к крюку крана-укосины таким образом, чтобы оно могло передвигаться вдоль трубы. За счет работы пневматических молотков, ударяющих бойками по трубе, песок в ней интенсивно уплотняется. Во время работы приспособление передвигают попеременно вверх и вниз по той части трубы, которая уже заполнена песком, слегка поворачивая его вокруг оси трубы, чтобы удары бойков молотков не попадали в одни и те же места.

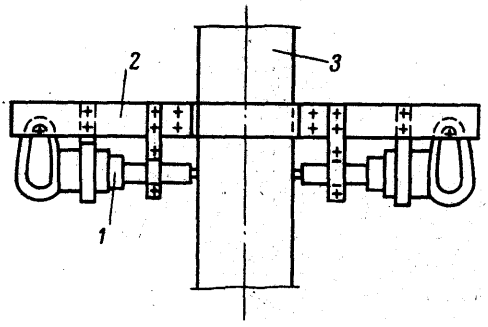


Рис. 31. Приспособление для уплотнения песка в трубах с помощью малых пневматических молотков.

Горн служит для разогрева труб, заполненных песком, а также для сушки песка. Для нагрева сравнительно небольших количеств труб, например при монтаже холодильных установок, обычно применяют горны простейших конструкций без искусственного дутья с использованием твердого топлива (кокса, древесного угля и торфа). Такой горн для нагрева труб диаметром до 325×9 *мм* изображен на рис. 32. Он представляет собой сварной каркас *1* из швеллеров № 16—18, устанавливаемый обычно на уплотненный грунт. На угольники, приваренные к каркасу, укладывают чугунную или сварную из полосовой стали 30×10 *мм* (на ребро) колосниковую решетку *3*. Для защиты от быстрого сгорания поверх решетки рекомендуется уложить шамотный кирпич *4*. По длинным сторонам горна расположены съемные ограждения *2*, предохраняющие от рассыпания топлива.

Ручной трубогиб (рис. 33) применяют для гнутья набитых песком и нагретых труб. Трубогиб по принципу действия и конструкции аналогичен ручному трубогибочному станку Вольнова. Ручные трубогибы серийно не выпускают, их можно изготовить в мастерских, оснащенных простейшим оборудованием. Обычно

к трубогибу изготовляют комплект сменных роликов, позволяющий производить гнутье труб условным диаметром от 40 до 80 *мм*. Размеры сменных роликов приведены в табл. 35.

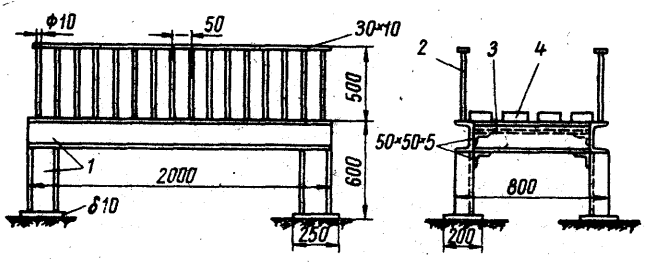


Рис. 32. Горн для нагрева труб.

Трубогиб состоит из неподвижной оси *3*, закрепленной на стальной плите *1*. На оси установлены ролик *2* и хомут *6* с рукояткой *7*. На хомуте с помощью оси *4* установлен подвижный ролик *5*. На верхних концах обеих осей находятся шплинты *8*.

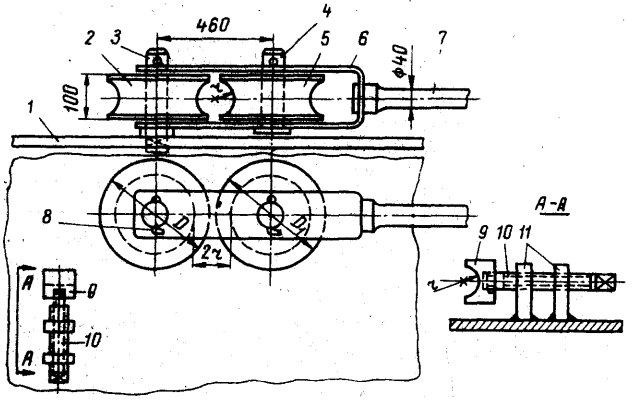


Рис. 33. Ручной трубогиб для труб условным диаметром до 80 *мм*.

Трубогиб работает следующим образом: хомут с неподвижным роликом поворачивают по часовой стрелке из положения, показанного на рисунке в положение, при котором он будет параллелен винту *10*. Затем упор *9*, установленный на конце ходового винта *10* с ленточной резьбой, отводят от неподвижного ролика. В зазор между двумя роликами вводят нагретую трубу и прижимают ее упором к неподвижному ролику *2*. Нажимая на рукоятку *7*, поворачивают ее против часовой стрелки, благодаря чему подвижный ролик *5* наматывает трубу на ролик *2*. По окон-

Таблица 35

Размеры труб. *мм*	Размеры сменных роликов, *мм*		
	D	D_1	*r*
45×2,5	180	280	23
57×3,5	210	250	29
76×3,5	270	190	39
89×3,5	320	140	45

чании гнутья хомут возвращают в исходное положение и изогнутую трубу вынимают из трубогиба.

На трубогибе можно гнуть трубы до угла изгиба 180°. Ходовой винт прижимного упора установлен в двух опорных планках *11*, приваренных к плите *1*. В планках имеются соответствующие отверстия с ленточной резьбой.

При гнутье труб условным диаметром 70 и 80 *мм* на рукоятку *7* надевают удлинитель, представляющий собой отрезок трубы.

Плита для гнутья труб условным диаметром от 100 до 300 *мм* состоит из связанных между собой четырех вертикально установленных упоров из заполненных бетоном труб диаметром 219×10 *мм*, один из которых выше остальных. Упоры вместе с каркасом бетонируются в сплошной массив, верхняя плоскость которого, окаймленная рамкой из угловой стали, служит столом, на котором гнут трубы.

Стол для гнутья труб условным диаметром 100 и 125 *мм* представляет собой сварную конструкцию, состоящую из плиты, каркаса и стоек. В плите вырезаны отверстия, против которых с нижней стороны плиты приварены упоры. После набивки песком и нагрева трубы укладывают на стол. Затем в отверстия плиты вставляют упорные штыри, вокруг которых изгибают трубы.

Как столы, так и плиты для гнутья труб устанавливают обычно в непосредственной близости от горна. Для облегчения работы используют ручные лебедки, трос от которых направляют к концу изгибаемой трубы через несколько направляющих блоков, размещенных таким образом, чтобы угол между концом трубы и тросом все время был близок к 90°. При угле менее 90° происходит усиленное растяжение «затылка» отвода, а при угле более 90° трос стремится растянуть трубу, т. е. способствует уменьшению толщины нагретой стенки ее. Поэтому во время гнутья труб по мере увеличения угла изгиба трос перекидывают на другие направляющие ролики, сохраняя все время угол между тросом и трубой близким к 90°.

Глава III

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОРЕБРЕННЫХ ТРУБ

Для изготовления охлаждающих батарей и воздухоохладителей расходуется большое количество стальных труб. Например, при монтаже крупного холодильника расход труб составляет несколько километров. Поэтому в последние годы преимущественно применяют охлаждающие приборы из оребренных труб. Замена гладкотрубных батарей оребренными позволяет в 2,5—3,5 раза сократить расход труб и одновременно снизить металлоемкость батарей в среднем на 50% и удешевить стоимость всей холодильной установки.

В настоящее время наиболее распространены трубы с ребрами, навитыми из стальной ленты. Эти трубы являются самыми дешевыми, и для изготовления их требуются наименьшие затраты труда. Применяются также трубы с плоскими ребрами.

Оребренные трубы изготовляют непосредственно на месте монтажа или в механических мастерских, так как промышленность их не выпускает. Для изготовления оребренных труб применяют заготовки труб, предварительно нарезанных на заданную длину. Не следует оребрять трубы произвольной длины, а затем резать их по размерам. При изготовлении ребристых труб небольшой длины рекомендуется делать заготовки, равные по длине нескольким требуемым размерам, с последующей резкой оребренных труб на заданные части.

Готовые оребренные трубы защищают антикоррозийными покрытиями. Оребренные трубы для пристенных и потолочных батарей окрашивают за два раза суриком или при отсутствии его асфальтовым лаком. Трубы для воздухоохладителей предпочтительно оцинковывать, погружая их в расплавленный цинк, или гальваническим способом. Толщина покрытия должна быть не менее 30 *мкм* (микрон). При оцинковке торцы труб необходимо заглушать, а концы их длиной 30—50 *мм* покрывать смазками, нерастворимыми в электролите. Это требуется для того, чтобы цинк не попадал на внутреннюю поверхность труб (аммиак растворяет его), а также и на внешнюю в местах предстоящей сварки, так как наличие цинка нарушает плотность шва, а пары его, образующиеся при сварке, очень вредны.

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОРЕБРЕННЫХ ТРУБ

Оребренные трубы изготовляют из стальных бесшовных холоднокатаных или холоднотянутых труб диаметром 32×2,5 и 38×3 *мм* (по ГОСТ 8734—58) и горячекатаных диаметром 57×3,5 *мм* (по ГОСТ 8732—58), а также из электросварных труб диаметром 57×3,5 *мм* (по ГОСТ 10704—63), испытанных на заводе-изготовителе гидравлическим давлением 60 *кгс/см*^{2}.

Трубы навивают стальной низкоуглеродистой лентой холодного проката размером 30×1 и 46×1 *мм*, поставляемой по ГОСТ 503—41. Для навивки применяют ленту с поверхностью II класса, неполированную, мягкую, нормальной точности с обрезными кромками. На поверхности ее допускаются мелкие царапины, риски, вмятины, бугорки, раковины и отдельные плены, причем размер каждого дефекта по глубине или высоте должен быть не более 0,05 *мм*. Допуски по размерам ленты не должны превышать: по толщине ±0,09 *мм* и по ширине ±0,4 *мм*. Нельзя использовать ленту более низкого качества, так как это может привести к поломке станков, на которых оребряют трубы.

Ленту поставляют в бухтах, завернутых в промасленную бумагу и запакованных в мешковину или рогожу. К каждой бухте должен быть прикреплен металлический ярлык с выбитым на нем обозначением: II-НП-М-Н-О-1×46 ГОСТ 503—41 (II класс, НП — неполированная, М — мягкая, Н — нормальной точности, О — обрезная, 1 — толщина и 46 — ширина ленты в *мм*).

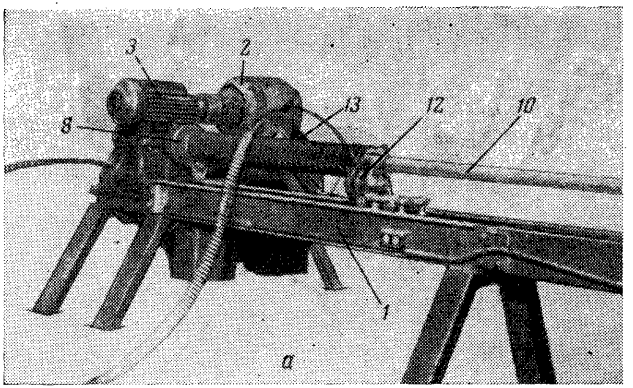
Наряду с дефицитной холоднокатаной лентой трубы можно оребрять стальной лентой горячего проката (по ГОСТу 6009—57). Эту ленту, называемую обручным железом, выпускают из стали марки Ст. 0 шириной 30 и 45 *мм* и толщиной 1,2; 1,4 и 1,5 *мм*.

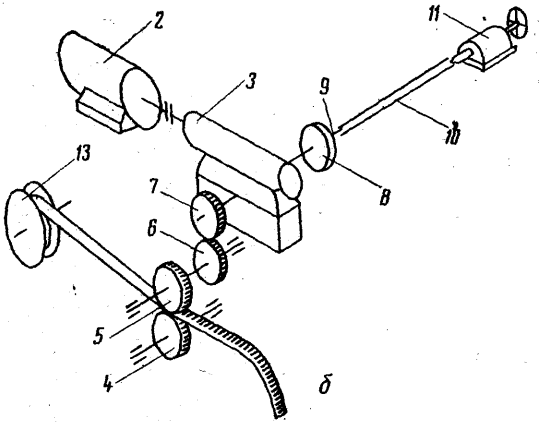
Плоские ребра изготовляют из листовой низкоуглеродистой стали толщиной 1—1,5 *мм*, предварительно нарезанной на полосы соответствующей ширины. Ребра штампуют на прессах в две операции: сначала вырубают кольцо, а затем по внутреннему диаметру его штампуют буртик. Ширина буртика у напрессовываемых ребер должна быть 5—6 *мм*, а у приварных 3—4 *мм*.

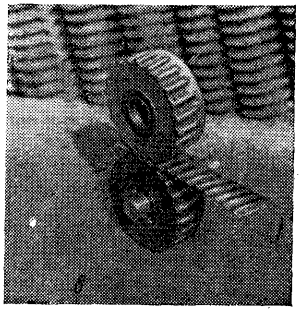
ОРЕБРЕНИЕ ТРУБ НАВИВКОЙ СТАЛЬНОЙ ЛЕНТЫ

Навивку ребер на трубы выполняют на специальных станках (рис. 34, *а, б*), изготовляемых монтажными организациями. Станок представляет собой сварную станину *1* из двутавровых балок или швеллера № 18—20, на которой установлен привод, состоящий из электродвигателя *2* на 1440 *об/мин* и червячного редуктора *3* марки РЧП-180 с двухсторонним тихоходным валом и передаточным числом 1 : 37.

Мощность электродвигателя выбирают в зависимости от применяемой для оребрения ленты: при холоднокатаной ленте толщиной 1 *мм* — 4,5 *квт*, а горячекатаной толщиной 1,5 *мм* — 9 *квт*.







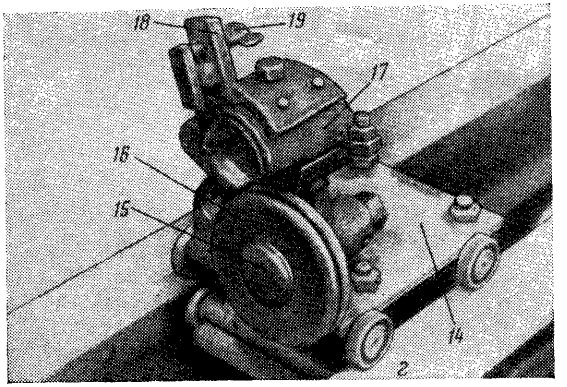


Рис. 34. Станок для навивки стальной ленты на трубы:

а — общий вид, *б* — кинематическая схема, *в* — шестерни для гофрирования ленты, *г* — поводок для навивки гофрированной ленты.

Для навивки на трубу стальную ленту необходимо предварительно гофрировать, поэтому на станке установлено приспособление, позволяющее производить эту операцию одновременно с навивкой труб. Приспособление (рис. 34, *в*) состоит из двух колес с закругленными зубьями, находящихся в зацеплении с зазором на толщину ленты.

Нижнее колесо *4* (см. рис. 34, *б*) свободно вращается на своем валике, верхнее *5* приводится во вращение через пару шестерен *6* и *7*, последняя из которых сидит на конце ведомого вала редуктора. На втором конце ведомого вала редуктора установлена планшайба *8*, имеющая выступающий центр *9* с квадратной заточкой на конце.

На направляющих станины расположены передвижная задняя бабка *11* и поводок *12*, служащий для навивки гофрированной ленты на трубу.

Существует несколько различных типов поводка, однако наиболее совершенный — поводок системы И. А. Рагулина, изображенный на рис. 34, *г*. Во время работы станка навиваемая труба передает на поводок значительные нагрузки переменного направления. Поэтому поводок смонтирован на каретке *14*, имеющей опорную систему, состоящую из двенадцати шарикоподшипников, обеспечивающих не только свободное перемещение поводка вдоль станины, но и фиксирующих его. Для предотвращения вертикального смещения поводка на каретке установлены две группы подшипников (по четыре штуки в каждой), которые перемещаются по наружной и внутренней плоскостям верхних полок направляющих швеллеров. Остальные четыре подшипника опираются на боковые кромки полок, предотвращая тем самым горизонтальное смещение поводка.

На кронштейне каретки установлен палец *15*, на котором свободно вращается ролик *16* для направления гофрированной ленты. Ролик состоит из двух конических дисков, в зазоре между которыми протягивается лента. В верхней части кронштейна приварена втулка *17*, через которую проходит навиваемая труба. Для удобства установки и снятия трубы втулка выполнена разъемной, с верхней половиной, откидывающейся на петлях. Торец втулки, обращенный в сторону планшайбы, имеет винтовой срез с шагом винта, равным шагу навивки ребер. На верхней половине втулки установлено устройство *18* для натягивания ленты при навивке. Устройство состоит из двух половин с напаянными на них победитовыми пластинами, зазор между которыми регулируется при помощи винта *19*.

Навивку ребер производят следующим образом: трубу *10* вставляют между планшайбой *8* и задней бабкой *11*. С помощью упорного винта задней бабки трубу поджимают к планшайбе, вследствие чего она напрессовывается на квадратную заточку центра *9*, что обеспечивает прочное сцепление.

Бухту стальной ленты устанавливают в кассету *13*, свободно вращающуюся на оси, приваренной к станине. Конец ленты вводят в зазор между зубьями колес *4* и *5*, включают станок в работу и гофрируют участок ленты, который должен быть на 2—3 *м* длиннее трубы, предназначенной для навивки. Затем станок останавливают.

Поводок *12* подкатывают к планшайбе и затягивают болты, соединяющие верхнюю половину втулки *17* с нижней. Конец гофрированной ленты заводят в зазор между дисками ролика *16* таким образом, чтобы гофрированная кромка ее была обращена в сторону трубы. Конец ленты закрепляют в зажим, находящийся на планшайбе. Затем поджимают регулировочным винтом устройство *18* для натягивания ленты и включают станок в работу.

Планшайба, вращаясь, протягивает ленту через поводок, вследствие чего она начинает навиваться на вращающуюся трубу. Винтовой срез втулки *17* скользит по образующемуся витку ленты, придавая ей требуемый угол наклона, и, одновременно перемещая поводок вдоль оси трубы. Благодаря тому что лента зажата в устройстве *18*, для протягивания ее через поводок затрачивается значительное усилие, обеспечивающее вдавливание гофрированной кромки ленты в тело трубы, что в свою очередь гарантирует хороший тепловой контакт между трубой и ребром. Степень натяга ленты и, соответственно, вдавливания ее в тело трубы регулируют винтом. Необходимо учитывать то, что при чрезмерной затяжке регулировочного винта заваливаются ребра, а при слабой затяжке навитые ребра сидят на трубе свободно.

По окончании навивки ленту на концах приваривают к трубе электросваркой (электродами диаметром не более 3 *мм*), обрезают ножницами свободный конец ленты и готовую трубу снимают со станка. На готовой трубе размечают места, где должны будут находиться опорные конструкции батареи, и приваривают в этих местах концы ленты, а ненужный участок ее вырезают. Приварка конца ленты — ответственная операция, так как трубу можно легко прожечь, поэтому эту операцию должен выполнять квалифицированный сварщик.

На станке можно навивать трубы разных диаметров длиной до 7,5 *м* с различным шагом оребрения. Для оребрения трубы другого диаметра, а также для изменения шага оребрения необходимо сменить только поводок. При оребрении труб лентой другого размера необходимо, кроме того, сменить колеса *4* и *5* для гофрирования ленты.

Производительность станка 39 ребер в минуту. С учетом вспомогательного времени фактическая производительность станка при обслуживании его одним человеком составляет от 70 до 150 *м* за смену в зависимости от длины навиваемых труб и шага навивки.

ОРЕБРЕНИЕ ТРУБ НАПРЕССОВКОЙ ПЛОСКИХ РЕБЕР

Плоские ребра на трубы напрессовывают на полуавтоматическом станке конструкции И. Н. Кравцова (рис. 35). Станок представляет собой раму, сваренную из швеллеров, состоящую из станины *3* (рис. 35, *б*) и двух направляющих *11* для тележек.

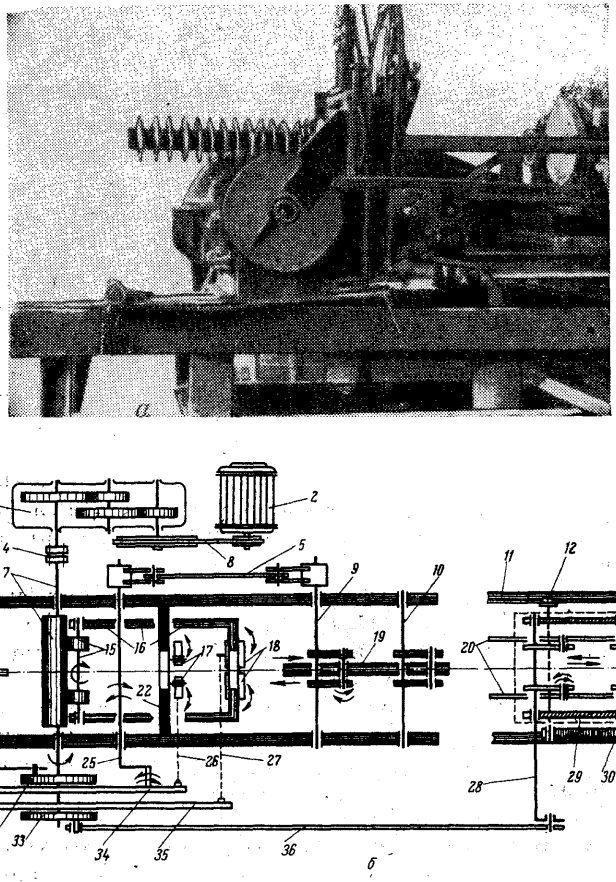


Рис. 35. Станок для напрессовки на трубы плоских ребер:
а — общий вид; *б* — кинематическая схема.

На раме смонтирован привод и механизмы подачи ребер на трубу, опрессовки их и перемещения трубы. На трубу ребра подаются толкателем *20,* установленным на тележке *13.* Ребра напрессовывают с помощью двух шарнирно-разъемных замков — неподвижного *17,* служащего для упора ребра, и подвижного *18,* который прижимает ребро к неподвижному замку, вслед-

ствие чего буртик ребра сворачивается (рис. 36, *б*) и вдавливается в тело трубы. Оребряемая труба перемещается с помощью гуська *19* (см. рис. 35, *б*).

На направляющих станка, помимо тележки и толкателя, находятся упорная тележка с корпусом, в который входит конец оребренной трубы; поддерживающая тележка, на стойке которой находится ролик, служащий для опирания трубы; направляющая тележка, имеющая два ролика с коническими выточками, направляющими трубу.

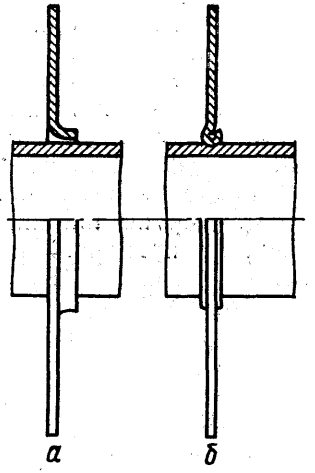


Рис. 36. Плоское ребро: *а* — до напрессовки, *б* — после напрессовки.

Все узлы станка работают от общего привода. Движение передается узлам через систему рычагов, тяг, ползунов и ролико-втулочных цепей. Каждому обороту главного эксцентрикового вала *7* станка соответствует один полный цикл работы станка с напрессовкой одного ребра.

Привод станка состоит из электродвигателя *2* мощностью 1,7 *квт* при 940 *об/мин*, соединенного клиноременной передачей *8* (передаточное отношение 1 : 3) с редуктором 1 типа РМ-350-III (передаточное число 1 : 31). Вал редуктора соединен муфтой *4* с эксцентриковым валом *7*, вращающимся в подшипниках, установленных на станине станка.

Эксцентриковый вал приводит в действие механизм открывания замков, состоящий из двух дисков *32* и *33*, вращающихся вместе с валом, и двух рычагов *34* и *35*. При вращении вала рычаги скользят своими стойками по направляющим дисков, вследствие чего они совершают колебательные движения вокруг оси *24*, приваренной к станине станка.

Станок работает следующим образом: толкатель *20* с помощью одной пары штырей продвигает ребро по трубе под напрессовку, одновременно с помощью второй пары штырей захватывает следующее ребро. Толкатель смонтирован на тележке *13*, опирающейся через оси *23*, с одной стороны, на катки *12*, а с другой — на полоз самоторможения *30*. Тележка скользит по направляющим *11* рамы станка.

Толкатель представляет собой рамку, шарнирно соединенную с помощью осей *21* и *28* с боковыми стойками *29* тележки 13; на рамке вертикально приварены четыре штыря. Движение тележки и толкателя осуществляется через их общую ось *28* с помощью рычага *36*, соединенного шарнирно с наружным диском *33* механизма для открывания замков. При каждом обо-

роте диска рычаг *36* поворачивает на один оборот ось *28*, приводя в действие рамку толкателя и одновременно заставляя тележку совершить по направляющим возвратно-поступательное движение.

Ребро, предназначенное для напрессовки и надетое на трубу, подается толкателем вдоль оси трубы в промежуток между неподвижным (опорным) *17* и подвижным (нажимным) *18* замками, которые в этот момент раскрыты. Затем оба замка закрываются, и подвижный замок начинает двигаться в сторону неподвижного, прижимая к нему ребро и производя тем самым напрессовку его на трубу. Замки раскрываются с помощью ролико-втулочных цепей *26* и *27*, соединенных с рычагами *34* и *35*.

Неподвижный замок состоит из двух половин, которые с одной стороны шарнирно присоединены к лобовому стальному листу *22*, приваренному к станине. Обе половины замка соединены с установленным на лобовом листе ползуном. При движении ползуна вверх, осуществляемом рычагом *34* через цепь *26*, замок раскрывается. Закрывается замок под действием груза *31*, подвешенного на конце рычага *34*.

Подвижный замок также состоит из двух половин, шарнирно соединенных между собой. Обе половины замка имеют пальцы, входящие в пазы рамы *16*, в нижней части которой расположен валик с роликами *15*, находящимися в соприкосновении с кулачком эксцентрикового вала *7*. При вращении вала *7* кулачок его приводит раму *16* в колебательное движение, обеспечивающее холостое передвижение подвижного замка от неподвижного, и рабочее — обратно к нему. Подвижный замок раскрывается при помощи ролико-втулочной цепи *27* от рычага *35* механизма открывания замков. Закрывается замок под действием собственного веса при ослаблении натяга цепи.

После напрессовки очередного ребра подвижный и неподвижный замки одновременно раскрываются для пропуска оребренной трубы, и гусек *19*, упираясь в напрессованное ребро, продвигает трубу вперед на расстояние, равное шагу оребрения. Гусек представляет собой сваренный из полосовой стали толкатель, установленный на стопорных болтах. При помощи болтов можно менять угол наклона гуська, и, соответственно, шаг оребрения. Если очередное ребро не было подано на опрессовку, то гусек сработает вхолостую и не продвинет трубу. Гусек приводится в действие от рычага *34*, на котором приварена скоба, заставляющая колебаться вокруг своей оси валик *25*, установленный на станине в подшипниках. Через систему рычагов *5* валик передает движение на вал *9* гуська, вследствие чего последний совершает возвратно-поступательное движение. Второй конец гуська опирается на поддерживающую ось *10*, также установленную в подшипниках на станине.

Во время напрессовки оребряемая труба испытывает значи-

тельное осевое усилие, направленное от подвижного замка к неподвижному. Для предотвращения осевого сдвига и придания устойчивости трубе служит фиксатор *14*, представляющий собой планку с пазом. Ось *6*, на которой установлен фиксатор, имеет рычаг, соединяющий ее с пальцем внутреннего диска *32* и сообщающий фиксатору качательное движение. При движении фиксатора вверх в паз его попадает ребро, благодаря чему труба предохраняется от осевого сдвига; при движении вниз ребро освобождается, и труба получает возможность продвинуться вперед.

На станке И. Н. Кравцова можно оребрять трубы разных диаметров с различным шагом оребрения. Производительность станка — 10 напрессованных ребер в минуту. Обслуживается станок одним человеком.

ОРЕБРЕНИЕ ТРУБ ПРИВАРКОЙ ПЛОСКИХ РЕБЕР

Плоские штампованные ребра привариваются к трубам на специальном приспособлении (рис. 37), состоящем из кондуктора *2*, установленного на двух треногах *1*.

Кондуктор *2* изготовляют из трех труб диаметром 57×3,5 *мм*. Их укладывают рядом на гладкую поверхность и соединяют

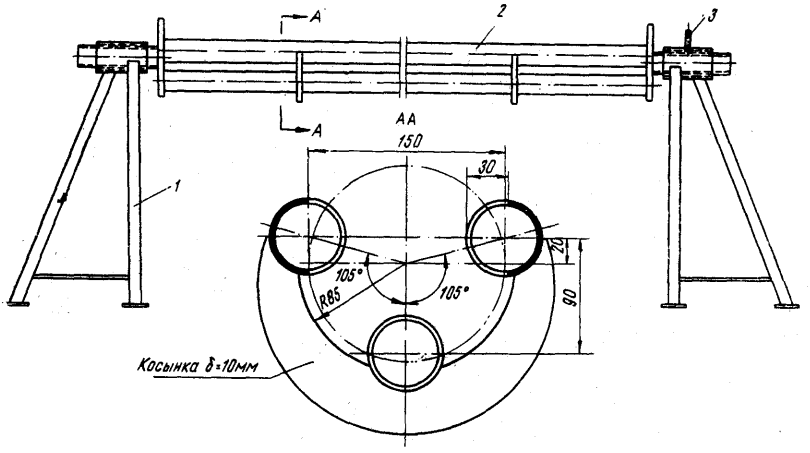


Рис. 37. Приспособление для приварки к трубам плоских ребер.

между собой электросваркой на прихватку. Затем на фрезерном станке в них фрезеруют шлицы шириной 2—2,5 *мм* с шагом, соответствующим шагу оребрения. Шлицы можно также пропилить на приводном ножовочном станке. После пропиливания шлицов электроприхватки срубают и собирают кондуктор на сварке с помощью фасонных косынок толщиной 8—10 *мм* (на

рис. 37 показан разрез шаблона для оребрения труб диаметром 57×3,5 *мм* ребрами с наружным диаметром 150 *мм*). С торцов к трубам шаблона приваривают диски толщиной 10 *мм* с центральными отверстиями, в которые вварены опорные оси из труб диаметром 76×4 *мм*.

Треноги *1* представляют собой стойки из труб диаметром 57×3,5 *мм* с приваренными в верхней части опорами из труб диаметром 89×4 *мм*. В одной из опор просверлено отверстие диаметром 10 *мм*, в которое вставляется палец *3*, служащий для фиксации кондуктора *2*. В соответствующей оси кондуктора под углом 120° друг к другу просверлено три отверстия.

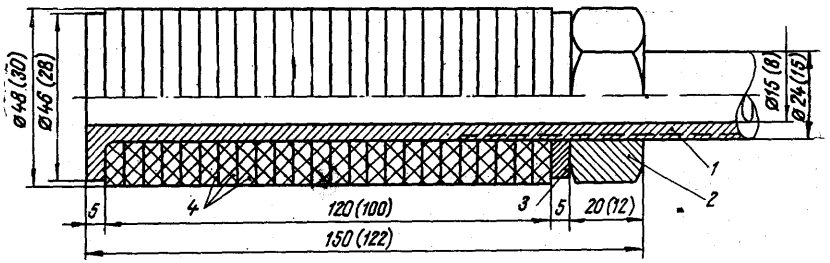


Рис. 38. Пробка для испытания труб и батарей. На рисунке указаны размеры для труб диаметром 57×3,5 *мм* и 38×3 *мм* (в скобках):
1 — труба, *2* — гайка, *3* — упорное кольцо, *4* — резиновые уплотнительные кольца.

При оребрении труб кондуктор устанавливают в положение, показанное на рис. 37, и сверху в шлицы вставляют штампованные ребра так, чтобы все буртики их были обращены в одну сторону. Предварительно на кондукторе отмечают места, где на оребренных трубах должны быть свободные участки для крепления батарей к опорным конструкциям. Ребра в этих местах не устанавливают. Затем трубу, предназначенную для оребрения, вставляют с торца кондуктора через одну из осей в отверстия ребер и прикрепляют двумя хомутами к нижней трубе кондуктора.

Приваривают ребра электродами марки Э-42 диаметром не более 3 *мм*. Режим сварки выбирают в зависимости от толщины ребер. При сварке следят за тем, чтобы не было прожогов и подрезов стенки трубы. Ребра приваривают к трубе в трех местах по окружности буртика; длина каждого шва должна быть не менее 1/6 длины окружности трубы. Ребра приваривают последовательно сразу по всей длине трубы, поворачивая кондуктор на 120° после каждого прохода и фиксируя его с помощью пальца *3*.

После изготовления трубы с приварными ребрами необходимо испытать сжатым воздухом. Трубы для аммиачных батарей

Таблица 36

Диаметр труб, *мм*	Наружный диаметр ребер, *мм*	Шаг оребрения, *мм*	Количество ребер на 1 *м* трубы	Поверхность охлаждения 1 *м* оребренной трубы, $м^2$	Вес 1 *м* оребренной трубы, *кг*				Расход материалов для оребрения 1 *м* трубы						
					с навитыми ребрами		со штампованными ребрами		лента стальная					сталь листовая, *кг*	
										холоднокатаная		горячекатаная			
					толщиной 1 *мм*	толщиной 1,5 *мм*	толщиной 1 *мм*	толщиной 1,5 *мм*	длина, *м*	размер, *мм*	вес, *кг*	размер, *мм*	вес, *кг*	при толщине 1 *мм*	при толщине 1,5 *мм*
32×2,5	92	10	100	1,05	7,96	11,06	6,62	9,05	26,4	30×1	6,20	30×1,5	9,3	6,64	9,96
32×2,5	92	13,3	75	0,98	6,91	9,48	5,41	7,23	21,8	30×1	5,15	30×1,5	7,72	4,98	7,47
32×2,5	92	20	50	0,69	5,16	6,86	4,19	5,40	14,5	30×1	3,4	30×1,5	5,1	3,32	4,98
32×2,5	112	35,7	28	0,6	4,34	5,62	3,83	4,86	8,2	40×1	2,58	40×1,5	3,86	2,76	4,14
32×2,5	98	13,3	75	1,08	7,99	10,69	6,67	8,71	23,0	30×1	5,4	30×1,5	8,1	5,66	8,49
38×3	98	20	50	0,78	6,21	8,02	5,28	6,63	15,4	30×1	3,62	30×1,5	5,43	3,77	5,66
38×3	98	30	33	0,55	4,98	6,18	4,38	5,28	10,1	30×1	2,39	30×1,5	3,59	2,49	3,74
38×3	130	35,7	28	0,8	6,02	7,72	5,37	6,76	9,5	46×1	3,43	45×1,5	5,13	3,71	5,57
57×3,5	117	20	50	1,01	9,02	11,22	8,13	9,88	18,7	30×1	4,4	30×1,5	6,6	5,38	8,07
57×3,5	117	30	33	0,73	7,59	9,08	6,94	8,09	12,6	30×1	2,97	30×1,5	4,46	3,55	5,33
57×3,5	149	35,7	28	1,0	8,6	10,53	8,10	9,84	10,9	46×1	3,94	45×1,5	5,91	4,95	7,42

испытывают давлением 12 *кгс/см*^{2}, а для рассольных батарей — давлением 6 *кгс/см*^{2}. Наиболее удобно проводить испытание в ванне с водой. Для этого в трубу вставляют специальную пробку рис. 38), присоединяемую гибким шлангом высокого давления к нагнетательному трубопроводу воздушного компрессора. Второй конец трубы заглушают такой же пробкой с глухим концом. При завинчивании гаек резиновые кольца на пробках сжимаются и прочно заклинивают пробку внутри трубы. Затем трубу опускают в ванну с водой и включают в работу компрессор. После достижения требуемого давления трубу осматривают. Если в местах приварки ребер в стенках трубы имеются прожоги, то появляются пузырьки воздуха.

По окончании испытания давление в трубе понижают до атмосферного с помощью специального вентиля на подводящем трубопроводе, затем отвинчивают гайки и извлекают пробки из трубы. Извлекать пробки, не понизив предварительно давления в трубе, нельзя, так как при ослаблении гайки под действием давления воздуха пробка может быть вытолкнута из трубы.

* * *

Характеристика оребренных труб приведена в табл. 36 на стр. 99.

Глава IV

ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЕ ИЗГОТОВЛЕНИЕ ТРУБОПРОВОДОВ И ОХЛАЖДАЮЩИХ ПРИБОРОВ

Обычно централизованно изготовляют все охлаждающие приборы, узлы обвязочных трубопроводов диаметром 50 *мм* и более (за исключением прямых участков большой длины), коллекторы в сборе с арматурой, запорную арматуру, укомплектованную фланцами с приваренными патрубками, гнутые и сварные детали, а также опоры для трубопроводов и батарей и ограждающие конструкции (кожухи) воздухоохладителей.

ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЕ ИЗГОТОВЛЕНИЕ УЗЛОВ ТРУБОПРОВОДОВ

Замеры трубопроводов и составление рабочих чертежей узлов

Узлы трубопроводов изготовляют по чертежам, разрабатываемым на основании замеров мест прокладки трубопровода. Для выполнения замеров на месте монтажа производят разметку осей основных трубопроводов, используемых как базы для отсчетов размеров участков труб. Замеры проводят по каждой отдельной линии трубопровода. В качестве линий выбирают самостоятельные участки трубопроводов, соединяющиеся между собой, например, отдельные компрессоры, насосы или группы их с аппаратами и магистральными трубопроводами. На основании произведенных замеров составляют чертежи линий трубопроводов.

Рассмотрим, как производятся замеры на примере чертежа линии, изображенной на рис. 39. На чертеже показана линия нагнетательного трубопровода, соединяющего три аммиачных компрессора марки АВ-100 с маслоотделителем марки 150-ОММ. В соответствии с проектом предусмотрена нижняя прокладка трубопровода, поэтому нагнетательные линии диаметром $76\times3{,}5$ *мм* от всех трех компрессоров должны быть выполнены в виде скоб, длинные стороны которых переходят в горизонтальные участки, прокладываемые в каналах на полу. Магистральная часть трубопровода с переменным диаметром $76\times3{,}5 - 108\times4 - 159\times4{,}5$ *мм* также должна прокладываться в канале с переходом на вертикальный участок у стены. Далее трубопровод проложен горизонтально и опускается к маслоотделителю.

Замеры трубопровода наиболее рационально начинать после установки оборудования на фундаменты. В рассматриваемом случае в первую очередь необходимо разметить две оси: одну, расположенную над нагнетательными штуцерами компрессоров и соответствующую осям горизонтальных участков скоб (на чертеже длина их составляет 1100 *мм*), и вторую, соответствующую магистрали, укладываемой в канале. Если замеры трубопроводов выполняют до установки оборудования, то оси размечают

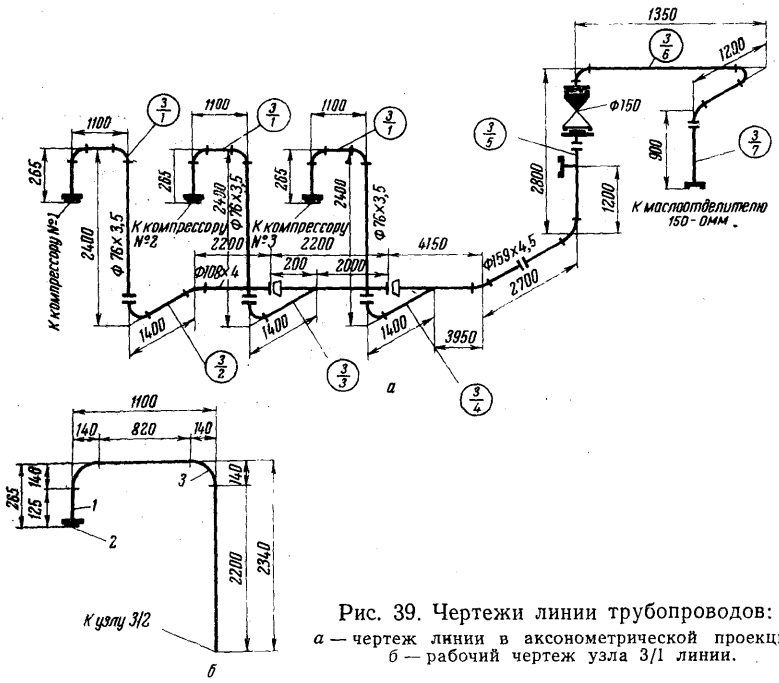


Рис. 39. Чертежи линии трубопроводов:
а — чертеж линии в аксонометрической проекции, *б* — рабочий чертеж узла 3/1 линии.

по размерам, указанным в проекте, где они привязываются к осям зданий, колоннам, стенам или перекрытиям.

Для разбивки осей на строительных конструкциях здания или металлоконструкциях мелом или краской наносят знаки, соответствующие расположению концов осей по высоте и в плане. Затем ось фиксируют, натягивая струну, один конец которой закрепляют жестко, а второй пропускают через блок и подвешивают к нему груз. Конец струны и блок закрепляют точно в местах, помеченных знаками, или к строительным конструкциям, или к специально устанавливаемым на них кронштейнам. В качестве струны используют обычно стальную проволоку диаметром 0,35; 0,4; 0,45; 0,5 *мм* и подвешивают к струне груз соответственно 9, 12, 15 и 19 *кг*.

При разбивке осей горизонтальных участков трубопроводов

отметки по высоте необходимо отсчитывать от контрольных реперов, заложенных в фундаментах под оборудование. Если высотные отметки осей по каким-либо причинам отсчитывают от пола здания, то необходимо учитывать, что отметки пола в разных точках, как правило, не совпадают. Поэтому одну концевую отметку оси трубопровода отсчитывают от пола, а вторую переносят от нее с помощью водяного уровня (рис. 40).

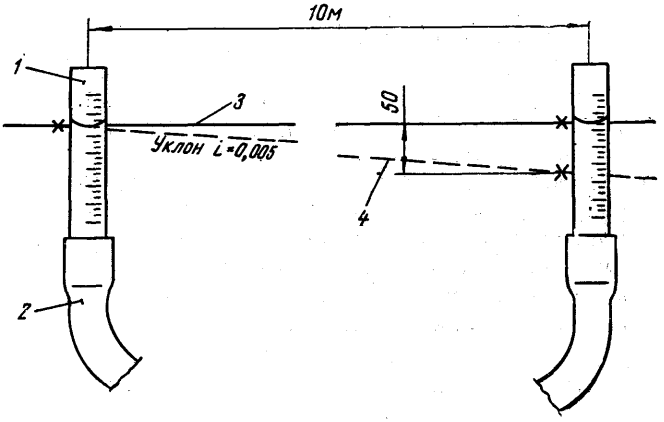


Рис. 40. Разбивка осевых линий (перенесение точек) с помощью водяного уровня.

Водяной уровень представляет собой две стеклянные трубки *1* с нанесенными на них делениями, соединенные между собой резиновым шлангом *2* и заполненные подкрашенной водой. При перенесении точек одну из трубок держат рядом с намеченной точкой (знаком), а вторую подносят к месту предстоящей разметки. Расположение обеих трубок по высоте регулируют таким образом, чтобы уровень воды в первой трубке (левая на рис. 40) совпал с контрольной точкой. Тогда уровень воды во второй трубке будет показывать ту же горизонтальную отметку. В том случае, когда трубопровод должен быть проложен с уклоном, разницу между отметками принимают по делениям на второй трубке. Например, на рис. 40 сплошная линия *3* соответствует горизонтальной оси, а пунктирная *4* — оси трубопровода, имеющего уклон 0,005, т. е. 50 *мм* на 10 *м* длины.

После натягивания струн измеряют участки линии трубопровода. Для этого в рассматриваемом примере на струну, расположенную над нагнетательными штуцерами компрессоров, подвешивают последовательно по два отвеса; один над осью штуцера компрессора и второй над осью бокового канала. Расстояние по струне между отвесами (на рис. 39 — 1100 *мм*) равно длине верхнего горизонтального участка скобы. Длину

вертикальных участков скобы (265 и 2400 *мм*) определяют по отвесу линейкой и рулеткой. Затем измеряют расстояние от скобы до магистрали (1400 *мм*) и длину отдельных участков магистрали (2200, 2200, 4150, 2700 *мм*). Длину вертикального и горизонтального участков трубопровода, расположенных у стены, определяют по разметке на стене и отвесу над центром штуцера маслоотделителя.

Все данные замеров заносят на эскиз линии трубопровода, на основании которого затем разрабатывают ее чертеж (рис. 39, *а*). В чертеже указывают длину всех участков труб, диаметры труб, фасонных частей, фланцев и арматуры, типы фланцев и арматуры (условными обозначениями), сварные соединения (стыки, свариваемые в мастерских при изготовлении узлов, помечают одной поперечной черточкой, а свариваемые при монтаже — двумя). Кроме того, на чертеже должно быть указано наименование и условный номер линии (принимается по технологической схеме), номера отдельных узлов ее; условия испытания узлов, количество сварных стыков и узлов, составляющих линию, а также начальные и конечные точки присоединения линии.

На каждый узел линии разрабатывают рабочий чертеж (см. рис. 39, *б*), в котором приводят размеры всех деталей и спецификация их, а также указывают номер узла и номер смежного узла, с которым он должен соединяться при монтаже. При определении размера свободного конца трубы, который должен на монтаже свариваться со смежным узлом, дается припуск длиной до 100 *мм*, подрезаемый при сборке линии. Например, на узле 3/1 на свободном конце трубы имеется припуск 80 *мм*, так как длина этой трубы принята 2340 *мм*, а длина угольника смежного узла 3/4 (см. рис. 39, *а*) равна 140 *мм*. Таким образом, общая длина вертикальной трубы при сварке ее без подрезки на месте монтажа составила бы 2340+140=2480 *мм*, в то время как по чертежу линии требуется длина только 2400 *мм*. Припуск необходим потому, что при выполнении замеров линии практически невозможно точно снять все размеры, поэтому при сборке линии отдельные узлы приходится подгонять друг к другу. Следует иметь в виду, что припуск дают только на одном из сопрягаемых узлов, конец же второго должен иметь точные размеры. Желательно, чтобы на каждом узле припуск делали только на одном конце.

При решении вопроса о количестве узлов, на которые разбивают линию, учитывают размер и вес каждого узла: они должны соответствовать имеющимся монтажным проемам и грузоподъемным средствам; кроме того, монтажный стык каждого узла должен быть выбран таким образом, чтобы была обеспечена возможность сборки всей линии с подгонкой между

собой отдельных узлов. Обычно максимальная ширина отдельных плоскостных узлов не более 2 *м*, длина 6—10 *м*, а длина пространственных узлов 6 *м* при ширине 1,5 *м* и глубине 0,8 *м*.

Изготовление фасонных деталей для трубопроводов

К фасонным деталям трубопроводов относятся отводы с различными углами поворота, калачи (двойники), утки (отступы), тройники, крестовины, переходы и заглушки. Все эти детали (за исключением крестовин и уток) выпускаются промышленностью, однако выпуск их еще недостаточен и, кроме того, в настоящее время выпускаются детали не всех требуемых типоразмеров. Поэтому многие из них приходится пока изготовлять в механизированных мастерских и даже на месте монтажа.

Гнутые детали применяют при изготовлении трубопроводов в наибольшем количестве. Их получают тремя методами: гнутьем холодных труб на специальных станках или приспособлениях, гнутьем труб с нагревом и набивкой песком, сваркой из отдельных элементов.

Стальные трубы с условным диаметром до 8 *мм* гнут вручную на оправке без набивки песком и нагрева. Наружный диаметр оправки, представляющей собой цилиндрический стержень с выточкой по форме трубы, должен быть равен 4 диаметрам трубы. Трубы условным диаметром от 10 до 25 *мм* гнут также вхолодную на приводных трубогибочных станках или с применением ручных трубогибов. Трубы условным диаметром от 32 до 200 *мм* гнут вхолодную на специальных дорновых станках. При гнутье холодных труб следует учитывать, что труба обладает пружинящими свойствами, вследствие чего она после изгибания частично распрямляется. Поэтому при гнутье трубы необходимо изгибать ее под углом, превышающим на 3—5° требуемый угол изгиба. Радиус изгиба холодных труб должен быть не менее четырех наружных диаметров трубы.

Гнутье труб с нагревом и набивкой песком производят только в тех случаях, когда отсутствует специальное оборудование для гнутья холодных труб, так как этот метод — наименее производительный и, кроме того, требует дополнительного расхода песка и топлива.

При гнутье нагретых труб большое значение имеет качественная набивка их песком, так как при изгибании слабо набитой трубы в ней образуются пустоты и на трубе в месте изгиба образуется эллипсность, складки или разрывы. Для набивки труб применяют кварцевый (речной) песок, просеянный через сито с размерами ячеек 2×2 *мм* и тщательно высушенный при температуре 150—500 °С. Нельзя применять горный песок, так как в нем содержатся частицы, выгорающие при нагревании и способствующие образованию пустот. Кроме того, этот песок

пригорает к стенкам труб при их нагреве. Просеянный и высушенный песок хранят в плотно закрытых ларях или бочках.

Набивка песком труб — трудоемкая операция, поэтому ее выполняют на специально оборудованных стендах. В трубу, предназначенную для изгибания, с одного конца забивают деревянную пробку, длина которой равна 1,5—2 диаметрам трубы с конусностью 1 : 25. Затем трубу с помощью лебедки устанавливают на стенде в вертикальное положение и закрепляют нижний конец ее на вибрационном основании, а верхний — в крепежном хомуте. Трубу постепенно заполняют песком доверху при включенном вибраторе. После заполнения трубы определяют, насколько хорошо уплотнен в ней песок, для чего в нескольких местах по трубе ударяют молотком. Глухой звук, сопровождающий удар, свидетельствует о хорошем уплотнении. Если на стенде нет вибратора, то песок можно уплотнять частыми короткими ударами молотков или кувалд. Обычно эту операцию выполняет один рабочий, имеющий в каждой руке по молотку, которыми он попеременно бьет по трубе. После засыпки песка в трубу сверху забивают вторую пробку и спускают трубу на землю.

Нагревают трубы на горне, используя кокс, древесный уголь, торф или дрова. Не разрешается применять каменный уголь, так как трубы нагреваются неравномерно и ухудшается структура металла. Перед укладкой на горн на трубах мелом отмечают участок, подлежащий нагреву. При гибке труб с нагревом радиус изгиба должен быть не менее трех с половиной наружных диаметров трубы. Длину нагреваемого участка в зависимости от диаметра трубы и требуемого угла изгиба при радиусе загиба $3{,}5\,D_н$ принимают по табл. 37.

Таблица 37

Диаметр трубы, *мм*	Длина нагреваемого участка (в *мм*) при угле загиба в *град*							
	15	30	45	60	75	90	135	180
38×2	35	70	105	140	175	210	315	420
45×2,5	42	83	125	166	208	250	375	500
57×3,5	53	105	158	210	263	315	475	630
76×3,5	70	140	210	280	350	420	630	840
89×3,5	79	164	243	328	407	485	730	970
108×4	101	202	303	404	505	605	910	1210
133×4	123	246	369	492	615	738	1110	1475
159×4,5	145	290	435	580	725	870	1305	1740
219×7	202	403	605	806	1008	1210	1815	2420
273×7	250	500	750	1000	1250	1500	2250	3000
325×9	298	595	893	1190	1488	1785	2680	3570

Рекомендуется одновременно гнуть трубы равного диаметра и с одинаковым углом изгиба, так как в этом случае легко отрегулировать длину нагреваемого участка трубы за счет ширины слоя топлива на горне. Трубы укладывают на горне в один ряд, а под выступающие длинные концы труб подставляют опоры, чтобы избежать изгибания нагреваемых труб под действием собственной тяжести.

Участок трубы, подлежащий изгибанию, нагревают до температуры 950—1000 °С. Следят за тем, чтобы нагрев был равномерным по длине участка и окружности трубы, для чего трубы при нагреве время от времени поворачивают. На готовой к изгибанию трубе образуется тонкий слой окалины, при отлетании которой цвет трубы не должен изменяться. Температуру трубы контролируют по свечению металла (табл. 38):

Таблица 38

Цвет свечения углеродистой стали	Температура, °С	Цвет свечения углеродистой стали	Температура, °С
Бурый	500	Желто-красный	950
Коричнево-красный	600	Оранжевый	1000
Темно-красный	700	Темно-желтый	1100
Темно-вишневый	750	Светло-желтый	1150
Светло-красный	850	Ослепительно-белый	1250
Ярко-красный	900		

Нельзя гнуть трубы при температуре ниже 950 °С, так как металл недостаточно пластичен. Однако перегревать трубы также недопустимо, так как при сильном нагреве их, когда цвет металла почти белый, стенки труб становятся слишком мягкими и легко деформируются. Если труба окажется перегретой, то перед гнутьем надо дать ей остыть на воздухе до температуры 950—1000 °С и только после этого приступать к гнутью. При нагреве труб следует особо следить за тем, чтобы не допускать чрезмерного перегрева труб, при котором может произойти пережог металла. Появление пережога характеризуется искрением поверхности металла. Пережженные трубы для гнутья непригодны.

Независимо от того, что труба перед гнутьем была нагрета до требуемой температуры, во время изгибания следует все время следить за цветом поверхности трубы. Это объясняется тем, что появление желто-красного или оранжевого цвета еще не свидетельствует о том, что труба нагрета достаточно. Иногда бывает, что к моменту нагрева стенок трубы до температуры 950—1000 °С песок недостаточно прогрет. В этом случае труба остывает очень быстро и цвет ее темнеет. Такую трубу необходимо нагреть вторично.

Изгибание труб заканчивают при температуре не ниже 700 °С, поэтому, если температура понизилась раньше, чем закончена гибка (например, в случае сложного изгиба трубы в нескольких направлениях), то участок трубы, подлежащий дальнейшему изгибанию, подогревают вторично.

Гнутье нагретых труб диаметром от 45×2,5 до 89×3,5 *мм* выполняют на ручных трубогибах, а диаметром от 108×4 до 325×9 *мм* — на трубогибочных столах с применением лебедок. Во время гибки следят за тем, чтобы наружная сторона изгиба (затылок) не вытягивалась, а на внутренней стороне не образовывалось складок. Для предупреждения чрезмерного вытягивания наружной стороны изгиба, определяемого по изменению кривизны трубы в этом месте, эту часть трубы в зоне законченной гибки при диаметре до 89×3,5 *мм* охлаждают с помощью тряпки, обильно смоченной водой, а при диаметре 108×4 *мм* и более — поливом воды.

При гнутье труб допускается волнистость (гофры) на поверхности отвода с внутренней стороны его. Высота гофров труб наружным диаметром до 57 *мм* не должна превышать 3 *мм*; труб диаметром от 57 до 133 *мм* — 4 *мм*; диаметром от 133 до 194 *мм* — 5 *мм*; диаметром от 194 до 219 *мм* — 6 *мм* и диаметром от 219 до 325 *мм* — 7 *мм*. Гофры, превышающие по высоте перечисленные допуски, разглаживают стальной гладилкой или ударами молотка с полукруглым бойком. Таким же образом, но с помощью обыкновенного молотка или кувалды устраняют появляющиеся во время гнутья выпучины и овальности. Все дефекты следует устранять сразу же после обнаружения их, приостанавливая на это время гнутье. Недостатки устраняют при температуре трубы не ниже 700 °С.

Правильность заданного угла изгиба трубы проверяют с помощью шаблона. При этом учитывают то, что при охлаждении труба несколько разгибается, поэтому угол изгиба трубы принимают на 3° более необходимого. Проверяют также овальность трубы в месте изгиба, которая не должна превышать 8—10% от наружного диаметра. При обнаружении овальности выше допустимой трубу подгибают на 3—5° и вновь разгибают, что позволяет уменьшить овальность.

По окончании гнутья, охлаждения и опорожнения от песка трубу необходимо тщательно простучать молотками или кувалдами, особенно в зоне нагрева, для освобождения приставших к стенкам частиц песка. Затем трубу прочищают стальными ершами и осматривают с внутренней стороны, освещая в случае необходимости искусственным светом.

Проверяют правильность углов изгиба готовых отводов. Отклонение осевых линий на концах отводов при наложении их на плаз для труб условным диаметром до 200 *мм* не должно превышать 2 *мм*, а для труб диаметром свыше 200 *мм* — 3 *мм*.

Сварные отводы (рис. 41, *а*), изготовленные из сегментов труб с любым радиусом и углом поворота, широко применяют для водяных, рассольных и аммиачных трубопроводов диаметром 108×4 *мм* и более.

Для резки на сегменты трубы размечают по шаблонам из кровельного железа или картона, построение которых производят следующим образом (рис. 41, *б*): вычерчивают половину

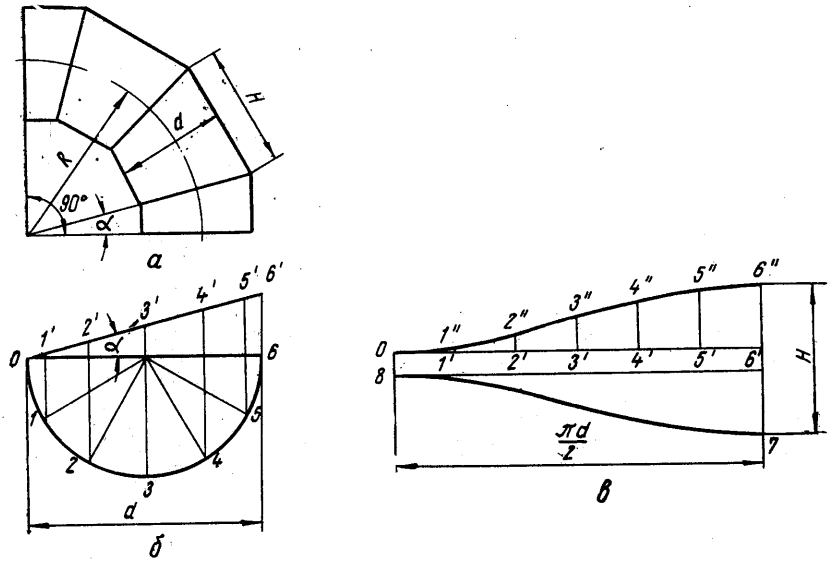


Рис. 41. Чертеж построения шаблона для разметки труб на секторы.

окружности наружного диаметра трубы и разбивают ее на 6 равных частей. Из полученных точек *1*; *2*; *3*; *4*; *5*; *6* проводят прямые, перпендикулярные оси *0—6* до пересечения их в точках *1′*; *2′*; *3′*; *4′*; *5′*; *6′* с наклонной линией *0—6′*, проведенной к диаметру окружности *0—6* под углом α, равным углу скоса полусегмента. Затем развертку окружности длиной $\frac{\pi d}{2}$ $\left(\text{или } \frac{3{,}14d}{2}\right)$ делят на 6 равных частей и на линиях, перпендикулярных к ней, откладывают вертикальные отрезки, полученные пересечением наклонной линии *0—6′*. Точки *0*; *1″*; *2″*; *3″*; *4″*; *5″*; *6″* соединяют плавной кривой. Такую же кривую строят в зеркальном отображении на расстоянии *H*, равном наибольшей длине образующей сегмента (рис. 41, *в*).

Полученная фигура *0—6″—7—8* представляет собой половину шаблона для разметки сегментов для отвода. Шаблон полусегмента получают, разрезав этот шаблон пополам вдоль.

Таблица 39

Размеры деталей для отводов с $r=1{,}5\ D_у$, *мм*						Размеры шаблонов, *мм*									
$D_у$	$D_н$	S	H	H_1	вес, *кг*	L	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8	y_9
Полусекторы с углом скоса $\alpha=15°$ (рис. 42, а)															
150	159	4,5	39	81	1,02	500	39	41	45	52	60	68	75	79	81
200	219	7	51	110	2,95	688	51	53	60	69	80,5	92	101	108	110
250	273	7	64	137	4,61	858	64	67	75	87	100,5	114	126	134	137
300	325	9	77	164	8,45	1021	77	80	90	104	120,5	137	151	161	164
Полусекторы с углом скоса $\alpha=22°30'$ (рис. 42, а)															
150	159	4,5	60	126	1,6	500	60	62,5	70	80	93	106	116	123,5	126
200	219	7	79	170	4,56	688	79	83	92	107	124,5	142	157	166	170
250	273	7	99	212	7,14	858	99	103	116	134	155,5	177	195	208	212
300	325	9	119	254	13,08	1021	119	124	139	161	186,5	212	234	249	254
Сектор с углом скоса 30° (рис. 42, б)															
150	159	4,5	78	162	2,06	500	78	81	90	104	120	136	150	159	162
200	219	7	102	220	5,89	688	102	106	119	138	160	184	203	216	220
250	273	7	128	274	9,16	858	128	134	149	173	201	229	253	268	274
300	325	9	154	328	16,9	1021	154	161	180	208	241	274	302	321	328

Угол α выбирают таким образом, чтобы получить требуемый радиус отвода и угол поворота его.

Сварные отводы из труб наружным диаметром 159 *мм* и более изготовляют также по нормалям машиностроения для следующих углов поворота при радиусе, равном 1,5 наружного диаметра трубы: 30° (по нормали машиностроения МН 2877-62), 45° (по МН 2878-62), 60° (по МН 2879-62) и 90° (по МН 2880-62). Эти отводы собирают из нормализованных деталей—полусекторов и секторов (табл. 42, *а, б*; табл. 39). Разметку нормализованных деталей производят по шаблонам (рис. 42, *ж*; *з*), которые строят в соответствии с данными табл. 39.

На сегменты трубы режут на приводных ножовочных станках с последующим скосом кромок или автогеном с одновременной обработкой кромок под сварку. Сегменты хорошего качества при высокой производительности труда получают при резке труб на токарном станке с приспособлением конструкции Бажанова (см. рис. 23).

При сборке сварных отводов отклонения торцов стыкуемых сегментов от параллельности должно быть не более 1 *мм* при наружном диаметре труб до 219 *мм* и 1,5 *мм* для труб большего диаметра. В готовых отводах правильность угла отвода проверяют по угольнику, причем один из торцов отвода должен касаться кромки угольника двумя точками окружности. Допускается касание второго торца одной точкой при условии, что зазор между второй точкой и кромкой угольника составляет не более 1,5 *мм* для труб с наружным диаметром до 219 *мм* и не более 2 *мм* для труб большего диаметра.

Тройники сварные проходные (рис. 43) и переходные *1* (рис. 44) изготовляют в соответствии с нормалями машиностроения МН 2886-62 и МН 2887-62 из труб с усиленной стенкой, что вызывается ослаблением прочности трубы отверстием для бокового штуцера. Однако для аммиачных, рассольных и водяных трубопроводов, работающих при умеренных давлениях, тройники можно изготовлять из труб с нормальной толщиной стенки, выдерживая при этом нормализованные габариты деталей. Штуцеры *2* размечают по шаблонам, которые строят по данным табл. 40.

Седла штуцера вырезают автогеном со скосом кромок. Отверстия в трубах диаметром до 50 *мм* сверлят спиральными сверлами или специальными фрезами и шарошками, а также вырезают автогеном с помощью циркуля специальной конструкции. После вырезки автогеном кромки отверстия обрабатывают специальным приспособлением или круглым драчевым напильником. С помощью циркуля вырезают отверстия диаметром до 100—150 *мм*; отверстия большего диаметра вырезают обычно без применения циркуля с предварительной разметкой

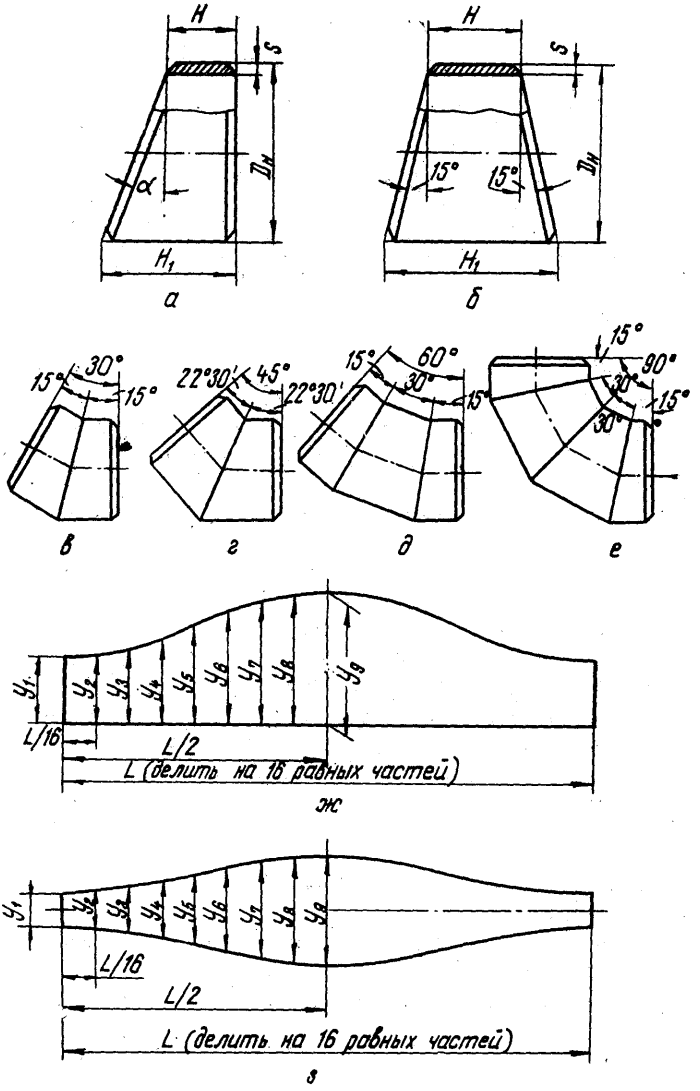


Рис. 42. Сварные отводы и шаблоны для разметки деталей: *а* — полусектор, *б* — сектор, *в* — отвод с углом поворота 30°, *г* — отвод с углом поворота 45°, *д* — отвод с углом поворота 60°, *е* — отвод с углом поворота 90°, *ж* — шаблон для разметки полусекторов, *з* — шаблон для разметки секторов.

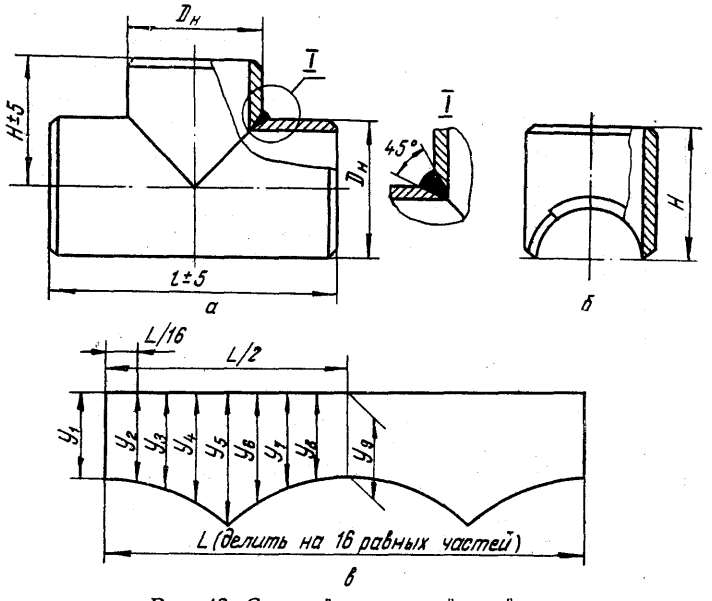


Рис. 43. Сварной проходной тройник:
а — общий вид, *б* — штуцер, *в* — шаблон для построения штуцеров проходного тройника.

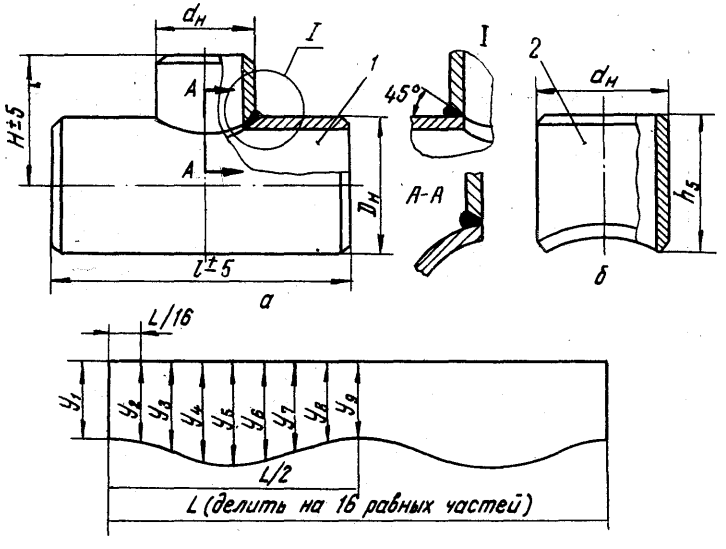


Рис. 44. Сварной переходной тройник:
а — общий вид, *б* — штуцер, *в* — шаблон для построения штуцеров переходного тройника.

Таблица 40

Условный проход $Д_у \times d_у$, *мм*	Диаметр, *мм*		Габаритные размеры тройника, *мм*		Размеры шаблона для разметки штуцера, *мм*					
	трубы	штуцеры	l	H	L	$h_1=h_9$	$h_2=h_8$	$h_3=h_7$	$h_4=h_6$	h_5
Проходные тройники (рис. 43)										
50×50	57×3,5	57×3,5	260	130	179	102	104	110	119	130
70×70	76×3,5	76×3,5	280	155	239	117	120	128	140	155
80×80	89×3,5	89×3,5	350	160	280	116	119	129	143	160
100×100	108×4	108×4	370	185	339	131	135	147	164	185
125×125	133×4	133×4	400	205	418	139	144	159	180	205
150×150	159×4,5	159×4,5	450	220	499	141	147	164	190	220
200×200	219×7	219×7	500	255	688	146	154	178	213	255
250×250	273×7	273×7	600	305	858	169	179	208	253	305
300×300	325×9	325×9	700	330	1021	168	180	215	268	330
Переходные тройники (рис. 44)										
40×32	45×2,5	38×2	250	125	119	100	101	103,5	106,5	108
50×32	57×3,5	38×2	260	130	119	100	101	103	105	106
50×40	57×3,5	45×2,5	260	130	141	100	101	104	107	108,5
70×40	76×3,5	45×2,5	280	155	141	100	101	103	105	106
70×50	76×3,5	57×3,5	280	155	179	100	101,5	104,5	108	110
80×50	89×3,5	57×3,5	300	160	179	100	101	103,5	107	108
80×70	89×3,5	76×3,5	350	160	239	114,5	116,5	122	128	131
100×80	108×4	89×3,5	370	170	280	114,5	117	123	130	133,5
125×80	133×4	89×3,5	400	180	280	114,5	116,5	121	126,5	128,5
125×100	133×4	108×4	400	200	339	130	134	140	149	153
150×125	159×4,5	133×4	450	220	418	138,5	142	151,5	163	168
200×150	219×7	159×4,5	500	250	499	140,5	144,5	154	165	170
250×125	273×7	133×4	600	280	418	138,5	140,5	146	151,5	155
250×150	273×7	159×4,5	600	280	499	140,5	143,5	151	159,5	163,5
250×200	273×7	219×7	600	280	688	145,5	151,5	167	184	192
300×150	325×9	159×4,5	700	310	499	140,5	143	149,5	156	159
300×200	325×9	219×7	700	330	688	145,5	150,5	163	176	181,5
300×250	325×9	273×7	700	330	858	168,5	176	196	219	230

отверстия, выполняемой при помощи разметочного циркуля (рис. 45).

Тройники собирают на электроприхватках, выверяя штуцеры специальным контрольным угольником (см. рис. 48, *а*) и затем сваривая их.

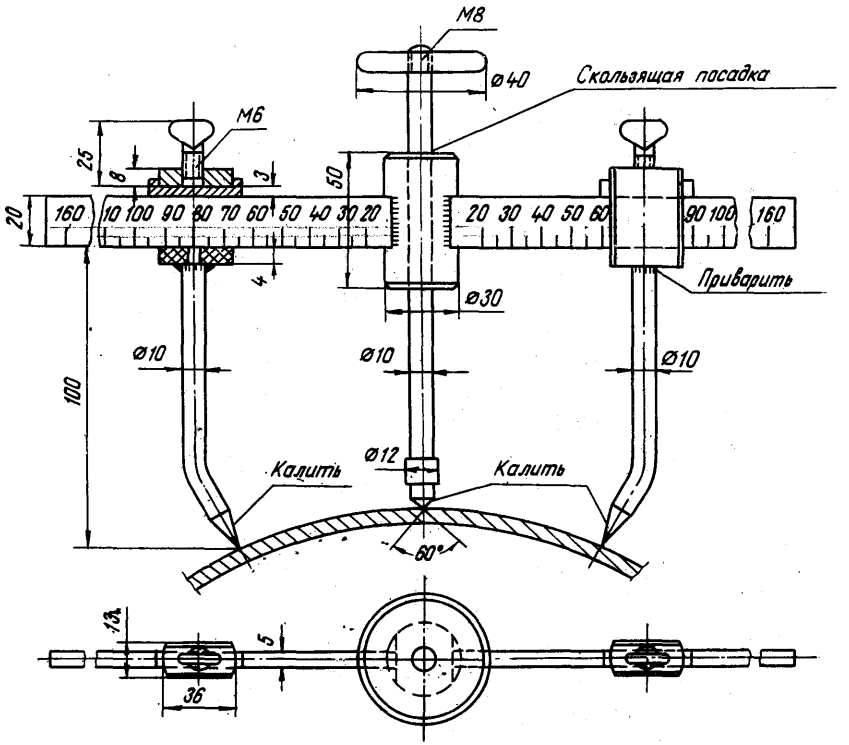


Рис. 45. Циркуль для разметки отверстий в трубах.

В готовых тройниках торцы трубы и штуцера должны быть перпендикулярны соответствующим осям. Отклонения, определяемые с помощью угольника, допускаются в пределах 1,5 *мм* для труб или штуцеров наружным диаметром до 219 *мм* и 2 *мм* для труб большего диаметра.

Переходы для соединения труб наружным диаметром до 76×57 *мм* изготовляют обсадкой нагретого до 850—900 °С конца трубы большего диаметра. Обсадку выполняют ударами молотка с закругленным бойком по концу трубы, надетой на цилиндрическую оправку, имеющую диаметр, равный внутреннему диаметру присоединяемой трубы. Коническая часть перехода должна быть плавной, а длина ее равняться диаметру обсаживаемой трубы.

Для соединения труб большего диаметра изготовляют сварные лепестковые переходы по нормали машиностроения МН 2885-62 (рис. 46, *а*), шаблоны для разметки которых (рис. 46, *б*) строят по данным табл. 41.

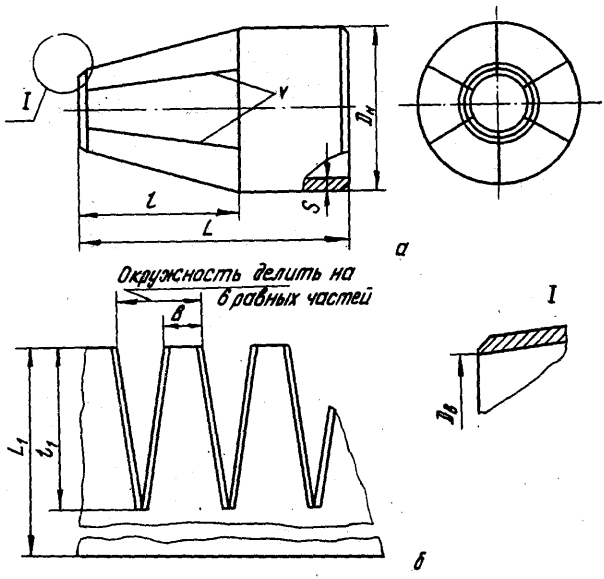


Рис. 46. Сварной лепестковый переход:
а — общий вид, *б* — шаблон для разметки.

Изготовление фланцев

Стальные плоские приварные фланцы изготовляют из листовой стали марок Ст. 3, Ст. 4, МСт. 3 и МСт. 4. Заготовки для фланцев вырезают из листовой стали автогенным резаком с помощью циркуля (см. рис. 24, *г*), ножку которого устанавливают в размеченные заранее и накерненные на поверхности листа центры фланцев. Заготовки для фланцев условным диаметром до 40 *мм* вырезают автогенным резаком только по наружному диаметру с припуском 5 *мм* на обработку. У заготовок для фланцев диаметром более 40 *мм* одновременно вырезают и внутреннее отверстие. Диаметр его принимают на 8—10 *мм* меньше наружного диаметра трубы, оставляя припуск на обработку. Диски, вырезанные из центра фланцев условным диаметром 100 *мм* и более, используют для изготовления фланцев меньшего диаметра.

Фланцы обрабатывают на токарном станке, а болтовые отверстия сверлят на сверлильном станке, применяя специальный кондуктор (рис. 47), обеспечивающий точность сверловки

Таблица 41

Размер присоединяемых труб $D_н \times S$, *мм*	Условный проход $D_у \times d_у$, *мм*	Размеры, *мм*					Размеры заготовки, *мм*			Вес, *кг*
		$D_н$	S	$D_в$	L	l	L_1	l_1	B	
108×4—57×3,5	100×50	108	4	50	100	70	104	74	27	0,853
108×4—76×3,5	100×70	108	4	69	100	70	102	72	37	0,919
108×4—89×3,5	100×80	108	4	81	100	70	101	71	44	1,370
133×4—76×3,5	125×70	133	4	69	125	85	130	90	37	1,36
133×4—89×3,5	125×80	133	4	81	125	85	128	88	44	1,41
133×4—108×4	125×100	133	4	99	125	85	126	86	53	1,48
159×4,5—89×3,5	150×80	159	4,5	81	140	100	146	106	44	1,52
159×4,5—108×4	150×100	159	4,5	99	140	100	143	103	53	2,12
159—4,5—133×4	150×125	159	4,5	124	140	100	141	101	66	2,26
219×7—108×4	200×100	219	7	99	180	130	190	140	53,5	5,4
219×7—133×4	200×125	219	7	124	180	130	186	136	67	5,86
219×7—159×4,5	200×150	219	7	149	180	130	183	133	79,5	5,96
273×7—133×4	250×125	273	7	124	190	140	205	155	67	7,09
273×7—159×4,5	250×150	273	7	149	190	140	200	150	80	7,4
273×7—219×7	250×200	273	7	204	190	140	193	143	109	8,06
325×9—159×4,5	300×150	325	9	149	225	165	243	183	80,5	12,9
325×9—219×7	300×200	325	9	204	225	165	233	173	109	13,9
325×9—273×7	300×250	325	9	257	225	165	227	167	136,5	14,8

без предварительной разметки. Кондуктор представляет собой плиту *1*, к которой приварен опорный диск *2* с направляющим кольцом *3*. На направляющее кольцо *3* уложен поворотный диск *4*. К нему снизу прикреплена винтами опорная втулка *5*, а сверху приварены сухари *6*, установленные для того, чтобы сверло при выходе из тела фланца не задевало опорный диск *4*.

Кондуктор закрепляют на столе станка с таким расче-

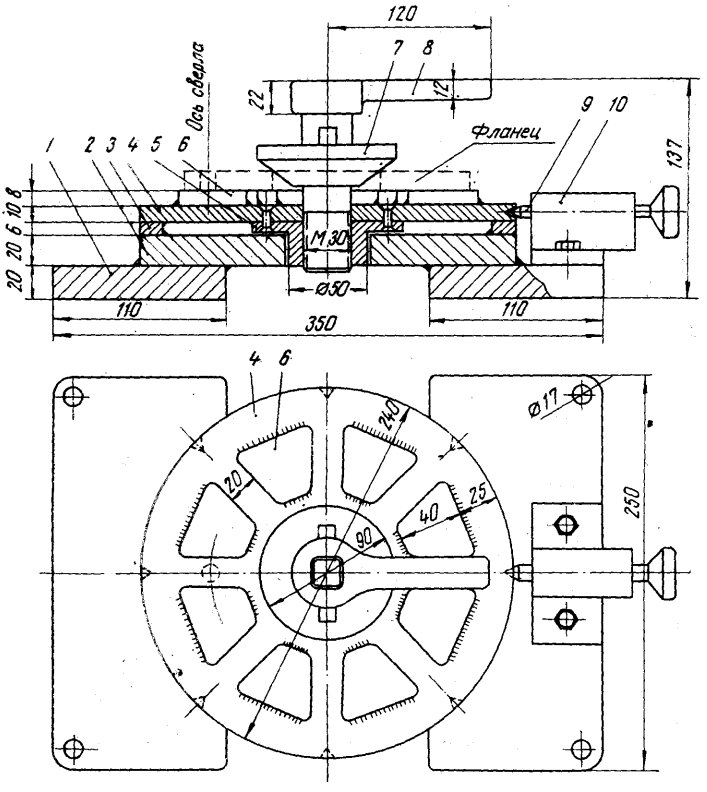


Рис. 47. Кондуктор для сверления болтовых отверстий во фланцах без предварительной разметки.

том, чтобы ось сверла находилась от оси кондуктора на расстоянии, равном половине начального диаметра болтовых отверстий фланца, и располагалась в промежутке между сухарями *6*. Затем фланец укладывают на сухари и зажимают его, ввертывая сверху центрирующий конус *7*. Для удобства в работе на шток конуса надевают рукоятку *8*. Отверстия во фланце сверлят последовательно, поворачивая каждый раз фланец на требуемый угол. Поворотный диск *4* фиксируется с помощью

пальца-фиксатора *9*, установленного в оправке *10*, внутри которой имеется пружина, постоянно прижимающая палец к диску *4*. На боковой поверхности диска *4* сделаны конусообразные отверстия, в которые входит палец.

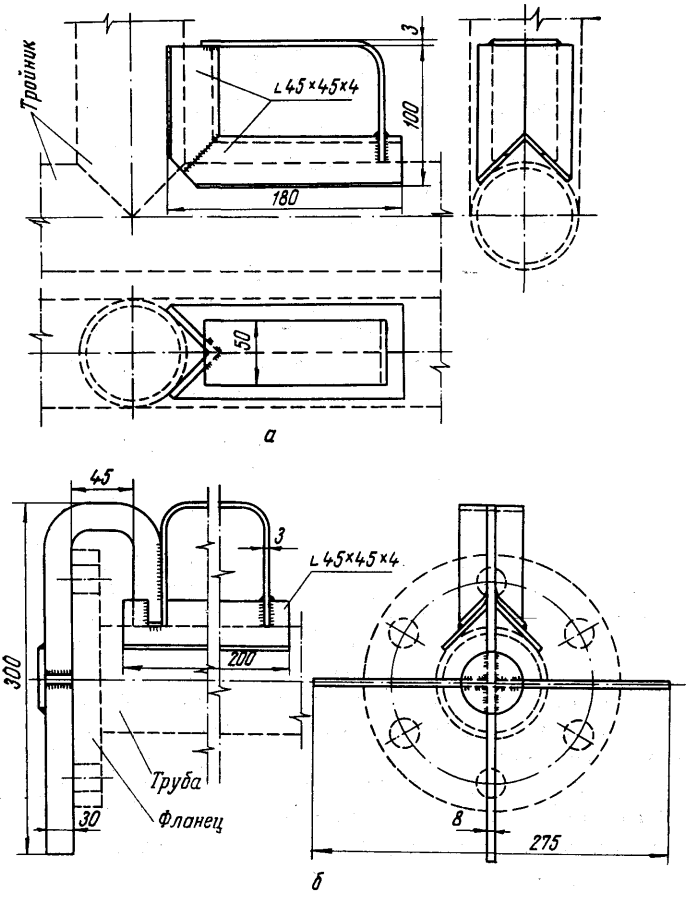


Рис. 48. Приспособления для сборки деталей трубопроводов:
а — угольник для установки и выверки штуцеров тройников, *б* — контрольное приспособление для напасовки фланцев на трубы.

После обработки и сверления к фланцам, предназначенным для комплектования арматуры или для отправки на монтажную площадку, должны быть приварены патрубки, длина которых в зависимости от диаметра фланцев приведена в табл. 17 и 20. Фланцы напасовывают на патрубки с помощью контрольного приспособления (рис. 48, *б*). Напасованный и выверенный фланец прихватывают электросваркой к трубе в 2—4 точках и

после этого приваривают. Патрубки к фланцам лучше всего приваривать на специальных вращателях, конструкция которых описана ниже.

Ревизия и испытание трубопроводной арматуры

Запорную и регулирующую трубопроводную арматуру — задвижки и вентили — перед отправкой на монтаж подвергают ревизии и испытанию. Ревизия заключается в разборке арматуры, промывке очищенным керосином, протирке насухо хлопчатобумажными концами, осмотре деталей и последующей сборке арматуры с набивкой сальников и сменой негодных прокладок. Особо тщательно проверяют состояние уплотнительных поверхностей и плотность прилегания их друг к другу. Для проверки плотности прилегания клапанов вентилей (не имеющих баббитовой заливки) к седлам, а также колец-задвижек на обеих уплотнительных поверхностях проводят мягким карандашом или мелом риски в радиальном направлении с расстоянием между ними 5—10 *мм*. Затем клапан два-три раза поворачивают в седле на 1/4 оборота, а задвижку также два-три раза закрывают и открывают. Если поверхности хорошо притерты, то следов рисок на них не остается. Оставшиеся следы свидетельствуют о том, что уплотнительные поверхности следует притереть.

Разборку и ревизию арматуры выполняют на специально оборудованных столах или верстаках, на которых должны быть установлены тиски, зажимные устройства для поддержания арматуры при разборке ее в вертикальном положении, а также рамки и карманы для раскладывания узлов и деталей. Рядом со столом должна находиться ванна для промывки деталей, снабженная плотной крышкой, откидывающейся на петлях и местным вентиляционным отсосом. Для того чтобы отмываемая грязь не попадала опять на детали, на дне ванны устанавливают ложное перфорированное днище.

Обнаруживаемые при ревизии неисправности устраняют, а арматуру с дефектами, не поддающимися устранению, бракуют. Наиболее распространенными дефектами являются: трещины и раковины в литых деталях; забоины; царапины и риски на уплотнительных поверхностях; раковины, глубокие риски и отслоения в баббитовой заливке аммиачных вентилей.

Наиболее трудоемкой операцией является устранение дефектов уплотнительных поверхностей. Эти дефекты при глубине до 0,05 *мм* устраняют притиркой, до 0,5 *мм* — шлифовкой на абразивном круге. Более глубокие дефекты устраняют проточкой на токарном станке. После шлифовки или проточки уплотнительные поверхности обязательно притирают.

При большом объеме работ клапаны и седла вентилей, а

также плашки и кольца задвижек притирают на специальных станках. При небольшом объеме работ притирку выполняют с помощью приспособлений на сверлильных станках или с помощью электродрели, укрепленной в вертикальном положении на подвижных направляющих. Приспособления, применяемые для притирки, показаны на рис. 49.

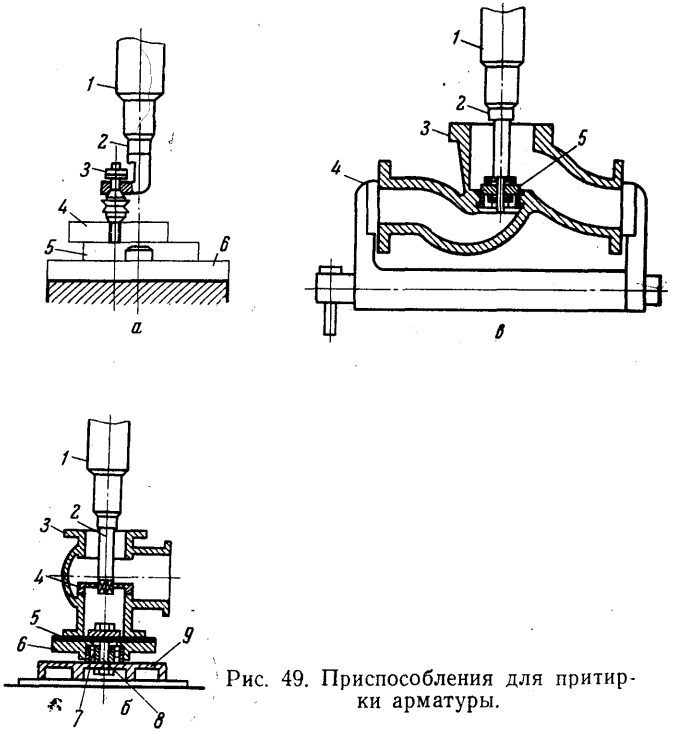


Рис. 49. Приспособления для притирки арматуры.

Плашку задвижки *5* (рис. 49, *а*) закрепляют на столе сверлильного станка *6* уплотнительными кольцами вверх. В шпиндель *1* сверлильного станка устанавливают оправку *2*, на изогнутом конце которой расположен палец *3*. На пальце закреплен притир *4*, представляющий собой чугунный диск с тщательно обработанной и проверенной по поверочной плите нижней плоскостью. Вследствие того что ось притира сдвинута по отношению к оси станка и плашки, притир во время работы совершает двойное вращательное движение: вокруг оси станка и своей оси (так называемое планетарное движение), благодаря которому процесс притирки значительно ускоряется при одновременном улучшении качества ее.

Уплотнительные кольца, расположенные в корпусе задвижек, притирают с помощью притира *4*, закрепленного на оправ-

ке *2*, установленной в шпинделе *1* сверлильного станка (рис. 49, *б*).

Для обеспечения хорошего качества притирки корпус задвижки *3* не следует закреплять непосредственно на столе сверлильного станка. Для установки задвижек используют специальный установочный диск *6*. Между этим диском и фланцем корпуса укладывают прокладку *5* из эластичной резины. В отверстии установочного диска находится шарикоподшипник *7*, через внутреннюю обойму его проходит ось *8* диска, с помощью которой он закрепляется на столе станка *9*. При таком способе установки корпуса задвижки можно обеспечить независимую ориентировку уплотнительных колец под давлением притира. Корпус задвижки следует отцентровать по шпинделю станка, а притир во время вращения не должен задевать внутренние стенки корпуса. Диаметр притира принимают на 10—20 *мм* больше диаметра уплотнительных колец.

Для притирки седел вентилей используют приспособление (рис. 49, *в*) аналогичное применяемому для притирки колец корпуса задвижки. Корпус вентиля *3* закрепляют в тисках *4*, установленных на столе сверлильного станка. Притир *5*, имеющий диаметр и форму, соответствующие седлу, крепят на специальной оправке *2*, на которой он сидит с люфтом, благодаря чему при вращении притир все время прижат к седлу. Оправку вставляют в шпиндель *1* сверлильного станка. Перед притиркой корпус необходимо точно отцентровать по шпинделю станка.

Притираемые поверхности при обработке покрывают равномерным тонким слоем смазки, которую приготовляют разведением микропорошков в керосине (для притирки чугунных поверхностей) или в машинном масле (для стальных поверхностей). Для грубой притирки применяют микропорошки марки М20 и М28, для средней — марки М10 и М14, а для окончательной доводки — марки М7. Хорошие результаты при окончательной доводке дает также применение пасты ГОИ, разведенной керосином или бензином.

Для получения хорошей притирки большое значение имеет создание правильного давления на обрабатываемую поверхность. Обычно во время притирки давление на 1 $см^2$ обрабатываемой поверхности не должно превышать 0,5 *кг*. В связи с тем что невозможно определить давление при ручном нажиме на рукоятку подачи шпинделя сверлильного станка, рекомендуется навешивать на рукоятку груз, величину которого выбирают в зависимости от размеров притираемой поверхности.

Задвижки и фланцевые вентили обычно поставляют с непросверленными фланцами. В этом случае их сверлят с предварительной разметкой по шаблонам. Более производительным является безразметочное сверление фланцев арматуры по кондук-

тору, закрепляемому на фланце или с помощью приспособления, аналогичного применяемому для сверления фланцев (см. рис. 47).

После ревизии, притирки и сверления болтовых отверстий во фланцах арматуру собирают, устанавливают новые прокладки вместо поврежденных и набивают сальники. На аммиачных вентилях устанавливают прокладки из паронита марки УВ-10 толщиной не более 2,5 *мм*, смазанного веретенным мас-

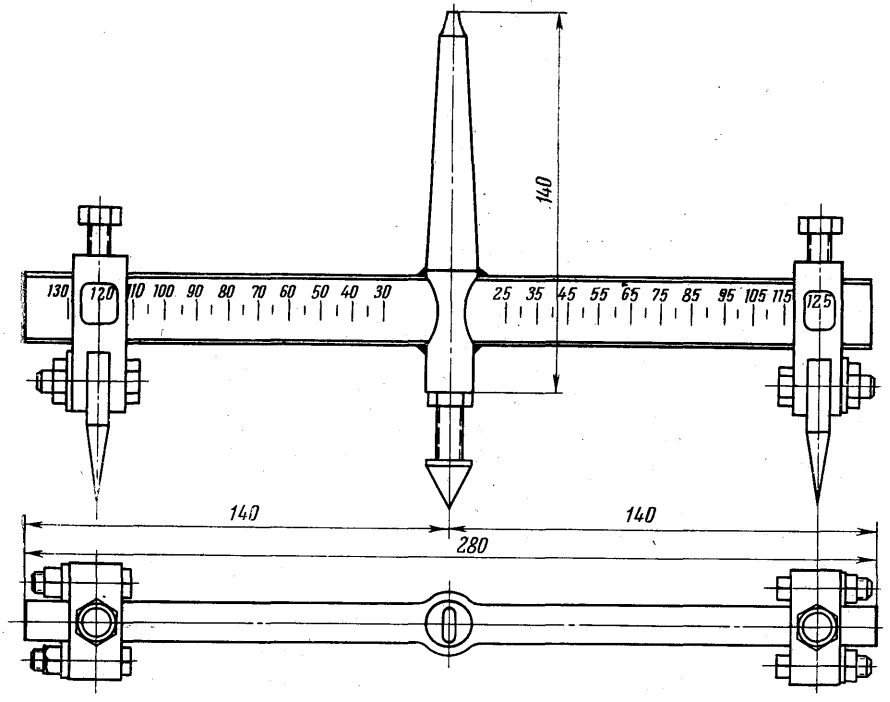


Рис. 50. Приспособление для вырезки прокладок.

лом № 2, смешанным с графитовым порошком, а на задвижках и вентилях, предназначенных для установки на рассольных и водяных трубопроводах, — прокладки из листовой резины толщиной 3—4 *мм*.

Прокладки вырезают на сверлильном станке с помощью приспособления (рис. 50), представляющего собой линейку, на которой установлены передвижные ножи. Линейка закреплена в оправке, имеющей снизу центрирующее острие. Верхний конец оправки, которым она вставляется в патрон сверлильного станка, выполнен в виде конуса Морзе № 3. Ножи устанавливают так, чтобы за один проход было сделано сразу две кольцевые прорези и получилась готовая прокладка. Для фиксиро-

вания вырезаемого материала на столе сверлильного станка закрепляют деревянный щит, в который снизу забито два-три гвоздя, выступающих на 4—5 *мм* над лицевой стороной и расположенных по окружности диаметром 30 *мм*. Кусок листа прокладочного материала укладывают на щит так, чтобы гвозди, проткнувшие его, располагались равномерно вокруг оси сверлильного станка. Обычно из одной заготовки изготовляют несколько прокладок различных диаметров. Сначала вырезают наибольшую прокладку, а затем последовательно меньшие по размеру.

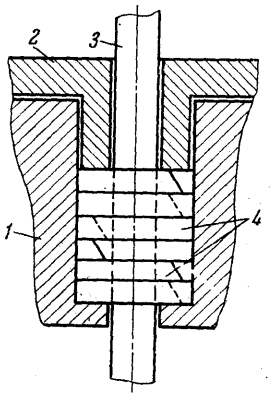


Рис. 51. Схема укладки набивки в сальниковую камеру арматуры.

Для уплотнения сальников задвижек и вентилей, предназначенных для установки на холодильных трубопроводах, применяют хлопчатобумажные или асбестовые шнуры, сухие или пропитанные веретенным маслом № 2. Шнур квадратного сечения *4* (рис. 51) толщиной от 1,4 до 2 диаметров шпинделя *3* разрезают на отдельные куски, концы которых срезают под углом 45°, чтобы при укладке их в сальниковую камеру *1* косые срезы перекрывали друг друга. Кольца укладывают так, чтобы стыки соседних колец были смещены на 90 или 180°. После укладки каждых двух-трех колец их поджимают сальниковой втулкой *2*.

Собранную арматуру подвергают гидравлическому испытанию, величина которого в полтора раза превышает условное давление, на которое арматура рассчитана. Для испытания небольших количеств арматуры применяют простейшее приспособление, изображенное на рис. 52, *а*. Приспособление состоит из опорной рамы *5*, к которой приварена скоба *2*. Во втулке скобы перемещается нажимной винт *1*, в нижней части которого шарнирно установлен подвижной упорный диск *3*.

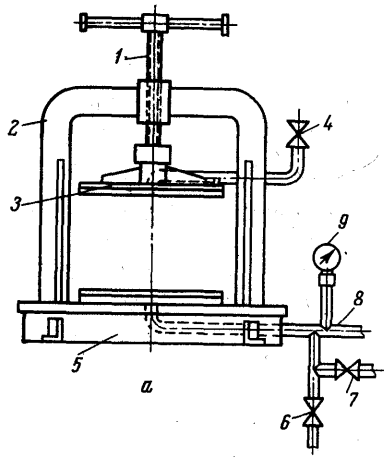
Испытываемую арматуру устанавливают одним из фланцев на нижний опорный диск и, завинчивая винт *1*, зажимают второй фланец сверху подвижным диском. На уплотнительных поверхностях обоих дисков установлены резиновые прокладки, обеспечивающие герметичность сопряжений фланцев арматуры с дисками.

Арматуру испытывают с помощью ручного гидравлического пресса, присоединяемого к штуцеру *8*. При испытании крупной арматуры целесообразно предварительно заполнять ее водопроводной водой, подаваемой через вентиль *7*. При заполнении водой воздух из корпуса арматуры выпускают через вентиль *4*.

Давление, создаваемое гидравлическим прессом, контролиру-

ют по манометру *9*. По окончании испытаний воду спускают обратно в бачок пресса через вентиль *6*.

При необходимости испытания больших количеств арматуры следует проводить групповые испытания на специальных



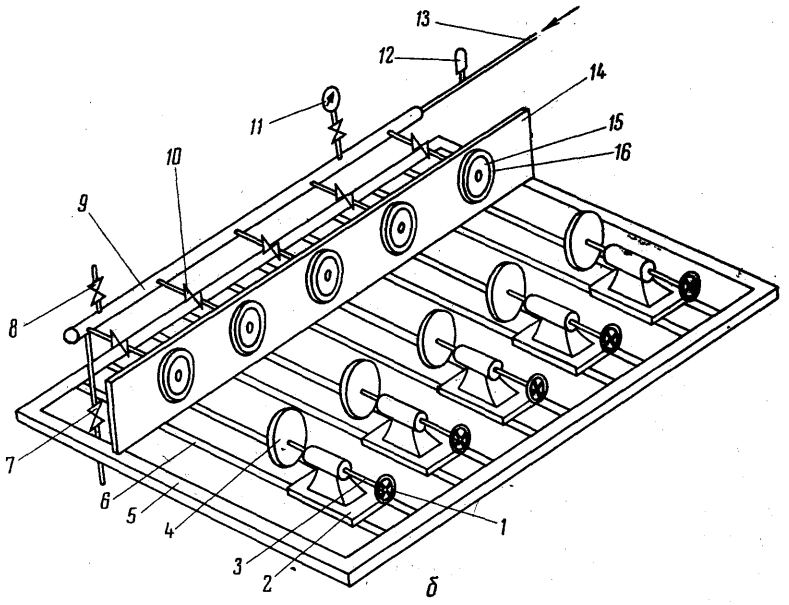


Рис. 52. Приспособления для испытания арматуры:

а — простейшее приспособление для испытания небольших количеств арматуры, *б* — стенд для группового испытания арматуры.

стендах. Схема одного из таких стендов — системы И. Е. Козырева — приведена на рис. 52, *б*. Стенд состоит из рамы *5*, к которой приварены направляющие *6* и упорная доска *14*. В

упорной доске просверлены отверстия; к ним с одной стороны присоединен через вентили *10* коллектор *9*, а с другой приварены кольцевые упоры *16*. В выточках упоров уложены резиновые прокладки *15*. Вторые глухие упорные диски *4* шарнирно закреплены на ходовых винтах *3*, установленных в передвижных корпусах *2*.

Для проведения испытаний корпусы *2* передвигают на требуемое расстояние от упорной доски и закрепляют болтами на направляющих *6*. Затем арматуру устанавливают между кольцевым и глухим упорными дисками и зажимают поворотом штурвала *1*.

Давление в коллекторе *9* создают с помощью приводного гидравлического насоса, присоединяемого к нагнетательному трубопроводу *13*.

После установки арматуры открывают соответствующий вентиль *10* на коллекторе, вследствие чего вода под давлением поступает внутрь арматуры.

Удобство применения стенда заключается не только в том, что на нем одновременно испытывают несколько штук арматуры, но в первую очередь в том, что процесс испытания становится непрерывным, так как благодаря наличию вентилей *10* арматуру можно устанавливать и снимать не прекращая группового испытания.

Для обеспечения такого режима работы на нагнетательной линии пресса установлен предохранительный клапан *12*.

Давление в коллекторе контролируют по манометру *11*; для выпуска воздуха служит вентиль *8*, а для слива воды — вентиль *7*.

При испытании вентилей давление подают под клапан в соответствии со стрелкой на корпусе. После осмотра корпуса и фланцевого соединения крышки проверяют, устойчиво ли поддерживается давление. Затем открывают клапан и осматривают вторую половину корпуса и сальник. Задвижки испытывают два раза отдельно с каждой стороны. После испытания второй стороны дважды поднимают и опускают затвор и осматривают сальник.

Испытанные вентили и задвижки продувают сжатым воздухом для удаления влаги и комплектуют фланцами с приваренными патрубками. Целесообразно испытывать арматуру после комплектования ее фланцами с патрубками, так как при этом одновременно проверяют качество приварки патрубков к фланцам, а также фланцевых соединений.

Обратные аммиачные клапаны подвергают такой же ревизии, как и запорную арматуру. Обратные клапаны испытывают с помощью гидравлического пресса, нагнетательную трубу от которого подключают к выходному фланцу клапана. Во время испытания клапан должен быть установлен в такое положение,

чтобы тарелка его была строго горизонтальна. Клапан испытывают гидравлическим давлением в 38 *кгс/см²*, при котором он должен обеспечивать полную герметичность.

Приемные и обратные клапаны (рассольные и водяные) подвергают ревизии и испытанию по правилам, аналогичным установленным для аммиачных обратных клапанов. Во время испытания сетку с приемного клапана снимают, а корпус устанавливают так, чтобы у тарельчатого клапана тарелка была в горизонтальном положении, а у клапана с захлопкой — в вертикальном. Испытывают клапаны гидравлическим давлением 6 *кгс/см²*.

Предохранительные аммиачные клапаны подвергают ревизии только в том случае, если при испытании их получают неудовлетворительные результаты. Пружинные предохранительные клапаны для монтажа на всасывающей стороне холодильной установки обычно поставляют отрегулированными на начало открывания при разности давлений 12,5 *кгс/см²*, а для монтажа на нагнетательной стороне 18 *кгс/см²*. Испытание должно определить исправность клапана и правильность его регулировки. Клапан устанавливают в строго вертикальном положении на нагнетательной линии ручного гидравлического пресса, на которой между прессом и клапаном смонтирован манометр на 25 *кгс/см²*. Следя за показаниями манометра, начинают постепенно повышать давление. При давлении 10 *кгс/см²* для клапанов всасывающей стороны или 16 *кгс/см²* для клапанов нагнетательной стороны временно останавливают пресс и, закрыв вентиль, проверяют по манометру, устойчиво ли поддерживается давление. Если давление начинает падать, то это значит, что клапан не обеспечивает герметичности и должен быть подвергнут ревизии. При достижении некоторой величины давления клапан срабатывает, пропуская воду, и давление, показываемое манометром, резко падает. Если это давление соответствует приведенным выше значениям, то клапан считают исправным и ревизии не подвергают. Клапаны, не сработавшие при установленном давлении, разбирают, ревизуют и регулируют натяжение пружины. После регулировки и повторного испытания клапан должен быть опломбирован.

Сборка узлов трубопроводов

Узлы трубопроводов собирают в соответствии с рабочими чертежами их. Сборка состоит из следующих операций: подбора материалов и деталей, резки труб на заданные размеры, сборки пространственных или плоскостных узлов на электроприхватках, сварки узлов, сборки фланцевых и резьбовых соединений и установки арматуры, испытания готовых узлов.

Трубы обычно хранят в стеллажах, установленных на открытой площадке, а фасонные детали, арматуру, фланцы и другие детали — в закрытых складах. В трубозаготовительную мастерскую вносят одновременно количество труб, необходимое для работы летом в течение одного дня, а зимой — двух-трех дней, достаточных для того, чтобы трубы нагрелись до температуры помещения и высохли. Материалы и детали подбирают по размерам, указанным в чертеже узла. Одновременно проверяют соответствие их ГОСТам, техническим условиям и нормалям, приведенным в спецификациях, помещенных на чертежах узлов.

Трубы по наружным диаметрам и толщине стенок должны соответствовать ограничительному сортаменту, установленному нормалью машиностроения МН 2566-51 (см. главу I). Для узлов обвязочных трубопроводов с большим количеством плоских приварных фланцев применяют трубы с усиленной стенкой, на что должно быть указание в проекте. Проверяют прямолинейность труб, отклонение от которой допускается не более 1,5 *мм* на 1 *м* трубы. Кроме того, проверяют диаметры труб и толщину их стенок, отклонения которых не должны превышать величин, приведенных в табл. 42.

Таблица 42

Трубы	Допускаемые отклонения			
	по наружному диаметру		по толщине стенки	
	наружный диаметр труб	допускаемое отклонение	толщина стенки	допускаемое отклонение
Стальные бесшовные горячекатаные по ГОСТ 8732—58	До 50 *мм* включительно	±0,5%	Любая	+12,5% −15%
	Свыше 50 до 219 *мм*	±1%		
	Свыше 219 *мм*	±1,25%		
Стальные бесшовные холоднотянутые или холоднокатаные по ГОСТ 8734—58	До 10 *мм* включительно	±0,15%	До 1 *мм*	±0,12 *мм*
	Свыше 10 до 30 *мм*	±0,3 *мм*	Свыше 1 до 5 *мм*	±10%
	Свыше 30 до 50 *мм*	±0,4 *мм*		
	Свыше 50 *мм*	±0,8%		
Стальные электросварные по ГОСТ 10704—63	До 20 *мм* включительно	±0,3%	Любая от 0,75 до 5,5 *мм*	±10%
	Свыше 20 до 51 *мм*	±0,5%		
	Свыше 51 *мм*	±1%		
Стальные водогазопроводные (газовые) по ГОСТ 3262—55	До 40 *мм* включительно	±0,5%	Любая	−15% +12%
	Свыше 40 *мм*	±1%		

Овальность и разнотолщенность стенок труб не должны выводить их за пределы допусков по табл. 42.

Трубы размечают по линейкам или рулеткам; разметку большого количества заготовок одинаковой длины производят по шаблону из угловой или полосовой стали. Размеченные трубы диаметром до 76×3,5 *мм* режут на трубоотрезных станках или приводных труборезах, а при больших диаметрах — способом газовой резки. После резки приводными или ручными труборезами кромки трубы вдавливаются внутрь, вследствие чего проход трубы сужается, поэтому торец трубы необходимо раздать до нормального внутреннего диаметра с помощью оправки конусностью 10—20%. На торце трубы, обрезанной автогеном, остается грат, который удаляют зубилом с последующей зачисткой глубоких рисок напильником. После резки проверяют перпендикулярность торцов к оси трубы и в случае обнаружения ошибок исправляют их подгонкой торца на наждачном точиле.

Узлы трубопроводов собирают из готовых деталей и отрезков труб на столах, площадках или стеллажах, оборудованных специальными приспособлениями, облегчающими сборку и обеспечивающими точность ее. Эти приспособления представляют собой роликовые опоры и опорные тележки различной конструкции, позволяющие оперировать с трубами разного диаметра, а также выносные опоры и опорные стойки.

Наиболее простой является сборка плоскостных узлов. Их собирают на столах или стендах, оборудованных направляющими из швеллеров, на которых устанавливаются подвижные роликовые опоры или тележки. Отрихтованные швеллеры, размер которых выбирают в зависимости от диаметра труб, закрепляют на стеллаже (рис. 53, *а*) с помощью подкладок и болтов. Обычно две направляющие закрепляют у краев стеллажа под прямым углом друг к другу, а остальные устанавливают по мере надобности и в требуемых осях, размечая положение их от базовых неподвижных направляющих.

Перед сборкой узла обычно собирают отдельные, наиболее простые части его. Так, например, узел 3/1, изображенный на рис. 39, *б*, собирают в следующей последовательности: сначала собирают трубу длиной 2200 *мм* с угольниками, затем трубу длиной 820 *мм* со вторым угольником, к которому присоединяют патрубок с фланцем. Крутоизогнутый угольник с трубой или с патрубком, к которому приварен фланец, стыкуют без применения приспособлений. Затем, как это показано на рис. 53, *а*, каждую из частей укладывают на центрирующие ролики основных направляющих, а патрубок с фланцем — на ролик, опирающийся на дополнительную специально установленную передвижную опору. Как отдельные части, так и весь узел собирают на электроприхватках в 3—4 местах по окружности стыка с последующей обваркой стыков.

Роликовые центрирующие опоры (рис. 53, *б*) применяют при

сборке плоскостных узлов, все детали которых располагаются на одной оси или под углом 90° друг к другу. Если такой узел состоит из деталей разного диаметра, то для обеспечения их соосности применяют роликовые опоры различного диаметра или под роликовые опоры для поддержания труб меньшего

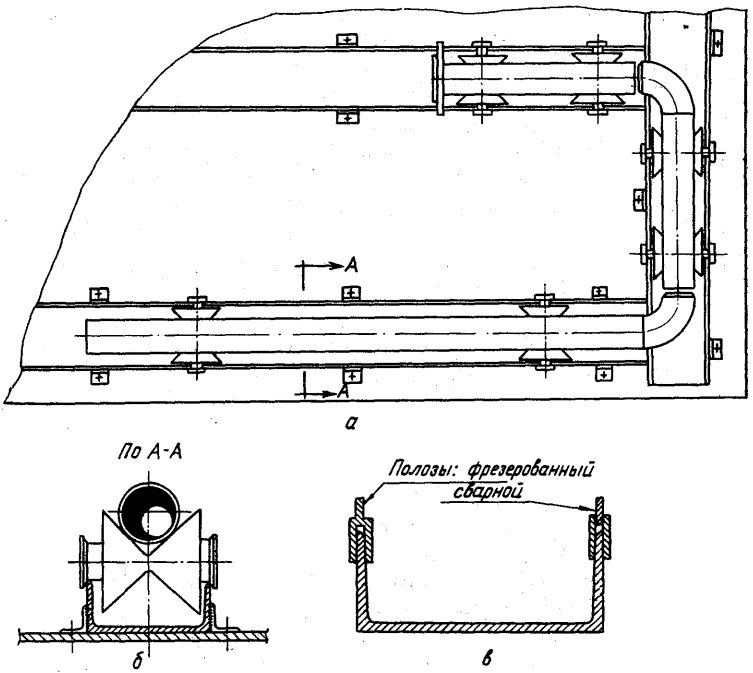


Рис. 53. Приспособления для сборки узлов трубопроводов:
а — для сборки узлов на стенде, *б* — роликовая опора, *в* — переходные направляющие для изменения высоты оси роликовой опоры.

диаметра устанавливают переходные направляющие, представляющие собой фрезерованные У-образные или сварные полозья (рис. 53, *в*).

Помимо роликовых центрирующих опор, применяют сборочные тележки, на которых можно закреплять различные приспособления, например опору для отвода (рис. 54, *а*), поворотную опору (рис. 54, *б*) для фланца и т. д. Эти приспособления устанавливают на плитах, закрепляемых на тележке сверху. Тележка с поворотной опорой позволяет собирать узлы трубопроводов, в которых элементы располагаются под различными углами.

Очень удобны комбинированные тележки (рис. 54, *в*), на которых установлены опорные ролики *1*, связанные между со-

бой ходовым винтом *2* с левой и правой резьбой, которым можно регулировать расстояние между осями роликов. Благодаря возможности изменять расстояние между опорными роликами с помощью этих тележек собирают узлы, состоящие из труб разного диаметра. Опорные ролики на комбинированных тележках устанавливают на поворотной головке *3*, что позволяет собирать узлы трубопроводов различных конфигураций, не изменяя положения направляющих на стендах.

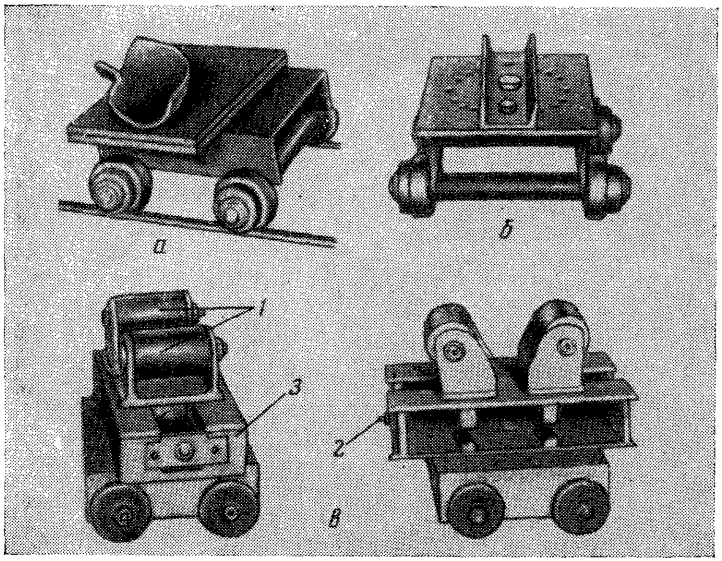


Рис. 54. Сборочные тележки:
а — с опорной плитой для отвода, *б* — с поворотной опорой, *в* — комбинированная.

При сборке узлов трубопроводов, размеры которых превышают размеры сборочных стендов, часть узла оказывается за габаритами стенда. Для фиксации этой части узла применяют выносные опоры, представляющие собой опорный ролик, установленный на раздвижной телескопической стойке. Стойку с опорной рамой размером от 500×500 до 800×800 *мм* устанавливают в нужной точке на пол помещения, и, отрегулировав положение опорного ролика по высоте, опирают на него часть узла.

Более сложной является сборка пространственных узлов трубопроводов. Их собирают в два этапа: сначала заготовляют отдельные плоскостные части, а после сварки собирают из них весь узел. В случае необходимости узлы собирают с применением дополнительных опорных приспособлений. Так, при

сборке вертикального участка с плоскостным горизонтальным применяют стойки, устанавливаемые опорной частью на направляющий швеллер стеллажа. На стойке имеются передвижные призматические опоры и зажим для трубы. Стойку устанавливают рядом с деталью плоскостной части узла, к которой следует присоединить вертикальный участок трубы. Затем вертикальную трубу ставят торцом на горизонтальный участок в месте стыка и опирают ее на обе пары призм стойки, что гарантирует перпендикулярность осей соединяемых труб, а затем прихватывают стык. Если соединяются тяжелые трубы больших диаметров, то вертикальный участок после установки закрепляют с помощью цепного зажима, имеющегося на стойке, а после этого прихватывают электросваркой.

При сборке узлов трубопроводов, включающих в себя арматуру, особое внимание следует обращать на то, чтобы она была установлена в проектном положении как по расположению штурвала, так и стрелки на корпусе, указывающей направление движения транспортируемой среды.

При сборке узлов трубопроводов, присоединяемых к фланцам оборудования, патрубки с фланцами обычно не приваривают, а устанавливают на прихватках, чтобы на месте монтажа можно было установить фланец точно по болтовым отверстиям штуцера оборудования, срубив предварительно прихватки и заварив стык по месту после установки фланца. Фланцевые соединения собирают, установив постоянные прокладки.

Одним из распространенных типов узлов трубопроводов являются различные коллекторы в сборе с арматурой. Распределительную трубу коллектора размечают по осевым линиям, которые наносят с помощью шнура, протертого мелом. Затем на осевых линиях керном наносят центры отверстий для штуцеров. В зависимости от диаметра отверстия сверлят, фрезеруют или же вырезают автогеном с помощью инструмента и приспособлений, описанных в главе II.

Арматуру, предназначенную для установки на коллекторе, подготовляют заранее и комплектуют фланцами с патрубками. Необходимо обратить внимание на то, что длина тех штуцеров арматуры, которые подлежат вварке в коллектор, должна быть не стандартной, а такой, чтобы вся арматура, установленная на одной стороне коллектора, располагалась вне зависимости от размера ее на одной общей оси, параллельной оси коллектора.

На коллекторах аммиачных регулирующих станций по одной оси устанавливают все регулирующие вентили (рис. 55). Коллекторы собирают на кондукторах, представляющих собой рамки из угловой стали с приваренными контрольными парами штырей, между которыми укладываются по одной оси коллектор, а перпендикулярно к нему арматура со штуцерами.

После сборки и сварки все узлы трубопроводов подвергают гидравлическому или пневматическому испытанию по нормам, указанным в проекте.

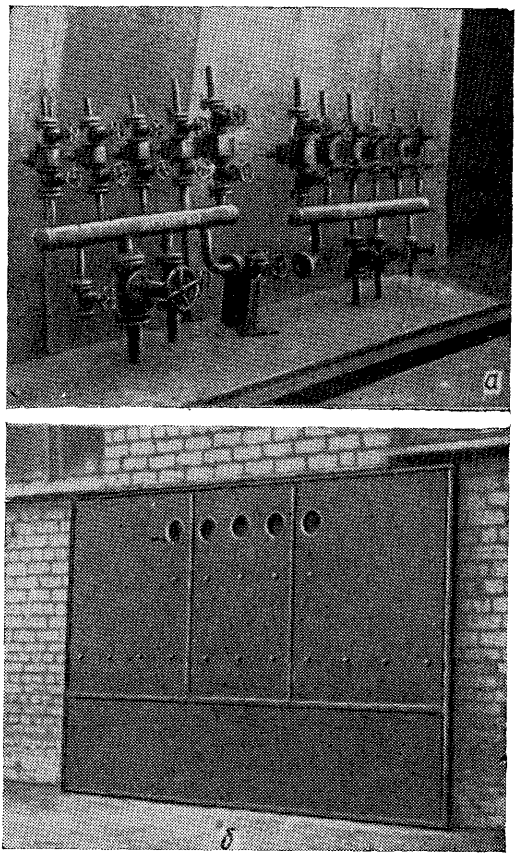


Рис. 55. Узлы регулирующей станции:
а — коллекторы, *б* — щит.

ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЕ ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОХЛАЖДАЮЩИХ БАТАРЕЙ И ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛЕЙ

В настоящее время применяют различные типы охлаждающих батарей и воздухоохладителей (рис. 56).

Аммиачные пристенные коллекторные батареи с вертикальными гладкотрубными (рис. 56, *а*) и горизонтальными оребренными (рис. 56, *б*) шлангами — теплообменные приборы простейшей конструкции. Жидкий аммиак посту-

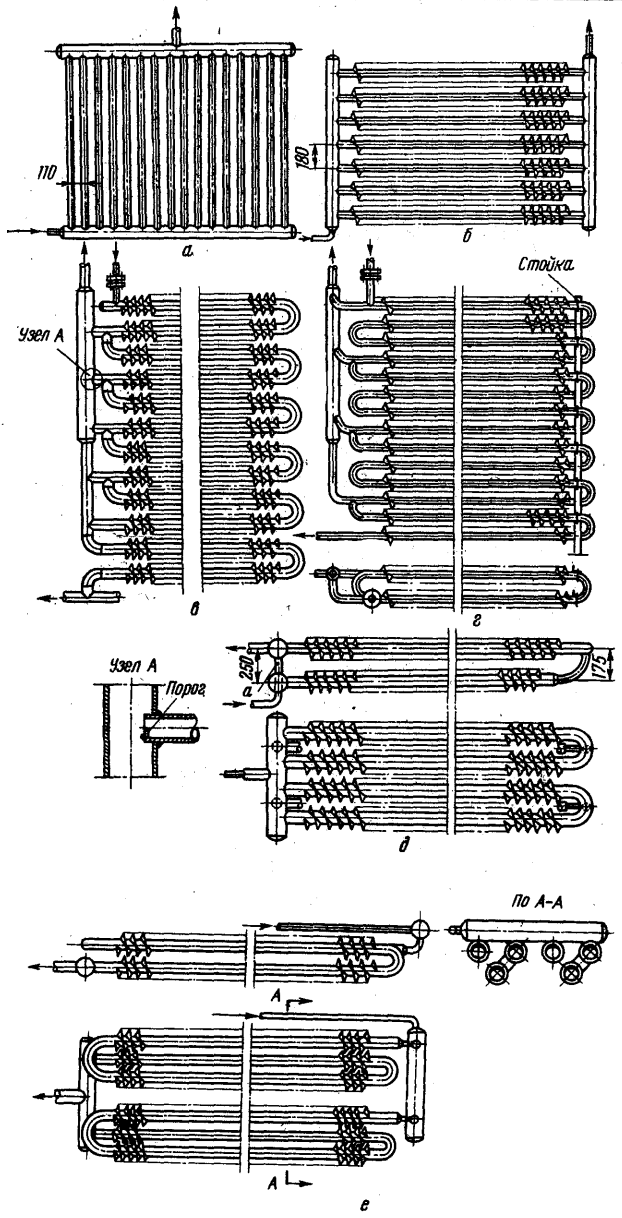


Рис. 56. Аммиачные охлаждающие батареи:

а — коллекторная вертикальнотрубная, *б* — коллекторная горизонтальнотрубная, *в* — однорядная системы «Каскад», *г* — двухрядная системы «Каскад», *д* — системы ВНИИХИ, *е* — системы Гипрохолода.

пает в них снизу и заполняет трубное пространство примерно на 80%; образующиеся пары выходят сверху.

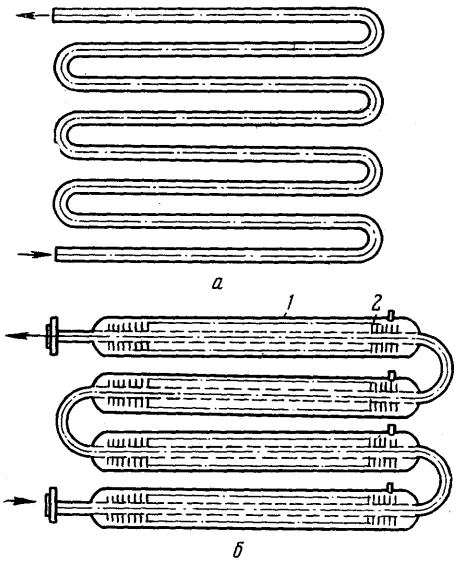
Аммиачные пристенные батареи типа «Каскад» выполняют однорядными (рис. 56, *в*) и двухрядными (рис. 56, *г*). Жидкий аммиак подается в верхнюю трубу через диафрагму малого сечения и тонкой струей стекает вниз в змеевик. Батарея заполняется жидким аммиаком примерно на 20% объема, однако вследствие интенсивного кипения капли жидкого аммиака из слоя жидкости обильно выбрасываются на внутреннюю поверхность труб и смачивают их, обеспечивая хорошие условия теплообмена. Пары аммиака, образующиеся в змеевике, удаляются через пароотводящие трубы в вертикальный коллектор. Наличие порога в пароотводящих трубах (перегородки в однорядных и загнутые вверх полуотводы в двухрядных батареях) предотвращает перетекание в коллектор жидкого аммиака. Остатки неиспарившегося жидкого аммиака стекают в нижний шланг батареи и далее по трубопроводу отводятся в циркуляционный ресивер.

Аммиачные батареи системы ВНИХИ (рис. 56, *д*) применяют как в качестве потолочных, так и в качестве пристенных. В последнем случае трехтрубные секции подвешивают к перекрытию вдоль стен. Батареи состоят из двухрядных секций, две верхние трубы которых соединены с одной стороны калачом, а с другой газовым коллектором. Жидкий аммиак поступает в третью, нижнюю трубу, расположенную с некоторым уклоном и соединенную с верхними трубами полуотводом, вваренным снизу в калач. Нижняя труба во время работы заполнена жидким аммиаком, а верхние трубы не заполнены и работают только за счет жидкости, перебрасываемой парами из нижней трубы. Жидкий аммиак, не успевший испариться в верхних трубах, вновь стекает в жидкостный коллектор по патрубкам *а*, соединяющим оба коллектора. Патрубки вварены таким образом, что с верхним коллектором они соединяются заподлицо, чтобы не препятствовать стеканию вниз жидкого аммиака, а в нижний коллектор входят косым срезом почти до нижней образующей, благодаря чему предотвращается выбрасывание паров из нижнего коллектора в верхний.

Аммиачные потолочные батареи системы Гипрохолода (рис. 56, *е*) представляют собой набор двухрядных секций, каждая из которых является змеевиком с двумя трубами в верхнем и одной в нижнем ряду. Верхний ряд труб присоединен отводами к жидкостному распределительному коллектору, расположенному над батареей, нижний ряд — к газовому коллектору, находящемуся на одном уровне с ним. Жидкий аммиак поступает в распределительный коллектор и далее в верхний ряд батарей. Благодаря тому что в верхней части патрубков батареи, введенных в коллектор, имеются треуголь-

ные вырезы, количество жидкости, поступающей в каждый шланг, зависит от уровня ее в распределительном коллекторе. Для хорошей работы батареи важно, чтобы треугольные вырезы на всех патрубках располагались точно на одном уровне, в противном случае не будет обеспечена равномерность подачи жидкого аммиака во все секции.

Как видно из рис. 56, *д* и 56, *е*, аммиачные потолочные батареи системы ВНИХИ и Гипрохолода, так же как и двухрядные пристенные батареи системы «Каскад» имеют шахматное расположение труб, что облегчает циркуляцию воздуха и значительно улучшает условия теплообмена.



а

б

Рис. 57. Рассольные охлаждающие батареи:
а — змеевиковая, *б* — аккумуляторная.

Рассольные пристенные (рис. 57, *а*) и поточные батареи выполняют в виде змеевиков из труб, соединенных между собой приварными стальными калачами. Реже применяют литые чугунные соединительные детали, которые используют при изготовлении батарей из газовых труб со свободными фланцами на отбортовке. Потолочные батареи выполняют в виде пучков, состоящих из отдельных 2—4-рядных змеевиков, объединенных между собой двумя коллекторами. Холодный рассол подают в батареи снизу, отепленный удаляется сверху.

Аккумуляторные рассольные батареи (рис. 57, *б*) применяют в тех случаях, когда по условиям эксплуатации холодильной установки возможна только периодическая работа ее на камеры. Эти батареи представляют собой отдельные элементы *1*, заполненные рассолом, внутри которых пропущены оребренные трубы *2*, связанные снаружи в змеевик В змеевик подается жидкий аммиак, пары его удаляются из верхнего элемента. Холодильная установка работает на аккумуляторные батареи до тех пор, пока рассол в них не замерзнет, благодаря чему создается значительная аккумуляция холода, обеспечивающая поддержание в камере проектной температуры в течение длительного времени.

Воздухоохладители разделяют на два основных вида: аммиачные и рассольные змеевиковые, выполняемые в виде отдельных змеевиковых секций, каждая из которых подключается параллельно, и коллекторные, представляющие собой отдельные параллельно подключаемые секции или одну большую секцию, расположенную вертикально.

Змеевиковые и коллекторные секционные воздухоохладители монтируют обычно в горизонтально расположенном кожухе, через который циркулирует воздух. Циркуляция воздуха осуществляется в основном с помощью центробежного вентилятора, устанавливаемого на входе в воздухоохладитель, и реже с помощью осевого вентилятора, устанавливаемого на выходе воздуха.

Вертикальные воздухоохладители — наиболее компактны. Их монтируют в прямоугольном вертикальном кожухе, открытом снизу с одной стороны для входа воздуха. В верхней части кожуха установлены осевые вентиляторы, просасывающие воздух через батарею. Один из наиболее распространенных воздухоохладителей такого типа — воздухоохладитель с батареей типа «Каскад», работающей по тому же принципу, что и пристенные батареи «Каскад».

Во всех воздухоохладителях оребренные трубы расположены горизонтально в шахматном порядке.

Изготовление охлаждающих батарей

Охлаждающие батареи изготовляют преимущественно из оребренных и реже из гладких труб. Ребристые батареи как аммиачные, так и рассольные собирают из оребренных труб диаметром 57×3,5 *мм* и 38×3 *мм* с шириной ребра 46 *мм* и диаметром 32×2,5 *мм* с шириной ребра 30 *мм*. Шаг оребрения для всех этих труб 35,7 *мм*, т. е. 28 ребер на 1 *м* трубы (табл. 36).

Аммиачные гладкотрубные батареи собирают из стальных бесшовных горячекатаных труб диаметром 57×3,5 *мм* (ГОСТ 8732—58), а также из электросварных труб того же диаметра (ГОСТ 10704—63) при условии, что они испытаны на заводе-изготовителе гидравлическим давлением 60 *кгс/см*^{2}.

Рассольные гладкотрубные батареи изготовляют из стальных газовых труб диаметром 60×3,5 *мм* (ГОСТ 3262—55) с гнутыми деталями из стальных бесшовных горячекатаных труб диаметром 57×3,5 *мм*. Недостатком этих батарей является то, что внутренние диаметры газовых и бесшовных труб различны (53 и 50 *мм*), вследствие чего в стыках их образуются резкие переходы, в которых происходит ускоренное отложение соли из рассола. Поэтому рассольные батареи часто делают из электросварных и даже из бесшовных труб диаметром 57×3,5 *мм*.

Габариты охлаждающих батарей бывают различные — от 0,6×1,5 *м* у пристенных батарей до 3×20 *м* у потолочных. Пристенные и потолочные батареи размером до 2×6 *м* изготовляют и поставляют на место монтажа полностью собранными и испытанными. Большие батареи в зависимости от конструкции либо собирают полностью и после испытания разрезают на транспортабельные части, которые затем соединяют на месте монтажа, либо изготовляют отдельные узлы, из которых батарею комплектуют на монтажной площадке.

Как пристенные, так и потолочные батареи состоят из следующих аналогичных узлов и деталей: оребренных или гладких теплообменных труб, называемых шлангами; коллекторов; фасонных частей-калачей (двойников), тройников, отводов и полуотводов; фланцев с патрубками; поддерживающих конструкций — стоек, опор, кронштейнов и подвесок из угловой или полосовой стали и швеллера; хомутиков для крепления шлангов к поддерживающим конструкциям.

Вертикальнотрубные коллекторные пристенные аммиачные батареи собирают из гладкотрубных шлангов диаметром 57×3,5 *мм* и коллекторов диаметром 76×3,5 или 89×3,5 *мм*. Коллектор размечают с помощью специального шаблона, представляющего собой стальную полосу размером 30×4 *мм*, по оси которой просверлены отверстия с соответствующим шагом (обычно 100—110 *мм*). К одной из широких сторон полосы между отверстиями приварены через каждые 300—400 *мм* направляющие кольца длиной 50 *мм* с внутренним диаметром, на 1 *мм* превышающим наружный диаметр коллектора. Трубу, предназначенную для разметки, вставляют в направляющие кольца шаблона и по отверстиям в нем наносят керном на трубу центры отверстий под шланги. Затем отверстия диаметром 58 *мм* вырезают фрезой, шарошкой или же автогеном с помощью циркуля. После вырезки отверстий механическим путем стружку, оставшуюся с их внутренней стороны, снимают шабером; после газовой резки срубают зубилом грат и калибруют отверстие при помощи конической оправки или же отверстие зачищают специальным приспособлением (см. рис. 24, *д*).

Шланги нарезают на участки требуемой длины. Оставшиеся короткие отрезки труб приваривают к целым трубам, отрезая следующую заготовку от состыкованного конца трубы. Такой метод позволяет полностью ликвидировать отходы труб и одновременно получать не более одного сварного стыка на шланге. Необходимо следить за тем, чтобы расстояние от сварного стыка до конца шланга было не менее 100 *мм*. Концы шлангов обрезают под прямым углом к оси трубы, так как при сборке батареи шланги вставляют внутрь коллектора в отличие от того, как это делают при сборке тройников. Влияние дополнительных сопротивлений, возникающих из-за высту-

пающих внутрь коллектора концов шлангов, незначительно, так как скорость движения аммиака внутри батареи очень невелика.

Вертикальнотрубные батареи собирают и сваривают на специальных кантователях (рис. 58), позволяющих сваривать батарею без участия подсобных рабочих. Кантователь представляет собой две опорные треноги *1* со стойками из труб диаметром 76×6 *мм*, поперечными связями из труб диаметром

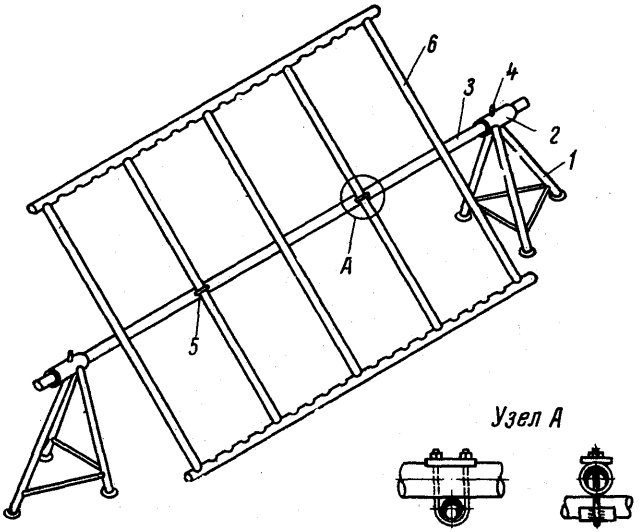


Рис. 58. Кантователь для сборки и сварки коллекторных батарей.

45×4 *мм* и подпятниками диаметром 100 *мм* из листовой стали толщиной 5 *мм*. В верхней части треног приварены горизонтальные втулки *2* диаметром 108×4 *мм* и длиной 150 *мм*, в которых установлена поворотная опорная труба *3* диаметром 108×7 *мм*.

Заготовку батареи *6*, состоящую из двух коллекторов и пяти шлангов, собирают на электроприхватках в прямоугольном кондукторе, изготовленном из угловой стали 63×63×5 *мм*. Затем заготовку навешивают на поворотную трубу *3* кантователя и закрепляют на ней хомутами *5* из круглой стали диаметром 16 *мм* с накладками по форме трубы (рис. 58, узел *А*). Чтобы установленная на кантователь заготовка батареи не могла самопроизвольно поворачиваться, в одной из опорных втулок *2* просверлено отверстие, в которое вставлен фиксирующий палец *4*. В трубе *3* имеется четыре отверстия, позволяю-

щие с помощью пальца *4* фиксировать свариваемую батарею в четырех разных пространственных положениях.

Укрепив заготовку батареи в исходное слегка наклонное положение (как это показано на рис. 58), устанавливают подряд все шланги. Каждый шланг заводят снизу в отверстие верхнего коллектора, а затем опускают его в соответствующее отверстие нижнего коллектора и прихватывают электросваркой. При сборке следят за тем, чтобы концы шлангов входили в каждый из коллекторов не более чем на 10 *мм*.

Собранную батарею сваривают в четырех положениях: сначала проваривают с одной стороны нижний коллектор, затем поворачивают батарею, наклоняя ее в другую сторону, и проваривают вторые половины стыков нижнего коллектора, после этого батарею поворачивают на 180° и сваривают второй коллектор за два прохода так же, как и первый. Заглушки к коллекторам приваривают одновременно со шлангами.

Готовые коллекторные батареи испытывают в горизонтальном положении, укладывая их на козлы высотой 1—1,2 *мм*. Так как батареи этого типа весят обычно от 300 до 750 *кг*, то целесообразно кантователь и козлы устанавливать вдоль монорельса с тельфером грузоподъемностью не менее 1 *т*. При сборке батарей в мастерской, не оснащенной тельфером, или на открытой площадке над кантователем и козлами следует устанавливать ручные тали, а батареи перевозить между ними на двухосных тележках грузоподъемностью 1 *т*. Вследствие того что иногда в трубозаготовительных мастерских и на площадках нет необходимых грузоподъемных средств, часто готовые батареи приходится снимать с кантователя и укладывать на козлы вручную. Работу выполняют в следующем порядке: батарею поворачивают в то же исходное положение, при котором производилась ее сборка (см. рис. 58). Затем осторожно отвинчивают гайки обоих хомутов *5*, ослабляя их натяг до тех пор, пока батарея не начнет сползать вниз. Когда нижний коллектор упрется в пол, хомуты снимают и двое рабочих начинают осторожно отодвигать нижний коллектор в сторону от кантователя, слегка приподнимая его над полом с помощью двух ломиков, подводимых под крайние шланги. Когда батарея отодвинется настолько, что верхний коллектор спустится до опорной трубы *3* кантователя, батарею вручную снимают с него и кладут на пол. Затем батарею приподнимают и подкатывают под нее тележку. Нельзя снимать батареи сразу с кантователя на тележку. Батарею подкатывают на тележке к козлам, снимают ее с тележки на пол, а затем поднимают один конец на крайние козлы. Потом батарею постепенно передвигают до тех пор, пока она не будет вся на козлах. Для устойчивости козлы обязательно должны быть соединены между собой прочными раскосами из угловой стали. Все ручные работы

по снятию и укладке коллекторных батарей должны производиться таким количеством работающих, чтобы на каждого из них приходилось не более 40 *кг* веса батареи. Подъем и опускание производят по команде бригадира.

После испытания батарею разрезают по коллектору на 2—3 транспортабельные части длиной 1,5—2 *м*. Разрезанные стыки маркируют на коллекторе кернением или краской. Резать батарею лучше всего ножовкой, так как при резке автогеном затрудняется последующая сборка и сварка батареи на месте монтажа.

Горизонтальнотрубные коллекторные пристенные аммиачные батареи из оребренных труб в зависимости от габаритов изготовляют различными способами. Сначала в кондукторе собирают заготовку батареи, состоящую из обоих коллекторов и двух-трех шлангов. Затем батареи длиной не более 3 *м* собирают на кантователях, а длиной свыше 3 *м* — на козлах или стеллажах. После испытания батареи разрезают ножовкой на части по коллекторам.

Однорядные и двухрядные аммиачные пристенные батареи типа «Каскад» обычно в мастерских полностью не собирают. Это вызвано тем, что при значительном весе и габаритах конструкция батарей не является жесткой, что очень затрудняет транспортировку батарей. Поэтому батареи этого типа поставляют на место монтажа в виде отдельных узлов: коллекторов вместе с тройниками (рис. 59, *а*) и шлангов с приваренными калачами.

Аммиачные потолочные батареи с внутренней циркуляцией аммиака системы ВНИХИ и Гипрохолода поставляют на монтажную площадку в готовом виде только при длине до 6 *м* и ширине до двух секций. Уже при этих размерах вес батареи достигает 350—400 *кг*. Поэтому обычно в мастерских заготовляют только узлы, из которых затем на площадке монтируют батареи.

Для батарей системы ВНИХИ изготовляют узлы коллекторов, собранных между собой и с приваренными патрубками (рис. 59, *в*); тройники, состоящие из калача с приваренным полуотводом (рис. 59, *г*), а также оребренные шланги. При изготовлении коллекторов особое внимание должно быть обращено на то, чтобы патрубки, соединяющие между собой коллекторы, были установлены точно в соответствии с чертежами.

Для батарей системы Гипрохолода изготовляют коллекторы с приваренными патрубками (рис. 59, *д*); верхние трубы, попарно приваренные к калачу и нижние трубы с приваренным калачом. Особенно точно должен быть изготовлен верхний распределительный коллектор, в который завариваются патрубки с треугольными вырезами. Эти патрубки делают из отводов по шаблонам и намечают на них риски, по которым

затем вставляют в коллектор и прихватывают электросваркой. Риски на всех патрубках должны находиться на равном расстоянии от начала треугольного выреза, а размеры вырезов во всех патрубках должны быть одинаковы. Чтобы вырезы были одинаковыми, лучше всего производить фрезеровку группы патрубков, установленных одним блоком на столе фрезерного станка или вырезать их ножовкой по шаблону.

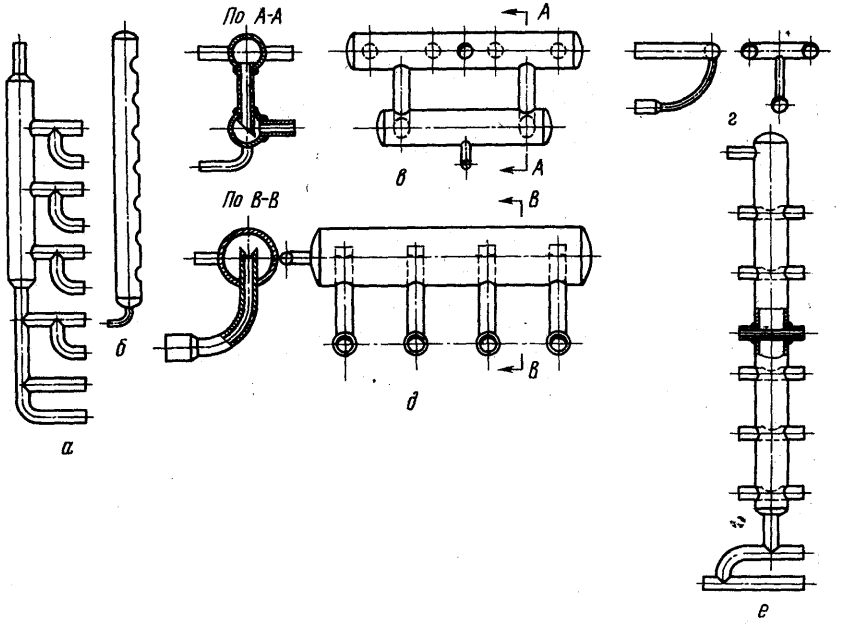


Рис. 59. Узлы охлаждающих батарей:

а — коллектор в сборе с тройниками для пристенной однорядной батареи «Каскад», *б* — коллектор для коллекторной батареи, *в* — коллекторы в сборе для батареи системы ВНИХИ, *г* — тройники в сборе для батареи системы ВНИХИ, *д* — жидкостный коллектор для потолочной батареи системы Гипрохолода, *е* — коллектор с вваренными патрубками для воздухоохладителя «Каскад».

Змеевиковые батареи поставляют в виде заготовок, состоящих из двух-трех труб с приваренными калачами. Аккумуляторные батареи поставляют отдельными элементами с неприваренными калачами.

Одновременно с готовыми батареями или их узлами на монтажную площадку должны поставлять средства крепления батарей. Пристенные батареи устанавливают на стойках из угловой стали, прикрепляемых к кронштейнам, концы которых крепят к стене или перегородке. Потолочные батареи подвешивают к перекрытию на каркасах из угловой стали и на подвесках из полосовой стали. Заготовки для стоек, подвесок и кронштейнов нарезают по размерам, затем с помощью керна

размечают по шаблонам центры отверстий и сверлят их на сверлильном станке. Батареи закрепляют на стойках и подвесках хомутиками, концы которых при установке отгибают.

Хомутики изготовляют обычно из стальной катанки диаметром 6 *мм* и реже из круглой стали диаметром 8 *мм*. Бухту катанки раскатывают и растягивают с помощью лебедки или тали грузоподъемностью 500 *кг*, а затем нарезают на ножни-

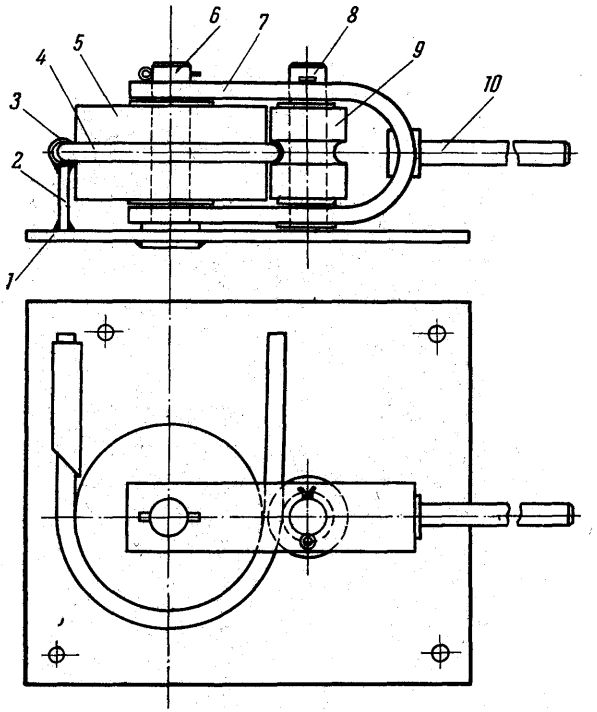


Рис. 60. Приспособление для гнутья хомутиков.

цах на заготовки, длина которых для крепления труб с наружным диаметром 32, 38 и 57 *мм* должна соответственно составлять 120, 140 и 190 *мм*. Хомутики изгибают на приспособлении (рис. 60), представляющем собой плиту *1*, на которой закреплена вертикальная ось *6* с гладким роликом *5*. Диаметр его равен наружному диаметру трубы, для которой предназначен хомутик. На оси *6* установлена также поворотная скоба *7* с подвижным роликом *9*, опирающимся на палец *8*. На подвижном ролике имеется выточка, соответствующая заготовке хомутика. Заготовку хомутика *4* вставляют во втулку *3*, приваренную к кронштейну *2* и поворотом скобы *7* за рукоятку *10* на 180° изгибают хомутик.

Изготовление воздухоохладителей

Аммиачные и рассольные воздухоохладители собирают из оребренных труб диаметром 32×2,5 *мм* и 38×3 *мм* с ребрами шириной 30 *мм*, а также диаметром 57×3,5 *мм* с ребрами шириной 30 и 46 *мм*.

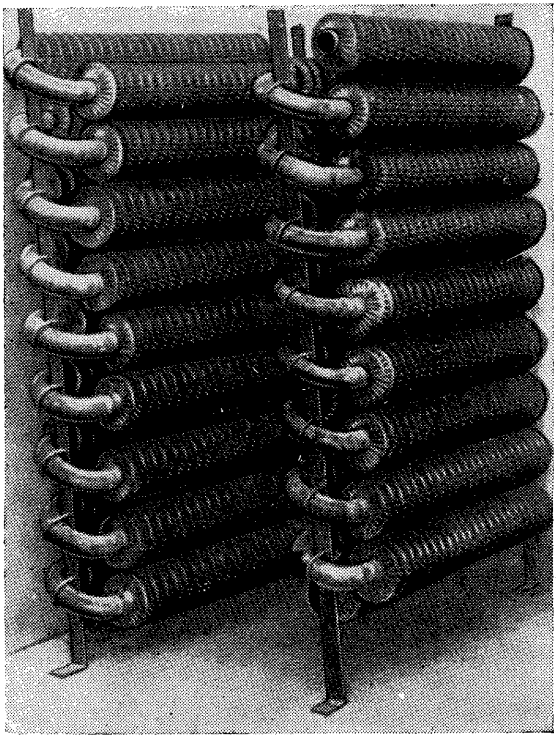


Рис. 61. Секции змеевиков для воздухоохладителей.

Часто шаг оребрения делают переменным по ходу движения воздуха: в секциях или рядах труб, расположенных со стороны входа воздуха, устанавливают трубы с редко расположенными ребрами для того, чтобы на них осела основная часть влаги, которой насыщен воздух. Осушенный воздух далее поступает в секции, изготовленные из труб с малым шагом оребрения.

Секции воздухоохладителей делают в трубозаготовительных мастерских полностью собранными и испытанными. Наиболее сложны в изготовлении змеевиковые секции (рис. 61), в кото-

рых шланги, расположенные в шахматном порядке, соединяются между собой наклонными калачами. Такие секции собирают на кондукторе (рис. 62), представляющем собой прямоугольную раму *1* из угловой стали 75×75×8 *мм*, опирающуюся на стойки. К раме приварены кронштейны *2* из листовой стали, одна сторона которых срезана под углом, соответству-

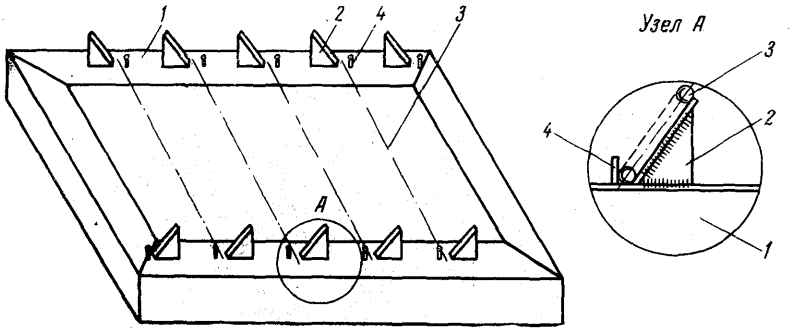


Рис. 62. Кондуктор для сборки змеевиковых секций.

ющим наклону калачей в змеевике секции. Шланги *3*, к одному концу которых приварены калачи, укладывают на кондуктор таким образом, что калачи ложатся на наклонную кромку кронштейнов *2*, а сами шланги фиксируются между приваренными к раме пальцами *4* и кронштейнами. Каждый последующий шланг выверяют и сразу прихватывают электросваркой к предыдущему. Секцию, собранную с помощью тали, снимают с кондуктора и укладывают на козлы, где сваривают, а затем испытывают.

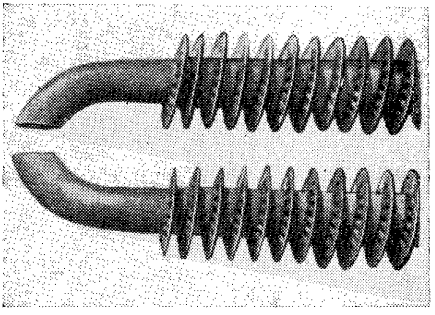


Рис. 63. Отогнутые концы оребренных труб, подготовленные для сварки калача.

В некоторых конструкциях воздухоохладителей расстояние между шлангами, соединяемыми последовательно, меньше, чем минимально возможные размеры калача. В этом случае калач приходится сваривать из двух половин. Если в трубозаготовительной мастерской имеется дорновый трубогибочный станок, то целесообразно изготовлять ребристые трубы с удлиненными свободными концами, которые затем отгибают на этом станке. После отгиба концы отводов срезают, как это показано на рис. 63, и сваривают их в калач.

Батареи воздухоохладителей типа «Каскад», имеющие значительные габариты и вес, собирают на месте монтажа, для чего в мастерских изготовляют коллекторы в сборе с патрубками (рис. 59, *е*) и оребренные трубы, сваренные в целые горизонтальные ряды.

Кожухи воздухоохладителей полностью делают в мастерских. Обшивки кожухов изготовляют из листовой стали толщиной 1—3 *мм*, а каркас — обычно из угловой стали размером

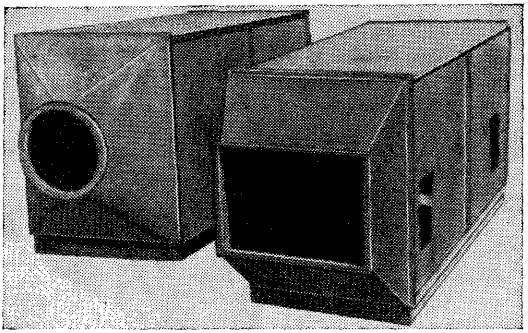


Рис. 64. Кожухи горизонтальных воздухоохладителей.

от 30×30×4 до 50×50×5 *мм*. Большей частью кожухи выполняют сборными, они представляют собой ограждение, собираемое из отдельных щитов, состоящих из листовой стали, к которой приварена рамка из угловой стали (рис. 64). Реже кожух выполняют в виде жесткого каркаса, на котором на болтах устанавливают обшивку из листовой стали.

Каркасы, собираемые из щитов, необходимо изготовлять очень точно, так как в противном случае болтовые отверстия в сопрягаемых щитах не будут совпадать. Поэтому отрезки угловой стали, предназначенные для сопрягаемых элементов рамок щитов, соединяют попарно с помощью струбцин или электроприхваток и затем сверлят совместно. Из таких элементов собирают на прихватках последовательно весь каркас кожуха, выверяя правильность сборки по угольнику. Окончательно сварку каркаса и установку в отдельные рамки заполнения из листовой стали производят только после того, как будет собран весь каркас.

В стыках каркаса устанавливают прокладки для ликвидации утечек или подсосов воздуха. В качестве прокладок применяют промасленный картон, листовой асбест или распущенный асбестовый шнур.

Для циркуляции воздуха через кожухи вертикальных воздухоохладителей применяют осевые вентиляторы, устанавливае-

мые в верхней части кожуха над батареями (рис. 65). Чтобы электродвигатель вентилятора *1* был доступен осмотру и ремонту и не обдувался влажным воздухом, его выносят за пределы кожуха. Для этого на кронштейне *5* кожуха вентилятора *6,* предназначенном в нормальном исполнении для установки электродвигателя, устанавливают подшипник *4*. Второй подшипник *3* закрепляют на опоре *9* из угловой стали, приварен-

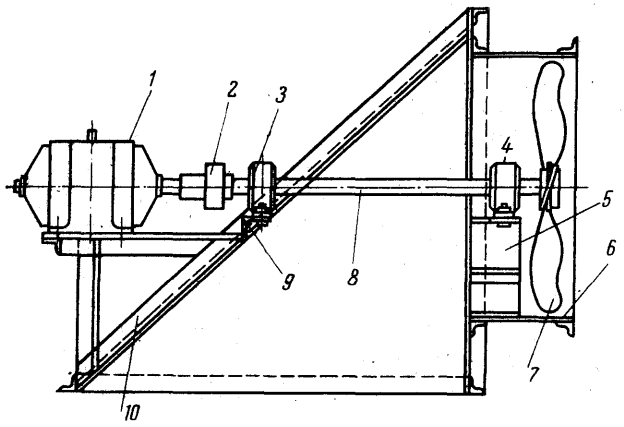


Рис. 65. Циркуляционный вентилятор, установленный в верхней части кожуха вертикального воздухоохладителя.

ной к каркасу *10* верхней части кожуха. Установленные подшипники тщательно выверяют на соосность, а затем устанавливают в них вал *8*, на котором с одной стороны закреплено колесо вентилятора *7,* а с другой полумуфта *2*. Колесо вентилятора должно располагаться в кожухе таким образом, чтобы радиальный зазор между всеми лопастями и кожухом в любой точке не превышал величины (в миллиметрах), равной номеру вентилятора. После выверки вала и установки на место крышек подшипников закрепляют электродвигатель и выверяют правильность его положения по полумуфтам.

Испытание батарей и воздухоохладителей

Охлаждающие батареи и воздухоохладители, изготовленные в мастерских, испытывают. Чтобы облегчить проведение испытания холодильной установки, выполняемого по окончании монтажа, испытания в мастерских проводят с соблюдением норм, установленных для генерального испытания соответствующих систем.

Рассольные батареи и секции воздухоохладителей подвергают гидравлическому испытанию при давлении 6 *кгс/см²* с выдержкой в течение 5 *мин.* Батареи считаются выдержавшими испытание, если на сварных стыках и других соединениях не появляются течь, капли и отпотевание.

Аммиачные батареи и секции воздухоохладителей подвергают пневматическому испытанию при давлении 12 *кгс/см²* с выдержкой под давлением в течение 18 *ч.* Система считается выдержавшей испытание, если падение давления, связанное с охлаждением воздуха, составит в течение первых 6 *ч* не более 0,2 *кгс/см²,* а в последующие 12 *ч* давление не изменяется.

Для определения во время испытания мест утечек сварные стыки обмазывают мыльной эмульсией, которую наносят тонким слоем с помощью мягкой кисти и тампона.

Учитывая длительность испытания аммиачных батарей, обычно проводят групповое испытание в соответствии с методикой, изложенной в главе V.

ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА СВАРКИ УЗЛОВ ТРУБОПРОВОДОВ. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СВАРКИ И РЕЗКИ ТРУБ

Неразъемные соединения узлов и деталей аммиачных, рассольных и водяных трубопроводов холодильных установок, а также охлаждающих батарей выполняют ручной газовой и электродуговой сваркой или полуавтоматической сваркой под слоем флюса и в среде углекислого газа.

Газовую сварку производят как в стационарных условиях, так и на монтаже с помощью сварочных ацетиленовых горелок типа ГС-53, ГСМ-53 и «Москва» со сменными наконечниками, которые выбирают в зависимости от толщины свариваемого металла. Для сварки труб наиболее широко применяют горелки с наконечниками № 2, 3 и 4. Технологические характеристики и режимы работы горелок приведены в табл. 43.

Таблица 43

Номер наконечника	Толщина свариваемой малоуглеродистой стали, *мм*	Расход, *л/ч*		Избыточное давление, *ат*	
		кислорода	ацетилена	кислорода	ацетилена
2	1—2,5	130—260	120—240	2—4	Не ниже 0,01
3	2,5—4	260—440	230—400	2—4	
4	4—7	430—750	400—700	2—4	

Для резки труб, листовой и сортовой стали применяют газовые резаки типа «Пламя», а также вставные резаки марки РГС-53 и РГМ-53, входящие в комплект набора к горелкам

ГС-53 и ГСМ-53. Технологический режим работы резаков приведен в табл. 44.

Таблица 44

Марка резака	Толщина разрезаемого металла, *мм*	№ мундштука		Давление кислорода, *кгс/см²*	Расход, *м³/ч*	
		наружного	внутреннего		кислорода	ацетилена
РГС-53	3—25	1	1	2,5—5	2—5	0,3—0,5
РГС-53	25—50	1	2	4—7	5,2—8,5	0,4—0,6
РГМ-53	3—30	1	1	2,5—6	2—5,8	0,3—0,55
«Пламя»	3—300	—	—	2,5—14	2,2—4,2	0,5—1,2

Для резки труб и металла применяют также керосинорезы, наиболее распространенным типом которых является керосинорез К-51, комплектуемый бачком типа ВГ-51 для керосина. Технологический режим работы керосинореза К-51 приведен в табл. 45.

Таблица 45

Толщина разрезаемой стали, *мм*	№ внутреннего сопла (мундштука)	Избыточное давление, *ат*		Расход		Скорость резки, *м/мин*
		кислорода	в бачке с керосином	кислорода, *м³/ч*	керосина, *кг/ч*	
До 20	1	4—5	1,5—3	5,4—7,6	0,7—0,8	450—300
20—50	2	5—7	1,5—3	7,6—9,8	0,8—0,9	300—150
50—100	3	7—9	1,5—3	9,8—20,2	0,9—1,1	150—100
100—200	4	9—11	1,5—3	20,2—32,6	1,1—1,3	100—75

Сжатые газы хранят и транспортируют в баллонах емкостью 40 *л*. Баллоны для кислорода окрашены в голубой цвет, на них черной краской написано «кислород». Газ находится в них под начальным избыточным давлением 150 *ат*, полная емкость баллона составляет 6000 *л* газа в пересчете на атмосферное давление.

Баллоны для ацетилена окрашены в белый цвет, надпись «ацетилен» сделана красной краской. Так как ацетилен при сжатии взрывоопасен, баллоны заполнены пористой массой, в которую введен ацетон. При заполнении баллона ацетилен растворяется в ацетоне и выделяется из него постепенно при открытии вентиля баллона. Наличие внутри баллона пористой массы обеспечивает увеличение поверхности соприкосновения ацетона с ацетиленом. Начальное избыточное давление в баллоне 16 *ат*.

Для понижения давления (редуцирования) газов, выходящих из баллонов к горелке, и автоматического поддержания необходимого для работы давления, на баллонах устанавливают редукторы, характеристики которых приведены в табл. 46.

Таблица 46

Характеристика	Тип редуктора		
	РК-53	РД-2АМ	ДАР-55
Назначение	Кислородный	Ацетиленовый	Ацетиленовый
Выход газа при максимальном рабочем давлении, *м³/ч*	6	5	5
Максимальное давление на входе, *кгс/см²*	150	25	16
Пределы регулирования рабочего давления, *кгс/см²*	1—15	0,1—1,5	0,05—1,5
Перепад рабочего давления при максимальном давлении, %	30	—	30
Пределы редуцирования при максимальном рабочем давлении	2,5	2,5	2,5
Изменение рабочего давления при падении давления газа в баллоне с максимального до предела редуцирования, %	15	10	6
Способ присоединения к баллону	Накидной гайкой 3/4″	Хомутом	Хомутом

Горелки и резаки присоединяют к редукторам с помощью шлангов. Для кислорода применяют специальные шланги с двумя-тремя прокладками и наружным слоем из резины черного цвета; диаметр шлангов 9,5 *мм,* рассчитаны они на рабочее давление 10 *кгс/см²*. Шланги для ацетилена рассчитаны на рабочее давление 3 *кгс/см²*, имеют одну-две прокладки и наружный слой из белой или светло-серой резины. Для керосина следует применять специальные дюритовые шланги с внутренним диаметром 4 *мм,* имеющие снаружи продольную белую полоску.

В тех случаях, когда ацетилен в баллонах к месту работ не поставляют, газовую сварку производят ацетиленом, получаемым непосредственно из карбида кальция в переносных ацетиленовых генераторах. Наиболее часто применяют генераторы, работающие по принципу «вода на карбид» или «вытеснение воды», а также совмещающие в себе оба этих принципа. Средний выход ацетилена из карбида кальция в переносных генераторах от 235 до 285 *л/кг* при расходе воды примерно 10 *л* на 1 *кг* карбида кальция. Переносные генераторы неэкономичны, так как выход ацетилена в них почти вдвое ниже, чем на заводах, где заполняют баллоны ацетиленом. Характеристики основных типов генераторов приведены в табл. 47.

Таблица 47

Марка генератора	Принцип действия по схеме	Производительность, $м^3/ч$		Избыточное давление ацетилена, $ат$		Допустимая грануляция карбида кальция, $мм$	Единовременная загрузка карбида в одну реторту	Количество реторт	Количество воды в генераторе, $л$	Вес генератора без воды и карбида, $кг$
		нормальная	максимальная	нормальное в ацетиленопроводе	максимальное в генераторе					
МГ-55	Вода на карбид	2	2,5	0,035	0,09	15×25; 25×50	2,5	2	180	65
ГНВ-1,25	То же, в сочетании со схемой «вытеснение воды»	1,25	1,3	0,025	0,1	25×50; 50×80	4	1	95	42
ГВР-1,25М	То же	1,25	1,5	0,15	0,7	25×50; 50×80	4	1	53	54
ГВР-3	То же	3	3,3	0,3	0,7	25×50; 50×80	4	2	110	110
МГВ-0,8	«Вытеснение воды»	0,8	1	0,3	1,5	25×50; 50×80	2	1	9	19
АНДП-2а-IIIа (АНВ1-56) (морозоустойчивый до t=—25°С)	То же, в сочетании со схемой «вода на карбид»	1,25	—	0,025—0,03	0,104	25×80	4	1	84	37

Электродуговую ручную сварку (в условиях мастерской и на месте монтажа) производят с помощью сварочных трансформаторов однофазного переменного тока и сварочных преобразователей. Сварочные трансформаторы, характеристики которых приведены в табл. 48, применяют пока чаще, чем преобразователи, ввиду недостаточного еще количества последних.

Сварочные преобразователи представляют собой генераторы постоянного тока с приводом от электродвигателя, подключаемого к сети переменного трехфазного тока напряжением 220 или 380 *в*. Сварочные преобразователи (табл. 49), применяемые в качестве источника тока для ручной электродуговой сварки, обеспечивают получение лучшего качества сварного шва, чем при сварке с помощью трансформаторов переменного тока.

Сварочные аппараты присоединяют к сети медными или алюминиевыми проводами, сечение которых выбирают в зависимости от мощности аппарата и первичного напряжения (в сети) в соответствии с данными табл. 50. Электрододержатели присоединяют к сварочным аппаратам гибким проводом мар-

Таблица 48

Марки трансформаторов	Номинальная потребляемая мощность, *ква*	Исходное напряжение, *в*	Вторичное напряжение,	Наибольший сварочный ток, *а*	Размеры, *мм*			Вес, *кг*
					длина	ширина	высота	
Трансформаторы с регуляторами в двухкорпусном исполнении								
СТЭ-32	30	220, 380, 500	65	450	668 658	377 317	677 623	185 130
СТЭ-34	33	220, 380	65	500	690 699	370 320	660 545	195 125
Трансформаторы с регуляторами в однокорпусном исполнении								
СТН-350	24,6	220, 380	60	350	692	398	700	220
СТН-500	33	220, 380	60	500	796	410	840	270
СТАН-1	22	220, 380	63	330	870	520	800	185
ТС-300	20	220, 380	63	300	760	513	1000	180
ТС-500	32	220, 380	60	500	840	603	1095	250

Примечание. В числителе указаны данные для трансформатора, в знаменателе — для регулятора.

Таблица 49

Тип преобразователя	Генератор			Номинальная мощность электродвигателя, *квт*	Размеры преобразователя, *мм*			Вес преобразователя, *кг*
	номинальный сварочный ток при ПВ 65%, *ва*	номинальное напряжение, *в*	предел регулирования сварочного тока, *а*		длина	ширина	высота	
ПС-300М-1	340	30	80—380	14	1200	755	1180	590
ПС-500	500	40	120—600	28	1400	770	1100	940
ПСО-120	120	25	30—120	4	1055	550	730	155
ПСО-300	300	30	75—320	14	1015	590	980	400
ПСГ-350	350	30	50—350	14	1085	555	980	400
ПСГ-500	500	35	50—500	28	1055	580	920	500

Примечания: 1. Преобразователи типа ПС-300М-1; ПСО-120 и ПСО-300 предназначены только для ручной дуговой сварки; 2. Преобразователи типа ПС-500 предназначены для ручной и автоматической сварки под флюсом; 3. Преобразователи типа ПСГ-350 и ПСГ-500 предназначены для полуавтоматической и автоматической сварки в среде защитных газов.

ки ПРГ, КРПТ или ПРГД длиной не менее 3 *м*. Остальная часть провода до агрегата может быть принята марки ПР или КРПТ. Сечение провода принимают в зависимости от наибольшего сварочного тока, допускаемого для аппарата данного типа, и от расстояния до места сварки (табл. 50).

Таблица 50

Провод от сети к сварочному аппарату					Провод от сварочного аппарата к электрододержателю		
напряжение сети (первичное), *в*	сечение проводов (из материала), *мм²*				сварочный ток, *а*	сечение проводов (в *мм²*) при расстоянии до места сварки, *м*	
	для сварочных генераторов		для сварочных трансформаторов			до 25	25—50
	медь	алюминий	медь	алюминий			
220	12	25	16	25	200—300	35—50	50
380	10	16	12	16	300—400	50—70	70
500	6	10	10	16	500—600	90—105	—

Полуавтоматическую сварку в среде углекислого газа выполняют полуавтоматами типа А-547р или А-607 и др.

Особенность этого вида сварки состоит в том, что сварку производят плавящимся электродом, представляющим собой малоуглеродистую проволоку с повышенным содержанием марганца и кремния марки Св-08ГС и Св-08Г2С диаметром 0,8—1 *мм*. Место сварки защищено от окружающего воздуха углекислым газом, благодаря этому расплавленный металл в сварочной ванне изолирован от активных воздействий воздуха, вследствие чего обеспечивается однородность и хорошее качество сварного шва.

Основные части полуавтомата — горелка (электрододержатель), механизм подачи электродной проволоки и пульт управления.

Механизм подачи состоит из электродвигателя постоянного тока, приводящего во вращение подающие ролики, и реостата для изменения числа оборотов двигателя. Электродная проволока, находящаяся на катушке, подается роликами внутрь бронированного гибкого шланга, соединяющего механизм подачи с горелкой. Скорость подачи проволоки регулируют как изменением числа оборотов электродвигателя, так и сменой подающих роликов. Подающий механизм и катушка для проволоки смонтированы у полуавтомата А-547р в общем корпусе, оформленном в виде чемоданчика, а у полуавтомата А-607 в двух раздельных футлярах.

Горелка служит для подачи к месту сварки углекислого газа и подвода электродной проволоки и сварочного тока. Электродная проволока поступает через гибкий шланг в горелку и выходит из нее наружу через отверстие в рабочем конце. Сварочный ток подается с помощью гибкого медного многожильного провода, присоединяемого к горелке со стороны подачи электродной проволоки.

Для подачи углекислого газа на корпусе горелки имеется газоподводящая трубка, к которой присоединен кислородный шланг от баллона с углекислотой.

Через газопроводящую трубку углекислый газ поступает внутрь корпуса горелки и выходит из него через сопло с рабочего конца горелки таким образом, что вокруг сварочной проволоки образуется газовый конус, изолирующий проволоку и сварочную ванну от окружающего воздуха.

Пускорегулирующая аппаратура полуавтомата смонтирована на пульте управления, питание которого осуществляется от сварочного преобразователя (см. табл. 49).

В работу полуавтомат включают нажатием пусковой кнопки, смонтированной на горелке (А-607) или на рукоятке защитного щитка сварщика (А-547р). При нажатии кнопки одновременно подается сварочный ток и начинает работать электродвигатель механизма подачи электродной проволоки. При отпускании кнопки работа полуавтомата прекращается.

Сжиженный углекислый газ для сварки поступает в баллонах емкостью 40 *л*, окрашенных черной окраской и имеющих надпись желтой краской «углекислота». Для получения хорошего сварного шва большое значение имеет качество углекислоты. Наилучшее качество сварного шва получается при использовании специальной осушенной (сварочной) углекислоты. Для редуцирования углекислоты применяют обычные кислородные редукторы типа РК-53 (см. табл. 46) или специальные редукторы с расходомером типа ДЗР-1-57. При открывании редуктора жидкая углекислота, находящаяся в баллоне, испаряется, и газ через редуктор и шланг поступает в горелку.

Для сварки используют также жидкую пищевую углекислоту, содержащую некоторое количество воды. В этом случае между вентилем баллона и редуктором устанавливают подогреватель и осушитель углекислого газа.

Сварку в среде углекислого газа полуавтоматами типа А-547р и А-607 можно производить в любом пространственном положении как в стационарных условиях, так и на монтаже, при толщине стенок углеродистых труб от 1 до 3 *мм*. Трубы с более толстой стенкой сваривают с применением полуавтоматов других типов (ПГД-2м, ПШП-10, ПДПГ-300 и пр.).

Полуавтоматическую сварку деталей трубопроводов под слоем флюса выполняют обычно электросварочным полуавтоматом марки ПШ-5. Полуавтомат состоит из переносного подающего механизма с кассетой для присадочной проволоки, соединенного гибким шлангом длиной 3,5 *м* с держателем, на котором имеется пусковая кнопка и воронка для флюса. Полуавтомат питается от любого электросварочного трансформатора переменного тока или от преобразователя (см. табл. 49) через передвижной аппаратный ящик, в котором смонтировано

вспомогательное электрооборудование. Аппаратный ящик входит в комплект полуавтомата.

С помощью полуавтомата детали сваривают с применением флюса марки АН-348-III или АН — 348А. При нажатии пусковой кнопки полуавтомат включается в работу и электродная проволока диаметром 1,6—2 *мм* начинает автоматически подаваться механизмом подачи через гибкий шланг, держатель и нижнюю часть воронки в зону сварки. Одновременно из воронки в зону сварки поступает флюс. Скорость подачи присадочной проволоки регулируют в пределах от 79 до 600 *м/ч* сменными шестернями, установленными в подающем механизме. Полуавтомат ПШ-5 обеспечивает сварку углеродистой стали толщиной до 12 *мм* при сварочном токе до 650 *а* со скоростью сварки до 36 *м/ч*. Сварку под слоем флюса применяют для работы только в стационарных условиях.

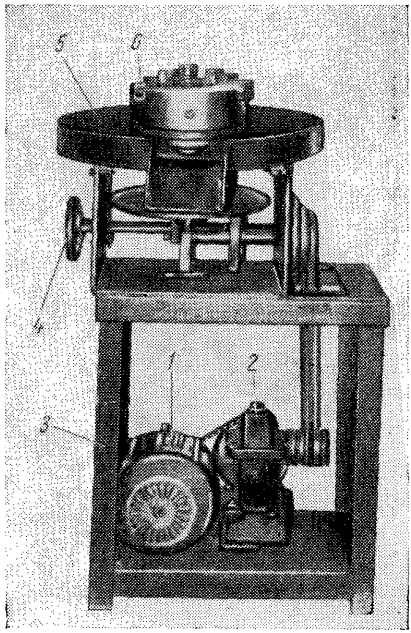


Рис. 66. Вращатель для сварки деталей из труб.

Полуавтоматическая сварка деталей трубопроводов и фланцев наиболее эффективна в сочетании с использованием различных манипуляторов и вращателей. Одним из распространенных видов вращателя простейшей конструкции является вращатель, изображенный на рис. 66, представляющий собой сварную раму *3*, на которой установлена планшайба *6*. Привод вращателя состоит из электродвигателя *1*, соединенного цепной передачей с редуктором *2*. От редуктора через тексропную передачу вращение передается на горизонтальный валик, соединенный с вертикальной осью планшайбы. Число оборотов планшайбы изменяют, переставляя клиновидный ремень на разные канавки шкивов, имеющие различный диаметр. Для удобства при сварке планшайбу *6* с помощью штурвала *4* можно повернуть под различными углами наклона к горизонтали. Под планшайбой установлено неподвижное корыто *5*, служащее для сбора отработанного флюса. На вращателе можно приваривать патрубки к фланцам, а также сваривать различные детали трубопроводов.

Способ сварки выбирают в зависимости от вида свариваемых деталей и применяемых для изготовления их труб. Газовая сварка наименее производительная и наиболее дорогая, требующая значительного расхода кислорода и дефицитного ацетилена или карбида кальция. Поэтому газовую сварку допускается применять только для труб условным диаметром до 50 *мм* и в исключительных случаях 80 *мм* с толщиной стенки не более 3,5 *мм*. Наиболее распространена ручная электродуговая сварка, применяемая для сварки углеродистых труб любых диаметров толщиной стенки 2 *мм* и более. В последние годы все шире используется полуавтоматическая сварка в среде углекислого газа, позволяющая сваривать трубы с тонкими стенками. Полуавтоматическую электродуговую сварку под слоем флюса применяют обычно для сварки труб условным диаметром 200 *мм* и более, а также для приварки патрубков к фланцам различных диаметров. Применение этого вида сварки для небольших количеств труб какого-либо одного диаметра не имеет смысла, так как настройка полуавтомата на каждый новый размер труб или на новую свариваемую деталь требует значительной затраты времени.

Перед сваркой подготавливают стыки труб, обрабатывают и очищают кромки. Кромки труб, толщина стенки которых 6 *мм* и более, обрабатывают со скосом для получения V-образного шва (рис. 67). При обработке, которую производят механическим способом или газовой резкой, должны быть обеспечены угол скоса 30° и величина притупления (p), указанная в табл. 51. Кромки труб с толщиной стенки до 5 *мм* (рис. 67) не обрабатывают. Во время обработки кромок проверяют также перпендикулярность конца трубы к ее оси. Проверку выполняют с помощью угольника, прикладываемого к трубе в двух взаимно перпендикулярных направлениях, причем максимальное отклонение не должно превышать 1 *мм*.

Таблица 51

Рисунки с изображением формы кромок	Размеры, *мм*			
	s	a	p	x, не более
67, *а*, *б*	1,5÷3,5	$1\pm0{,}5$	—	0,5
	4÷5	2 ± 1	—	1,0
67, *в*, *г*	6÷7	2^{+2}_{-1}	$1^{+1}_{-0,5}$	1,5
	8÷10	2^{+2}_{-1}	$2^{+1}_{-0,5}$	2,0
	11÷20	2^{+2}_{-1}	$2^{+1}_{-0,5}$	2,5

После обработки кромки труб должны быть очищены до металлического блеска стальными щетками или напильниками с наружной и внутренней стороны на ширину 15—20 *мм* от коррозии, масла, краски и других загрязнений, из-за которых ухудшается качество сварки.

Заготовки труб с подготовленными под сварку кромками собирают на прихватку. При сборке особое внимание должно быть обращено на то, чтобы смещение кромок труб (величи-

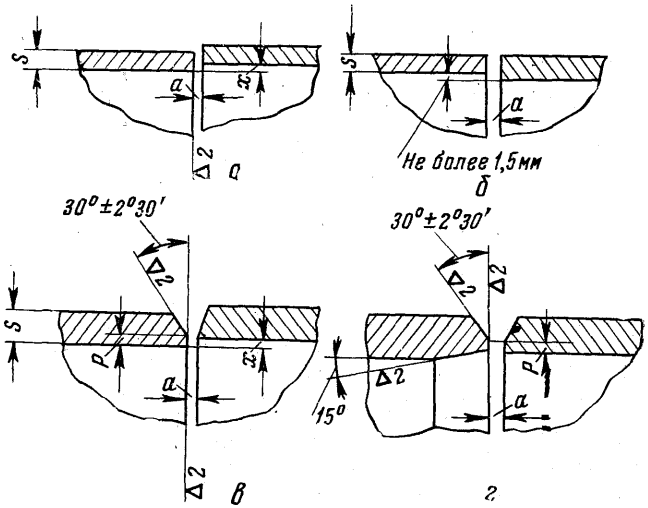


Рис. 67. Схема разделки концов труб и деталей:
а — при толщине труб $s \leqslant 5$ *мм*, *б* — при соединении труб толщиной 3—5 *мм* с утолщенной стенкой одной из деталей, *в* — при толщине труб свыше 5 *мм*, *г* — при соединении труб толщиной более 5 *мм* и с разностенностью большей, чем допускаемое смещение кромок.

на *x* на рис. 67, *а, в*) находилось в пределах допусков, приведенных в табл. 51. Иногда приходится соединять между собой трубы, одна из которых имеет утолщенную стенку. При сварке труб с толщиной стенки 3—5 *мм* (рис. 67, *б*) допустимая разностенность кромок не должна превышать 1,5 *мм*. При сварке труб с толщиной стенки 6 *мм* и более разностенность соединяемых деталей не должна превышать допусков, установленных для смещения кромок труб (величина *x*). Если смещение превосходит указанную величину, то производят плавную расточку под углом 15° конца трубы с большей толщиной стенки, как это показано на рис. 67, *г*.

Прихватка собираемых деталей или узлов трубопроводов и батарей — ответственная операция, ее должен производить сварщик, имеющий квалификацию не ниже допускаемой для сварки трубопроводов соответствующей категории. Лучше все-

го, когда прихватка выполняется тем же сварщиком, который будет сваривать детали или трубопроводы. Для прихватки применяют электроды или сварочную проволоку той же самой марки, что и для сварки стыков. Например, аммиачные, рассольные и водяные трубопроводы, а также аммиачные и рассольные охлаждающие приборы из малоуглеродистых труб прихватывают и сваривают ручной электродуговой сваркой с применением электродов марки Э-42 диаметром 3 *мм*. Прихватку стыков труб, свариваемых полуавтоматической сваркой, производят электродами Э-42А диаметром 3 *мм*.

После сборки стыка на прихватках проверяют центровку труб и величину зазоров, а также зачищают и проверяют прихватки. Центровку труб проверяют с помощью стальной линейки длиной 400 *мм*, которую прикладывают к образующей трубе в трех местах по окружности ее. Просвет между трубой и концом линейки на расстоянии 200 *мм* от стыка не должен превышать 1 *мм* для труб диаметром до 100 *мм* и 2 *мм* для труб диаметром более 100 *мм*.

Прихватки осматривают и при обнаружении трещин их вырубают. Прихватки стыков труб, предназначенных для полуавтоматической сварки, должны быть выполнены с обязательной проваркой корня шва. Собранные на прихватках стыки труб предъявляются для контроля мастеру или бригадиру, и затем передаются под сварку. При контроле проверяют качество подготовки и прихватки стыка, а также правильность сборки детали или узла трубопровода. Необходимо проверять расположение мест стыков и сварок деталей. При этом учитывают, что сварные швы должны располагаться на прямых участках труб. Расстояние между соседними стыками должно превышать диаметр трубы, но быть не менее 200 *мм*. При сварке труб, имеющих на концах погибы, шов должен располагаться от конца погиба на расстоянии, превышающем диаметр трубы, но не менее 100 *мм*. Это правило не относится к приварке к трубам или сварке между собой крутоизогнутых деталей (угольников и двойников) заводского изготовления. Штуцеры, патрубки, бобышки и другие изделия вваривают в газовые и электросварные трубы с таким расчетом, чтобы они не пересекались продольным швом трубы.

Трубы наиболее рационально сваривать в горизонтальном поворотном положении на роликовых опорах или стендах. Каждый стык сваривают без перерывов до полной заварки всего стыка. Если стык труб невозможно сварить в поворотном положении, то в первую очередь заваривают шов на нижней половине окружности трубы, а затем на верхней, причем вторую половину шва варят в противоположном направлении. Начало и конец шва должны перекрываться так, чтобы валик был равномерным по всей окружности стыка.

Стыки труб с толстыми стенками (например, диаметром 273×7 и 325×9 *мм*) сваривают в два-три слоя. Сварку первого слоя выполняют с узким валиком при сварочном токе 120—150 *а* электродом диаметром 3—4 *мм*, а последующих — электродами диаметром 4—5 *мм* током 200—250 *а*. Перед наложением каждого последующего шва стык очищают стальной щеткой или зубилом от шлака. По окончании сварки стыка сварщик обязан выбить на расстоянии 30—50 *мм* от него клеймо с присвоенным ему номером.

Все сварные стыки осматривают. Шов должен быть равномерным по всей длине со слегка выпуклой поверхностью. Переход от наплавленного металла к основному должен быть плавным, а на самом шве не должно быть кратеров, ноздреватости, пористости и грубой чешуйчатости. К наиболее часто встречающимся дефектам сварных швов относятся также прожоги тела трубы, наплывы и подрезы в зоне перехода от шва к основному металлу, трещины, выходящие на поверхность шва или основного металла, неравномерное усиление сварного шва по ширине и высоте, отклонение валика (усиления) от оси шва (перекос усиления шва).

Участки трубопроводов с дефектами сварных швов предварительно вырубают и заваривают их вновь в тех случаях, если протяженность дефектных участков не превышает 1/4 окружности трубы.

Сварные стыки с трещинами исправляют тогда, когда длина трещин меньше 20 *мм* при условном диаметре труб до 100 *мм* или меньше 50 *мм* при условном диаметре свыше 100 *мм*. В остальных случаях дефектный стык удаляют и на его место вваривают катушку длиной 200 *мм*.

Помимо внешнего осмотра всех сварных швов, мастер или бригадир должен систематически контролировать соблюдение сварщиками технологии сварки. Сварные швы аммиачных трубопроводов полагается обязательно контролировать физическими методами (просвечивание рентгеновскими лучами или гамма-лучами радиоактивных элементов, магнитографирование). Из общего количества стыков, сваренных каждым сварщиком, такому контролю должно быть подвергнуто 2% стыков, наихудших из принятых по внешнему осмотру, но не менее одного стыка на каждого сварщика. Физическим методом должны также контролировать все участки сварных швов, в которых исправлялись дефекты.

К сварке и прихватке стыков аммиачных трубопроводов допускаются только сварщики, сдавшие испытания в соответствии с «Правилами испытания электросварщиков и газосварщиков для допуска их к ответственным сварочным работам», утвержденными Госгортехнадзором и имеющие на руках соответствующие удостоверения. Для сварки и прихватки рассольных и

водяных трубопроводов сдача сварщиком испытаний по правилам Госгортехнадзора не требуется.

Сварщики, приступающие к сварке аммиачных, рассольных или водяных трубопроводов впервые или после перерыва, продолжавшегося более двух месяцев, а также начавшие работать с новыми сварочными материалами и на новом оборудовании, независимо от наличия удостоверений должны заварить пробные стыки. Пробные стыки следует варить в условиях, аналогичных тем, в которых будут сваривать трубопроводы. Пробные стыки, заваренные каждым сварщиком, подвергают следующим видам контроля: внешнему осмотру, испытанию на сплошность физическими методами и механическим испытаниям на разрыв и загиб. Если по внешнему осмотру пробный стык признается негодным, то сварщика от работы отстраняют. При неудовлетворительных результатах, полученных при проверке пробных стыков физическими или механическими испытаниями, вторично проверяют удвоенное количество стыков или образцов. В случае неудовлетворительных результатов повторных испытаний сварщика также отстраняют от работы. Сварщик, не выдержавший испытаний, может быть допущен к работе только после сдачи повторных испытаний, проводимых не ранее чем через 10 дней с момента отстранения его от работы.

Работы по сварке трубопроводов должны производиться под наблюдением инженерно-технических работников, имеющих специальную техническую подготовку или практический опыт работы. Результаты испытаний пробных стыков, сваренных сварщиком, так же, как и результаты приемки стыков, сваренных на монтаже (для аммиачных трубопроводов), записывают в специальный формуляр, заведенный на каждого сварщика.

При температуре окружающего воздуха ниже 0° С трубопроводы сваривают, соблюдая дополнительные требования в зависимости от марки углеродистой стали и температуры воздуха. Трубы из углеродистых сталей, содержащих до 0,2% углерода, при толщине стенки до 16 *мм* разрешается сваривать без подогрева при температуре окружающего воздуха не ниже —30° С. При более низкой температуре окружающего воздуха трубы необходимо сваривать с предварительным подогревом стыка до 100—150° С.

Трубы из углеродистой стали, содержащей более 0,2% углерода, разрешается сваривать без подогрева при температуре воздуха до —10° С при толщине стенки трубы не более 10 *мм* и до 0° С при толщине стенки от 10 до 16 *мм*. При более низких температурах трубы сваривают, предварительно подогревая стыки до 100—150° С.

При температуре окружающего воздуха ниже —20° С все трубопроводы сваривают по специальной технологии.

Глава V

МОНТАЖ ТРУБОПРОВОДОВ И ОХЛАЖДАЮЩИХ ПРИБОРОВ

К монтажу трубопроводов и охлаждающих приборов приступают при наличии определенной степени готовности строительных конструкций. Обычно работы начинают при следующих условиях:

потолочные охлаждающие батареи монтируют после завершения сооружения перекрытий, к которым они крепятся, не ожидая установки перегородок, ограждающих панелей, стен и т. д.;

пристенные охлаждающие батареи монтируют по окончании изоляции стен, перегородок и перекрытий, завершения штукатурки по изоляции и устройства черных полов;

воздухоохладители монтируют в зависимости от их конструкции и места установки. Отдельно стоящие воздухоохладители монтируют одновременно с потолочными батареями. Если эти воздухоохладители подлежат установке на изолированный пол, то участок пола изолируют заранее, а во время монтажа принимают меры для предохранения изоляции от возгорания. Воздухоохладители, подлежащие установке около изолируемых стен и перегородок, монтируют обычно одновременно с пристенными батареями по окончании изоляционных работ или же воздухоохладители собирают в стороне и затем передвигают к месту установки;

обвязочные трубопроводы компрессорных и аппаратных отделений и насосных станций монтируют по окончании всех основных строительных работ, закрытия оконных и дверных проемов и установки оборудования. Магистральные трубопроводы в этих помещениях часто монтируют до установки оборудования, но после окончания устройства фундаментов под него и каналов для трубопроводов;

монтаж наружных трубопроводов на эстакадах или отдельно стоящих опорах начинают после завершения сооружения этих конструкций. Трубопроводы, монтируемые в траншеях, укладывают только при полной готовности траншей и наличии прочного крепления их стенок.

До начала собственно монтажных работ должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

приемка здания или отдельных помещений и строительных конструкций под монтаж трубопроводов;

доставка на монтажную площадку труб, узлов трубопроводов, деталей и прочих материалов;

проверка и комплектация централизованно изготовленных узлов трубопроводов, а также деталей, предназначенных для сборки трубопроводов на монтажной площадке, и подача их к месту монтажа;

устройство рабочих подмостей и лестниц, установка монтажного оборудования, подготовка рабочих мест.

ПОДГОТОВКА МОНТАЖНЫХ РАБОТ

При приемке зданий или отдельных помещений под монтаж трубопроводов от строительной организации особое внимание должно быть обращено на наличие в строительных конструкциях закладных частей, гнезд и сквозных отверстий и соответствие размеров их и расположения требованиям проекта.

Закладные части служат для крепления трубопроводов и представляют собой анкера с резьбой, устанавливаемые в стыках между плитами перекрытий, а также аналогичные анкера или металлические накладки, забетонированные в теле железобетонных строительных элементов при их изготовлении. Анкера с резьбой, установленные в перекрытиях, служат для крепления подвесок трубопроводов и каркасов охлаждающих батарей, а установленные на колоннах, балках и перегородках, — для крепления кронштейнов трубопроводов. К металлическим накладкам приваривают различные опоры, подвески и кронштейны для крепления трубопроводов.

При кладке кирпичных стен и перегородок в них должны быть оставлены гнезда для установки кронштейнов. Сквозные отверстия в стенах, перегородках, перекрытиях, балках, колоннах и т. д., предназначенные для прохода трубопроводов, также должны быть оставлены при изготовлении или сооружении соответствующих строительных конструкций. При проверке размеров и привязок закладных частей, гнезд и отверстий необходимо учитывать, что отклонения от данных проекта должны находиться в пределах, обеспечивающих соблюдение приведенных ниже допусков для разных видов работ по монтажу трубопроводов. Как закладные части, так гнезда и отверстия должны быть выполнены строительной организацией по соответствующим чертежам, входящим в объем проекта. Обычно эти чертежи предусматривают устройство закладных частей, гнезд и отверстий для трубопроводов условным диаметром 40—50 *мм* и более. Поэтому в случае обнаружения ошибок в

размерах или привязках, либо пропущенных закладных частей и отверстий строительная организация должна устранить эти недостатки за свой счет немедленно после обнаружения их.

К началу монтажных работ на площадке должны находиться узлы и детали трубопроводов и охлаждающих приборов в объеме, необходимом для производства работ в соответствующем помещении. Узлы трубопроводов и их детали, арматура, опоры, средства крепления и другие материалы должны быть комплектными и соответствовать действующим ГОСТам, нормалям машиностроения и чертежам проекта. При транспортировании и хранении узлов и деталей должны быть приняты меры, обеспечивающие сохранность и исключающие возможность повреждения их.

Все узлы и детали трубопроводов сверяют с чертежами и проверяют наличие на них маркировки. Размеры узлов трубопроводов должны соответствовать чертежам, а отклонения не должны превышать: при габаритном размере узла до 3 *м* — ±5 *мм*, с увеличением допуска на каждый последующий полный метр ±2 *мм* и при суммарной величине отклонения во всем узле не более ±15 *мм*. При осмотре узлов и деталей обращают внимание на внешнее состояние их. На поверхности труб, фасонных деталей, фланцев, арматуры и т. д. не должно быть раковин, трещин, плен, заусенцев и других дефектов, снижающих прочность и работоспособность деталей. До монтажа узлы и детали трубопроводов проверяют на чистоту внутренних поверхностей. Все пробки и заглушки на концах узлов удаляют.

Завершающий этап подготовки монтажных работ — устройство подмостей, лестниц и установка монтажного оборудования. К монтажному оборудованию относятся трубогибы, сверлильные станки, наждачные точила и другое оборудование для обработки и подгонки централизованно поставляемых узлов трубопроводов и заготовки трубопроводов малого диаметра непосредственно на монтажной площадке. Это оборудование устанавливают либо в помещении, предназначенном для механической мастерской монтируемого объекта, либо непосредственно в одном из помещений его, в котором должен производиться монтаж. Оборудование и приспособления для гнутья труб большого диаметра, если оно требуется, устанавливают на открытой площадке. Верстаки с тисками, трубными прижимами и ручными трубогибочными станками, а также сварочное оборудование устанавливают в непосредственной близости от помещений, где должны выполняться монтажные работы.

Для производства работ на высоте устанавливают подмости, сооружаемые по чертежам. Наиболее удобны инвентарные подмости, собираемые из металлических раздвижных стоек и прогонов с настилом из деревянных щитов. Такие подмости

должны иметь сборные металлические ограждения и инвентарные лестницы.

В некоторых случаях удобно применять подвесные леса, прикрепляемые к железобетонным или металлическим строительным конструкциям. На рис. 68, *а* показаны подвесные леса, применяемые при монтаже потолочных охлаждающих батарей, устанавливаемых на металлическом каркасе подвесных путей в камерах для заморозки и охлаждения мяса. Эти подмости подвешивают к балкам *1* каркаса подвесных путей при помощи тяг из арматурной стали диаметром 25 *мм*. Тяги верхней скобой навешивают на балки каркаса, а на нижние скобы укладывают прогоны из деревянного бруса *3* сечением 13×18 *см*, на которые устанавливают сплошной настил *2* из досок толщиной 4—5 *см*. Доски настила пришивают к брусьям гвоздями длиной 10 *см*. Расстояние между брусьями-прогонами должно быть не более 1,5 *м*. Верхние и нижние скобы тяг для предохранения от разгибания скрепляют стяжками *6* из катанки диаметром 5—6 *мм*. Бортовые доски *4* размером 20×3 *см* и брусья ограждения *5* размером 10×5 *см* устанавливают в скобы, приваренные к тягам подмостей. Длину тяг выбирают в зависимости от местных условий. Деревянные или металлические приставные лестницы крепят к брусьям-прогонам или к тягам подмостей. Для предохранения подмостей от раскачивания во время работы тяги их расчаливают к колоннам здания с помощью катанки диаметром 6—8 *мм*.

Для разметки мест прокладки трубопроводов, пробивки отдельных отверстий и гнезд, установки средств крепления трубопроводов, а также для монтажа мелких трубопроводов и выполнения других работ широко применяют различные типы инвентарных подмостей и монтажных площадок, предназначенных для работы одного-двух человек.

Сборно-разборные раздвижные подмости (рис. 68, *б*) имеют сварную станину *9* из угловой стали с горизонтальными связями *6* и раскосами *8*. В центре станины имеются парные выдвижные стойки *5*, на верхние поперечины которых укладывают рабочую площадку *2*, представляющую собой деревянные щиты, которые для надежности прикрепляют к поперечинам *3* стоек крюками-прижимами *1*. Стойки *5* при подъеме площадки на требуемую высоту закрепляют в станине прижимными воротками *7*, на которые опираются связи *4* стоек. Ограждения площадки (на рисунке условно не показанные), а также лестницы закрепляют в петлях, привариваемых к верхним поперечинам *3* стоек *5*. Для устойчивости подмости после сборки и установки расчаливают с помощью катанки, которую привязывают одним концом к выдвижным стойкам подмостей, а другим к строительным конструкциям здания.

Инвентарные раздвижные подмости (рис. 68, *в*)

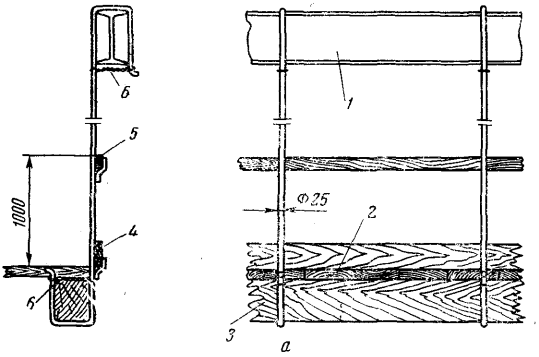
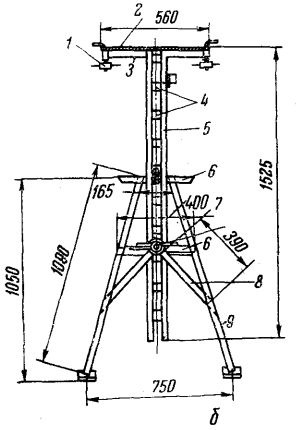
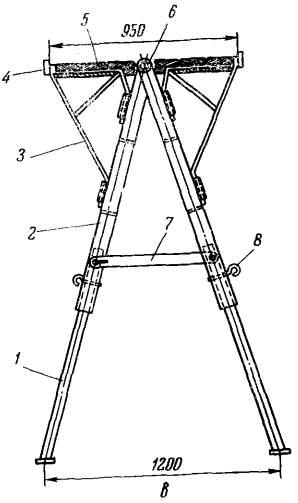
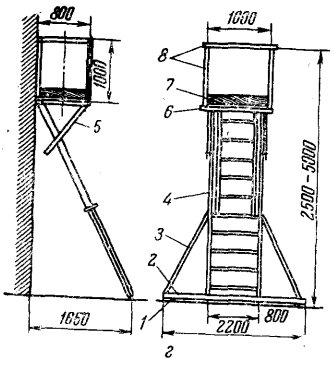


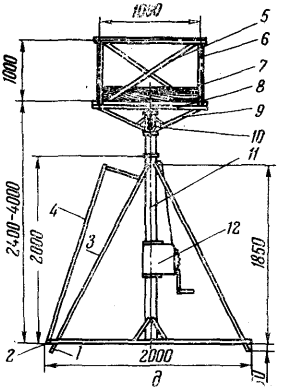
Рис. 68. Подмости, применяемые при монтаже трубопроводов:

а — подвесные, *б* — сборно-разборные раздвижные, *в* — инвентарные раздвижные, *г* — инвентарные приставные; *д* — инвентарные подъемные.









предназначены для работы одного-двух человек на высоте до 4 *м*. Подмости имеют стойки, выполненные в виде телескопического устройства из газовых труб различных диаметров. Нижние части стоек *1* вставлены в верхние *2* и скреплены штырями *8*, устанавливаемыми в сверления труб. Верхние части стоек *2*, соединенные между собой стяжным болтом *6*, во время работы скреплены двумя распорными планками *7*, которые на одной из пар стоек закреплены на приварных пальцах, а на других парах наброшены на приваренные болты и закреплены барашками. Рабочая площадка *5* из дощатых щитов уложена на кронштейны *3*, установленные в петлях, приваренных к верхним стойкам. Ограждения и приставные лестницы (на рисунке не показаны) устанавливают в петли *4*, приваренные к кронштейнам *3*.

Инвентарные приставные монтажные подмости (рис. 68, *г*) предназначены для работ, выполняемых на высоте до 5 *м* одним человеком около стен или перегородок. Металлический каркас подмостей состоит из боковых наклонных стоек *4*, опирающихся на поперечную связь *2* и скрепленных с ней подкосами *3*. На поперечной связи *2* имеются упоры *1*, предохраняющие от сползания подмостей. В верхней части стоек расположена площадка *6* с ограждением *8* и бортовой доской *7*. Площадка поддерживается кронштейнами *5*, опирающимися на стойки *4*. На стойках устроена лестница для подъема на площадку, часть настила которой выполнена откидной и опускается после того, как работающий поднимется на площадку. Подмости можно установить на разной высоте, изменяя угол наклона стоек *4*, при этом площадка всегда устанавливается в горизонтальном положении благодаря тому, что кронштейны *5* присоединены к ней шарнирно, а со стойками соединяются на болтах.

Инвентарные подъемные монтажные подмости (рис. 68, *д*) служат для работы одного человека на высоте до 4 *м*. Трубчатая стойка *11* подмостей установлена на основании *2* и раскреплена к нему подкосами *3*. Опорной частью основания являются ножки *1*. На основании установлена также лестница с ограждениями *4*. В стойке *11* телескопически передвигается опора *10* площадки *8*, связанной с опорой дополнительными подкосами *9*. На площадке установлены ограждения *6* с раскосами *5* и бортовыми досками *7*. Площадку поднимают с помощью ручной лебедки *12*, установленной на трубчатой стойке *11*.

До начала работ по монтажу трубопроводов должно быть подготовлено такелажное оборудование для подъема узлов трубопроводов к месту установки. В связи с тем что узлы трубопроводов холодильных установок как правило, невелики и вес их обычно не превышает 0,75—1 *т*, для подъема их пользуются в основном ручными талями, рычажными лебедками и

блоками, которые подвешивают к строительным конструкциям или же к треногам и козлам. Подвешивание грузоподъемных средств к строительным конструкциям здания можно производить только с разрешения заказчика или строительной организации.

МОНТАЖ ТРУБОПРОВОДОВ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

В соответствии с транспортируемой средой трубопроводы холодильных установок принято делить на три основные группы: аммиачные, рассольные и водяные.

Аммиачные трубопроводы подразделяют на нагнетательные — от компрессора до конденсатора, жидкостные — от конденсатора до испарителя (или до охлаждающих приборов); всасывающие — от испарителя до компрессора и вспомогательные трубопроводы. К вспомогательным относятся манометровые, маслоспускные, воздухоспускные, дренажные, оттаивательные и предохранительные трубопроводы.

Рассольные трубопроводы разделяют на нагнетательные (подающие) — от центробежного насоса до охлаждающих приборов; сливные (обратные) — от охлаждающих приборов до насоса и вспомогательные (или служебные), к которым относятся трубопроводы для подогрева рассола, а также разведения и подачи рассола в систему и слива его.

Водяные трубопроводы разделяют на нагнетательные (прямые) — от сети городского водопровода до компрессора или же от центробежного насоса до конденсатора, брызгального бассейна или градирни и обратные (сливные) — от компрессора до градирни или в канализацию, от градирни или брызгального бассейна до насоса.

На современных крупных промышленных холодильных установках водяные и рассольные трубопроводы имеют минимальный диаметр условного прохода 50 *мм* (исключение составляют трубопроводы для подачи воды на охлаждающие рубашки компрессоров, которые монтируют из газовых труб диаметром от 1/2″ до 1 1/2″). Для аммиачных трубопроводов применяют трубы условным проходом от 6 до 300 *мм*. В зависимости от холодопроизводительности установки и ее схемы аммиачные трубопроводы обычно монтируют из труб следующих диаметров:

Трубопроводы	Диаметр, *мм*
Манометровые	10×1,6
Воздухоспускные	10×1,6 и 16×1,6
Маслоспускные	16×1,6
Предохранительные	От 18×1,6 до 57×3,5
Горячей оттайки	От 25×1,6 до 57×3,5
Дренажные	От 38×2 до 76×3,5
Жидкостные	От 16×1,6 до 108×4
Всасывающие и нагнетательные	От 45×2,5 до 325×9

Из приведенных данных видно, что условный диаметр основного количества трубопроводов холодильных установок 50 *мм* и более.

Наиболее эффективный и современный метод монтажа трубопроводов — монтаж их из готовых блоков и узлов, изготовляемых централизованно в трубозаготовительных цехах или механических мастерских. Обычно централизованно изготовляют узлы трубопроводов, начиная с условного диаметра 50 или даже 70 *мм*. Основное количество этих трубопроводов составляют обвязочные трубопроводы компрессорного и аппаратного отделений, а также некоторые многократно повторяющиеся узлы обвязки охлаждающих батарей, воздухоохладителей, распределительных коллекторов и так далее. Прямые участки трубопроводов значительной протяженности, а также магистральные трубопроводы с небольшим количеством фланцевых соединений, арматуры и фасонных частей собирают непосредственно на месте монтажа. Трубопроводы малых диаметров также собирают на месте монтажа.

Таким образом, общий объем трубопроводных работ, выполняемых по месту, довольно велик. В связи с этим для максимальной индустриализации работ по монтажу всего комплекса трубопроводов на монтажную площадку, помимо узлов трубопроводов условным диаметром от 50 *мм* и более, должны поставлять также отдельные их детали: гнутые, штампованные и сварные отводы, тройники, переходы и крестовины; прошедшую ревизию и испытания трубопроводную арматуру в сборе с фланцами и патрубками; отдельные фланцы с приваренными патрубками; накидные гайки с ниппелями; прокладки, а также средства крепления (опоры, подвески, хомуты, кронштейны и т. д.). При таком обеспечении трубопроводных работ можно свести до минимума заготовительные работы на монтажной площадке и резко повысить производительность монтажных работ.

Разметка мест прокладки и установка средств крепления трубопроводов

Начальная стадия монтажа трубопроводов — разметка мест прокладки их и размещения опор. Для разметки используют в основном водяные уровни, отвесы и рулетки. Разметку начинают с нанесения осей трубопроводов на стенах, перегородках, колоннах и других строительных конструкциях. Затем, ориентируясь на нанесенные оси, устанавливают кронштейны, подвески и другие опорные конструкции (в том числе и закрепляемые или привариваемые к закладным частям). При установке опорных конструкций необходимо учитывать то, что отклонение их от проектного положения не должно превышать в плане

± 10 *мм*, по высотным отметкам — 10 *мм*, по уклону — $\pm 0{,}001$.

Опорные конструкции сразу же после установки и выверки должны быть прочно закреплены. Особо тщательно следует устанавливать кронштейны в стенах и перегородках. На концах кронштейнов, заделываемых в стены, обязательно должны быть отогнуты или приварены анкера из угловой стали. Перед установкой кронштейнов на внутренней поверхности гнезд делают насечку, а затем гнездо тщательно очищают и обильно смачивают водой. После установки и выверки кронштейнов мелкие гнезда заливают цементным раствором, а крупные — бетоном марки не ниже 150.

При установке опор и подвесок трубопроводов следят за тем, чтобы расстояние между смежными опорами не превышало максимально допустимых величин, указанных в табл. 52. При монтаже трубопроводов с арматурой вблизи арматуры необходимо устанавливать дополнительные опоры.

Как уже упоминалось выше, устройство гнезд для крепления отдельно прокладываемых трубопроводов малого диаметра и отверстий для прохода их через стены, перегородки и перекрытия строительной частью проекта обычно не предусматривается, поэтому их прибивают после разметки осей трубопроводов. Для пробивки отдельных гнезд или отверстий применяют шлямбуры, представляющие собой отрезок бесшовной трубы, на одном конце которой вырезаны ножовкой мелкие зубья. После вырезки зубьев конец трубы закаливают.

При необходимости образования значительного количества гнезд и отверстий пробивку их заменяют сверлением специальными электродрелями, а также электродрелями для сверления по металлу или по дереву с небольшим числом оборотов (300—500 *об/мин*). В качестве рабочего инструмента применяют простейшие сверла (рис. 69, *а*), представляющие собой стержень с хвостовиком в виде конуса Морзе № 1 или 2. На рабочем конце стержня имеется наконечник с припаянными победитовыми пластинами. Для удаления измельченного кирпича на поверхности стержня приварена навитая по спирали проволока диаметром 4 *мм*. С помощью сверла можно сверлить отверстия диаметром до 65 *мм*. Для образования отверстий разного диаметра требуются сверла с разными диаметрами наконечников.

Разборное сверло (рис. 69, *б*) лишено недостатков, свойственных сверлу, предназначенному для образования отверстий только одного размера. Это сверло собирается из сменных наконечников *1*, составных стержней *2* и конусов Морзе *3*. Все детали собраны на резьбе, а количество стержней зависит от толщины стены. Наконечники изготовляют для сверления отверстий диаметром 22, 28, 34, 45, 50 и 65 *мм*. Стержни имеют длину 250 *мм* при диаметре 21 *мм* для первых трех размеров

наконечников и 26 *мм* — для остальных. Конус Морзе № 1 применяют для сверления отверстий диаметром 22 *мм* и № 2 — для остальных.

В настоящее время применяют новый метод крепления опорных конструкций для трубопроводов небольших диаметров с помощью строительно-монтажного пистолета. Этот способ не требует пробивки гнезд и позволяет крепить конструкции в самых различных местах и к разным строительным элементам.

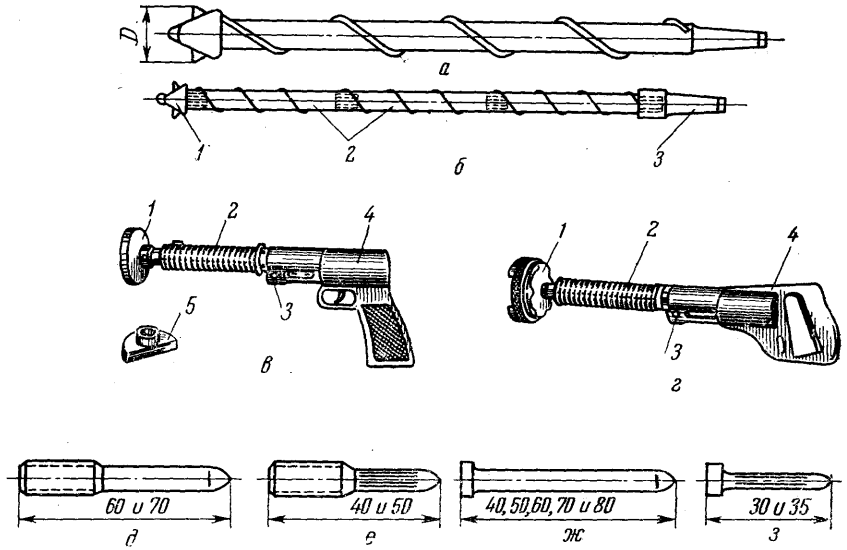


Рис. 69. Инструменты для сверления отверстий и крепления деталей:
а — простейшее сверло для бетона и кирпича, *б* — составное сверло для бегона и кирпича, *в* — строительно-монтажный пистолет марки СМП-1, *г* — строительно-монтажный пистолет марки СМП-3, *д* — дюбель-винт с гладким концом, *е* — дюбель-винт с рифленым концом, *ж* — дюбель-гвоздь с гладким концом, *з* — дюбель-гвоздь с рифленым концом.

Строительно-монтажные пистолеты типа СМП-1 и СМП-3 служат для забивки крепежных деталей в бетон, кирпич, шлакобетон и металлические конструкции. Строительно-монтажный пистолет типа СМП-1 (рис. 69, *в*) предназначен для забивки деталей в бетон до марки 300 включительно, а типа СМП-3 (рис. 69, *г*) — до марки 600 включительно.

Строительно-монтажные пистолеты обеих марок состоят из следующих основных деталей: наконечника *1*, защитного кожуха *2* ствола, кнопки для откидывания ствола *3*, рукоятки *4*, спускового механизма. Конфигурация наконечников может быть различной в зависимости от формы плоскости или пристреливаемой детали. На рис. 69, *в* изображены круглый *1* и полукруглый *5* наконечники, а на рис. 69, *г* наконечник *1* — круглый с вырезом для пристреливания полосовой стали.

Таблица 52

Размеры труб, *мм*	Вес 1 *м* трубопровода, *кг*						Максимальное расстояние между точками крепления, *мм*					
	без изоляции			с изоляцией			без изоляции			с изоляцией		
	с газом	с жидким аммиаком	с рассолом	с газом	с жидким аммиаком	с рассолом	с газом	с жидким аммиаком и рассолом		с газом	с жидким аммиаком	с рассолом
10×1,6	0,39	0,41	—	—	14,18	—	1 200	1050		—	270	—
16×1,6	0,59	0,64	—	—	14,91	—	1 500	1350		—	450	—
18×1,6	0,79	0,89	—	—	15,67	—	1 750	1550		—	600	—
25×1,6	0,99	1,15	—	—	16,30	—	1 950	1850		—	750	—
32×2	1,65	2,04	—	—	26,66	—	2 600	2350		—	1000	—
38×2	1,98	2,55	—	27,53	28,10	—	2 850	2500		1200	1150	—
45×2,5	2,37	3,21	—	28,82	29,66	—	3 250	2800		1400	1400	—
57×3,5	4,83	5,90	6,98	34,56	35,83	36,91	3 800	3350		1900	1900	1900
76×3,5	6,27	8,69	10,74	36,27	38,69	40,74	4 600	3950		2600	2400	2400
89×3,5	7,30	10,81	13,71	50,31	53,73	56,63	5 150	4300		2750	2600	2600
108×4	10,28	15,36	19,68	65,39	70,69	74,99	5 750	4750		3100	3000	2950
133×4	12,76	—	27,45	72,65	—	87,34	6 800	5400		3800	3650	3600
159×4,5	17,19	—	38,34	80,30	—	101,49	7 650	6100		4550	—	4250
219×7	36,6	—	76,88	131,28	—	171,56	9 400	7400		5900	—	5400
273×7	46,05	—	109,11	149,43	—	212,55	10 900	8400		7350	—	6550
325×9	70,72	—	160,5	185,02	—	275,18	12 250	9400		8660	—	7550

В ствол пистолетов закладывают патрон и крепежную деталь (так называемый дюбель). При взрыве патрона образующиеся пороховые газы выталкивают дюбель из ствола с большой силой и забивают его в материал основания.

Для крепления конструкций применяют дюбели двух типов: дюбели с резьбой (так называемый дюбель-винт, обозначаемый ДВ) и гвоздеобразные дюбели (так называемый дюбель-гвоздь, обозначаемый ДГ). Каждый из этих типов дюбелей выпускается в двух модификациях (рис. 69, *д*, *е*, *ж*, *з*) с гладким стержнем — для забивки в каменные основания и с рифленым стержнем — для забивки в металлоконструкции.

Дюбели с резьбой служат для крепления съемных конструкций с помощью гаек (рис. 70, *а*); гвоздеобразными дюбелями крепят наглухо конструкции, не подлежащие демонтажу (рис. 70, *б*).

Дюбели каждого типа выпускают со стержнями диаметром 4,5; 5,5 и 6,8 *мм* и с различной длиной стержней. Резьбовая часть на дюбелях типа ДВ имеет резьбу М6, М8 и М10; диаметр шляпки дюбелей типа ДГ 8 или 12 *мм*. Каждый типоразмер дюбеля предназначен для определенной допускаемой нагрузки, которую он способен нести после забивки в какое-либо определенное основание. Например, дюбели с резьбой, забиваемые в стальные конструкции, способны нести нагрузку от

290 *кг* при забивке в сталь толщиной 5 *мм* до 600 *кг* при забивке в сталь толщиной 15 *мм*. Дюбели с резьбой, забиваемые в каменное основание, способны нести нагрузку до 170 *кг* при забивке в бетон марки 100; до 260 *кг* — в бетон марки 300; до 220 *кг* — в бетон марки 600; до 100 *кг* — в красный кирпич. Допускаемая нагрузка на гвоздеобразные дюбели близка к приведенной.

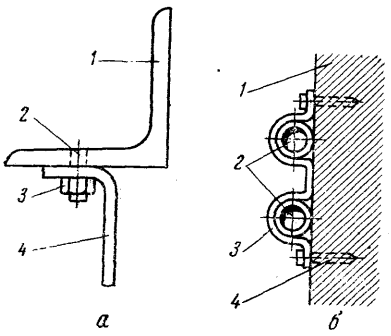


Рис. 70. Крепление конструкций:
а — с помощью дюбель-винта:
1 — угольник, *2* — дюбель-винт, *3* — гайка, *4* — подвеска, *б* — с помощью дюбель-гвоздя: *1* — стена, *2* — труба, *3* — хомут, *4* — дюбель-гвоздь.

Для крепления опорных конструкций тип и размеры дюбеля выбирают в зависимости от нагрузки и основания, в которое он забивается, а размеры гвоздеобразных дюбелей — также в зависимости от толщины стенок конструкции, которая подлежит креплению. Выбор производят по специальным таблицам, которые приложены к строительно-монтажному пистолету. По ним определяют номер патрона с пороховым зарядом, необходимым для забивки выбранного типоразмера дюбеля. Затем патрон и дюбель вставляют в ствол строительно-монтажного пистолета.

Для центровки дюбеля в стволе на острие стержня надевают полиэтиленовый наконечник *6* (рис. 71), а на дюбель с резьбой, кроме того, навинчивают центрирующую гайку. Заряженный строительно-монтажный пистолет подносят к поверхности, в ко-

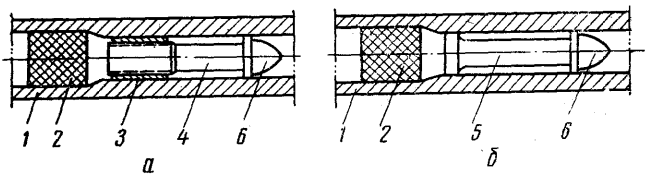


Рис. 71. Установка в ствол строительно-монтажного пистолета:
а — дюбель-винта, *б* — дюбель-гвоздя,
1 — ствол, *2* — патрон, *3* — установочная гайка, *4* — дюбель-винт, *5* — дюбель-гвоздь, *6* — полиэтиленовый центрирующий наконечник.

торую необходимо забить дюбель, прижимают к ней предохранительным наконечником *1* (см. рис. 69, *в*, *г*) и производят выстрел. Когда делают глухое крепление какой-либо конструкции гвоздеобразным дюбелем, ее подкладывают на основание под предохранительный наконечник пистолета.

Предохранительный наконечник служит для того, чтобы перекрывать некоторую зону вокруг ствола и предотвратить таким образом вылет дюбеля наружу в случае его рикошета от основания, в которое производится забивка. Форма предохранительного наконечника зависит от материала основания, в которое забивают дюбель, а также от материала и формы конструкций, которые пристреливают гвоздеобразными дюбелями.

С помощью строительно-монтажного пистолета можно закреплять как отдельные трубопроводы, так и скобы или кронштейны для прокладки нескольких трубопроводов. При креплении конструкций гайки на забитых дюбелях с резьбой нельзя сильно затягивать, так как при этом может возникнуть осевое усилие, превосходящее прочность закрепления дюбеля. Поэтому гайку следует затягивать только до полного прилегания ее к закрепляемой конструкции.

При креплении трубопроводов на потолке количество дюбелей должно быть таким, чтобы нагрузка на один дюбель не превышала 25 *кг*. Для обеспечения этого требования увеличивают количество подвесок, на которых крепится трубопровод, или одну подвеску закрепляют с помощью нескольких дюбелей, размещая их таким образом, чтобы нагрузка, приходящаяся на каждый дюбель, была одинаковой. Если конструкции крепят над проходами или другими местами, где могут находиться люди, то каждый забитый дюбель должен быть испытан контрольной нагрузкой, равной тройной рабочей нагрузке, приходящейся на этот дюбель, плюс 80 *кг*. Для предотвращения образования радиальных трещин в бетоне расстояние между соседними дюбелями должно быть не менее 120 *мм*.

С помощью строительно-монтажного пистолета можно крепить трубопроводы, работающие в спокойных условиях. Трубопроводы, подверженные в процессе эксплуатации постоянным вибрациям и динамическим нагрузкам, например трубопроводы, подключаемые к компрессорам и насосам, крепить на дюбелях нельзя. Наиболее целесообразно крепить на дюбелях неизолируемые трубопроводы условным диаметром до 50 *мм*, прокладываемые в компрессорном и аппаратном отделениях, такие, как масло- и воздухоспускные, манометровые, жидкостные между конденсаторами и регулирующей станцией и тому подобные.

Крепление трубопроводов к строительным конструкциям допускается только при письменном разрешении строительной организации и в местах, указанных ее сотрудниками. Пристрелка дюбелей к железобетонным конструкциям должна производиться таким образом, чтобы дюбели не попадали в арматуру железобетона. Для этого в комплекте строительно-монтажного пистолета имеется специальный прибор — арматуроискатель, служащий для определения мест нахождения арма-

туры в железобетоне. К работе с пистолетом допускаются только лица, прошедшие специальное обучение и имеющие на руках удостоверение на право работы.

Наиболее распространенные типы опорных конструкций для холодильных трубопроводов — кронштейны и подвески. Кронштейны (рис. 72, *а*, *б*) применяют для крепления трубопрово-

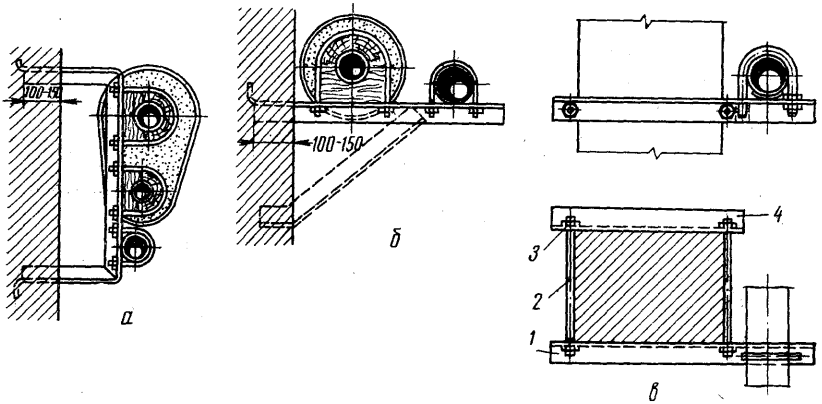


Рис. 72. Крепление на кронштейнах изолированных и неизолированных трубопроводов:

а — расположенных у стен один над другим, *б* — расположенных рядом горизонтально, *в* — установка кронштейна на колонне; *1* — кронштейны, *2* — стяжные болты, *3* — гайки, *4* — угольник.

дов, прокладываемых вдоль стен и перегородок. Для крепления труб к колоннам применяют специальные кронштейны, устанавливаемые на железобетонных (или кирпичных) колоннах с помощью накладок и стяжных болтов (рис. 72, *в*).

Подвески применяют для крепления как горизонтальных, так и вертикальных участков трубопроводов. Тяги подвесок (рис. 73, *а*) изготовляют на месте монтажа по размерам, замеряемым с натуры. Верхний конец тяги прикрепляют к закладным частям, устанавливаемым обычно в стыках между железобетонными плитами перекрытия. Нижний конец тяги соединяется ушком с серьгой или с плавником хомута. Длина тяги должна быть определена точно, чтобы обеспечивалось проектное положение оси трубопровода. Если по каким-либо причинам нельзя точно определить требуемую длину тяги, применяют установку на тягах муфт-талрепов. Обычно это делают тогда, когда трубопровод подвешивают на двух наклонных тягах (рис. 73, *б*), что требует создания в них соответствующего усилия натяжения.

При монтаже холодильных установок часто необходимо проложить под потолком несколько горизонтальных параллельных труб. В этом случае обычно их крепят на горизонтальной

балочке (рис. 74) из швеллера или угловой стали. Балочку подвешивают к болтам, установленным в перекрытии, с помощью тяг или же подвесок из полосовой стали.

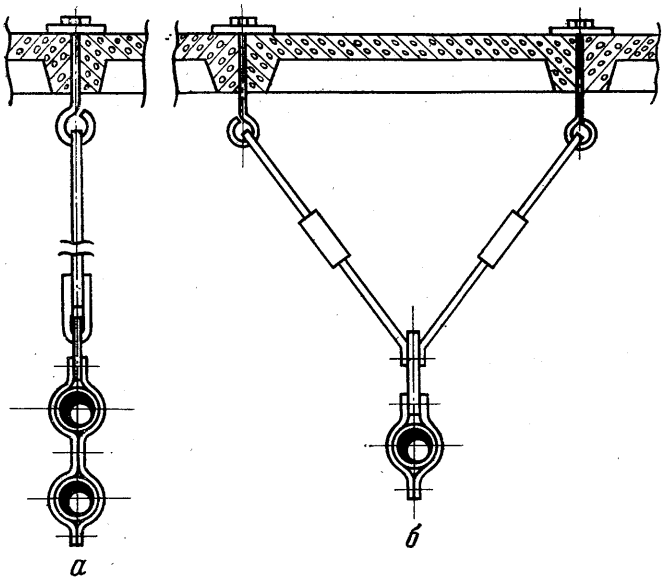


Рис. 73. Крепления трубопроводов на подвесках.

Иногда, например при монтаже трубопроводов на реконструируемых предприятиях, необходимо прикрепить трубопроводы к стальным двутавровым балкам, являющимся элементом строительных конструкций. Такие крепления выполняют с помощью захватов (рис. 75). Иногда трубы прикрепляют к скобам, привариваемым к металлоконструкциям (рис. 76).

При изготовлении и установке средств креплений трубопроводов необходимо следить за тем, чтобы конструкция их и применяемые материалы соответствовали указаниям проекта.

Трубопроводы крепят к кронштейнам при помощи хомутов. Наряду с нормализованными хомутами (см.

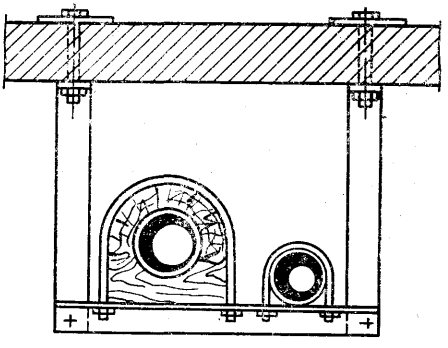


Рис. 74. Крепление нескольких труб, прокладываемых под перекрытием.

рис. 17) широко применяют хомуты с односторонней резьбой для крепления труб диаметром до 159×4,5 *мм*. Трубы диаметром до 57×3,5 *мм* крепят хомутиками *1* с приваренной упорной шайбой *2* и гайкой *3* (рис. 77, *а*). Для крепления труб диаметром от 57×3,5 до 159×4,5 *мм* применяют хомуты *1* (рис. 77, *б*) с двумя гайками *2*. Для трубопроводов диаметром до 57×3,5 *мм*, не соединяемых непосредственно с насосами и компрессорами, а следовательно, работающих в спокойных условиях, допускается установка хомутов без гаек и резьбы — с отгибом концов (рис. 77, *в*).

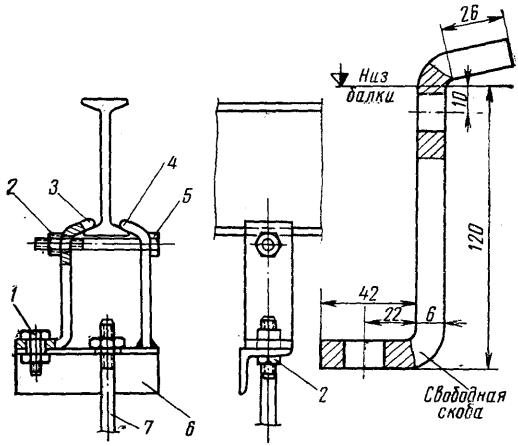


Рис. 75. Захват для крепления подвесок к балкам:
1 — болт с гайкой, *2* — гайка, *3* — свободная скоба, *4* — приварная скоба, *5* — стяжной болт, *6* — угольник, *7* — тяга.

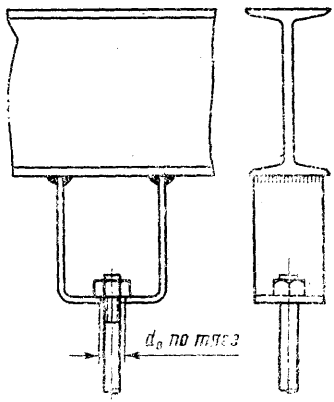


Рис. 76. Крепление тяги подвески к скобе, приваренной к балке.

Значительную часть трубопроводов холодильных установок изолируют. К ним относятся все трубопроводы, работающие при низких температурах и расположенные вне охлаждаемых помещений, т. е. жидкостные аммиачные трубопроводы от регулирующей станции до испарителей или холодильных камер, всасывающие аммиачные трубопроводы, а также почти все рассольные трубопроводы. Холодильные трубопроводы изолируют сегментами или скорлупами из минеральной пробки или торфоплит, наклеиваемыми на битуме с последующим обвертыванием металлической сеткой и штукатуркой по ней цементным раствором. Изоляционные работы выполняют после монтажа и испытания трубопроводов. Однако качество изоляции во многом зависит от того, насколько правильно смонтированы холодильные трубопроводы.

Одно из основных требований, предъявляемых к изоляции холодильных трубопроводов, — непрерывность изоляционного слоя. Это требование вызывается тем, что при наличии щелей, отверстий или других дефектов в изоляцию проникает окружающий воздух и влага из него конденсируется и замерзает на холодной стенке трубопровода. Слой льда постепенно на-

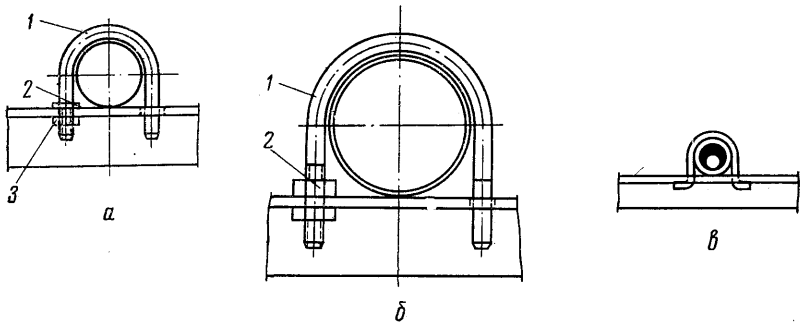


Рис. 77. Крепление труб хомутами.

мораживается и начинает разрушать изоляцию вокруг неисправного участка. Во время перерывов в работе холодильной установки лед, образовавшийся в неисправном месте, тает и

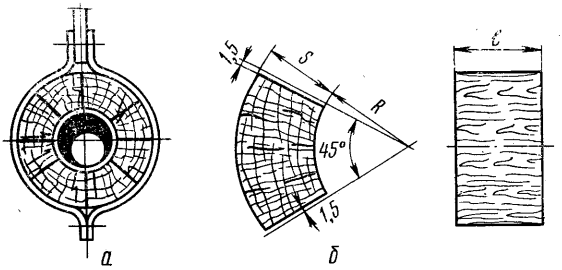


Рис. 78. Деревянная прокладка и сегмент для нее.

увлажняет прилегающие участки изоляции, которые при последующем включении холодильной установки в работу вновь замерзают и разрушаются еще сильнее.

Для обеспечения непрерывности изоляционного слоя трубопроводы, работающие при низких температурах и подлежащие изоляции, крепят через деревянные прокладки. Их изготовляют из дуба, бука и других равноценных сортов древесины. Круглые прокладки (рис. 78, *а*) для крепления трубопроводов на подвесках собирают из сегментов (рис. 78, *б*), размеры которых приведены в табл. 53. Прокладки для крепления трубо-

проводов на кронштейнах собирают из двух частей: верхнюю из сегментов, а нижнюю — фасонную — вырезают из доски.

Таблица 53

Наружный диаметр труб, *мм*	Размеры, *мм*			Вес, *кг*
	R	*S*	*l*	
45	24	72	55	0,136
57	30	66	55	0,131
76	39	96	75	0,356
89	45	90	75	0,346
108	55	106	75	0,490
133	67	95	75	0,463
159	81	106	90	0,729
219	111	102	95	0,890
273	139	100	100	1,071
325	165	100	100	1,215

Прокладки для трубопроводов наружным диаметром 38 *мм* и менее обычно целиком вырезают из досок, затем просверливают в них отверстие под трубу и уже после этого разрезают на две половины. Толщина этих прокладок в радиальном направлении должна составлять 30 *мм*. Все прокладки перед установкой обязательно следует антисептировать. Хорошие результаты получают при покрытии водным раствором фтористого натрия концентрацией 1,5—3% или креозотовым маслом.

Сборка трубопроводов

После установки опорных конструкций приступают к монтажу на них трубопроводов. На кронштейны, установленные в гнездах стен и перегородок, трубопроводы укладывают после схватывания и частичного затвердевания бетона или цементного раствора, которыми залиты гнезда, т. е. через 7—15 дней после заливки.

Монтаж трубопроводов заключается в сборке линий из узлов или элементов с подгонкой их и креплением к опорам. Технология сборки каждой отдельной линии зависит от габаритов, конструкции и веса ее, наличия грузоподъемных средств, а также от места прокладывания данной линии.

В качестве примера рассмотрим порядок монтажа нагнетательной линии от группы компрессоров до маслоотделителя, изображенной на рис. 39, *а*. Общий вес этой линии 450 *кг* при максимальном весе одного узла (узел 3/5) примерно 120 *кг* (вместе с обратным клапаном диаметром 150 *мм*). Линия состоит из трех скобообразных узлов 3/1, присоединяемых фланцами к нагнетательным штуцерам компрессоров, а свободными концами к магистрали, укладываемой в канале в полу и

включающей в себя узлы 3/2, 3/3 и 3/4; узла 3/5, вертикально устанавливаемого у стены и переходящего внизу на горизонтальный участок, также укладываемый в канале; узла 3/6 с обратным клапаном и узла 3/7, присоединяемого к маслоотделителю.

Особенностью этой линии является то, что большинство монтажных стыков между узлами, подлежащих сварке, расположены в канале и недоступны для сварки на месте. Линию собирают в следующей последовательности: сначала опускают в канал узел 3/4, укладывают его на опоры и фиксируют на них временно устанавливаемыми хомутами. Затем устанавливают крайний справа узел 3/1, подгоняют нижний конец его к отводу узла 3/4 и подрезают монтажный припуск, имеющийся на длинной части скобы с таким расчетом, чтобы при установке скобы на штуцер компрессора зазор между торцами вертикального участка скобы и отвода горизонтального участка узла 3/4 был 2 *мм*. После подрезки скобу устанавливают на место, фланец ее двумя болтами прикрепляют к фланцу штуцера компрессора и прихватывают монтажный стык электросваркой. Затем в канал опускают узел 3/3 и подгоняют его конец к переходу узла 3/4, одновременно подгоняя средний узел 3/1 так же, как это делали с предыдущим. После подгонки устанавливают средний узел 3/1 на фланец компрессора и прихватывают монтажные стыки, соединяющие узел 3/3 с узлами 3/1 и 3/4. Далее так же устанавливают узел 3/2 и левый узел 3/1.

Следующий этап сборки трубопроводов — установка узла 3/6 и подгонка к нему узла 3/7. После подгонки и прихватки монтажного стыка узел 3/6 закрепляют на опорах постоянными хомутами или болтами. В последнюю очередь подгоняют узел 3/5 и прихватывают монтажный стык в соединении его с узлом 3/4. Монтажный стык между узлами 3/5 и 3/6 оставляют свободным. Таким образом, вся линия оказывается собранной в два блока.

Для сварки монтажных стыков, расположенных в канале, блок из узлов 3/1, 3/2, 3/3, 3/4 и 3/5 необходимо приподнять не менее чем на 700—800 *мм*, чтобы обеспечить возможность нормальной сварки стыков. Блок поднимают с помощью двух талей или рычажных лебедок, подвешенных над средним узлом 3/1 и над горизонтальной частью узла 3/5. После строповки и освобождения болтов на фланцах блок сдвигают в сторону, выводя таким образом вертикальный участок узла 3/5 из-под обратного клапана. Под приподнятый таким образом блок устанавливают прочные козлы или другие временные опоры и заваривают монтажные стыки. Затем блок трубопровода вновь опускают в канал, закрепляют его на опорах и соединяют фланцы, установив постоянные прокладки. После этого сваривают монтажные стыки между узлами 3/6 и узлами 3/5 и 3/7.

Как видно из приведенного выше описания, последовательность монтажа линии трубопровода обусловлена в основном двумя факторами: наличием монтажных стыков, расположенных в канале и поэтому недоступных для сварки, и большими габаритами линии сложной конфигурации. Однако технология сборки узлов любого трубопровода складывается из операций, аналогичных описанным выше. Ниже приведена последовательность сборки линий трубопроводов:

сборка узлов трубопроводов «начерно» с установкой временных креплений и соединением фланцевых стыков на оборудовании с постановкой части болтов и без прокладок;

последовательная подгонка стыкуемых узлов трубопроводов;

электродуговая прихватка монтажных стыков, за исключением тех, которые могут препятствовать созданию наиболее удобных условий сварки линии или части ее;

сварка монтажных стыков;

окончательная установка линии с выверкой ее положения;

сборка фланцев с постановкой постоянных прокладок и креплением на опорах.

При сборке в первую очередь устанавливают узлы, присоединяемые к оборудованию; узлы, включающие в себя арматуру; а также базовые узлы магистральных трубопроводов. При установке трубопроводов на штуцеры оборудования нельзя присоединять их консольно без одновременного закрепления на опорах.

При сборке трубопроводов особое внимание должно быть обращено на обеспечение проектного положения оси трубопровода, отклонение которой в плане не должно превышать ± 5 *мм* для трубопроводов, прокладываемых внутри помещений, и $\pm$ 10 *мм* для наружных трубопроводов. Допускаемое отклонение трубопроводов по уклону не должно превышать 0,001. В случае обнаружения отклонений по уклону или зазоров между трубопроводами и горизонтальной опорой можно установить между трубопроводом и кронштейном металлические прокладки, приварив их к кронштейну. Прокладки должны перекрывать всю ширину кронштейна.

Большое значение имеет правильная сборка сварных и фланцевых стыков. Сварной стык должен располагаться на расстоянии не менее 50 *мм* от опор, торец трубы должен быть перпендикулярен оси ее. Отклонение оси трубопровода от проектного направления, измеренное на расстоянии 200 *мм* от сварного стыка, не должно превышать 0,5 *мм*. За соблюдением этого правила необходимо особо следить при монтаже трубопроводов, собираемых на месте монтажа из отдельных деталей. Учитывая, что сборка стыка труб под сварку — ответственная операция, на монтаже обычно пользуются различными приспо-

соблениями, облегчающими ее и обеспечивающими точность сборки. На рис. 79 показано одно из таких приспособлений — струбцина для сборки и центровки труб, позволяющая собирать и прихватывать стыки труб условным диаметром до 50 *мм*.

Если при сборке трубопровода обнаруживается, что зазор между торцами труб превышает допустимую величину, то исправлять этот дефект нагревом и вытяжкой одного из концов труб, либо натяжением всего трубопровода запрещается. В этом случае один из концов труб обрезают и в трубопровод

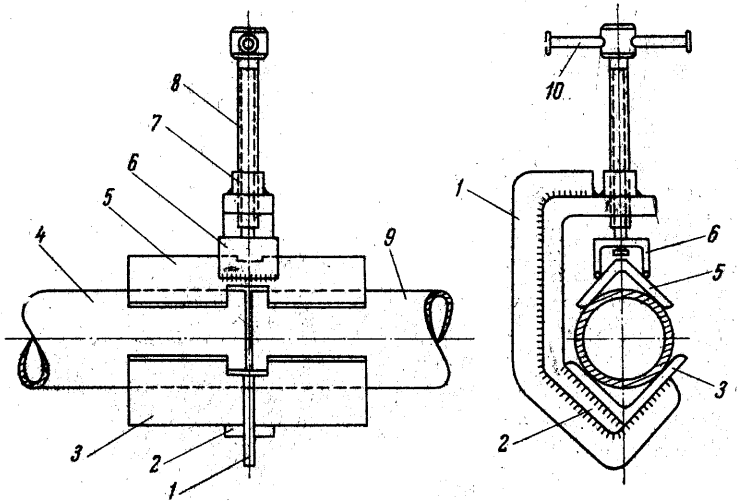


Рис. 79. Струбцина для центровки труб при сварке:
1 — скоба, *2* — ребро скобы, *3* и *5* — нижний и верхний центрирующие угольники, *4* и *9* — концы стыкуемых труб, *6* — П-образная накладка, *7* — гайка, *8* — ходовой винт, *10* — рукоятка винта.

кваривают вставку, длина которой должна быть не менее 100 *мм* при условном диаметре трубопровода до 150 и 200 *мм* — при большем диаметре. Также не допускается принудительное искривление оси трубопровода при несовпадении осей труб; этот дефект исправляют частичным демонтажом трубопровода и сборкой его после выверки опор.

Фланцевое соединение — одно из наиболее слабых мест трубопроводов, в котором наиболее часто возникают утечки. Поэтому фланцы следует собирать очень аккуратно. Особенно большое значение имеет параллельность уплотнительных поверхностей фланцев и качество прокладок. Максимально допустимая непараллельность уплотнительных поверхностей 0,2 *мм* на каждые 100 *мм* диаметра трубопровода. Величину эту измеряют при сборке соединения с помощью щупа. Если непараллельность превышает допустимую норму, то нельзя устранять

перекос фланцев неравномерным натяжением болтов, а необходимо перемонтировать участок трубопровода, прилегающего к фланцевому стыку, или вырезать участок трубы и вварить катушку после сборки фланцевого соединения. При сборке фланцевых соединений все гайки болтов должны быть расположены на одной стороне. Болты необходимо затягивать равномерно, поочередно завертывая гайки крест-накрест за два-три прохода в порядке, показанном цифрами на рис. 80, *а*.

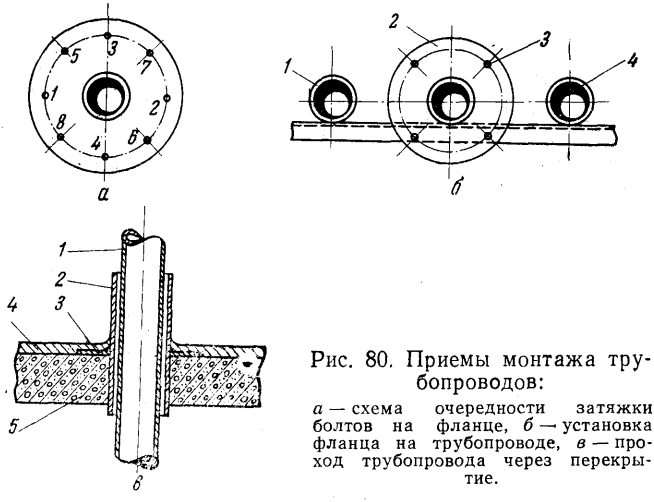


Рис. 80. Приемы монтажа трубопроводов:

а — схема очередности затяжки болтов на фланце, *б* — установка фланца на трубопроводе, *в* — проход трубопровода через перекрытие.

Материал прокладок выбирают в зависимости от рабочей среды. Для фланцев водяных и рассольных трубопроводов применяют техническую резину (техпластину) группы «1а мягкая» толщиной не более 3 *мм*. Для прокладок между крышками и корпусами водяных вентилей и рассольных задвижек применяют сухой прокладочный картон толщиной 1—1,5 *мм* или картон, пропитанный маслом. Для фланцев и арматуры аммиачных трубопроводов прокладки изготовляют из паронита марки УВ-10 толщиной 1 *мм*. Перед установкой паронитовые прокладки следует с обеих сторон натереть сухим графитовым порошком или тщательно смочить в веретенном масле № 2 (в масле можно размешать графитовый порошок). Размеры прокладок должны соответствовать размерам уплотнительных поверхностей, однако внутренний диаметр прокладок должен быть на 2—3 *мм* больше, чем диаметр прохода трубопровода, чтобы при затягивании фланцевого соединения выдавливающаяся прокладка не перекрывала сечение трубы.

При монтаже трубопроводов, располагаемых вдоль стен, а также при прокладке пучков труб или нескольких параллельных трубопроводов необходимо обращать особое внимание на взаимное расположение труб и привязку их к стене или друг

к другу. Расстояние между трубопроводами должно быть таким, чтобы в процессе эксплуатации можно было разобрать фланцевое соединение и демонтировать арматуру не затрагивая соседние трубопроводы. По той же причине фланцевые соединения *2* (рис. 80, *б*) следует устанавливать таким образом, чтобы болты *3* не попадали в плоскость расположения осей смежных трубопроводов *1* и *4*. При монтаже трубопроводов, подлежащих изоляции, вдоль стен, рядом с какими-либо конструкциями или оборудованием расстояние между ними и трубопроводами должно обеспечивать удобное производство изоляционных работ. Для этого зазор в свету должен превышать толщину изоляции вместе со штукатуркой минимум на 30—50 *мм*. При монтаже рядом нескольких изолируемых трубопроводов изоляцию их обычно выполняют в одном блоке (рис. 72, *а*), что позволяет сократить объем изоляционных работ и одновременно уменьшить потери холода за счет уменьшения наружной поверхности изоляции. В этом случае следует выдерживать расстояние между монтируемыми трубопроводами в свету 30 *мм* при разности рабочих температур в них 5—10° С и 60 *мм* — при большей разности рабочих температур. Наличие зазора обеспечит устройство изоляции между соседними трубопроводами.

При сборке трубопроводов на сварке трубы необходимо размещать таким образом, чтобы сварные стыки в соседних трубопроводах не оказывались бы в одной плоскости, а смещались друг относительно друга не менее чем на 50—100 *мм*. При монтаже трубопроводов из газовых и электросварных труб, наиболее слабым местом которых является продольный шов, их следует укладывать продольным швом наружу. Продольные швы двух труб, соединяемых между собой на сварке, должны быть смещены между собой на 10—15 *мм*.

В местах прохода труб через стены и перегородки в них необходимо устанавливать гильзы из труб большего диаметра. Гильзы устанавливают до монтажа трубопровода и заделывают в стене бетонным раствором. Для пропуска трубопроводов через перекрытия в них также устанавливают гильзы *2*, к которым приваривают опорные шайбы *3* (рис. 80, *в*). Шайбы должны опираться на черный пол перекрытия *5*, впоследствии их закрывают покрытием чистого пола *4*. Гильзы должны выступать на 150—200 *мм* над перекрытием, чтобы при мойке полов вода не затекала через них в нижний этаж. Внутренний диаметр гильз *2* должен быть больше наружного диаметра трубопровода *1* на 10—20 *мм*. Концы гильз с обеих сторон заполняют асбестом. Гильзы для изолируемых трубопроводов выбирают с таким расчетом, чтобы внутри них можно было заизолировать трубу. При прокладке через стены и перекрытия изолируемых холодильных трубопроводов в холодильных

камерах гильзы не устанавливают, а отверстия разделывают до такого размера, чтобы была обеспечена возможность последующей изоляции труб в стенах несгораемыми материалами (так называемый противопожарный пояс). Горячие нагнетательные трубопроводы, прокладываемые через сгораемые стены и перегородки, заключают в гильзы, однако диаметр гильз должен быть на 60—100 *мм* больше диаметра трубопровода, зазор этот заполняют асбестом или каким-либо другим несгораемым материалом.

Внутри гильз или в отверстиях стен и перекрытий, через которые прокладывают трубопроводы, нельзя размещать фланцевые, сварные и другие соединения трубопроводов. Эти соединения не должны также быть в местах, не удобных для ремонта. Нельзя прокладывать аммиачные и рассольные трубопроводы в полу и в стенах с последующей заделкой их наглухо. В местах, где трубопроводы, особенно вертикальные участки их, выходящие вверх через перекрытия, могут подвергаться ударам (например, в вестибюлях и камерах холодильников), следует устанавливать ограждения. Необходимо также ограждать распределительные коллекторы, устанавливаемые на небольшой высоте над полом в вестибюлях и коридорах.

Основное количество холодильных трубопроводов монтируют строго горизонтально и вертикально. Исключение составляют жидкостные трубопроводы от конденсатора к ресиверу, прокладываемые с уклоном 1—2% в сторону движения аммиака, а также нагнетательные трубопроводы от компрессоров к конденсаторам, устанавливаемым снаружи здания, которые должны иметь такой же уклон в сторону конденсаторов. Горизонтальные участки всасывающих трубопроводов от испарителей к компрессорам монтируют с уклоном в сторону испарителя. Дренажные и маслоспускные трубопроводы устанавливают с уклоном в сторону движения аммиака или масла, уклон может быть любым.

При монтаже всасывающих аммиачных трубопроводов недопустимо образование на них местных опусков, так называемых нижних мешков (рис. 81, *а*), в которых во время эксплуатации выпадает жидкий аммиак, образующий постепенно пробку, заполняющую сечение трубы. Затем пробка захватывается парами и засасывается с ними в компрессор, что влечет за собой гидравлический удар и аварию компрессора. Если всасывающий трубопровод необходимо проложить с местным опуском, например при обходе балки перекрытия, то переход трубопровода на более низкую отметку следует выполнить отлогой уткой и дальше прокладывать его на новой отметке без подъема. Не следует также допускать образования газовых мешков, т. е. местных подъемов, на жидкостных аммиачных и рассольных трубопроводах.

В некоторых холодильных установках к одному общему всасывающему трубопроводу подключают несколько компрессоров. Если этот трубопровод прокладывают над компрессорами, то монтажники обычно соединяют штуцеры *3* компрессоров с магистралью *1* вертикальными стояками *2*, вваривaемыми в магистраль снизу (рис. 81, *б*, слева).

При попадании во всасывающий трубопровод влажных паров аммиака компрессоры, расположенные ближе к испарительной системе, засасывают из трубопровода основную массу капель влаги и начинают работать влажным ходом. В некоторых

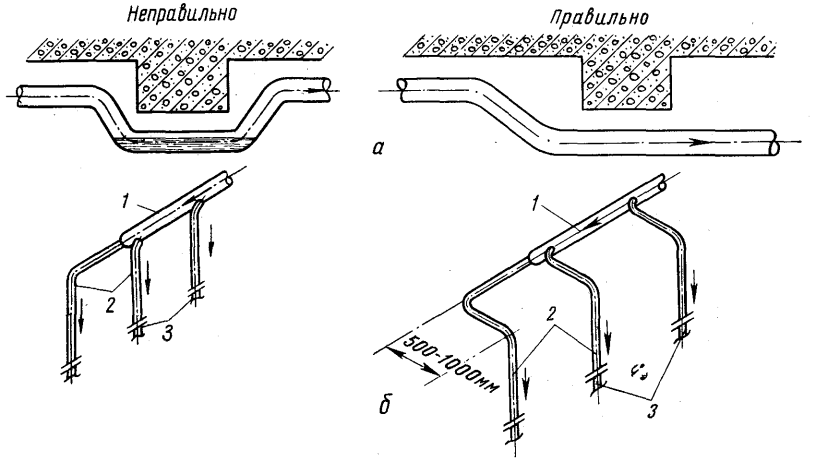


Рис. 81. Монтаж всасывающих аммиачных трубопроводов:
а — обход препятствия, *б* — подключение всасывающих трубопроводов к нескольким компрессорам, расположенным на одной магистрали.

случаях эти компрессоры оказываются залитыми жидким аммиаком. Во избежание этого всасывающий трубопровод *1* следует прокладывать не над осями штуцеров *3* группы компрессоров, а в стороне от них, сместив трубопровод параллельно в сторону и подключая всасывающие линии *2* от компрессоров к магистрали сбоку, как это показано на рис. 81, *б*, справа.

Аммиачные и рассольные трубопроводы, в которых температура рабочей среды отрицательная, во время работы охлаждаются и, следовательно, укорачиваются. Каждый метр стальной трубы при охлаждении на 100° С укорачивается на 1,2 *мм*. Нетрудно подсчитать, что, например, всасывающий трубопровод длиной 100 *м*, смонтированный при температуре 20° С и работающий при температуре паров аммиака —30° С, т. е. охлажденный на 50°, укорачивается на величину *е*:

$$e = 100 \cdot 1{,}2 \cdot \frac{50}{100} = 60 \text{ мм}.$$

Если трубопровод смонтирован так, что он не может укорачиваться, то в нем возникают напряжения, которые могут привести к разрыву сварных швов и другим, не менее серьезным авариям. Трубопроводы с прямыми участками небольшой длины и со значительным количеством отводов и других фасонных частей обладают способностью компенсировать сокращение длины из-за разгибания отводов. На прямых участках холодильных трубопроводов длиной 100 *м* и более обязательно должны быть П-образные компенсаторы (рис. 82). Их устанавливают в горизонтальной или, в крайнем случае, в наклонной

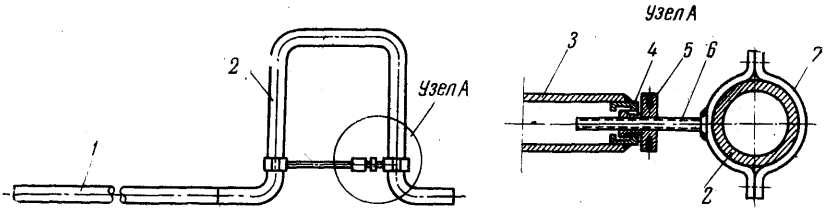


Рис. 82. Установка П-образного компенсатора:
1 — труба, привариваемая к компенсатору, *2* — компенсатор, *3* — тяга стяжки, *4* — втулка, *5* — натяжная гайка, *6* — натяжной винт, *7* — хомут.

плоскости. Для уменьшения напряжения в трубопроводе П-образный компенсатор перед установкой сжимают (стягивают) на величину, указанную в проекте. Если в проекте таких указаний нет, то величину предварительного стягивания компенсатора принимают равной половине величины температурного укорачивания трубопровода между двумя ближайшими мертвыми опорами (величина *е* в предыдущем примере).

Компенсатор устанавливают в следующей последовательности: сначала монтируют участки трубопровода по обе стороны от компенсатора, крепят их на опорах и оставляют между ними разрыв, точно равный длине компенсатора в сжатом состоянии с учетом длины трубы, привариваемой к одному из концов компенсатора. Затем компенсатор укладывают рядом с разрывом трубопровода и к одному из концов компенсатора приваривают трубу длиной примерно 6 *м*, которая позволит предотвратить перекос при центровке компенсатора с трубопроводом. На компенсатор устанавливают приспособление для стягивания и с его помощью укорачивают компенсатор на требуемую величину, после чего подвигают компенсатор к месту установки и сваривают оба монтажных стыка. Приспособление снимают только после естественного охлаждения сварных стыков до температуры окружающего воздуха.

При монтаже обвязочных трубопроводов центробежных насосов для воды и рассола условный диаметр нагнетательных

трубопроводов, идущих от каждого насоса, часто принимают в проектах больше, чем диаметр соответствующего штуцера насоса. Делается это для уменьшения потерь на трение в трубопроводе. В таких случаях насосы соединяют с трубопроводами с помощью переходных конических патрубков (рис. 83), длина которых должна составлять:

$$L = k(D_т - D_н),$$

где $k = 5—7$;
$D_т$ — внутренний диаметр трубопровода;
$D_н$ — внутренний диаметр штуцера насоса.

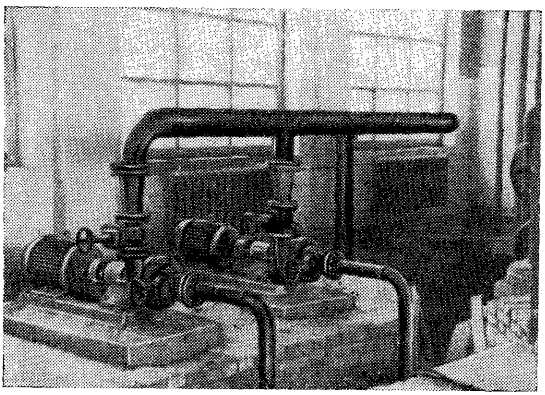


Рис. 83. Узел обвязки насосов.

Задвижки могут быть установлены с любой стороны патрубка, так как опыт эксплуатации насосов показывает, что установка задвижек меньшего диаметра непосредственно на штуцере насоса, как это показано на рис. 83, практически не влияет на увеличение сопротивления трубопровода.

Большое значение для нормальной работы насосов имеет правильный монтаж всасывающих трубопроводов, на которых не должно быть воздушных мешков. Особенно важно правильно смонтировать горизонтальные участки всасывающих трубопроводов, на которых не должно быть участков, расположенных выше, чем верхняя точка всасывающего штуцера насоса. Как показано на рис. 84, всасывающие трубопроводы должны быть смонтированы таким образом, чтобы воздух, выделяющийся из воды или рассола, не мог скапливаться в трубопроводе, а двигался бы вместе с жидкостью в насос.

Водоснабжение современных холодильных установок имеет обычно два самостоятельных цикла. Подача воды для охлаждения рубашек компрессоров, а иногда и переохладителей жид-

кого аммиака осуществляется от городского водопровода. Вода на конденсаторы подается из циркуляционной системы, в которой предусмотрено охлаждение нагревшейся в конденсаторах воды на градирнях или в брызгальных бассейнах. Однако иногда проектами предусматривается подача воды из городского водопровода также и на конденсаторы при аварии водяных центробежных насосов или при необходимости кратковременной остановки на ремонт градирни или брызгального бас-

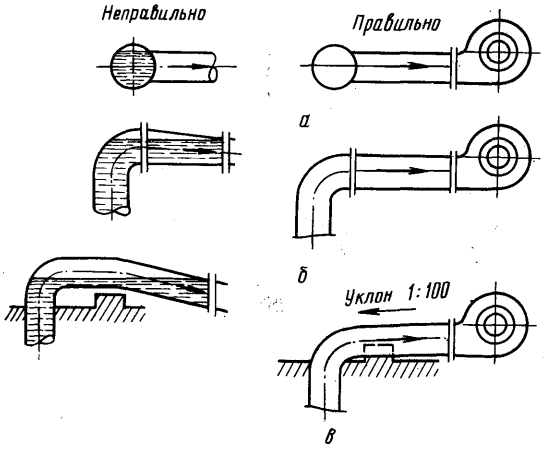


Рис. 84. Подключение всасывающих трубопроводов центробежного насоса:
а — к коллектору, *б* — к вертикальному участку, *в* — при переходе через препятствие.

сейна. В связи с тем, что напор, создаваемый насосами, обычно больше напора в городском водопроводе, возникает опасность проникновения загрязненной циркуляционной воды в систему городского водопровода через неплотно закрытые задвижки на перемычке, соединяющей обе системы. Во избежание этого на обоих трубопроводах на равном расстоянии друг от друга устанавливают по две задвижки одинакового диаметра и для соединения их изготовляют одну катушку (рис. 85), которую в процессе эксплуатации закрепляют на одном из трубопроводов, находящемся в данное время в работе.

Брызгальные бассейны (рис. 86, *а*) представляют собой железобетонное сооружение, состоящее из поддона *12* и приямка *8,* в которых монтируют трубопроводы. Нагнетательный трубопровод *2* от насосов прокладывается в земле ниже глубины промерзания, выходит вертикально вверх в приямке бассейна и врезается в горизонтальный коллектор *10.* От него отходят распределительные трубопроводы *11,* устанавливаемые с уклоном 1 : 100 в сторону движения воды. К распределительным

трубам приваривают патрубки, на концах которых имеются форсунки *13* для распыления воды. Форсунки должны быть установлены таким образом, чтобы верхний срез корпуса их был обращен вверх и находился в горизонтальной плоскости.

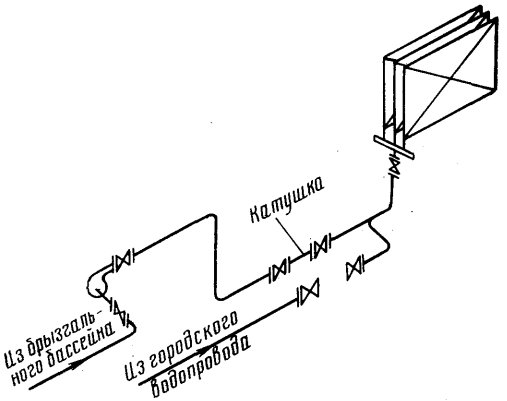


Рис. 85. Подключение городского водопровода к нагнетательной линии центробежного насоса.

На коллекторе и на концах распределительных труб *11* монтируют снизу вентили *9* и *14* для спуска воды зимой. Иногда форсунки на концах распределительных труб устанавливают выходным сечением вниз; в этом случае вентили *14* не требуются.

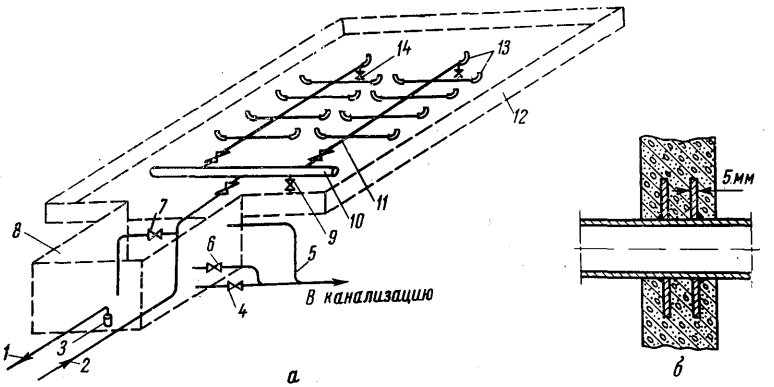


Рис. 86. Брызгальный бассейн:
а — схема трубопроводов, *б* — устройство сальника в месте прохода труб через бетонную стенку.

Всасывающий трубопровод *1* также прокладывают в земле, рядом с нагнетательным трубопроводом. На конце всасы-

вающего трубопровода устанавливают приемный клапан с сеткой *3*, который размещается в приямке, куда стекает вода из поддона бассейна. При низких температурах наружного воздуха зимой для охлаждения воды не требуется разбрызгивание ее через форсунки. Поэтому к нагнетательному трубопроводу в приямке приваривают трубу с задвижкой *7*, которую открывают зимой, закрывая одновременно входную задвижку на коллекторе. Таким образом, вода циркулирует через приямок, что достаточно для охлаждения ее. В приямке, кроме того, устанавливают переливную трубу *5*, по которой излишек воды сливается в канализацию, и трубу с задвижкой *6* для спуска воды из приямка. Обычно приямок выполняют в виде двух отсеков, один из которых — сухой — служит для расположения задвижек *4, 6* и *7*. Задвижка *4* предназначена для спуска в канализацию дождевых вод, попадающих в сухой отсек приямка.

При монтаже трубопроводов брызгального бассейна особое внимание следует обращать на тщательное уплотнение мест прохода труб через железобетонные стенки приямков, чтобы предотвратить проникновение грунтовых вод и воды из рабочего отсека приямка в сухой отсек, а также утечку воды в грунт. Чтобы не было утечек, к трубам в местах прохода их через стенки приваривают стальные кольца (рис. 86, *б*), наружный диаметр которых в 2—3 раза превышает диаметр трубы. Место прохода тщательно бетонируют.

Водяные трубопроводы от насосов к брызгальному бассейну или градирне прокладывают под землей. Обычно их монтируют из стальных труб. Для защиты от коррозии подземные трубопроводы перед укладкой в траншею изолируют. До нанесения изоляционного слоя трубы очищают металлическими щетками от грязи и ржавчины. После очистки на трубы наносят один-два слоя горячего битума марки IУ. Хорошими изоляционными качествами обладает также смесь битума марки IУ с наполнителями — асбестовой крошкой или каолином. Чтобы изоляционный слой был более прочным, трубы сразу после покрытия битумом следует обертывать крафт-бумагой. Эту операцию производят, пока битум не успел еще застыть.

Очень трудно обеспечить полное сцепление битума со стенками трубы, поэтому перед покрытием битумом рекомендуется нанести на трубу тонкий слой грунтовки, представляющей собой раствор 1 части битума в 2,5 частях авиационного бензина. Как мастику, так и битум наносят на хорошо очищенную и совершенно сухую трубу. При нанесении грунтовки следует принимать все меры предосторожности, как при работе с бензином, и следить за тем, чтобы в радиусе 15 *м* от места работы не было источников огня, сварочных постов и мест для курения. Наносить битум можно только после того, как грунтовка полностью высохнет.

Трубопроводы укладывают в траншею таким образом, чтобы не повредить гидроизоляцию. Обычно их опускают в траншею большими участками, используя для этого автомобильные краны или же тали, подвешенные на козлах над траншеей. Трубы поднимают на специальных поясах — полотенцах — или подкладывают под тросы прокладки из досок.

Вентили и задвижки устанавливают как на вертикальных, так и на горизонтальных участках трубопроводов в любом положении, кроме положения маховиком вниз. Вентили, обратные и приемные клапаны, а также фильтры монтируют с учетом направления потока среды в трубопроводе. Запорные и регулирующие аммиачные вентили и вентили для воды должны быть расположены по ходу движения среды под клапан в соответствии со стрелкой на корпусе. Соленоидные вентили устанавливают, наоборот, по ходу движения среды на клапан. Так же устанавливают аммиачные запорные вентили диаметром 200 *мм*.

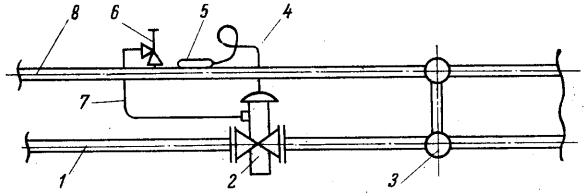


Рис. 87. Схема установки терморегулирующего вентиля.

Терморегулирующие вентили (рис. 87) монтируют на трубопроводе в строго вертикальном положении трубкой термоэлемента вверх. Направление движения аммиака должно соответствовать стрелке на корпусе вентиля. Терморегулирующий вентиль *2* устанавливают на жидкостном аммиачном трубопроводе *1* между конденсатором и испарителем или охлаждающими приборами *3* в непосредственной близости от последних. Термобаллон *5* вентиля крепят на всасывающем трубопроводе *8* у выхода из испарителя или охлаждающих приборов вдоль образующей трубы. Для нормальной работы терморегулирующего вентиля между термобаллоном и всасывающим трубопроводом необходимо обеспечить хороший тепловой контакт. Место установки термобаллона изолируют.

На горизонтальном участке всасывающего трубопровода термобаллон крепят к верхней образующей трубы. При монтаже вентиля необходимо осторожно обращаться с капиллярной трубкой *4* термобаллона, которую нельзя резко перегибать, мять и скручивать. Излишняя часть капиллярной трубки после установки вентиля должна быть свернута в кольцо диаметром

не менее 60 *мм* для ТРВ-10М, ТРВ-20М и ТРВ-40М и не менее 80 *мм* для ТРВ-80 и находиться в воздухе, не касаясь всасывающего трубопровода. Уравнительную трубку *7* диаметром 10×1,6 *мм* от терморегулирующего вентиля присоединяют к всасывающему трубопроводу через запорный вентиль *6* условным диаметром 6 *мм* в непосредственной близости от термобаллона. Диаметры жидкостных трубопроводов, к которым подключают терморегулирующие вентили следующие: для ТРВ-10М и ТРВ-20М диаметр 14×1,6 *мм;* для ТРВ-40М диаметр 20×2 *мм*. Диаметры трубопроводов для ТРВ-80 со стороны входа 25×2 *мм* и со стороны выхода 32×2,5 *мм*.

В связи с тем что терморегулирующие вентили не подлежат ревизии, перед установкой необходимо убедиться в том, что вентили исправны и в них имеется заряд фреона. Так как вентиль, в котором заряд фреона сохранился, всегда находится в открытом положении, то струя воздуха, направляемая во входной штуцер вентиля, будет свободно выходить из выходного штуцера.

Аммиачные обратные клапаны монтируют по ходу движения аммиака на нагнетательном трубопроводе между компрессором и маслоотделителем в непосредственной близости от последнего.

Грибковые обратные клапаны (см. рис. 14, *а*) устанавливают на горизонтальном участке трубопровода, следя за тем, чтобы ось грибкового клапана располагалась вертикально. Положение корпуса клапана выверяют с помощью уровня, укладываемого на торец фланца при снятой крышке клапана. Вертикальные обратные клапаны (см. рис. 14, *б*) монтируют перед маслоотделителем на петле нагнетательного трубопровода, как это показано на рис. 39, *а*. Отклонение участка трубы с клапаном от вертикали не должно превышать 5°.

Обратные грибковые клапаны для воды и рассола (см. рис. 6, *в*) монтируют так же, как аммиачные обратные клапаны подобной конструкции. Обратные клапаны с захлопкой (рис. 6, *г*) устанавливают на горизонтальном трубопроводе вверх крышкой таким образом, чтобы захлопка находилась в вертикальном положении, а ось, на которой она поворачивается, — в горизонтальном. Приемные клапаны (рис. 6, *д*) монтируют на конце вертикального участка трубопровода, отклонение оси трубопровода от вертикали не должно превышать 5°.

Аммиачные газовые (см. рис. 13, *а*) и жидкостные (см. рис. 13, *б*) фильтры устанавливают так, чтобы аммиак входил в сетку фильтра и выходил через нее в полость корпуса. Газовые фильтры монтируют с горизонтальным расположением основной оси; жидкостные — вниз крышкой корпуса.

Аммиачные предохранительные пружинные клапаны (см. рис. 12) монтируют в строго вертикальном положении. Клапаны устанавливают на аппаратах и сосудах попарно с помощью

трехходовых переключающих вентилей (рис. 88). Конструкция вентиля выполнена таким образом, что при ввернутом до отказа штоке штуцер на крышке вентиля оказывается отключенным, а штуцер на корпусе — открытым. При вывернутом до отказа штоке штуцеры переключаются. Благодаря такой конструкции трехходового вентиля один из предохранительных клапанов всегда находится под давлением. Условный проход предохранительного клапана определяется проектом и выбирается в зависимости от содержания аммиака в сосуде или аппарате, на котором он установлен (табл. 54). Установка клапанов с заниженным диаметром прохода недопустима.

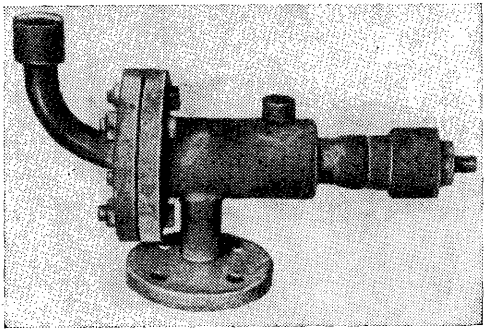


Рис. 88. Трехходовой аммиачный вентиль.

Диаметр трубопровода от предохранительного клапана должен соответствовать диаметру клапана. Обычно все предохранительные клапаны аппаратов, расположенных в одном помещении, подключают к общей магистрали. Диаметр магистрального трубопровода перед местом подключения трубы от каждого последующего предохранительного клапана должен увеличиваться на одну ступень. Магистральный трубопровод от предохранительных клапанов выводят наружу через перекрытие здания на 1 *м* выше конька крыши самого высокого здания в радиусе 50 *м*. Для защиты от попадания атмосферных осадков конец трубопровода заканчивают калачом вниз или закрывают колпаком.

Таблица 54

Содержание аммиака в аппарате, *кг*	Диаметр прохода клапана, *мм*
До 1000	12
До 2000	20
До 3000	30
До 4000	40
Свыше 4000	50

Все виды трубопроводной арматуры необходимо устанавливать на постоянных прокладках и сразу затягивать болты фланцевых соединений.

На аммиачных манометровых трубопроводах запорные вентили можно монтировать только непосредственно перед манометрами. К трубопроводам, от которых производится отбор, манометровые линии подсоединяют на сварке или с помощью накидных гаек. Манометровые трубопроводы на нагнетательной стороне холодильной установки необходимо присоединять

к магистрали между компрессором и маслоотделителем, а не между маслоотделителем и конденсатором.

В местах, предусмотренных проектом, на аммиачных и рассольных трубопроводах устанавливают гильзы для термометров (рис. 89, *а*). Размеры гильз принимают в зависимости от диаметра трубопровода и толщины его изоляции в соответствии с данными табл. 55.

Таблица 55

Диаметр трубы $d \times S$, *мм*	Размеры гильз в зависимости от толщины изоляции, *мм*									
	$\delta = 0$		$\delta = 30$		$\delta = 60$		$\delta = 90$		$\delta = 120$	
	а	*в*	*а*	*в*	*а*	*в*	*а*	*в*	*а*	*в*
57×3,5	15	65	55	105	100	150	140	190	180	230
76×3,5	15	75	55	115	100	160	140	200	180	240
89×3,5	15	85	55	130	100	170	140	215	180	255
108×4	15	100	55	145	100	185	140	225	180	265
133×4	15	120	55	165	100	205	140	245	180	285

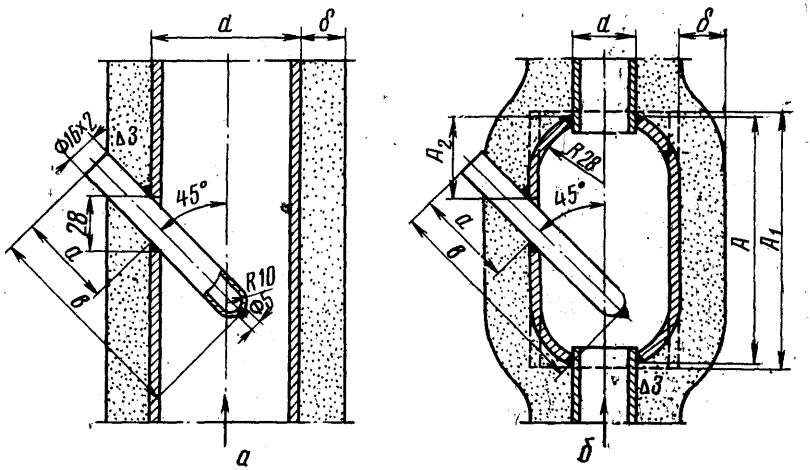


Рис. 89. Установка термометровой гильзы:
а — на трубопроводе, *б* — на расширителе.

На трубопроводах условным диаметром менее 50 *мм* в месте установки гильзы вваривают расширители (рис. 89, *б*), размеры которых приведены в табл. 56. Диаметр расширителя 57×3,5 *мм*.

На обратных рассольных трубопроводах во всех верхних точках необходимо устанавливать воздухоспускные краны диаметром 12 *мм* для выпуска воздуха при заполнении системы рассолом. В случае их отсутствия можно вместо кранов устанавливать воздухоспускные пробки (рис. 90, *а*) со сверлениями,

Таблица 56

Диаметр трубопровода, мм	Размеры расширителя, мм		
	A	A_1	A_2
14×1,6	137	142	53
18×1,6	135	140	55
25×1,6	130	135	54
32×2	133	138	50
38×2	130	135	48
45×2,5	120	120	42

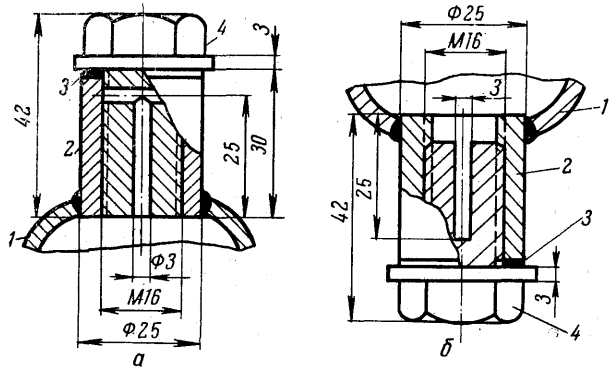


Рис. 90. Пробки для выпуска воздуха и спуска воды или рассола:
1 — труба, *2* — муфта, *3* — прокладка, *4* — пробка.

через которые при частичном вывинчивании пробки воздух, вытесняемый рассолом, выходит наружу. На нижних шлангах рассольных батарей и в других точках системы трубопроводов, откуда рассол не может быть слит самотеком в случае опорожнения рассольной системы, устанавливают пробки со шлицем (рис. 90,*б*).

Испытание трубопроводов

По окончании монтажа приступают к наружному осмотру, испытаниям и продувке или промывке трубопроводов.

Наружный осмотр производят для того, чтобы установить соответствие трубопроводов проекту и готовность их к испытанию. При осмотре проверяют надежность закрепления трубопроводов и снятие временных креплений; завершенность всех сварочных работ; правильность монтажа арматуры и легкость открывания и закрывания ее запорных устройств; наличие кранов или пробок для удаления воздуха и опорожнения системы, а также предохранительных клапанов и опломбированных манометров с непросроченной датой испытаний.

После наружного осмотра и ликвидации обнаруженных дефектов начинают испытание трубопроводов. Рекомендуется испытывать отдельные крупные узлы трубопроводов по мере окончания их монтажа. В качестве таких узлов выбирают обычно системы трубопроводов отдельных холодильных камер, обвязки компрессоров, конденсаторов и ресиверов, водяных насосов с конденсаторами и брызгальными бассейнами или градирнями и т. д. Испытание отдельных узлов трубопроводов значительно облегчает последующее комплексное испытание, проводимое перед сдачей холодильной установки в эксплуатацию.

Каждый узел трубопровода, подвергаемый испытанию, отключают от остальной системы и оборудования с помощью заглушек с хвостовиками, устанавливаемых между фланцами. Места установки заглушек помечают мелом или с помощью бирок с предупредительной надписью, навешиваемых около заглушки. Не разрешается использовать для отключения трубопроводов запорную арматуру.

Во время испытания трубопроводов проверяют все сварные стыки, фланцевые и резьбовые соединения, а также сальники арматуры и надежность закрытия предохранительных клапанов. Для наиболее легкого и качественного проведения испытаний ко всем соединениям трубопровода и к арматуре должен быть обеспечен свободный доступ.

Неисправности, обнаруживаемые во время испытаний, устраняют, после чего испытания повторяют. Устранение дефектов допускается только после снижения давления в трубопроводе до атмосферного. При обнаружении утечек в сварных стыках трубопроводов их подваривают не более двух раз. Если и после этого шов оказывается неплотным, то участок трубы длиной, равной диаметру трубопровода, но не менее 200 *мм,* со швом посредине вырезают и вместо него вваривают катушку.

Сварные швы с трещинами не подваривают, их вырезают и вместо них также вставляют катушки. Трубы и детали с продольными дефектными швами заменяют другими. Утечки, обнаруживаемые во фланцевых соединениях, устраняют равномерным подтягиванием болтов, расположенных со стороны утечки: болты подтягивают гаечными ключами без удлинителей, не прибегая при этом к чрезмерным усилиям. Если при повторном испытании трубопровода оказывается, что утечка во фланцевом соединении не ликвидирована, то болты освобождают и щупом проверяют параллельность фланцев. Если непараллельность фланцев превышает допустимую величину, то один из фланцев с патрубком отрезают на расстоянии 200 *мм* от сварного стыка и после затягивания болтов фланцевого соединения опять заваривают образовавшийся стык. Если же перекос во фланцах не обнаружен, то фланцевое соединение раз-

бирают, заменяют прокладку и проверяют качество уплотнительных поверхностей.

Аммиачные трубопроводы подвергают пневматическому испытанию. Трубопроводы нагнетательной стороны холодильной установки (от компрессоров до регулирующих вентилей) испытывают при избыточном давлении 18 *кгс/см²*, а всасывающей стороны (от регулирующих вентилей до компрессоров) — при избыточном давлении 12 *кгс/см²*. Трубопроводы двухступенчатых холодильных установок, работающие под промежуточным давлением (от компрессора или цилиндра низкого давления до компрессора высокого давления) испытывают по нормам испытания всасывающей стороны.

Аммиачные трубопроводы испытывают с помощью двухступенчатого воздушного компрессора, который присоединяют временной линией к одному из фланцев или штуцеров узла. При испытании нагнетательной стороны холодильной установки воздушный компрессор присоединяют к трубопроводу между аммиачными компрессорами и обратным клапаном. Перед началом испытания открывают все вентили на испытываемом узле трубопровода и проверяют наличие заглушек, отсоединяющих трубопровод от остальной системы. Затем включают воздушный компрессор. Сначала давление в трубопроводе повышают до 4 *кгс/см²*, после чего останавливают компрессор и осматривают трубопровод, чтобы выявить большие утечки воздуха через плохо собранные фланцевые и резьбовые соединения или неполностью заваренные стыки труб. Большие утечки воздуха легко определить по характерному свисту или шипению струи воздуха, выходящей под давлением. После устранения обнаруженных неисправностей компрессор опять включают и вторично повышают давление в трубопроводе до 8 *кгс/см²*. Затем осматривают трубопровод и только после этого создают в нем давление, соответствующее нормам испытания трубопровода. Во время осмотра трубопровода давление в нем не повышают.

Если испытывают сразу всю аммиачную систему трубопроводов, воздушный компрессор подключают к нагнетательному трубопроводу холодильной установки между компрессорами и обратным клапаном. После предварительного испытания давление во всей системе повышают до 12 *кгс/см²*, закрывают запорные вентили, установленные перед регулирующими, и доводят давление в нагнетательной части системы до 18 *кгс/см²*.

Часто из-за отсутствия воздушного компрессора трубопроводы испытывают с помощью одного из аммиачных компрессоров холодильной установки. Перед началом испытаний снимают крышку всасывающего коллектора компрессора, а если такой крышки нет, то ослабляют натяжение болтов на фланцевом соединении всасывающего вентиля компрессора, вследствие чего обеспечивается подсос воздуха из окружающей среды.

Фильтр на всасывающей стороне компрессора не разрешается снимать. Давление с помощью аммиачного компрессора повышают постепенно, ступенями не более чем по 4 *кгс/см²*, чтобы не допустить нагревания цилиндров компрессора выше 100°С. После повышения давления на каждую последующую ступень компрессор останавливают и, не прекращая подачи воды на рубашки, охлаждают его до нормальной температуры, затем вновь включают в работу.

Предохранительный клапан аммиачного компрессора отрегулирован на разность давлений 16 *кгс/см²*, поэтому невозможно повысить с его помощью давление в нагнетательном трубопроводе до 18 *кгс/см²* при всасывании наружного воздуха. Сначала давление во всей системе доводят до 12 *кгс/см²* и проверяют трубопроводы всасывающей стороны холодильной установки. Затем устанавливают на место крышку всасывающего коллектора компрессора и закрывают запорные вентили на регулирующей станции перед регулирующими вентилями, отключая тем самым всасывающую сторону холодильной установки от нагнетательной. Компрессор опять включают в работу и повышают давление в нагнетательной части системы до 18 *кгс/см²*, отсасывая воздух из всасывающей стороны. При этом разность давлений между нагнетательной и всасывающей стороной будет значительно меньше 16 *кгс/см²*, и предохранительный клапан компрессора не будет пропускать воздух.

После достижения в трубопроводах давления, соответствующего нормам испытания, приступают к проверке плотности всех сварных швов, фланцевых и резьбовых соединений, а также сальников вентилей. Сварные швы и фланцевые соединения на узлах трубопроводов, поступивших с централизованной заготовки и испытанных в мастерских, проверяют только в том случае, если после проверки всех соединений, сделанных в период монтажа трубопровода, не удается достичь положительных результатов испытаний.

Сварные швы, фланцевые и резьбовые соединения, сальники вентилей проверяют с помощью мыльной эмульсии (100 *г* мыла в 1 *л* воды, нагретой до 50—60°С), которую наносят на контролируемые места мягкой кистью или тампоном из хлопчатобумажной ткани. В местах утечек воздуха появляются мыльные пузырьки, которые при больших утечках быстро лопаются, а при малых образуются только через некоторое время. Поэтому каждый стык проверяют дважды: сразу же после смачивания эмульсией и через 3—4 *мин* после этого.

При проведении пневматических испытаний в холодное время года, когда температура воздуха ниже 0°С, использование мыльной эмульсии затруднительно, так как она быстро замерзает на трубах. Поэтому при отрицательной температуре воздуха испытания рекомендуется проводить с помощью раствора

лакричного корня, который обеспечивает хорошее пенообразование. При непрерывном перемешивании готовят концентрированный раствор лакричного корня, состоящий из 1 *кг* сухого лакричного экстрата, растворенного в 0,5 *л* воды, нагретой до 50—60°С. Из концентрированного раствора по мере необходимости приготовляют рабочий раствор, получаемый растворением 15 *г* концентрированного раствора в 1 *л* рассола. Рассол можно приготовить как из хлористого натрия (поваренной соли), так и из хлористого кальция. Концентрация рассола принимается в зависимости от температуры наружного воздуха по данным табл. 57. Рабочий раствор сохраняет свои свойства при хранении в теплом помещении в течение 5 суток, в холодном — 10—15 суток.

Таблица 57

Температура воздуха, °С	Хлористый натрий		Хлористый кальций	
	количество на 1 *л* воды, *г*	плотность при 15 °С, *г/см*³	количество на 1 *л* воды, *г*	плотность при 15 °С, *г/см*³
0÷—5	83	1,06	100	1,08
—5÷—10	160	1,10	170	1,13
—10÷—15	222	1,14	220	1,17
—15÷—20	290	1,17	263	1,20
—20÷—25	—	—	303	1,22
—25÷—30	—	—	329	1,24
—30÷—35	—	—	366	1,25

Раствор лакричного корня можно использовать также для испытаний при положительной температуре воздуха. В этом случае для приготовления раствора размешивают 10 *г* сухого экстрата в 1 *л* нагретой воды.

Одновременно с проведением испытаний для удаления загрязнений, песка и окалины аммиачные трубопроводы продувают через один из свободных вентилей трубопроводов или через вентиль, специально для этого отсоединенный от других трубопроводов. На свободный фланец вентиля присоединяют через переходный патрубок пробковый кран на $p_у = 6$ *кгс/см*². Для продувки вентиль слегка приоткрывают и снижают давление в трубопроводе до 6 *кгс/см*² при открытом пробковом кране. Затем кран закрывают, открывают вентиль и вновь быстро открывают кран на полный проход. Вырывающаяся из крана сильная струя воздуха увлекает за собой из трубопровода загрязнения. Продувку выполняют несколько раз, пока выходящий воздух не будет чистым. После продувки вентиль, через который она производилась, осматривают и прочищают, а кран демонтируют.

После устранения всех дефектов и продувки трубопроводы испытывают на плотность с выдержкой под соответствующим

давлением в течение 18 *ч*. Трубопровод считается выдержавшим испытание, если падение давления в нем (вызываемое охлаждением сжатого воздуха) в первые 6 *ч* не превышает 0,2 *кгс/см*^{2}, а в последующие 12 *ч* давление не изменяется. В период испытаний давление фиксируют через каждый час в специальном журнале, в который заносят также окончательные результаты испытания.

Рассольные и водяные трубопроводы испытывают при гидравлическом давлении 6 *кгс/см*^{2}. Трубопроводы заполняют водой из сети городского водопровода или при помощи насоса.

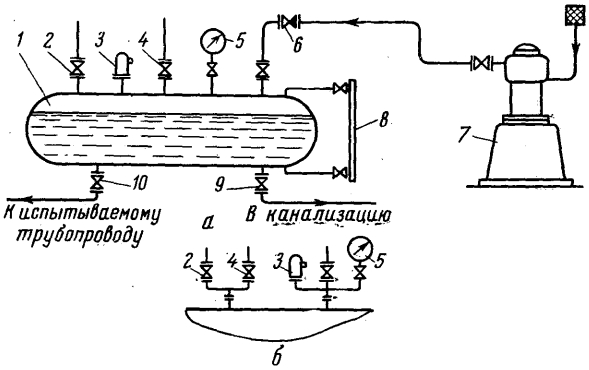


Рис. 91. Схема проведения гидравлического испытания с помощью воздушного компрессора.

При этом следят за тем, чтобы из трубопроводов был выпущен весь воздух, так как наличие его затрудняет испытания. Воздух выпускают через воздухоспускные краны или пробки до тех пор, пока из них не начинает выходить вода. Так как воздух вытесняется постепенно, то краны периодически вновь открывают.

Давление в испытываемом трубопроводе создают при помощи гидравлического пресса. Для испытания трубопроводов небольшой емкости применяют ручные прессы, а для трубопроводов большого диаметра или длинных — прессы с электрическим приводом.

Трубопроводы большой емкости рационально испытывать с помощью воздушного компрессора, обеспечивающего создание избыточного давления не менее 6 *кгс/см*^{2}. Для проведения таких испытаний, кроме компрессора, требуется специальный ресивер или другой сосуд, рассчитанный на рабочее давление 6 *кгс/см*^{2}.

Схема испытания рассольных или водяных трубопроводов воздушным компрессором приведена на рис. 91, *а*. Как видно из этой схемы, испытываемый трубопровод присоединяют вре-

менным трубопроводом к вентилю *10* ресивера *1*. Затем ресивер заполняют водой по трубопроводу *2* не более чем на 80—90% объема. При заполнении ресивера воздух из него выпускают через вентиль *4*, а за уровнем воды следят по смотровому стеклу *8*. После заполнения ресивера водой вентили *2* и *4* закрывают, а вентиль *10* открывают и включают в работу компрессор *7*, который нагнетает воздух в ресивер, благодаря чему вода из ресивера вытесняется в испытываемый трубопровод. После заполнения трубопровода водой давление в нем и в ресивере начнет повышаться до тех пор, пока не достигнет 6 *кгс/см*^{2}. При этом давлении предохранительный клапан *3* сработает и начнет выпускать излишний воздух, вследствие чего давление в системе в течение всего периода испытания не будет изменяться.

Во время заполнения трубопровода водой и последующего испытания следят за тем, чтобы количество воды в ресивере не уменьшалось ниже чем на 20% его объема, так как при опорожнении ресивера в испытываемый трубопровод попадает воздух, что совершенно недопустимо. При достижении указанного уровня воды закрывают вентиль *10* и останавливают компрессор. Открыв вентиль *4*, понижают давление в ресивере до атмосферного и вновь заполняют его водой. Затем опять включают компрессор в работу. По окончании испытаний воду из ресивера и трубопровода спускают в канализацию через вентиль *9*, который открывают очень осторожно, чтобы не повредить канализационные трубопроводы, не рассчитанные на высокое давление.

Для контроля давления на ресивере устанавливают манометр *5*. Обратный клапан *6* служит для предотвращения попадания воды в компрессор в случае его неожиданной остановки. Если количество штуцеров на ресивере недостаточно для размещения всей арматуры, указанной на схеме (рис. 91, *а*), то на штуцере аппарата устанавливают тройники или крестовины (рис. 91, *б*).

Испытываемый трубопровод выдерживают под давлением 6 *кгс/см*^{2} в течение 5 *мин*, после чего давление снижают до рабочего (3—4 *кгс/см*^{2}) и осматривают трубопровод, следя одновременно за показаниями манометра. Результаты испытания считаются удовлетворительными, если в сварных швах, фланцевых и резьбовых соединениях и сальниках не обнаружено течи и отпотеваний, а давление по манометру не изменяется. Результаты испытаний по каждому узлу трубопровода фиксируют в специальном журнале.

По окончании испытаний открывают воздухоспускные краны и полностью сливают воду из трубопровода. Если испытания проводятся при температуре окружающего воздуха ниже 0 °С, принимают меры против замерзания воды в трубопроводе

и особенно тщательно освобождают его от воды после испытаний или в случае перерыва в работе.

В том случае, если гидравлическому испытанию подвергают сразу всю систему рассольных или водяных трубопроводов, например при монтаже небольших холодильных установок, перед началом испытаний трубопроводы промывают водой. Для этого между фланцами задвижки и всасывающего штуцера центробежного насоса устанавливают временные фильтры из стальной сетки с ячейками размером 1,5×1,5 *мм* и заполняют трубопроводы водой. Затем включают насос в работу. Циркулирующая в системе вода выносит загрязнения к отстойникам и фильтрам, при этом наиболее мелкие частицы оседают на сетке, установленной перед насосом. Качество промывки зависит от скорости воды в трубопроводах: чем она выше, тем лучше отмываются загрязнения. Поэтому целесообразно промывать системы трубопроводов отдельными частями или включать в работу параллельно несколько насосов. Во время промывки отстойники, фильтры и сетку перед насосом периодически очищают, спуская перед этим воду из системы. Промывку прекращают после того, как вода, спускаемая из системы, становится чистой, а на сетке перестают выделяться загрязнения.

Все работы, связанные с проведением пневматических и гидравлических испытаний, а также продувку и промывку трубопроводов производят под непосредственным руководством административно-технических работников.

Условная окраска трубопроводов

Трубопроводы холодильных установок в пределах компрессорного и аппаратного отделений, а также в коридорах и вестибюлях после монтажа, испытания и изоляции окрашивают в условные цвета.

Трубопроводы	Окраска
Аммиачные жидкостные	Желтая
Аммиачные всасывающие	Синяя
Аммиачные нагнетательные	Красная
Рассольные нагнетательные	Зеленая
Рассольные обратные	Коричневая
Водяные нагнетательные	Зеленая с желтыми кольцами
Водяные обратные	Зеленая с коричневыми кольцами

На трубопроводах наносят стрелки, указывающие направление движения аммиака, рассола и воды. Стрелки наносят черной или серебристой краской на видных местах вблизи каждого вентиля или задвижки.

МОНТАЖ ОХЛАЖДАЮЩИХ ПРИБОРОВ

Охлаждающие приборы холодильных установок — батареи и воздухоохладители — в зависимости от конструктивного исполнения, габаритов и веса поставляют на место монтажа или полностью собранными и испытанными, или в виде отдельных заготовок. Технология монтажа охлаждающих приборов зависит от объема поставки их и неодинакова для разных типов приборов.

Монтаж пристенных батарей

Аммиачные коллекторные батареи изготовляют в механических мастерских и поставляют на место монтажа в полностью собранном виде или разрезанными по коллекторам на две-три транспортабельные части. Батареи или секции транспортируют от приобъектного склада к месту монтажа на тележках. Из отдельных частей батареи собирают и сваривают на металлических козлах высотой 1,2 *м*, которые располагают рядом со стеной непосредственно у места установки батареи. При сборке батареи проверяют маркировку коллекторов, следя за тем, чтобы отдельные секции были собраны в той же последовательности, в которой они были расположены при изготовлении батареи. Перед сваркой монтажных стыков центрируют смежные торцы коллекторов и выверяют по струне в двух плоскостях соосность отдельных секций.

Однорядные и двухрядные батареи типа «Каскад», так же как и обычные змеевиковые батареи, транспортировать трудно вследствие того, что конструкция этих батарей не имеет пространственной жесткости. Поэтому обычно батареи этих типов изготовляют централизованно только при сравнительно небольших габаритах: длиной до 6 *м* в случае, если они состоят не более чем из шести шлангов, или длиной не более 3 *м*, но с большим количеством шлангов. Если габариты батарей превышают указанные размеры, на монтажную площадку поставляют отдельные узлы: коллекторы с приваренными патрубками и тройниками; оребренные трубы, попарно приваренные к калачам; калачи, стойки и т. д.

Батареи типа «Каскад» из централизованно поставляемых деталей собирают в следующей последовательности: около стены непосредственно у места, где должна устанавливаться батарея, ставят двое козел и на них укладывают шланги, попарно сваренные с калачами. Затем выверяют взаимное расположение шлангов, устанавливают коллектор и прихватывают стыки электросваркой. После контрольной проверки правильности сборки батарею сваривают. При сборке двухрядных батарей типа «Каскад», соединительные калачи которых располагаются под углом к плоскости каждого из рядов труб, пользуются

кондукторами, аналогичными изображенным на рис. 62, которые укладывают на козлы.

Обычные змеевиковые батареи собирают так же, как батареи «Каскад».

После сборки и сварки батарей трубы прикрепляют к стойкам *1* при помощи хомутиков *2* диаметром 5—6 *мм*, концы которых отгибают, как это показано на рис. 92, *а*. В последнее время для упрощения изготовления опорных стоек батарей начали применять приварные хомутики, позволяющие изготов-

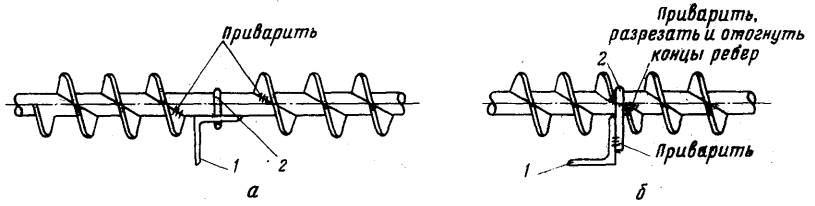


Рис. 92. Крепление шлангов батареи из ребристых труб к стойке:
а — хомутиками с отогнутыми концами, *б* — хомутиками с приварными концами.

лять стойки без сверления отверстий. В этом случае стойку устанавливают ребром угольника к трубе, как это показано на рис. 92, *б*. Ребро разрезают, предварительно приварив его к трубе с обеих сторон от места реза. Концы ребра около разреза отгибают и в образовавшийся просвет вставляют хомутик *2*, который приваривают к стойке *1*.

Готовые батареи испытывают по нормам испытания соответствующих систем трубопроводов. Аммиачные батареи рекомендуется испытывать группами, так как их выдерживают под давлением 18 *ч*. Обычно испытывают сразу все батареи, собранные в одной камере. Для проведения таких испытаний в камере рядом с батареями прокладывают временный трубопровод, подключаемый к воздушному компрессору. Каждую батарею присоединяют к общему трубопроводу временными линиями (рис. 93), на которых устанавливают сдвоенные запорные вентили, а также манометры между батареями и этими вентилями.

Таким способом можно испытывать параллельно все батареи и в случае необходимости отключать любую из них, выпускать из нее воздух и подваривать обнаруженные пропуски. Временные воздушные трубопроводы можно подключать к батареям как на сварке, так и с помощью пробок, аналогичных изображенным на рис. 38. Иногда аммиачные батареи соединяют для испытаний последовательно.

Рассольные батареи испытывают с помощью ручного гидравлического пресса поочередно. Групповые испытания рас-

сольных батарей производят приводным гидравлическим насосом или по схеме, изображенной на рис. 91.

По окончании испытания батарей и демонтажа временных трубопроводов устанавливают пристенные батареи (рис. 94). В вышележащем этаже около стены устанавливают треноги *7*, к которым подвешивают ручные тали *6* или рычажные лебедки соответствующей грузоподъемности. Батареи *3* стропят за верх-

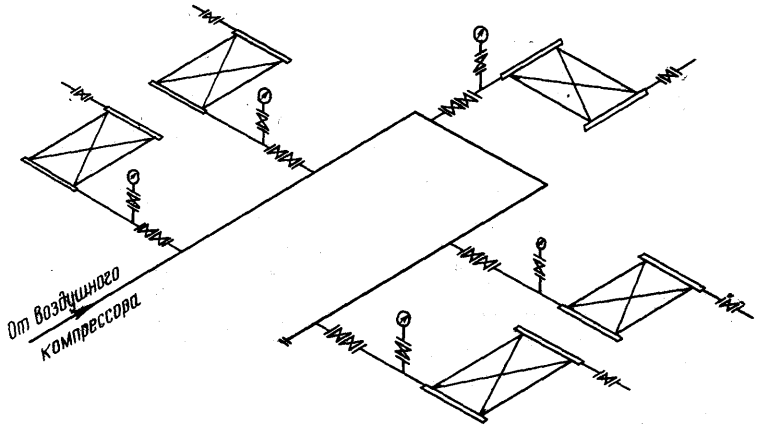


Рис. 93. Схема группового испытания аммиачных пристенных батарей.

ние шланги около стоек или за коллекторы. Стропы *5* пропускают через небольшие отверстия, специально пробиваемые или просверливаемые в перекрытиях, и подвешивают к крюку талей. Отверстия прибивают по согласованию с ответственным представителем строительной организации.

После навески стропов их выбирают с помощью тали до тех пор, пока они не окажутся натянутыми. Затем приподнимают ту сторону батареи, которая удалена от стенки, убирают из под нее козлы *1* и осторожно опускают конец батареи на пол. Далее с помощью талей *6* начинают осторожно приподнимать батарею в наклонное положение. Чтобы подъемное усилие было меньше, одновременно подвигают опирающуюся на пол сторону батареи (или нижние концы опорных стоек ее) с помощью ломиков. Когда батарея приподнимется, убирают освободившиеся козлы *2* и продолжают поднимать батарею до тех пор, пока она не примет вертикальное положение. После подъема батареи стойки ее немедленно закрепляют болтами к ранее установленным кронштейнам *4*.

Пристенные батареи можно поднимать также с помощью ручных лебедок *8*, установленных в камере или на вышележа-

щем этаже: тросы от лебедок пропускают через блоки, подвешенные к перекрытию около стены, и концы их закрепляют на батарее. Подъем проводят так же, как и с помощью талей.

Пристенные батареи часто приходится устанавливать вручную. В этом случае их сначала снимают с козел, на которых

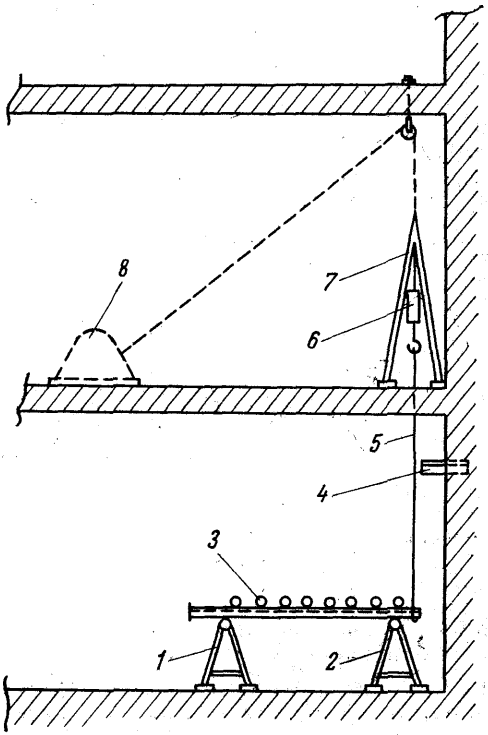


Рис. 94. Схема установки пристенных батарей с помощью лебедки или тали.

производилась сборка, на пол. Сначала приподнимают одну сторону батареи, убирают из-под нее козел и опускают эту сторону на пол, затем таким же образом опускают вторую сторону. Около стены укладывают деревянный брус размером 25×20 *см* и батарею придвигают к стене так, чтобы ее опоры концами касались бруса и располагались под кронштейнами, установленными в стене. Рабочие становятся вокруг батареи и, взявшись за нее руками, по команде бригадира начинают поднимать ту сторону ее, которая наиболее удалена от стены.

После того как эта сторона будет приподнята на 1—1,2 *м* от пола, под нее подставляют козел. Дальнейший подъем выполняют, стоя с двух сторон около батареи и подпирая ее под верхний шланг трубами, на концах которых приварены полу-

круглые упоры. После установки батареи в упор к стене стойки ее сразу закрепляют к кронштейнам болтами. В работе по установке батарей вручную должно участвовать столько рабочих, чтобы на каждого из них приходилось не более 40 *кг* веса батареи.

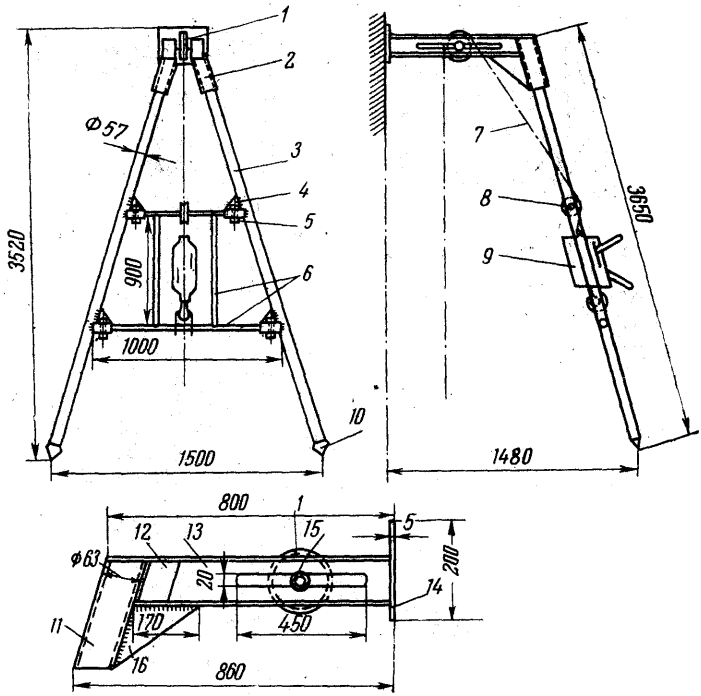


Рис. 95. Приспособление А. И. Лебедева для установки пристенных батарей.

Изложенные выше методы монтажа пристенных батарей не являются единственными. В последнее время внедрены новые способы монтажа батарей с помощью специальных приспособлений и погрузчиков.

Приспособление А. И. Лебедева (рис. 95) представляет съемную консоль *2*, состоящую из двух швеллеров *13* (№ 10), которые с одной стороны приварены к опорной плите *14*. К свободным концам швеллеров приварены куски труб *11*, соединенные для жесткости косынками *16* толщиной 5 *мм* и угольниками *12* размером 50×50×5 *мм*. В швеллерах имеются продольные пазы, в которых может передвигаться ось *15* с двумя парами стопорных гаек, на которой установлен ролик *1* диаметром 150 *мм*.

Съемную консоль *2* надевают на две опорные трубы *3* с упо-

рами *10* на нижних концах. Опорные трубы соединяют между собой в единую конструкцию с помощью сварной рамы *6* из газовых труб условным диаметром 25 *мм*, косынок *4* толщиной 5 *мм* и болтов М12 с гайками *5*. К нижнему поясу рамы прикрепляют рычажную лебедку *9* грузоподъемностью 1,5 *т*, трос *7* от которой пропускают через направляющий ролик *8* и верхний ролик *1*.

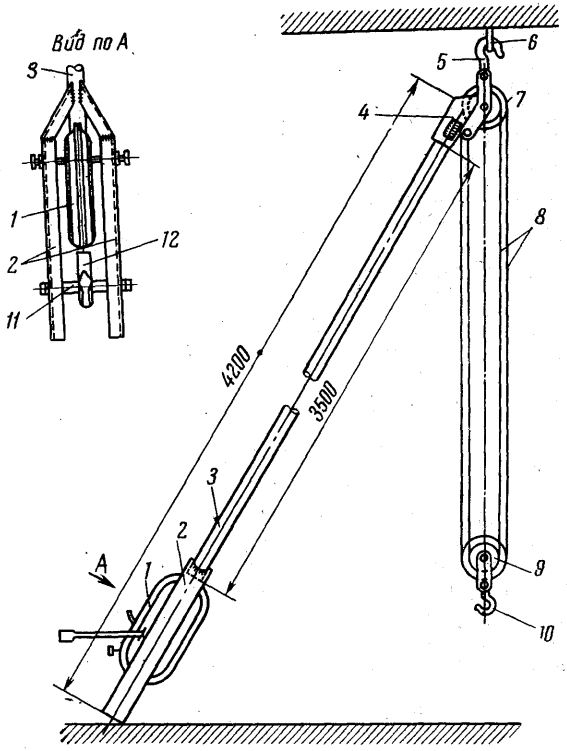


Рис. 96. Штанговый подъемник.

Приспособление устанавливают около стены и поднимают батареи с помощью рычажной лебедки. Устойчивость приспособления достигается вследствие того, что оно прижимается к полу весом поднимаемой батареи. Перед подъемом необходимо убедиться в том, что упоры *10* приспособления находятся в прочном сцеплении с полом. Приспособление пригодно для установки батарей около прочных стен и перегородок, поэтому пользоваться им можно только при предварительном согласовании со строителями.

Ручной штанговый подъемник (рис. 96) (конструкции треста Продмонтаж) грузоподъемностью 1,5 *т* также применяют для подъема пристенных (и потолочных) батарей. Подъем-

ник состоит из штанги *3*, выполненной из стальной трубы диаметром 57×4 *мм*, в нижней части которой приварены два упора *2* из швеллера № 6, 5. Упоры соединены между собой стяжным болтом *11*, к которому крюком *12* прикреплена рычажная лебедка *1* грузоподъемностью 0,5 *т*. В верхней части штанги приварен оголовок *4*, на котором установлен неподвижный двухрольный блок *7* и крюк *5*.

Грузоподъемный крюк *10* закреплен на подвижном двухрольном блоке *9*. Трос *8* от рычажной лебедки пропущен внутри трубы штанги и запасован в неподвижный *7* и подвижный *9* блоки — образуется полиспаст.

Для подъема батареи подъемник подвешивают к перекрытию путем зацепления верхнего крюка *5* за конструкции здания или за специальные подвески *6*, входящие в комплект подъемника. Подъем производят с помощью рычажной лебедки, причем нижний конец подъемника опирается на пол. Скорость подъема 60 *см/мин*, усилие на рукоятке лебедки 15 *кг*. Общий вес подъемника 60 *кг*.

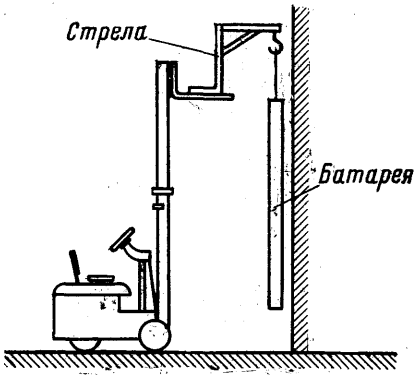


Рис. 97. Схема установки пристенных батарей автопогрузчиком, дооборудованным стрелой.

Для монтажа пристенных батарей широко применяют автопогрузчики (с аккумуляторной батареей и с двигателем внутреннего сгорания). Автопогрузчики удобны тем, что с их помощью можно не только устанавливать батареи, но и транспортировать их от места изготовления или сборки к месту установки. Для монтажа батарей применяют автопогрузчики со стрелой. В случае, если имеется автопогрузчик, который не укомплектован стрелой, то последнюю изготовляют на месте и закрепляют на вилах погрузчика (рис. 97).

Для подъема батарей в помещениях, расположенных в первом этаже и имеющих достаточную высоту, применяют также автомобильные краны грузоподъемностью 3 *т*.

При установке пристенных батарей необходимо выдерживать расстояние между осью батареи и стеной, которое принимают: при гладких трубах — 150 *мм*, при оребренных трубах — 250 *мм*.

Монтаж потолочных батарей

Потолочные батареи, как правило, собирают на месте монтажа из централизованно поставляемых оребренных труб, коллекторов, калачей и тройников. Батареи монтируют одним из

двух методов: подъемом полностью собранной батареи, сваренной и испытанной внизу, или сборкой ее на месте установки под перекрытием.

В первом случае батарею собирают в следующем порядке: сначала под перекрытием устанавливают горизонтальные угольники *2* (рис. 98, *а*), предназначенные для крепления батареи, и подвешивают к ним отвесы. Затем раскладывают на козлах оребренные трубы и сваривают их в шланги. После сварки шланги собирают на каркасах, ориентируя положение каркасов по отвесам, спущенным с угольников *2*. Трубы закрепляют на

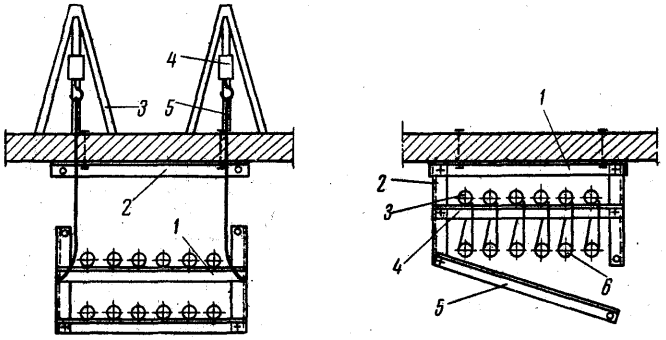


Рис. 98. Схема монтажа потолочных батарей:
а — подъем полностью собранной батареи, *б* — сборка батареи под перекрытием.

каркасах хомутиками, концы которых отгибают. К собранным шлангам приваривают коллекторы, калачи и другие детали (в зависимости от конструкции батареи) и готовую батарею испытывают. Батареи поднимают при помощи талей *4*, подвешенных к треногам *3*, установленным попарно на верхнем этаже. Строповку тросами *5* производят за каркасы *1* батарей.

При подъеме батареи необходимо следить за тем, чтобы все тросы выбирались одинаково и батарея находилась все время в горизонтальном положении, а отдельные участки ее не прогибались. После подъема все каркасы батареи должны быть прикреплены к угольникам *2* и гайки болтов затянуты.

Второй способ монтажа потолочных батарей проще первого и поэтому применяют его чаще. Под перекрытием устанавливают горизонтальные крепежные угольники *1* (рис. 98, *б*) и прикрепляют к ним вертикальные подвески *2*. Шланги из оребренных труб, предварительно сваренные внизу, поднимают и привязывают проволокой к установленному горизонтальному угольнику. После того как весь верхний ряд шлангов *3* будет поднят, устанавливают опорный угольник *4* и прикрепляют его к подвескам *2*. Верхний ряд шлангов *3* опускают на опорный

угольник и закрепляют на нем хомутиками. Нижние ряды шлангов *6* монтируют так же, как верхние, подвязывая их к ранее установленным опорным угольникам *4*. При монтаже шланги на крайних каркасах хомутиками не закрепляют, чтобы облегчить последующую приварку коллекторов и калачей, которые устанавливают после того, как все шланги батареи и нижний опорный угольник *5* установлены на место.

Калачи батареи, соединяющие между собой шланги, расположенные в одном ряду, приваривают сразу после установки соответствующего ряда шлангов до монтажа нижнего ряда. По окончании монтажа батарею испытывают.

Монтаж воздухоохладителей

Перед монтажом воздухоохладителей подготавливают основания для них. В полу прокладывают дренажный трубопровод для спуска воды, образующейся при оттаивании снеговой шубы. Трубопровод прокладывают с уклоном не менее 1 : 100 и подсоединяют к канализационной системе. Затем после испытания дренажного трубопровода и заделки борозды, в которой он проложен, устанавливают опорный каркас из деревянных антисептированных брусьев. Каркас изолируют торфоплитами или минеральной пробкой и сверху покрывают гидроизоляционным слоем битума марки IV. Брусья каркаса, расположенные по периферии, оклеивают рубероидом на битуме, выпуская полосу рубероида шириной 15—20 *см* на черный пол перекрытия для того, чтобы при устройстве чистого асфальтового пола была обеспечена защита брусьев от попадания на них влаги.

На изолированное основание устанавливают поддон, который является одновременно несущей конструкцией воздухоохладителя и на который опираются стойки каркаса. Поддон прикрепляют к брусьям основания при помощи болтов или нагелей. При установке поддона особое внимнаие должно быть уделено правильному сопряжению штуцера для спуска воды с дренажным трубопроводом, а также тому, чтобы конфигурация верхней плоскости изолированного основания точно соответствовала форме поддона. Затем на поддон устанавливают нижний оттаивательный змеевик.

Порядок монтажа охлаждающих поверхностей воздухоохладителя зависит от конструкции его. Наиболее просто монтировать секционные воздухоохладители, в которых вся охлаждающая поверхность состоит из отдельных секций-змеевиков или коллекторных батарей.

Различают два основных вида секционных воздухоохладителей — горизонтальные (см. рис. 61 и 64), в которых воздух продувается вентилятором в горизонтальном направлении, а секции, установленные по ходу движения воздуха, имеют неболь-

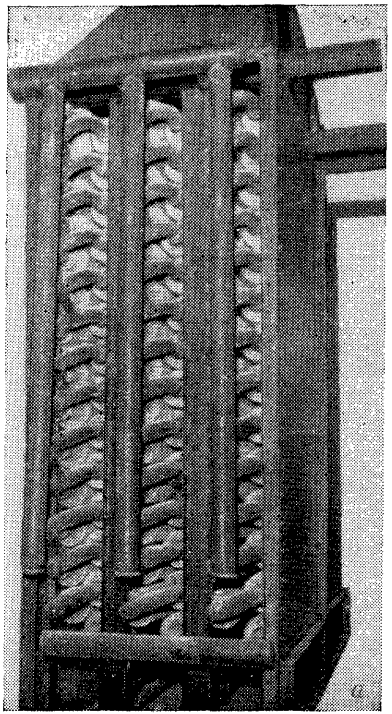
шую длину и высоту, и вертикальные, в которых увеличена высота секции, а осевые вентиляторы, расположенные в верхней части кожуха, обеспечивают движение воздуха снизу вверх. В обоих видах воздухоохладителей воздух движется поперек ребристых труб, расположенных, обычно, в шахматном порядке.

Для монтажа секционных воздухоохладителей сначала устанавливают заднюю стенку кожуха, обращенную к стене помещения, и закрепляют ее болтами к поддону. Затем с помощью тали или рычажной лебедки, подвешенной к перекрытию, устанавливают охлаждающие секции, которые изготовляют централизованно и поставляют на монтажную площадку полностью собранными и испытанными. Опорные стойки каждой секции сразу после установки закрепляют болтами на каркасе поддона и скрепляют сверху распорками из угловой стали. После установки секции обвязывают трубопроводами или устанавливают и приваривают коллекторы, а также испытывают собранные воздухоохладители. Затем собирают кожух воздухоохладителя.

Каждую последующую стенку кожуха соединяют с ранее установленной болтами или винтами. Для предотвращения утечек воздуха стыки между смежными стенками уплотняют прокладками из листового или шнурового асбеста или полосовой резины. Крышку кожуха горизонтальных воздухоохладителей или верхний короб вертикальных воздухоохладителей устанавливают в последнюю очередь. Осевые вентиляторы монтируют в верхнем коробе вертикальных воздухоохладителей после сборки кожуха. В том случае, если коллекторы воздухоохладителя располагаются вне кожуха, то установку и приварку их, а также комплексное испытание производят после частичной сборки кожуха (рис. 99, *а*).

Монтаж несекционных воздухоохладителей значительно сложнее, чем секционных, и требует выполнения большого объема сварочных работ. На рис. 99, *б* показан один из таких видов — аммиачный воздухоохладитель системы «Каскад» поверхностью охлаждения 335 $м^2$, состоящий из двух установленных рядом змеевиков, собираемых из ребристых труб. Каждый из змеевиков имеет 19 вертикальных рядов с тремя трубами в каждом ряду, соединенными между собой калачами. Последовательное соединение рядов достигается с помощью наклонно установленных калачей.

Находящиеся с края трубы каждого змеевика, расположенные во 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 и 18 рядах, проходят сквозь вертикальные коллекторы *5*, в которых трубы имеют вырезы на верхней образующей, как это показано на узле *А* (рис. 99, *б*). Жидкий аммиак поступает в крайнюю трубу *3* верхнего ряда каждого змеевика и сливается по змеевику вниз. Образующиеся в змеевике пары аммиака выходят через вырезы в трубах в вертикальные коллекторы и отсасываются из них через сбор-



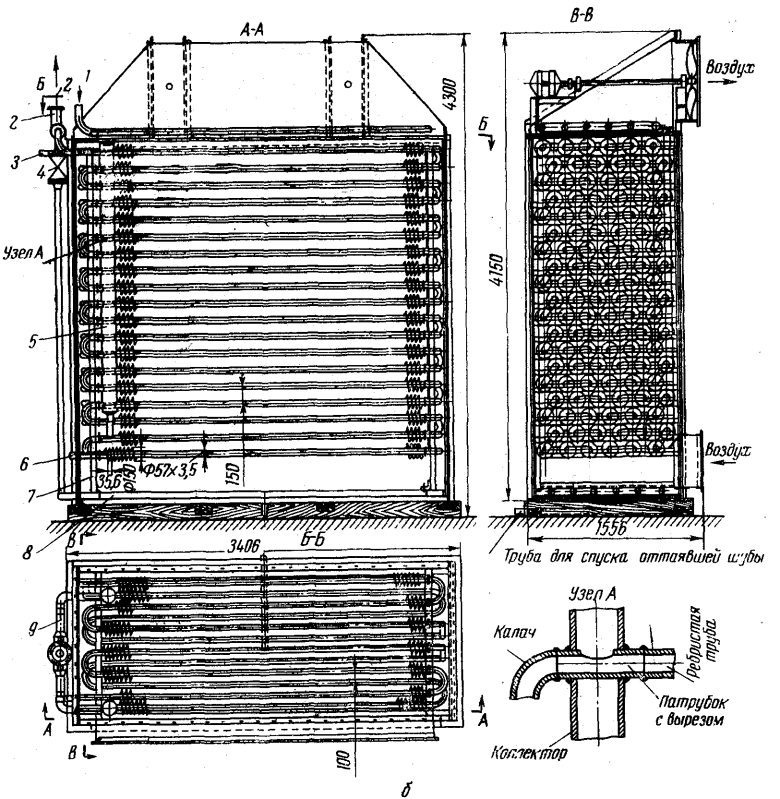


Рис. 99. Воздухоохладители:
а — секционный, *б* — системы «Каскад».

ный горизонтальный коллектор *9* (из патрубка *2*). Неиспарившийся жидкий аммиак из нижних труб удаляется по трубе *6* в дренажную систему холодильной установки.

Воздухоохладители системы «Каскад» поставляют на монтажную площадку в виде заготовок, в состав которых входят вертикальные коллекторы с вваренными патрубками, имеющими вырезы внутри коллектора, горизонтальные ряды змеевиков, состоящие из ребристых труб с приваренными калачами, отдельные калачи, предназначенные для соединения между собой горизонтальных рядов; нижний оттаивательный змеевик, верхний коллектор для воды, кожух воздухоохладителя, стойки и поперечные связи каркаса змеевиков, хомутики для крепления труб.

К монтажу воздухоохладителя приступают после устройства изолированного основания, установки поддона и закрепления на нем оттаивательного змеевика *8*. В первую очередь собирают каркас змеевика *7*, устанавливая все крепежные болты и затягивая их наглухо. Затем укладывают на полки каркаса два верхних ряда змеевиков, подгоняют к ним и приваривают соединительные наклонные калачи. Далее укладывают на каркас самые нижние ряды змеевиков, трубы которых должны проходить сквозь коллектор (16-й ряд сверху), и все установленные змеевики прикрепляют к полкам каркаса хомутиками. Вслед за этим устанавливают оба вертикальных коллектора, подгоняют их к трубам 2-го и 16-го змеевиков, выверяют по отвесу вертикальность коллекторов и сваривают стыки между ребристыми трубами и патрубками коллекторов.

После установки вертикальных коллекторов монтируют остальные ряды змеевиков, причем сборку их ведут сверху вниз, последовательно, подгоняя каждый ряд змеевика к предыдущему и к коллектору и сваривая стыки ребристых труб с наклонными калачами и патрубками коллекторов. Полностью собранные змеевики подвергают пневматическому испытанию давлением 12 *кгс/см*^{2} с выдержкой под давлением в течение 18 *ч*.

После испытания все неокрашенные части змеевиков окрашивают суриком за два раза и собирают стенки кожуха воздухоохладителя с постановкой уплотнительных прокладок и затяжкой крепежных болтов. Затем в верхнем коробе воздухоохладителя закрепляют оросительный коллектор, предназначенный для подачи в воздухоохладитель горячей воды (по трубе *1*) для оттаивания шубы и устанавливают короб на место. В коробе монтируют осевые вентиляторы для циркуляции воздуха.

Воздухоохладитель обвязывают трубопроводами в последнюю очередь. В объем работ по монтажу трубопроводов входит установка газового коллектора *9*, соединяющего между собой оба вертикальных коллектора *5*, а также запорный вентиль *4* с трубопроводом, через который во время оттаивания воздухоохладителя в нижний оттаивательный змеевик подаются горячие пары аммиака.

Глава VI

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Работы, связанные с изготовлением и монтажом трубопроводов и охлаждающих приборов, представляют повышенную опасность для монтажников. Поэтому необходимо создать безопасные условия труда, исключающие производственный травматизм. Основные причины несчастных случаев при монтаже трубопроводов и охлаждающих приборов следующие:

нарушения правил техники безопасности, вызываемые плохим знанием их работающими и недостаточным контролем со стороны административно-технического персонала;

неправильная организация грузоподъемных и такелажных работ;

использование неисправного ручного и механизированного инструмента, приспособлений и оборудования;

использование неправильно изготовленных подмостей, стремянок и лестниц, а также неисправность и плохое состояние их;

неправильная организация работ на высоте и сварочных работ;

плохое состояние временных электрических сетей.

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

Все вновь поступающие рабочие должны пройти вводный (общий) инструктаж по технике безопасности и, кроме того, инструктаж непосредственно на рабочем месте. Инструктаж на рабочем месте должен проводиться также при каждом переводе на другую работу или при изменении условий работы. Инструктажи обязательно фиксируются в специальных журналах за подписями инструктора и обучаемого.

Независимо от прохождения инструктажа каждый рабочий должен пройти обучение безопасным методам работы по утвержденной программе и сдать экзамены. Первичное обучение должно быть организовано не позднее чем через три месяца со дня поступления на работу; в дальнейшем обучение должно повторяться ежегодно с обязательной проверкой знаний. О сдаче экзаменов рабочему выдается удостоверение. Лица, не прошедшие инструктаж, а также не имеющие удо-

стоверений о сдаче экзаменов по технике безопасности, к работам не допускаются.

К работам в качестве слесарей-монтажников, такелажников, сигнальщиков и сварщиков, а также к работе на высоте не допускаются лица моложе 18 лет. К работе на высоте более 1,5 *м* без подмостей допускаются только лица, прошедшие медицинское освидетельствование, имеющие удостоверение о прохождении специального обучения и обеспеченные предохранительными поясами и нескользящей обувью. Пояса должны испытываться не реже чем через каждые 6 месяцев и иметь клеймо с указанием номера пояса и даты испытаний. Во время работы предохранительные пояса крепят за прочные строительные конструкции или за специально натягиваемые стальные канаты в местах, указанных руководителем работ.

Все рабочие обязаны пользоваться спецодеждой, спецобувью и средствами индивидуальной защиты, установленными для выполняемой ими работы. На монтажной площадке должна находиться аптечка с набором медикаментов и перевязочных средств.

На местах производства заготовительных и монтажных работ запрещается присутствовать посторонним лицам. При выполнении работ в действующих цехах рабочие, кроме соблюдения обычных правил техники безопасности, обязаны также выполнять правила внутреннего распорядка и техники безопасности, установленные для данного предприятия. При этом должна быть обеспечена взаимная безопасность как монтажников, так и эксплуатационного персонала.

Организация монтажной площадки и рабочего места

Территория монтажной площадки не должна быть загромождена оборудованием, узлами трубопроводов, материалами и мусором. Все проходы, проезды и погрузочно-разгрузочные площадки регулярно очищают от мусора, а зимой от льда и снега, посыпая их песком или шлаком.

Места работы, проходы и проезды, имеющие недостаточное естественное освещение, освещают искусственным светом. При необходимости выполнения работ в темное время суток должно быть также обеспечено искусственное освещение. Светильники и прожекторы размещают таким образом, чтобы они не ослепляли работающих. Все неосвещенные места, в которых работы не производятся, должны быть закрыты для прохода.

Материалы и оборудование хранят в специально отведенных и оборудованных местах. Как правило, на монтажной площадке должно находиться минимально необходимое количество материалов. Однако на оборудованных складах можно хранить большое количество материалов при условии, что уклад-

ка их производится следующим образом: мелкосортный металл — в стеллажах высотой не более 1,5 *м*; трубы мелких диаметров — в стеллажах высотой до 2,2 *м;* трубы крупных диаметров — в штабелях высотой до 1,2 *м* с прокладками и концевыми упорами; листовая сталь, швеллеры, двутавровые балки и угловая сталь — в штабелях высотой до 1,5 *м*.

Проемы в стенах (низ которых расположен на высоте менее 0,7 *м*) и перекрытиях должны быть надежно ограждены или закрыты сплошными прочными щитами. В местах переходов через каналы, траншеи и ямы устраивают переходы шириной не менее 0,8 *м* с перилами. Во всех перечисленных случаях высота ограждений и перил 1 *м,* вдоль них устанавливают бортовую доску высотой не менее 15 *см*. В местах движения людей у траншей и котлованов делают двусторонние ограждения высотой 1 *м*.

Рабочие места должны быть удобно оборудованы, содержаться в порядке и оснащаться необходимыми ограждениями и другими защитными приспособлениями. Работу на высоте, как правило, выполняют с лесов или подмостей, преимущественно инвентарных. Если нет инвентарных лесов и подмостей, их возводят по чертежам, разработанным административно-техническими работниками. Нельзя делать леса и подмости без чертежей, а также использовать случайные опоры и настилы.

При устройстве лесов и подмостей необходимо соблюдать следующие минимально-допустимые размеры: ширина настилов не менее 1 *м;* высота прохода не ниже 1,8 *м;* при расположении настила выше чем 1,1 *м* от уровня пола устанавливают перила высотой не менее 1 *м,* имеющие, кроме поручня, еще один горизонтальный элемент и бортовую доску высотой не менее 15 *см*. Расстояние от края настила до обслуживаемого элемента конструкции не должно превышать 15 *см*, причем зазор этот закрывают съемными досками. Щиты или доски настилов должны стыковать по длине, а концы их должны располагаться на опоре и перекрывать ее не менее чем на 20 *см* в каждую сторону. Нельзя опирать настилы на случайные опоры, смонтированное оборудование или трубопроводы. Поверхность настилов должна быть ровной; в случае образования порогов концы стыкуемых элементов скашивают. Зазоры между досками или щитами настила должны быть не более 10 *мм*.

Леса и подмости устанавливают и разбирают только под непосредственным руководством и наблюдением инженерно-технических работников. Эксплуатация лесов и подмостей разрешается только после того, как будет осуществлена приемка их. Леса и подмости высотой до 3 *м* принимает непосредственный руководитель работ, а высотой более 3 *м* — лица, специально назначенные главным инженером предприятия или организации.

За состоянием конструкций лесов и подмостей систематически наблюдают: подходы к ним должны быть всегда свободны, а настилы и стремянки очищены от мусора и посторонних предметов. Нельзя складировать на лесах и подмостях материалы, детали и монтажные заготовки. Количество людей на лесах и подмостях не должно превышать расчетное. Ежедневно перед началом смены состояние лесов и подмостей должен проверять административно-технический работник.

Леса или подмости высотой более 6 *м* должны иметь не менее двух настилов: верхний рабочий и нижний защитный. Если работу необходимо выполнять одновременно в двух ярусах, то между рабочими настилами должен находиться третий защитный настил.

Иногда при монтаже трубопроводов и потолочных батарей пользуются подвесными монтажными подмостями. Их обычно крепят к строительным конструкциям здания или к элементам металлоконструкций, поэтому к устройству подмостей можно приступать только после окончательной установки и закрепления этих конструкций. Крючья для подвесок подмостей предварительно испытывают нагрузкой, в два раза превышающей рабочую, с выдержкой не менее 15 *мин*. После монтажа подвесных лесов, собираемых по чертежам и под надзором административно-технических работников, их испытывают статической нагрузкой, превышающей расчетную на 25%. Подвесные леса должны иметь ограждения обычной конструкции и предохраняться от раскачивания с помощью растяжек, прикрепленных к устойчивым строительным конструкциям здания.

Для подъема рабочих на леса и подмости устраивают стремянки, уклон которых не должен превышать 1 : 3. Их изготовляют из плотно сбитых щитов или досок, по всей длине которых через каждые 30—40 *см* прибиты поперечные планки сечением 4×6 *см*. Минимально допустимая ширина стремянок при одностороннем движении 1 *м* и при двустороннем 1,5 *м*. Стремянки должны быть прочно закреплены на опорах и оборудованы перилами высотою не менее 1 *м*.

Приставные лестницы могут иметь высоту (длину) не более 5 *м*. Высоту их выбирают с таким расчетом, чтобы рабочий мог работать стоя на ступени, удаленной от верхнего конца лестницы не менее чем на 1 *м*. Ступени (перекладины) деревянных лестниц должны быть врезаны в тетивы, а ни в коем случае не прибиты к ним без врезки. Тетивы не реже через каждые 2 *м* скрепляют между собой стяжными болтами. Ширина приставных лестниц не менее 0,7 *м*. Основания лестниц должны быть предохранены против сползания или скольжения, а верхние концы — прикреплены к прочным строительным конструкциям.

Погрузочно-разгрузочные и такелажные работы

Погрузочно-разгрузочные работы следует производить, как правило, механизированным путем с применением грузоподъемных машин или средств малой механизации. Массовые погрузочно-разгрузочные работы с грузами весом свыше 60 *кг*, а также подъем грузов на высоту более 3 *м* должны производиться только механизированным способом. Погрузку, разгрузку и транспортировку громоздких и тяжелых грузов можно выполнять только под непосредственным руководством лиц, специально выделенных из административно-технического персонала.

При переноске тяжестей одним человеком установлены следующие предельные нормы: для мужчин 60 *кг;* для женщин 20 *кг;* для подростков от 16 до 18 лет мужского пола 16 *кг* и женского пола 10 *кг*. Переноска тяжестей подростками допускается только в тех случаях, когда эти операции связаны с выполнением основной работы по специальности и занимают не более 1/3 всего рабочего дня. Подростки до 16 лет к работам по переноске тяжестей вообще не допускаются. При переноске тяжестей весом более 50 *кг* поднимают и снимают грузы с помощью второго рабочего. Балки, трубы большого диаметра и другие длинные материалы переносят специальными клещами.

Баллоны со сжатыми газами перевозят на дальние расстояния только на автомобилях, оборудованных специальными стеллажами; баллоны должны быть уложены в кузове вентилями в одну сторону. На короткие расстояния баллоны, так же как и другие грузы, перемещают преимущественно на тележках. Переносить грузы на носилках можно лишь в исключительных случаях на расстояние не более 50 *м*. Нельзя перемещать грузы на носилках на высоту, в том числе по лестницам и стремянкам.

Особая осторожность должна проявляться при перемещении баллонов со сжатыми газами, в частности с кислородом, а также барабанов с карбидом кальция и сосудов с легковоспламеняющимися жидкостями (керосином, бензином), которые следует предохранять от толчков и ударов. Запрещается переносить и перевозить баллоны с кислородом вместе с маслами и легковоспламеняющимися жидкостями.

Для проведения такелажных работ разрешается применять только исправные грузоподъемные машины, механизмы и такелажные приспособления. Подъемные устройства (тали, тельферы, лебедки, блоки, домкраты и пр.), а также такелажные приспособления (стропы, траверсы и пр.) систематически проверяют и испытывают. На всех грузоподъемных устройствах должны быть прикреплены бирки или сделаны надписи с датами испытаний. На бирках, прикрепленных к такелажным при-

способлениям, должна быть указана также их грузоподъемность.

При работе со стальными канатами (тросами) постоянно следят за их состоянием, регулярно смазывают их, предварительно промыв керосином и очистив проволочными щетками. Смазка должна проникать через всю толщину троса и хорошо пропитывать пеньковую сердцевину. При работе с тросами необходимо предотвращать пересечение и соприкосновение их со сварочными и другими проводами и электрокабелями. Необходимо также охранять тросы от образования на них петлеобразных заломов и других повреждений. Тросы и стропы с оборванной проволокой (более 10% на один шаг свивки) или оборванными прядями, а также с поверхностным износом и коррозией проволок бракуют. Для грузоподъемного оборудования и для стропов применяют гибкие тросы типа 6×61 и полужесткие типа 6×37. Нельзя применять для этих целей жесткие тросы типа 6×19.

Такелажные механизмы и приспособления должны по своей грузоподъемности соответствовать весу монтируемого оборудования, узлов трубопроводов и конструкций. Перед началом работы все грузоподъемные средства прочно закрепляют в соответствии со схемой, которая должна быть выдана руководителем работ. До начала работы крепление механизмов и приспособлений проверяет мастер или механик.

Лебедки закрепляют за рамы, на которых они установлены, используя для крепления строительные элементы здания или якоря, специально закапываемые в грунт. Расстояние от лебедки до первого отводного блока должно составлять не менее двадцатикратной длины барабана лебедки. К работе на электрических лебедках допускаются только лица, имеющие удостоверение о прохождении специального обучения и сдаче испытаний.

Рабочая зона при подъеме и опускании груза должна быть ограждена. Во время подъема груза необходимо следить за тем, чтобы под ним не находились люди.

До начала перемещения узлов трубопроводов и других грузов путь следования расчищают от посторонних предметов. При перемещении грузов на катках необходимо пользоваться инвентарными катками, количество которых должно быть на 1—3 больше, чем помещается под грузом. Длина катков должна быть такой, чтобы концы их выступали за края груза не более чем на 300 *мм*.

Узлы трубопроводов и другие грузы стропят только рабочие, прошедшие инструктаж и имеющие удостоверение на право производства строповки. Длинные узлы, подлежащие подъему в горизонтальном или наклонном положении, закрепляют стропами не менее чем в двух местах с таким расчетом, чтобы

центр тяжести их располагался между точками закрепления. Наиболее рационально для подъема узлов трубопроводов применять инвентарные траверсы. Для того чтобы груз при подъеме не раскачивался и не крутился, к нему прикрепляют оттяжки из прочного пенькового каната или гибкого троса, за которые груз поддерживают. При подъеме трубопроводной арматуры ее стропят за корпус около крышки или около одного из фланцев. Запрещается строповка арматуры за штурвалы, сальники и шпиндели.

При подъеме груза необходимо сначала приподнять его на 15—20 *см* и убедиться в правильности строповки, надежности крепления грузоподъемных средств и их исправности. Нельзя поднимать груз, примерзший к земле или засыпанный землей или снегом. Не разрешается оставлять груз в подвешенном или неустойчивом положении во время перерыва в работе, а также поправлять стропы или производить любые другие работы на поднятом грузе.

Расстроповку грузов производят только после проверки их устойчивости. Узлы трубопроводов, поднимаемых к месту установки, можно освобождать от стропов только после окончательного закрепления их на опорах и подвесках или после установки временных надежных креплений. По окончании такелажных работ груз должен быть расстроплен, а трос между ним и грузоподъемным устройством ослаблен. С ручных лебедок снимают рукоятки; электролебедки отключают от сети.

Мероприятия по электробезопасности

Электродвигатели, электроинструменты и сварочные аппараты включают в сеть с помощью рубильников, снабженных предохранителями, или магнитных пускателей. Рубильники должны быть обязательно оборудованы прочными кожухами без открытых отверстий и щелей для перемещения рукоятки и помещены в запирающиеся ящики. Все пусковые устройства (рубильники, пусковые кнопки, магнитные пускатели) должны располагаться так, чтобы была исключена возможность пуска машин и механизмов посторонними лицами. В случае прекращения подачи тока во время работы для предотвращения самопроизвольного пуска механизма при возобновлении подачи тока следует немедленно выключить не только пусковое устройство, расположенное непосредственно на механизме, но также и рубильник. Металлические части машин и механизмов, имеющих электропривод, корпуса электроинструмента, электродвигателей и сварочных аппаратов, металлические кожухи рубильников должны быть заземлены.

Все временные электрические проводки должны быть выполнены изолированным проводом и подвешены на надежных опо-

рах. Высота проводок от пола, земли или настила допускается не менее 2,5 *м*, над проходами не менее 3 *м*, а над проездами 5 *м*. При необходимости прокладки проводок на высоте менее 2,5 *м* они должны быть ограждены или заключены в остальные трубы или короба.

Приборы местного освещения и переносные светильники должны включаться в сеть с помощью выключателей и штепсельных розеток. Светильники общего и местного освещения напряжением 110 *в* и выше необходимо подвешивать на высоте не менее 2,5 *м* от пола. Для переносных светильников, а также для постоянных светильников, подвешенных на высоте менее 2,5 *м*, следует применять напряжение 36 *в*. При работе в сырых местах, на металлоконструкциях и в колодцах напряжение для светильников должно быть не выше 12 *в*. Переносные светильники должны быть снабжены рукояткой из материала, не проводящего электрический ток, а сама лампа должна быть защищена металлической сеткой, предохраняющей ее от повреждения. Переносные светильники подключают к сети только шланговым проводом с вилкой, исключающей возможность включения их в розетку с более высоким напряжением.

Штепсельные соединения (вилки и розетки) для пониженного напряжения (12 и 36 *в*) должны отличаться от обычных штепсельных соединений не только конструкцией, но также и окраской. Около всех розеток, предназначенных для подключения приемников тока пониженного напряжения, следует вывешивать соответствующие надписи. В случае отсутствия централизованной сети пониженного напряжения, питание светильников и инструмента, требующих напряжения 36 *в* и ниже, осуществляется посредством переносных понижающих трансформаторов.

Все переносные приемники тока (электроинструменты, переносные светильники, понижающие трансформаторы и т. д.) не менее одного раза в месяц проверяют на исправность изоляции. Все стационарно установленное оборудование, имеющее электропривод, должно находиться под систематическим наблюдением. Контроль за стационарным и переносным оборудованием и инструментом осуществляют лица, имеющие удостоверение о прохождении обучения и сдаче испытаний. Устройство, ремонт и обслуживание электропроводок также выполняются этими работниками. Выполнение каких-либо работ по электрооборудованию и электропроводкам лицами, не прошедшими специального обучения, запрещается.

Инструменты и оборудование

В работе можно использовать только вполне исправный инструмент. Поверхность бойка молотков и кувалд, а также слесарных и кузнечных зубил должна быть слегка выпуклой и не иметь трещин, заусенцев, сколов и наклепа. На рабочих концах

ручного инструмента ударного действия (зубилах, пробойниках и т. д.) не должно быть повреждений (трещин, выбоин, сколов и т. д.); боковые грани их должны быть гладкими и без острых ребер. Сам инструмент не должен быть перекален, а длина его ручки должна составлять не менее 150 *мм*.

Деревянные рукоятки ручного инструмента изготовляют из древесины твердых и вязких сортов (кизила, граба, бука, рябины или березы) влажностью не более 12%. Рукоятки должны иметь овальную форму и быть гладко обработаны, без выбоин и сколов на поверхности. Молотки и кувалды насаживают на рукоятку плотно и расклинивают металлическим клином; кузнечные зубила насаживают на рукоятку без расклинивания. Длина рукоятки кузнечного зубила для рубки металла с помощью кувалды должна быть не менее 700 *мм*. При рубке металла с помощью зубил рабочие должны быть обеспечены защитными очками с небьющимися стеклами.

Гаечные ключи подбирают по размерам гаек и головок болтов. Губки ключей должны быть параллельны и не иметь сбитых скосов и забоин, а рукоятки — заусенцев. При пользовании гаечными ключами нельзя применять ключи бо́льших размеров, чем это требуется, и устанавливать металлические прокладки между гранями ключа и гайкой, а также удлинять рукоятку посредством насаженной на нее трубы или вторым ключом.

Электрифицированный инструмент на напряжение 127 и 220 *в* используют только в помещениях без повышенной опасности, при этом обязательно применяют резиновые диэлектрические галоши, перчатки и коврики. К работе с этим инструментом допускаются только лица, имеющие удостоверение о прохождении специального обучения. Длина шлангового кабеля, которым инструмент присоединен к сети, должна быть такой, чтобы он лежал свободно, не натягивался и не перегибался. При перерывах в работе механизированный инструмент необходимо отключать от сети. Механизированным инструментом можно работать либо с пола, либо с настилов, имеющих ограждения. Работать этим инструментом с приставных лестниц, а также на открытом воздухе во время дождя или снегопада нельзя. Устанавливают рабочий инструмент и вынимают его из патрона только после полной остановки механизированного инструмента.

С абразивным инструментом (в частности на наждачных точилах) можно работать только при наличии защитных экранов и предохранительных кожухов. Если экрана нет, рабочие обязаны пользоваться защитными очками. На наждачном точиле, кроме экрана и кожуха, должны быть установлены упоры для обрабатываемого инструмента и деталей. Установленные на точиле абразивные круги должны быть без трещин и сколов, устанавливать их могут только специально обученные для этого рабочие.

К работе со строительно-монтажными пистолетами (СМП)

допускаются только лица, прошедшие специальное обучение, знакомые с инструкцией по пользованию СМП и имеющие на руках удостоверение о допуске к работе. При использовании строительно-монтажных пистолетов следует исключать возможность сквозного пробивания конструкций и поражения людей, находящихся поблизости, осколками бетона, кирпичей и т. д. В нерабочее время строительно-монтажные пистолеты и патроны к ним сдают на хранение специально выделенным для этого сотрудникам.

Все движущиеся части машин, станков и механизмов, к которым возможен свободный доступ людей, должны быть ограждены надежными кожухами или другими видами ограждений. Нельзя работать на машинах и механизмах со снятыми или неисправными ограждениями. Механизмы и машины можно осматривать, смазывать, чистить и ремонтировать только после отключения электропитания и полной остановки их. На рубильниках и других пусковых устройствах в это время должны быть вывешены плакаты с предупреждающими надписями. В нерабочее время принимают меры, исключающие возможность включения машин посторонними лицами.

Сварочные работы

Баллоны со сжатыми газами хранят в специальных проветриваемых помещениях или рампах, закрытых от доступа посторонних лиц и изолированных от мест сварки и источников открытого пламени. Баллоны хранят в вертикальном положении в гнездах стеллажей. После опорожнения баллоны хранят в отдельном помещении. Как во время хранения, так и при транспортировке вентили баллонов должны быть защищены колпаками. Баллоны с кислородом и горючими газами хранят в разных помещениях. Кислородные баллоны, редукторы, шланги, а также газовые горелки и резаки должны быть предохранены от попадания на них масла.

Барабаны с карбидом кальция хранят только в специальных огнестойких сухих помещениях, имеющих легкую кровлю и защищеных от огня и искр. Помещения для хранения карбида кальция должны хорошо проветриваться и иметь наружное освещение. Барабаны с карбидом кальция можно вскрывать только специальными ножами или медными зубилами, исключающими возможность образования искр. Вскрытые барабаны с карбидом кальция плотно закрывают крышками. Для переноски карбида кальция от склада к месту зарядки необходимо пользоваться сухими ящиками или корзинками, герметически закрывающимися. При дроблении карбида кальция глаза защищают очками.

Перед зарядкой генераторов среднего давления необходимо убедиться в том, что из них выпущен газ, находящийся под дав-

лением, и только после этого открывать крышку загрузочного устройства реторты. Корзины газогенератора загружают карбидом кальция той грануляции, которая допускается для данного типа генератора и в количествах, не превышающих нормы, указанной в паспорте его. Перед загрузкой корзины очищают от ила. Заряжать и разряжать газогенераторы следует в резиновых перчатках. Отработавшие остатки карбида кальция сливают в металлические ящики и ежедневно вывозят в специально отведенное место (иловые ямы). По окончании работы газогенератор необходимо разрядить и промыть.

Газогенераторы следует устанавливать вне помещения. В проходах, проездах, подвалах и на лестничных клетках устанавливать их нельзя. При установке в проходе генератор должен быть огражден и находиться под постоянным надзором. Расстояние от газогенераторов, кислородных и ацетиленовых баллонов и керосинорезов до источников огня, рабочих мест сварщика, мест курения и т. д. должно быть не менее 10 *м*. На газогенераторе должна быть сделана надпись «огнеопасно».

При отрицательной температуре воздуха газогенераторы устанавливают в утепленных будках. Замерзшие генераторы, редукторы и шланги можно отогревать только горячей водой, не имеющей даже следов масла, или паром. К обслуживанию генераторов допускаются лица, имеющие удостоверения о прохождении специального обучения.

При производстве газосварочных работ наблюдают за тем, чтобы шланги не перепутывались, не натягивались и не соприкасались с проводами, находящимися под напряжением. Заряженные баллоны и генераторы при перерывах в работе должны находиться под надзором. Баллоны с сжатыми газами перед работой устанавливают в вертикальное положение и прочно привязывают к колоннам или другим прочным строительным конструкциям.

Место производства электросварочных работ в закрытом помещении должно быть ограждено несгораемыми щитами, выкрашенными темной краской. Нельзя выполнять электросварочные работы на открытых площадках во время дождя и грозы. При заболевании глаз, вызванном световым воздействием электросварочной дуги, следует немедленно обратиться в медпункт, а при отсутствии его промыть глаза слабым раствором питьевой соды и направить пострадавшего к врачу.

Лица, работающие со сварщиками, обязаны пользоваться защитными очками или щитками со стеклами ЭС-300 и ЭС-500 при электросварке и ГС-3 и ГС-7 при газосварке. Все виды сварочных работ нельзя выполнять с приставных лестниц. При выполнении работ на высоте с подмостей последние должны быть предохранены от загорания. Сварщики должны иметь сумки или пеналы для электродов и ящики для огарков.

Требования безопасности при монтаже трубопроводов

Зону подъема и монтажа трубопроводов ограждают, а около нее выставляют предупредительные надписи. Узлы трубопроводов и охлаждающих приборов, подготовленные для монтажа, укладывают на полу на подкладках высотой 10—15 *см*. Узлы размещают в той последовательности, в которой они потребуются для монтажа с таким расчетом, чтобы они не создавали стесненных условий в рабочей зоне и не загромождали проходов. До начала работ все узлы и детали трубопроводов очищают от грязи, снега и наледи. Монтажные стыки проверяют и зачищают от коррозии и заусенцев. Стыки, находящиеся в хорошем состоянии, но законсервированные, очищают и подготавливают под сварку.

До подъема узлов трубопроводов к месту установки следует провести внизу проверку и контрольную сборку, чтобы максимально сократить объем работ, выполняемых на высоте. Монтаж каждого последующего узла трубопровода разрешается только после окончательной подготовки, установки, а также крепления предыдущего узла, с которым он стыкуется. Расстроповку поднятого элемента или узла трубопровода можно производить только после его укладки на постоянные или надежные временные опоры и после постоянной или на прихватках сборки с ранее установленным узлом. Временное крепление монтируемого трубопровода можно считать надежным, если установлено и затянуто не менее 50% проектных болтов и креплений и выполнено не менее 30% общей длины сварных швов.

Нельзя монтировать трубопроводы одновременно на нескольких отметках по одной вертикали. При необходимости такие работы можно проводить в том случае, если есть защитные настилы, обеспечивающие безопасность лиц, работающих на нижних отметках. Настилы, лестницы, а также блоки, тали и другие грузоподъемные приспособления нельзя крепить и подвешивать к смонтированным трубопроводам.

Наиболее рационально монтировать трубопроводы в направлении от оборудования к заранее смонтированным магистралям. Вертикальные участки трубопроводов собирают снизу вверх. Трубопроводы монтируют с подмостей, снабженных лестницами для подъема и спуска рабочих. Рабочим не разрешается подниматься и спускаться по трубопроводам или опорным конструкциям. Это правило сохраняется также при монтаже наружных трубопроводов, прокладываемых на эстакадах.

При сборке фланцевых соединений запрещается проверять пальцами совпадение отверстий для болтов; для этой цели следует пользоваться коликовыми ключами, оправками или ломиками.

Особое внимание обращают на организацию и проведение промывки, продувки и испытания трубопроводов, батарей и воздухоохладителей. Эти работы выполняют под непосредственным руководством лица, специально выделенного из административно-технического персонала. Перед началом промывки, продувки и испытания трубопроводов тщательно проверяют установку и крепление всех опор и подвесок, трубопроводной арматуры, а также фланцевые и сварные соединения. Во фланцевых соединениях должны быть установлены прокладки, болты и шпильки. При испытании не всей системы трубопроводов, а только части ее, в соответствующих соединениях устанавливают надежные металлические заглушки с хвостовиками. К началу работ на трубопроводах монтируют исправные манометры, краны для продувки, а также монтируют и испытывают гидравлическим способом временные линии от прессов или воздушных компрессоров.

В зону испытаний допускаются только лица, принимающие непосредственное участие в работах и ознакомленные с порядком проведения их, схемой испытываемых трубопроводов и мерами безопасности.

Давление в испытываемой системе следует повышать постепенно. При пневматическом испытании аммиачных трубопроводов и охлаждающих приборов во время повышения давления персонал, участвующий в работах, должен находиться на расстоянии не ближе 10 *м* от испытываемой системы. Осмотр трубопроводов начинают только при установившемся в нем давлении. При осмотре не разрешается обстукивать молотками сварные швы и другие детали трубопроводов, находящихся под пневматическим давлением. В случае разрыва сварного стыка, прорыва сальника или прокладки, разрушения арматуры и т. д. немедленно прекращают подачу воздуха в испытываемую систему.

Неисправности, обнаруженные при испытании, устраняют только после отключения соответствующего участка трубопровода от источника питания и снижения давления в нем до атмосферного. Нельзя подваривать сварные швы на аммиачных трубопроводах, заполненных аммиаком.

Места выброса воздуха при продувке трубопроводов и приборов охлаждения ограждают прочными щитами для защиты работающих от песка, окалины и других предметов, которые могут вылетать из труб при их продувке.

ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Монтажные площадки должны быть обеспечены огнетушителями и щитами с навешенными на них средствами пожаротушения. Около мест производства сварочных работ должны находиться ящики с песком и бочки с водой.

Горящие провода, электродвигатели и электроприборы нельзя тушить водой и пеной, так как вода является проводником электрического тока. В перечисленных случаях следует пользоваться специальными порошковыми огнетушителями.

На каждой монтажной площадке и в трубозаготовительной мастерской должны быть отведены места для курения. Курить на рабочих местах или на территории не разрешается.

При производстве работ на действующем предприятии сварочные работы можно выполнять только по согласованию с местной пожарной охраной предприятия. В разрешении, выдаваемом пожарной охраной, должны быть перечислены мероприятия, которые должны быть выполнены до начала сварочных работ.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

Зильберг А. Л., Наумов В. Г., Фрейдлин Н. Л. Изготовление и монтаж технологических трубопроводов. Госстройиздат, 1960.

Наумов В. Г., Орлов В. Н. Изготовление и монтаж технологических трубопроводов. Госстройиздат, 1961.

Рубинович Л. Д. Монтаж технологического оборудования пищевых предприятий. Госстройиздат, 1963.

Рубинович Л. Д. Подготовка холодильной установки к сдаче в эксплуатацию. Изд-во «Пищевая промышленность», 1964.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие 3

Глава I

Материалы и детали трубопроводов и охлаждающих приборов холодильных установок

Сортовая сталь, двутавровые балки, швеллеры 6
Трубы 10
Гнутые и штампованные детали трубопроводов 13
Фланцевые и ниппельные соединения трубопроводов 17
Фланцы 18
Накидные гайки 24
Трубопроводная арматура 25
Арматура водяных и рассольных трубопроводов 31
Арматура аммиачных трубопроводов 37
Подвески и опоры для трубопроводов 56
Вспомогательные материалы 64

Глава II

Оборудование, приспособления и инструмент для механической обработки труб

Оборудование, приспособления и инструмент для резки труб 67
Инструмент и приспособления для вырезки отверстий в трубах . . . 74
Оборудование и приспособления для гнутья труб 76
Оборудование для гнутья труб без нагрева и набивки песком . . 76
Оборудование и приспособления для гнутья труб в нагретом состоянии с набивкой песком 84

Глава III

Изготовление оребренных труб

Материалы для изготовления оребренных труб 90
Оребрение труб навивкой стальной ленты 90
Оребрение труб напрессовкой плоских ребер 94
Оребрение труб приваркой плоских ребер 97

Глава IV

Централизованное изготовление трубопроводов и охлаждающих приборов

Централизованное изготовление узлов трубопроводов 101
Замеры трубопроводов и составление рабочих чертежей узлов . . 101
Изготовление фасонных деталей для трубопроводов 105
Изготовление фланцев 116
Ревизия и испытание трубопроводной арматуры 120
Сборка узлов трубопроводов 127
Централизованное изготовление охлаждающих батарей и воздухоохладителей 133
Изготовление охлаждающих батарей 137

Изготовление воздухоохладителей 144
Испытание батарей и воздухоохладителей 147
Основные правила сварки узлов трубопроводов. Оборудование для сварки и резки труб 148

Глава V

Монтаж трубопроводов и охлаждающих приборов

Подготовка монтажных работ 162
Монтаж трубопроводов холодильных установок 167
Разметка мест прокладки и установка средств крепления трубопроводов 168
Сборка трубопроводов 178
Испытание трубопроводов 195
Условная окраска трубопроводов 202
Монтаж охлаждающих приборов 203
Монтаж пристенных батарей 203
Монтаж потолочных батарей 209
Монтаж воздухоохладителей 211

Глава VI

Техника безопасности и противопожарные мероприятия

Основные требования техники безопасности 215
Организация монтажной площадки и рабочего места 216
Погрузочно-разгрузочные и такелажные работы 219
Мероприятия по электробезопасности 221
Инструменты и оборудование 222
Сварочные работы 224
Требования безопасности при монтаже трубопроводов 226
Противопожарные мероприятия 227

Лев Давыдович Рубинович

ИЗГОТОВЛЕНИЕ И МОНТАЖ
ТРУБОПРОВОДОВ И ОХЛАЖДАЮЩИХ ПРИБОРОВ
ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Редактор *Л. М. Богатая*
Переплет художника *О. В. Камаева*
Техн. редактор *А. М. Сатарова*
Корректор *Н. А. Маринина*
Худож. редактор *С. Р. Нак*

Сдано в набор 2/VII 1965 г.
Подписано к печати 11/I 1966 г.
Т 00222 Формат $60\times90^{1}/_{16}$
Тираж 8000 экз. Цена 58 к.
Объем 14,5 печ. л. Уч.-изд. л. 13,79
Изд. № 4180 Заказ 678 Св. тем. план 1965 г. п/№ 179

Московская типография № 6 Главполиграфпрома
Государственного комитета Совета Министров СССР по печати
Москва, Ж-88, 1-й Южно-портовый пр., 17.

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ»

В 1966 г. выйдут в свет и поступят в продажу книги:

ГРОДНИК М. Г., ВЕЛИЧАНСКИЙ А. Я. **Проектирование и эксплуатация углекислотных установок.** 17 л., т. 10 000 экз., цена 1 р. 05 к.

В книге помещены основные схемы, приведены оптимальные режимы работы, освещены вопросы выбора и расчета оборудования, а также эксплуатации углекислотных установок и техники безопасности.

Особое внимание уделено производству углекислоты повышенного качества и углекислотным установкам малой производительности.

Книга рассчитана на специалистов, занятых проектированием, монтажем и эксплуатацией заводов сухого льда и жидкой углекислоты.

ПОКРОВСКИЙ Н. К. **Руководство для машинистов холодильных установок (4-е издание).** 20 л., т. 20 000 экз., ц. 80 коп.

Книга содержит сведения о термодинамических, физико-химических и физиологических свойствах аммиака, фреона-12, фреона-22 и фреона-142 с указанием областей их применения. В ней рассмотрены конструкции аммиачных и фреоновых компрессоров (а также их деталей и узлов), холодильных аппаратов. Описаны контрольно-измерительные приборы автоматического регулирования и контроля и даны указания по их монтажу и наладке.

Приведены схемы автоматизированных аммиачных и фреоновых холодильных установок. Освещены вопросы их технической эксплуатации с соблюдением указаний по технике безопасности и охране труда.

Книга предназначена для машинистов, обслуживающих аммиачные и фреоновые холодильные установки.

Предварительные заказы (без денежных переводов) следует направлять местным книготоргам и книжным магазинам.