

4.3.13. Проектирование нагнетательного трубопровода оттаивания

При выборе размеров нагнетательного трубопровода оттаивания в качестве рабочего параметра берется эквивалент электрической теплопроизводительности испарителей. В каталоге фирмы Küba мы находим для испарителя типа SGBE 63-F41 величину полной производительности при оттаивании, равную 11,76 кВт (этот параметр включает в себя производительность, необходимую для оттаивания не только корпуса испарителя, но и каплесборника), а для испарителя типа SGBE F56-F41 – величину полной производительности при оттаивании, равную 8,98 кВт.

Участок I

Нагнетательный трубопровод оттаивания на участке от комбинированной установки к узлу С и далее к узлу А рассчитывается для максимальной производительности оттаивания $Q = 35,28$ кВт, поскольку в результате деления на контуры регулирования одновременно подвергаются оттаиванию максимум 3 испарителя ($3 \times 11,76$ кВт).

По соответствующей номограмме для медного нагнетательного трубопровода с R 507 при наличии перепада температуры $\Delta T = 1$ К; $t_o = -35^\circ\text{C}$; $t_c = +40^\circ\text{C}$ определяем диаметр трубы $d_a = 42 \times 1,5$ мм. Данный нагнетательный трубопровод оттаивания изолирован с помощью рукава Armaflex H.

Требуемая длина трубопровода: 15 м медной трубы $42 \times 1,5$ мм;
15 м Armaflex H42.

Нагнетательный трубопровод оттаивания от узла С к испарителям 8 + 9 (контур 1) прокладывается в камере предварительного охлаждения этажом ниже!
 $l_{\text{геом}} = 10$ м; $l_{\text{экв}} = 15$ м; производительность: $2 \times 11,76 = 23,52$ кВт.

Использование номограммы для медного нагнетательного трубопровода оттаивания с R 507 при наличии перепада температуры $\Delta T = 1$ К; $t_o = -35^\circ\text{C}$; $t_c = +40^\circ\text{C}$ дает диаметр трубы $d_a = 28 \times 1,5$ мм. В целях поддержания указанного уровня температур прибегают к изоляции трубопровода рукавом Armaflex типа H (номинальная толщина 13 мм).

Требуемая длина медной трубы $28 \times 1,5$ мм: около 12 м.

Требуемая длина Armaflex H 28: около 12 м.

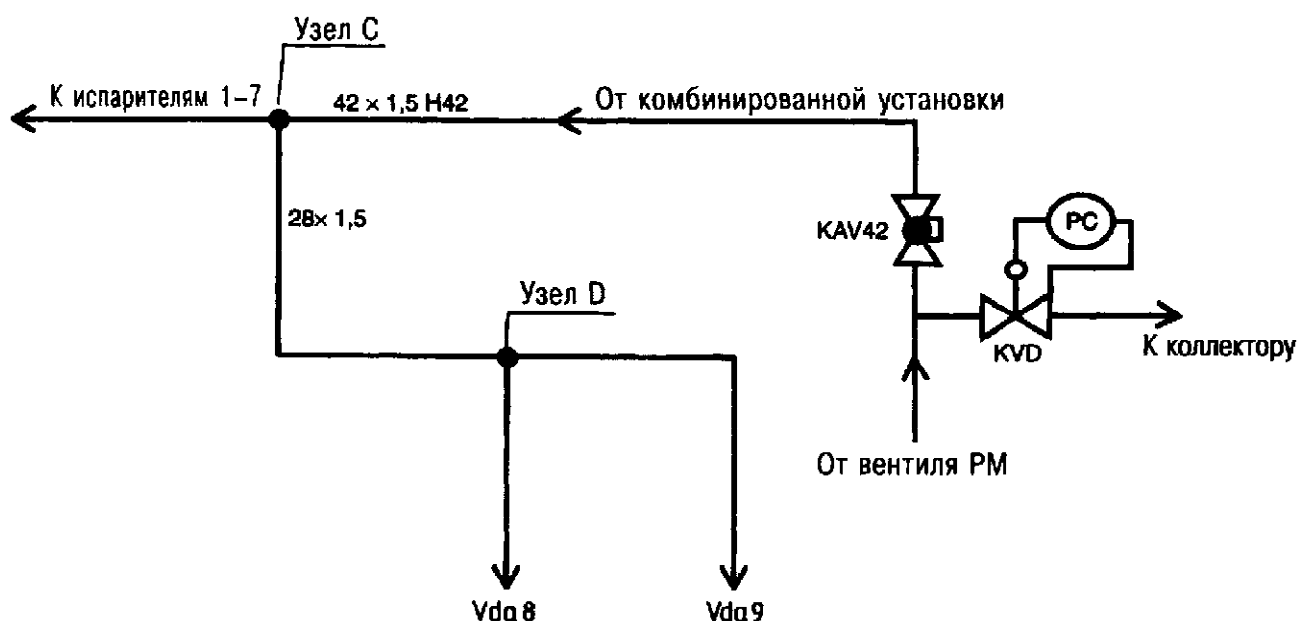


Рис. 4.61.

262 Глава 4. Практические проекты холодильных установок

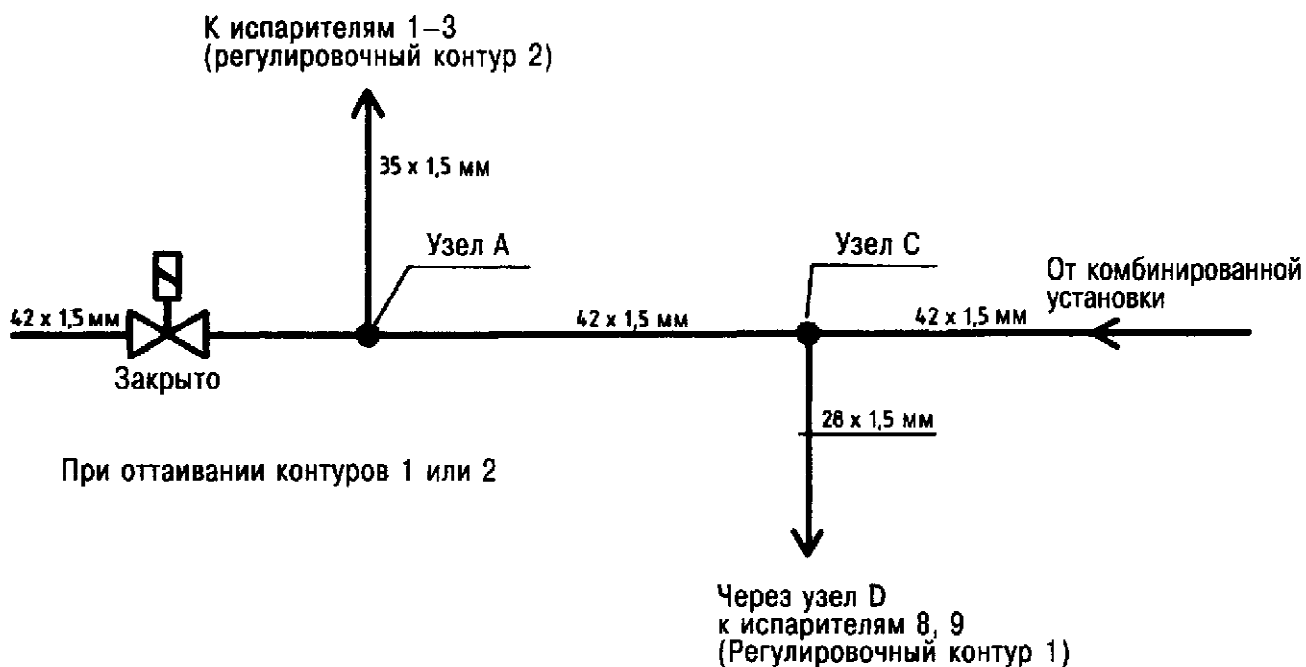


Рис. 4.62.

Участок 2

Нагнетательный трубопровод оттаивания от узла А к контуру 2, относящемуся к испарителям 1, 2 и 3.

$l_{\text{теом}} = 17 \text{ м}$; $l_{\text{экв}} = 25 \text{ м}$ (округленно); производительность: $3 \times 11,76 \text{ кВт} = 35,28 \text{ кВт}$.

Номограмма для медного нагнетательного трубопровода с R 507 при условии: $\Delta T = 1 \text{ К}$; $t_o = -35^\circ\text{C}$; $t_c = +40^\circ\text{C}$ — диаметр трубы $d_a = 35 \times 1,5 \text{ мм}$.

Требуемая длина медной трубы $35 \times 1,5 \text{ мм}$: около 17 м.

Требуемая длина Armaflex H 35: около 17 м.

Участок 3

Нагнетательный трубопровод оттаивания от узла А к регулировочному контуру 3 (испарители 4, 5 и 6) (см. рис. 4.63).

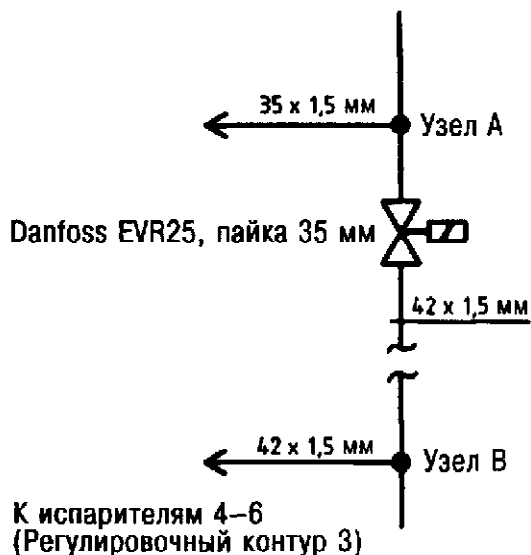


Рис. 4.63.

EVR25:

$$Q_{\text{НГ, вычислен}} = 35,28 \text{ кВт} \times 1,06 \times 0,87 = 32,53 \text{ кВт.}$$

$$Q_{\text{НГ, каталожи}} = 38,2 \text{ кВт}; \Delta P = 0,2 \text{ бар.}$$

$$\Delta P_{\text{в}} = 0,2 \text{ бар} \cdot \left(\frac{32,53 \text{ кВт}}{38,20 \text{ кВт}} \right)^2 = 0,145 \text{ бар.}$$

$$\Delta P_{\text{мин}} = 0,07 \text{ бар.}$$

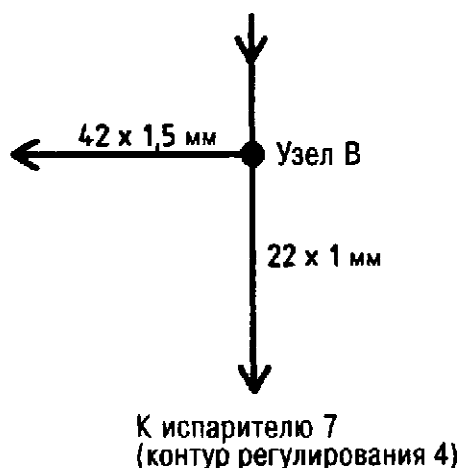


Рис. 4.64.

$l_{\text{геом}} = 75$ м; $l_{\text{экв}} = 100$ м (округленно); производительность: $3 \times 11,76$ кВт = $35,28$ кВт.

Согласно номограмме, при указанных выше базовых условиях: $d_a = 42 \times 1,5$ мм.

Требуемая длина медной трубы $42 \times 1,5$ мм: 75 метров.

Требуемая длина Armaflex Н 42: 75 метров.

Участок 4

Нагнетательный контур оттаивания от узла В к регулировочному контуру 4 (испаритель 7) (см. рис. 4.64).

$l_{\text{геом}} = 6$ м; $l_{\text{экв}} = 9$ м; производительность: 8,98 кВт;

выбрано: 16×1 мм;

от узла В с редукцией до: 22×1 мм.

Требуемая длина медной трубы 22×1 мм: около 6 м.

Требуемая длина Armaflex Н 22: около 6 м.

Таблица 4.29. Сводная таблица установленных диаметров труб в линии оттаивания и теплоизоляционного рукава Armaflex

Диаметр труб	22 × 1 мм	28 × 1,5 мм	35 × 1,5 мм	42 × 1,5 мм
Длина, м	6	12	17	90
Armaflex Н, м	6	12	17	90

4.3.14. Проектирование трубопроводов слива конденсата и продувки

Для слива конденсата выбирается трубопровод от выхода Vda7 к узлу В:

$l_{\text{геом}} = 4$ метра; $d_a = 18 \times 1$ мм.

Участок 1

Трубопровод для слива конденсата от выходов испарителей Vda 4, 5 и 6 к узлу В:

$l_{\text{геом}} = 17$ метров; $d_a = 22 \times 1$ мм.

Участок 2

Трубопровод для слива конденсата от узла В к узлу А:

$l_{\text{геом}} = 56$ метров; $d_a = 22 \times 1$ мм.

Участок 3

Трубопровод для слива конденсата от выходов испарителей Vda 1, 2 и 3 к узлу А:

$l_{\text{геом}} = 17$ метров; $d_a = 22 \times 1$ мм.

264 Глава 4. Практические проекты холодильных установок

Участок 4

Трубопровод для слива конденсата от узла А к коллектору низкотемпературной установки:

$$l_{\text{геом}} = 10 \text{ метров}; d_a = 22 \times 1 \text{ мм.}$$

Участок 5

Трубопровод для слива конденсата от выходов испарителей Vda 8 и 9 к узлу С:

$$l_{\text{геом}} = 10 \text{ метров}; d_a = 22 \times 1 \text{ мм.}$$

Участок 6

Трубопровод продувки от предохранительного клапана KSV на коллекторе прямо в атмосферу:

$$l_{\text{геом}} = 6 \text{ метров}; d_a = 22 \times 1 \text{ мм.}$$

Трубопровод продувки от предохранительного клапана UeSV на коллекторе к стороне всасывания:

$$l_{\text{геом}} = 3 \text{ метра}; d_a = 22 \times 1 \text{ мм} + 3 \text{ м Armaflex H22.}$$

4.3.15. Сводная таблица поперечных сечений всех требуемых труб и рукавов Termoflex

Таблица 4.30

Медная труба, м									
16 × 1	18 × 1	22 × 1	28 × 1,5	35 × 1,5	42 × 1,5	54 × 2	64 × 2	89 × 2	108 × 2,5
		6		17					
		100		10					
3	4	9	12	13	99	19,5	6	6,1	8
23,5	19,5	14	56		14				
26,5	23,5	124	68	40	104	19,5	6	61	8
Рукав Armaflex H, мм									
H 15	H 18	H 22	H 28	H 35	H 42				
		3							
23,5	19,5	6	56	17	90				
		14	12	13					
23,5	19,5	23	68	30	90				
Рукав Armaflex M, мм									
M 35	M 42	M 54	M 64	M 89	M 108				
10	14	19,5	6	61	8				

4.3.16. Проектирование отделителя жидкости во всасывающем трубопроводе машинного зала

С учетом процесса оттаивания перегретым паром в находящийся в машинном зале всасывающий трубопровод ($d_a = 108 \times 2,5$ мм) встраивается отделитель жидкости типа FA-104-80T фирмы ESK со следующими расчетными параметрами:

$$V_{\text{геом}} \text{ HSN6461-50} = 165 \text{ м}^3/\text{час}; R \text{ 507}; t_o = -37^\circ\text{C}; P_o = 1,57 \text{ бар}; t_c = +40^\circ\text{C}; P_c = 18,61 \text{ бар}; \text{соотношение давлений:}$$

$$P_c/P_j = 18,61 \text{ бар}/1,57 \text{ бар} = 11,85 \approx 12; \text{коэффициент подачи } \lambda = 0,5;$$

$$V_{\text{фактнч}} = \lambda \cdot V_{\text{общ}} = 0,5 \cdot 165 \text{ м}^3/\text{час} = 82,50 \text{ м}^3/\text{час.}$$

Выбор осуществляется согласно табл. 4.31.

Таблица 4.31

Расчетные параметры																		
Отделитель жидкости, соединительный размер		Холодопроизводительность Q_o , кВт при температуре кипения														Объем- ный расход, м ³ /час		
ØSL мм	ØSL дюймы	Тип	R404A, R407A, R 407C, R507, R22	R404A, R407A, R 407C, R507, R22										R134a			V_o м ³ /ч	
				+5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	+5	-10	-20		-30
12	—	FA-12/15	Opt. Min.	4,3 2,2	3,8 1,9	3,2 1,6	2,6 1,3	2,1 1,1	1,7 0,9	1,4 0,7	1,2 0,6	1,0 0,5	0,7 0,4	2,8 1,4	1,6 0,8	1,0 0,5	0,6 0,3	4,0 2,0
15	—	FA-12/15	Opt. Min.	7,1 3,6	6,2 3,1	5,4 2,7	4,6 2,3	3,5 1,8	2,9 1,5	2,4 1,2	1,9 1,0	1,6 0,8	1,2 0,6	4,7 2,4	2,6 1,3	1,8 0,9	1,1 0,5	6,6 3,3
16	5/8	FA-16...	Opt. Min.	8,4 4,2	7,6 3,8	6,4 3,2	5,2 2,6	4,1 2,1	3,3 1,7	2,8 1,4	2,3 1,2	2,0 1,0	1,4 0,7	5,5 2,8	3,0 1,5	2,0 1,0	1,2 0,6	7,8 3,9
22	7/8	FA-22...	Opt. Min.	17 8,5	15,0 7,5	12,6 6,3	10,6 5,3	8,3 4,2	7,0 3,6	5,5 3,0	4,6 2,3	3,8 1,9	2,9 1,5	10,2 5,1	5,6 2,8	3,6 1,8	2,4 1,2	15,8 7,9
28	1 1/8	FA-28...	Opt. Min.	26,7 13,4	23,0 11,5	19,0 9,5	16 8	13 6,5	11 5,5	8,8 4,5	7,2 3,6	5,8 2,9	4,5 2,3	17,5 8,7	9,8 4,9	6,4 3,2	4,0 2,0	24,8 12,4
35	1 3/8	FA-35...	Opt. Min.	44 22	36 18	32 16	26 13	22 11	18 9	14 7,0	12 6,0	10 5	8 4	26,8 13,4	15 7,5	9,8 4,9	6,2 3,1	40,6 20,3
42	1 5/8	FA-42...	Opt. Min.	62 31	52 26	46 23	36 18	30 15	25 13	20 10	16 8,0	14 7	10 5	40 20	22 11	14 7	9,0 4,5	57,2 28,6
54	2 1/8	FA-54...	Opt. Min.	107 53	92 46	76 38	64 32	52 26	43 22	35 18	28 14	24 12	18 9	70 35	40 20	26 13	16 8	99 49,5
64	2 1/2	FA-67/64...	Opt. Min.	153 77	128 64	108 54	90 45	75 38	62 31	50 25	42 21	34 17	26 13	100 50	56 28	36 18	24 12	142 71
67	2 5/8	FA-67...	Opt. Min.	168 84	142 71	122 61	100 50	84 42	72 36	58 29	48 24	38 19	30 15	108 54	62 31	40 20	26 13	148 74
70	2 3/4	FA-67/70...	Opt. Min.	180 90	154 77	132 66	108 54	90 45	76 38	62 31	50 25	40 20	32 16	114 57	66 33	44 22	28 14	163 81,5
80	3 1/8	FA-80...	Opt. Min.	240 120	208 104	176 89	146 73	124 62	104 52	84 42	70 35	56 28	44 22	158 79	89 45	58 29	36 18	218 109
89	3 1/2	FA-80/89...	Opt. Min.	310 155	266 133	226 113	188 94	158 79	132 66	108 54	88 44	72 36	56 28	202 101	114 57	74 37	48 24	270 135
104	4 1/8	FA-104...	Opt. Min.	430 215	360 180	304 152	256 128	210 105	172 86	140 70	116 58	92 46	73 37	270 135	152 76	98 49	62 31	400 200

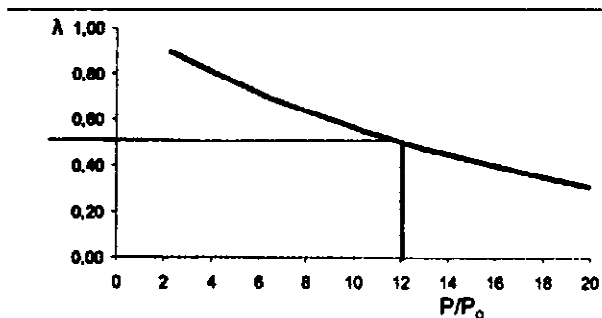
ØSL — наружный диаметр всасывающего трубопровода

Применение только с теплообменником или нагревательными элементами

Примеры расчета

При- мер №	Компрес- сор VН, м ³ /час	Присоединение компрессора, ØSL мм дюймы	Настройка производи- тельности, %	Температура кипения, °C	Критерии выбора	Изделе фирмы ESK
1	13	22 7/8	—	-20	R407A; холодопроизводительность $Q_o = 4,7$ кВт	FA-22W
2	50	35 1 3/8	66	5	$P_o/P_c = 2,6; \eta = 0,9;$ $V_o = 0,9 \times 50 = 45$ м ³ /ч; $V_{o, \text{нн}} = 30$ м ³ /ч	FA-42
3	126	54 2 1/8	—	-5	90 кг хладагента R 22; холодопроизводительность $Q_o = 83$ кВт	FA-67-40
4	105*	35 1 3/8	—	-40	$V_{HL} = 71$ м ³ /ч; $V_o = V_{HL} \cdot 0,85 = 60$ м ³ /ч	FA-54 WT или FA-54-7W

Таблица 4.31 (окончание)



Компрессор, одноступенчатый	$V_o = \lambda \times V_H$
Компрессор, двухступенчатый, ступень низкого давления	$V_o = 0,85 \times V_{HL}$
V_{HL} – рабочий объем, ступень низкого давления	
P/P_o – соотношение давлений	
V – полезный объемный расход	
V_H^o – теоретический рабочий объем	
λ – коэффициент подачи	

Размерные эскизы

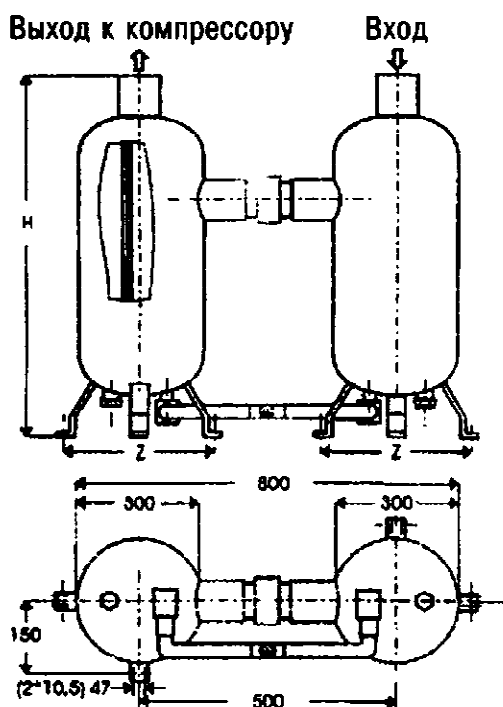


Таблица параметров сепаратора жидкости типа FA-104-80T

Технические характеристики:

Емкость	2 × 40 литров;
Макс. допустимое рабочее избыточное давление	28 бар
Испытательное давление	31 бар
Макс. допустимая рабочая температура	100°C/–10°C
Мин. допустимая рабочая температура	–50°C/–10°C
Мин. допустимое рабочее избыточное давление	10 бар

Отделитель жидкости, тип	H	Z	Наружный диаметр присоединяемого трубопровода	
	мм	мм	мм	дюймы
FA-54-80T	860	300	54	2 1/8
FA-67-70T	860	300	67	2 5/8
FA-80-80T	840	300	80	3 1/8
FA-89-80T	840	300	90	3 1/2
FA-104-80T	810	300	104	4 1/8

4.3.17. Выбор конденсатора с воздушным охлаждением фирмы Güntner – с осевым вентилятором – для холодильной установки с винтовым компрессором

4.3.17.1. Определение производительности конденсатора

$$Q_o = 120,60 \text{ кВт}$$

$$P_{кп} = 100,50 \text{ кВт}$$

$$Q_c = 221,10 \text{ кВт}$$

Температура воздуха на входе: $t_{LE} = +32^{\circ}\text{C}$ (принятая на практике расчетная величина).

Температура конденсации: $t_C = +40^{\circ}\text{C}$ (принятая на практике расчетная величина).

$$\rightarrow \Delta T = 8 \text{ K} \leftarrow .$$

Прежде чем отделитель жидкости будет изолирован плитами из материала Armaflex, вокруг каждого резервуара монтируется еще по 3 ленточных электронагревателя типа НВ-65/300 фирмы ESK с характеристиками: 230 В/1 фаза/50 Гц/65 Вт.

С учетом веса в порожнем состоянии 96 кг на раму комбинированной установки навариваются соответствующие профили для крепления отделителя.

4.3.17.2. Выбор конденсатора

Местом установки конденсатора с осевым вентилятором является 1-й этаж комплексного здания непосредственно рядом с машинным залом. Кровля над монтажной площадкой не предусмотрена. Поскольку весь объект располагается в промышленной зоне, проблема шумообразования не стоит столь остро, так что можно остановиться на конденсаторе в исполнении N.

Выбирается двухканальный конденсатор типа GVH092C/2 X 2-N(D).

Рис. 2.65

Для заданных характеристик:

число контуров	1;
производительность	222,0 кВт;
хладагент	R 507
температура конденсации	40,0°C;
температура воздуха на входе	32,0°C;
влажность воздуха	40,0%
приняты следующие устройства:	

Модель	Производительность, кВт	Поверхность, м ²	Воздух, м ³ /час	Звуковое давление, дБ(А)	Характеристики двигателя		
					кВт	А	об/мин
1 GVH 092B/4-N(D)	206,565	863,4	103600	68	3,60	7,2	890
2 GVH 092B/2x2-N(D)	207,799	889,1	105200	68	3,60	7,2	890
3 GVH 102B/2x2-N(D)	207,964	1050,8	93800	64	2,20	4,2	670
4 GVH 092C/2x2-N(D)	235,272	1050,8	113300	68	3,60	7,2	890
5 GVHC 092CB/2x2-N(D)	217,923	959,4	109100	68	3,60	7,2	890
6 GVH 102C/3-N(D)	211,690	1274,5	86300	63	2,20	4,2	670
7 GVH 067B/2x4-N(D)	222,253	672,3	114340	72	2,20	4,3	1340
8 GVH 082A/2x3-N(D)	224,110	1104,7	105400	63	2,00	4,0	880
9 GVHC 082A/2x3-N(D)	210,621	1008,6	100300	63	2,00	4,0	880
10 GVH 102C/2x2-N(D)	227,151	1212,5	101300	64	2,20	4,2	670
11 GVH 102A/4-N(D)	239,947	1255,8	103000	64	2,20	4,2	670

268 Глава 4. Практические проекты холодильных установок

Рис. 2.65 (окончание)

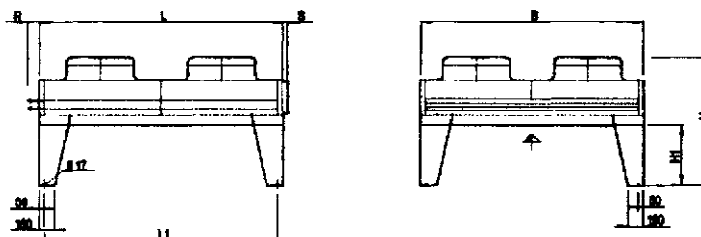
Модель	Производительность, кВт	Поверхность, м ²	Воздух, м ³ /час	Звуковое давление, дБ(А)	Характеристики двигателя		
					кВт	А	об/мин
12 GVH 082B/2x3-L(D)	211,371	1347,2	86900	57	1,05	2,4	680
13 GVH 082B/2x3-N(S)	207,770	1347,2	84700	57	1,25	2,3	660
14 GVH 082B/2x3-N(D)	259,558	1347,2	115500	63	2,00	4,0	880
15 GVHC 082B/2x3-N(D)	245,974	1230,0	111100	63	2,00	4,0	880
16 GVH 102B/5-S(D)-F4	206,218	1237,1	99500	53	0,86	2,0	420
17 GVH 092A/2x3-L(D)	220,398	1104,7	102900	63	1,75	3,6	680
18 GVH 102B/4-L(D)	217,519	1480,7	87400	60	1,20	2,7	520
19 GVH 092A/2x3-N(S)	228,825	1104,7	108600	63	2,50	4,3	700
20 GVH 092A/2x3-N(D)	271,106	1104,7	140600	63	3,60	7,2	890

Конденсатор GVH 092C/2X2-N(D)

Производительность:	235,3 кВт	Хладагент:	R507 ⁽¹⁾
Объемный расход воздуха:	113 300 м ³ /час	Температура нагретого газа:	69,0°C
Воздух на входе:	32,0°C	Температура конденсации:	40,0°C
Геодезическая высота:	0 м	Выход конденсата:	38,7°C
		Объемный расход нагретого газа:	54,7 м ³ /час
Вентиляторы:	4 шт. 3~400 В 50 Гц	Уровень звукового давления: на расстоянии:	68 дБ(А) ⁽²⁾ 5,0 м
Характеристика двигателей		звуковая мощность:	95дБ(А)
– число оборотов:	890 в мин		
– мощность:	3,60 кВт		
– потребление тока:	7,2 А		
Корпус:	Оцинкованная сталь, RAL 7032	Трубы теплообменника:	Медь
Поверхность теплообмена:	1050,8 м ²	Ребра:	алюминий
Емкость труб:	143 л	Присоединения	
Шаг ребер:	2,40 мм	– входной патрубков:	2 × 64,0 × 2,50 мм
Проходы:	6	– выходной патрубков:	64,0 × 2,50 мм
Сухой вес:	979 кг	– нитки трубопровода:	46

Размеры (мм):

L = 4000 мм
 B = 2385 мм
 H = 1550 мм
 R = 110 мм
 L1 = 3900 мм
 H1 = 600 мм
 S = 50 мм



Примечание: чертежи и размеры действительны не для всех вариантов оборудования.

4.3.17.3. Монтажная схема соединений нагнетательного трубопровода и трубопровода конденсатора с относящейся к ним запорной арматурой

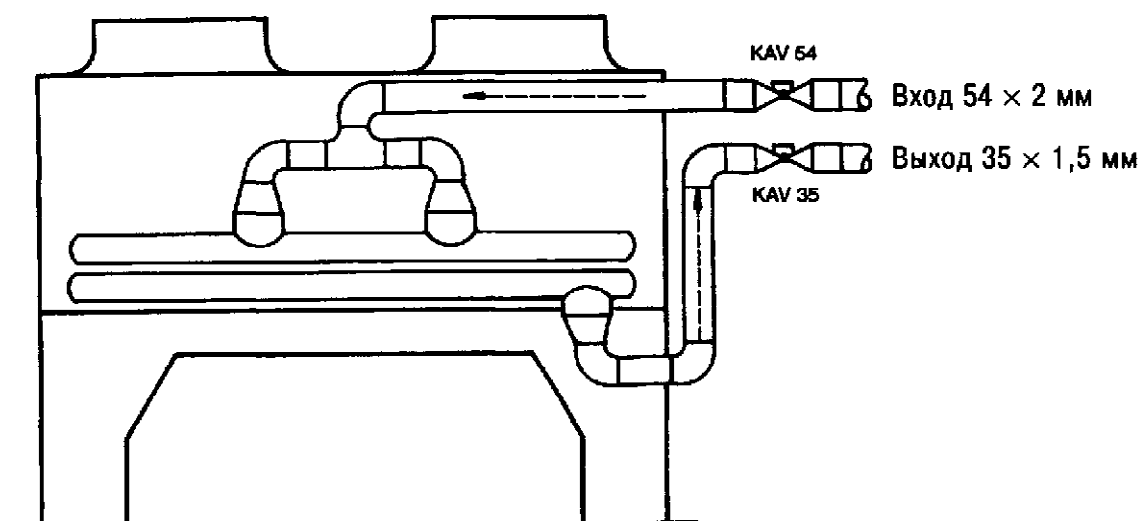


Рис. 4.66.

4.3.18. Объем заправки холодильного агента

8 испарителей SGB 63-F41V6.07: емкость каждого $V_R = 15,5 \text{ дм}^3$.

1 испаритель SGB 56-F41V6.07: $V_R = 11,6 \text{ дм}^3$.

$\rho_{R507} = 1,26 \text{ кг/дм}^3$.

$$m_{R507} = \frac{V_R \cdot \rho_R}{2}, \text{ кг.}$$

$$m_R = \frac{135,60 \cdot 1,26}{2} = 85,43 \text{ кг} \approx 86 \text{ кг.}$$

Заполнение конденсатора:

Конденсатор GVH 092C/2 x 2-N с:

$V_R = 143 \text{ дм}^3$;

$\rho_R = 0,992 \text{ кг/дм}^3$.

$m_R = (143 \cdot 0,992) : 2 = 70,93 \text{ кг} \approx 71 \text{ кг.}$

Жидкостный трубопровод:

На основе приведенного далее вычисления получаем следующие данные (см. табл. 4.32).

Таблица 4.32. R 507, $t_3 = 0^\circ\text{C}$, $\rho = 1,161 \text{ кг/дм}^3$, $l = \text{дм}^3$

16 x 1	$0,15 \text{ л/м} \cdot 23,5 \text{ м} = 3,53 \text{ дм}^3 \cdot 1,161 \text{ кг/дм}^3 = 4,1 \text{ кг}$
18 x 1	$0,20 \text{ л/м} \cdot 19,5 \text{ м} = 3,90 \text{ дм}^3 \cdot 1,161 \text{ кг/дм}^3 = 4,53 \text{ кг}$
22 x 1	$0,31 \text{ л/м} \cdot 14,0 \text{ м} = 4,34 \text{ дм}^3 \cdot 1,161 \text{ кг/дм}^3 = 5,04 \text{ кг}$
28 x 1,5	$0,49 \text{ л/м} \cdot 56,0 \text{ м} = 27,44 \text{ дм}^3 \cdot 1,161 \text{ кг/дм}^3 = 31,86 \text{ кг}$
35 x 1,6	$0,80 \text{ л/м} \cdot 13,0 \text{ м} = 10,40 \text{ дм}^3 \cdot 1,161 \text{ кг/дм}^3 = 12,07 \text{ кг}$

$\Sigma 57,60 \text{ кг} \approx 58 \text{ кг}$

Результат: 58 кг R 507.

Заполнение коллектора:

Для холодильной установки был произведен расчет коллектора в вертикальном исполнении – типа GBV 250 фирмы Güntner со следующим оснащением:

- по одному запорному клапану EAV35 на входе и выходе,
- воздушный клапан EAV6,
- 3 смотровых стекла типа SG2 диаметра 47 мм.

Технические характеристики:

- диаметр бака 406 мм;
- высота $H = 2\,185$ мм;
- вес $G = 240$ кг (порожний);
- емкость $V = 250$ л.

Коллекторный бак согласно нормам BGV D4 и, соответственно, EN 378 (поскольку он запирается с обеих сторон, его условный проход >150 мм и $V > 100$ литров) оснащается комбинацией из предохранительного и переключающего вентилей фирмы Hansa.

Такой комбинированный клапан состоит из следующих элементов:

- 1) основной корпус переключающего вентиля типа WVN;
- 2) предохранительный вентиль RSV 30 бар, предназначенный в зависимости от противодавления для монтажа в корпусе WVN;
- 3) перепускной предохранительный вентиль UeSV 28 бар, предназначенный в зависимости от противодавления для монтажа в корпусе WVN;
- 4) переходник LA, присоединяемый на выходной стороне ÜSV 1 1/4" UNF; соединение пайкой для трубопровода продувки (22 × 1 мм) к стороне всасывания установки с изоляцией H22;
- 5) переходник для пайки, присоединяемый на выходной стороне KSV G 1"; соединение пайкой для трубопровода продувки (22 × 1 мм), ведущего прямо на улицу;
- 6) манометр с контрольной стрелкой для продувочного трубопровода UeSV 7/16" UNF плюс обратный клапан типа NRV22s фирмы Danfoss.

Заполнение коллектора:

$$t_3 = +38^\circ\text{C}, c = 0,992 \text{ кг/дм}^3, m_R = (250 \text{ дм}^3 \cdot 0,992 \text{ кг/дм}^3) : 7 = 35,43 \text{ кг.}$$

$$m_R = 35 \text{ кг.}$$

Итого:

$$m_{R \text{ общ}} = 86 + 71 + 35 = 250 \text{ кг для R 507.}$$

Итак, коллектор способен принять весь объем хладагента, заполняющего установку!

На выходе из коллекторного бака GBV250 на заводе смонтирован запорный клапан EAV35. Позади него, в направлении протекания, предусмотрена сушильная система, состоящая из осушителя типа ADKS-Plus 9611T фирмы Alco, пайка 35 мм, с двумя сушильными блоками H48.

За осушителем располагается тройник 35 мм с впаянным смотровым стеклом Alco AMI-2 S11 ODM, пайка 35 мм, с индикатором влажности. Завершает всю композицию шаровой запорный клапан GBC35s фирмы Danfoss, пайка 35 мм, с встроенной заслонкой Шрадера.

Расчет осушителя производится по формуле: $Q_N = Q_o \cdot K_{t_{\text{Fi}}}$,

где: $t_3 = +38^\circ\text{C}$; $K_{t_{\text{Fi}}} = 1,344$; $Q_o = 120$ кВт; $Q_N = 161,28$ кВт.

Пропускная способность осушителя при $\Delta P = 0,07$ бар: $Q = 199$ кВт.

4.3.19. Предупредительный сигнализатор состояния хладагента фирмы Beutler

Для каждой из трех низкотемпературных камер и для машинного зала предполагается установить по одному газовому сигнализатору фирмы Beutler.

Низкотемпературные камеры: газовый сигнализатор GM IV-230PS с отдельным (то есть монтируемым непосредственно в камере) сенсором. Такой датчик снабжен клеммной коробкой и может отстоять от блока обработки данных на расстояние до 1000 метров (кабель: 4-жильный 0,75 мм², экранированный).

Машинный зал: газовый сигнализатор типа GM VI-230PS с сенсором, неподвижно смонтированным на его корпусе.

4.3.20. Расчет вентиляции машинного зала

Для определения объемного потока отходящего воздуха предлагается обычная для практики формула:

объемный расход отходящего воздуха в м³/час = общая мощность на зажимах ($P_{кл}$) холодильных компрессоров в рабочей точке, умноженная на число 60. 3 полугерметичных винтовых компрессоров HSN 6461-50 Eco фирмы Bitzer с: $t_b = -37^{\circ}\text{C}$; $t_c = +40^{\circ}\text{C}$; $\Delta t_{\text{Sup}} = 10 \text{ K}$; R 507 и $P_{\text{клемм}} = 33,5 \text{ кВт}$ на каждую машину.

$$P_{\text{клемм общ}} = 100,5 \text{ кВт.}$$

$$V_L = P_{\text{клемм общ}} \times 60 = 100,5 \times 60 = 6030 \text{ м}^3/\text{час.}$$

Из технической документации изготовителя вентиляторов (фирма Maico) получаем следующие данные: имеется 2 высокопроизводительных осевых вентилятора в настенном исполнении типа EZQ 50/8B, 230 В, $n = 715 \text{ об/мин}$, $V_L = 4200 \text{ м}^3/\text{час}$, $P_{\text{номн}} = 110 \text{ Вт}$, $I_{\text{макс}} = 0,6 \text{ А}$, $m = 21,8 \text{ кг}$.

Вентиляторы оснащены алюминиевой крыльчаткой (за дополнительную плату), автоматической задвижкой AS50 для монтажа на наружной стене, общим электронным терморегулятором EAT6G, включая дистанционный комнатный датчик.

Свободное поперечное сечение выдувной части вентилятора составляет 0,21 м². Для защиты в месте притока свежего воздуха предусмотрена алюминиевая вентиляционная решетка TROX серии AT с размерами 1225 × 525 мм и шириной передней рамы 27 мм для крепления потайными винтами. Полезная площадь прохождения воздуха в такой решетке $F_{\text{эфф}} = 0,427 \text{ м}^2$.

4.3.21. Аварийная вызывная установка

Согласно § 14 абз. 3 норм BGV D4, в стационарных, доступных для прохода холодильных камерах с температурами ниже -10°C и площадью основания более 20 м² должна быть предусмотрена (и расположена на видном месте) независимая от общей сети электропитания аварийная вызывная установка.

Как видно из рис. 4.47, для трех низкотемпературных камер планируется одна такая установка. Три устройства аварийной сигнализации, соответствующим образом идентифицированные, крепятся с наружной стороны стены 1 в зоне поступления товаров. На каждой раздвижной двери монтируется светящаяся контактная кнопка. Предполагается установить: изделие типа NA-401 фирмы Elreha с встроенным аккумулятором для настенного монтажа, со ступенчатой клеммной коробкой, вмонтированной сиреной (звуковое давление 100 дБ(А)) и прозрачной дверцей. Освещение контактной кнопки производится от аккумулятора.

Объем поставки: 3 шт. NA-401 – устройство аварийной сигнализации, включая аккумулятор и контактор, а также контактную кнопку для второй раздвижной двери в большой низкотемпературной камере.

4.3.22. Электронная система регистрации температуры

С учетом «Первого распоряжения по изменению Постановления касательно продуктов глубокой заморозки от 16.11.95» и «Регламентаций по гигиене мяса и мясопродуктов от 21.05.97» становится обязательным протоколирование характеристик температур в низкотемпературных камерах.

272 Глава 4. Практические проекты холодильных установок

В данном случае планируется электронная система регистрации температуры типа Mini MER 424A фирмы Elreha для настенного монтажа (с размещением на стене 1 рядом с тремя устройствами аварийной сигнализации); емкость памяти при записи каждые 15 минут – около 6 лет, регистрируемый диапазон от -110 до $+600^{\circ}\text{C}$; предусмотрено 4 входа для чувствительных элементов датчиков, дополнительно: 3 датчика TF501 12 М с экранированным кабелем длиной 12 метров (по одному на каждую камеру); монтаж – в центре потолка (удлинение возможно с помощью 4-жильного экранированного кабеля $0,75\text{ мм}^2$).

4.3.23. Технологическая схема комбинированной низкотемпературной установки с винтовыми компрессорами, маслоохладителями воздушного охлаждения, экономайзером, переохлаждением жидкости, оттаиванием с использованием перегретого пара и регулированием давления при оттаивании

См. Приложение 2.

4.3.24. Предложение

Проектно-конструкторское бюро Мюллера
г-ну Мюллеру
Боккенхаймер Ландштр.
Франкфурт-на-Майне

Касательно: строительного объекта – пристройки низкотемпературного холодильника к существующему центральному складу.

Предложение на низкотемпературную установку

Уважаемые дамы и господа,

благодарим за Ваш запрос от 11.03.2002 г. и направляем изложенное далее Предложение, включающее в себя следующее:

А) Большой зал.

Внутренние размеры (после изоляции):

- длина 56 м;
- ширина 17 м;
- высота 9 м;
- изоляция 160 мм (полиуретан);
- теплопередача (К) $0,12\text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$;
- площадь помещения 952 м^2 ;
- объем помещения $8\,568\text{ м}^3$;
- температура помещения -27°C .

Расчетные данные:

- температура окружающего воздуха: $+32^{\circ}\text{C}$, добавка на плоскую кровлю 10 К;
- температура окружающего воздуха: $+42^{\circ}\text{C}$;
- температура помещения: -27°C ;
- требуемый расход холода через ограждения: 20 450 Вт (причем коэффициент теплопередачи пола вычисляется отдельно на основе данных заказчика);
- требуемый расход холода на пребывание персонала (12 человек): 2 250 Вт;
- требуемый расход холода на освещение (5 Вт/м^2): 4 760 Вт;



– требуемый расход холода на замораживание продукта ($\Delta T = 9$ К): 15 420 Вт;
 – требуемый расход холода на работу вилочных погрузчиков: 9 478 Вт
 (8 автопогрузчиков с вилочным захватом в качестве быстроходного транспорта и 1 погрузчик в качестве подъемника);

– требуемый расход холода на воздухообмен: 3 233 Вт.

Общий расход холода: 55 591 Вт.

Пересчет общего расхода холода на среднюю суточную потребность при продолжительности работы установки 18 часов: **74 121 Вт.**

Б) Камера размещения и подготовки охлаждаемых контейнеров.

Внутренние размеры (после изоляции):

- длина 11 м;
- ширина 6,5 м;
- высота 9,0 м;
- площадь помещения 71,5 м²;
- объем помещения 643,5 м³;
- температура помещения -27°C ;

Требуемый расход холода через ограждения: 2 189 Вт.

Требуемый расход холода на пребывание персонала (6 человек): 1 125 Вт.

Требуемый расход холода на освещение (5 Вт/м²): 360 Вт.

Требуемый расход холода на замораживание продукта: 1 225 Вт (1 низкотемпературный контейнер на катках имеет опорную поверхность 0,5 м² и вмещает около 80 кг груза, то есть на 1 м² приходится 2 контейнера общим весом 160 кг).

Требуемый расход холода на воздухообмен: 882 Вт.

Общий расход холода: 5 781 Вт.

Пересчет общего расхода холода: **7 708 Вт.**

В) Камера предварительного охлаждения контейнеров.

Внутренние размеры (после изоляции):

- длина 17,0 м;
- ширина 8,0 м;
- высота 4,5 м;
- площадь помещения 136 м²;
- объем помещения 612 м³;
- температура помещения -27°C .

Требуемый расход холода через ограждения: 2 612 Вт.

Требуемый расход холода на пребывание персонала (6 человек): 1 125 Вт.

Требуемый расход холода на замораживание продукта: 9 435 Вт (половина помещения – 68 м² – полностью занята низкотемпературными контейнерами на катках).

Требуемый расход холода на освещение (5 Вт/м²): 680 Вт.

Требуемый расход холода на работу вилочных погрузчиков: 3 159 Вт (1/3 теплопритока от вилочных погрузчиков проникает из большого зала).

Требуемый расход холода на воздухообмен: 860 Вт.

Общий расход холода: 17 871 Вт.

Пересчет общего расхода холода: **23 828 Вт.**

В итоге получаем требуемую холодопроизводительность:

- большой зал 74 121 Вт;
 - камера для размещения охлаждаемых контейнеров 7 708 Вт;
 - камера предварительного охлаждения контейнеров 23 828 Вт.
- 105 657 Вт.**

274 Глава 4. Практические проекты холодильных установок

С учетом вышеизложенного предлагаем:

Для большого зала

Поз. 1

6 испарителей;
изготовитель фирма Küba;
тип SGB63-F41 V6.07.

Расчет испарителей осуществляется с принятием во внимание следующих рабочих условий:

- температура помещения -27°C ;
- температура кипения -35°C ;
- разность температур, ΔT 8 К;
- производительность испарителей по 13,5 кВт на каждый.

Исполнение:

Элементы корпуса испарителя в стандартном варианте по отдельности снабжены порошковым покрытием, пригодным для контакта с пищевыми продуктами. Выполненный откидным каплесборник весьма удобен для очистки.

Материал: сталь, подвергнутая горячему цинкованию, с порошковым покрытием RAL 9018. Теплообменник очищается как изнутри, так и снаружи. Внутренняя чистота отвечает требованиям ДИН 8964. Трубная система диаметра 15 мм, трубопровод 50 × 50 мм, соосный. Испаритель оснащен системой оттаивания корпуса с использованием перегретого пара (исполнение V6.07) и ванной с обратным клапаном.

Тип двигателя вентилятора MDA-T2065-N6V-N, крыльчатка KGLV/32°, IP66, 680 Вт, 880 об/мин; 1,6 А; 400 В.

Технические характеристики:

- площадь охлаждения 65,1 м²;
- расстояние между пластинами 7 мм;
- объемный расход воздуха 8600 м³/час;
- дальность обдува 35 м;
- число вентиляторов 1 штука;
- номинальная производительность вентилятора 680 Вт;
- напряжение 400 В;
- емкость труб 15,5 дм³;
- соединение на входе 15 мм;
- соединение на выходе 28 мм.

Размеры:

- ширина 1 820 мм;
- высота 1 018 мм;
- длина 931 мм;
- расстояние до стен 600 мм;
- масса 180 кг.

Многоточечный впрыск через распределитель Küba-Cal.

Для камеры размещения и подготовки охлаждаемых контейнеров

Поз. 1а

2 испарителя;
изготовитель фирма Küba;
тип SGB63-F41 V6.07.

Расчет испарителей осуществляется с учетом следующих рабочих условий:

- температура помещения -27°C ;
- температура испарения -35°C ;

- разность температур 8 К;
- производительность испарителей по 13,5 кВт на каждый.

Исполнение и технические характеристики:

- как в поз. 1, за исключением следующих показателей: тип двигателя вентилятора MDA-T2065-N4V-N, крыльчатка KGLV 560/32°, IP66; 1400 Вт; 1350 об/мин; 2,5 А; 400 В.

Для камеры предварительного охлаждения контейнеров

Поз. 1б

1 испаритель;
изготовитель фирма Küba;
тип SGB56-F41.

Расчет испарителя осуществляется на основе следующих рабочих условий:

- температура помещения –27°С;
- температура кипения –35°С;
- разность температур, ΔT 8 К;
- производительность испарителей 10,97 кВт.

Исполнение:

- см. выше.

Технические характеристики:

- площадь охлаждения 48,2 м²;
- расстояние между пластинами 7 мм;
- объемный расход воздуха 7 900 м³/час;
- дальность обдува 30 м;
- число вентиляторов 1 штука;
- номинальная производительность вентилятора 1400 Вт;
- напряжение 400 В;
- емкость труб 11,6 дм;
- соединение на входе 10 мм;
- соединение на выходе 28 мм.

Размеры:

- ширина 1 620 мм;
- высота 918 мм;
- длина 906 мм;
- расстояние до стен 550 мм;
- масса 142 кг.

Многоточечный впрыск через распределитель Küba-Cal.

Поз. 1в

Относящиеся к холодильной технике принадлежности для испарителей поз. 1–1б, поставка и монтаж (см. рис. 4.54). Сюда входят:

- 8 терморегулирующих вентилей типа TCLE 400-SW фирмы Alco;
- 1 терморегулирующий вентиль типа TCLE 250-SW фирмы Alco;
- 8 электромагнитных клапанов (жидкостный трубопровод) типа 200RB6T5 фирмы Alco;
- 1 электромагнитный клапан (жидкостный трубопровод) типа 200RB4T4 фирмы Alco;
- 9 электромагнитных клапанов (всасывающий трубопровод) типа 240RA20T11-M фирмы Alco;
- 8 электромагнитных клапанов (горячий газ) типа 240RA9T5 фирмы Alco;
- 1 электромагнитный клапан (горячий газ) типа 240RA8T7 фирмы Alco;
- 9 обратных клапанов типа NRV16s фирмы Alco;
- 9 смотровых стекол с индикатором жидкости типа AMI1TT5 фирмы Alco;
- 9 фильтров-осушителей хладагента типа DU165s фирмы Danfoss;

276 Глава 4. Практические проекты холодильных установок

9 шаровых запорных клапанов фирмы Hansa KAV 16;

9 шаровых запорных клапанов фирмы Hansa KAV 28.

Цена перечисленных далее поставок поз. 1–1в, включая монтаж элементов холодильной техники (монтажное время исчисляется с учетом крепления испарителей с помощью специальных направляющих и пластиковых резьбовых шпилек на потолке камеры при возведении силами заказчика соответствующих лесов и обеспечении подходящего напольного транспорта)

€ _____

Поз. 2

Нагрев стока испарителя: Küba TAS с медным отводом

Каждый сток испарителя оснащается электронагревательной системой, длина которой согласуется с позицией того или иного испарителя. Сток выполняется в медной трубе диаметра 28 × 1,5 мм, изолированной Armaflex H28, без сифона в низкотемпературной камере и с накидной гайкой из бронзового литья 1 1/4" на капле-сборнике. Медные трубопроводы присоединяются за пределами охлаждаемых камер к подготовленному силами заказчика высокотемпературному трубному коллектору с условным проходом 70, оснащенный дождевальным сифоном фирмы Geberit.

Цена, включая поставку и монтаж

€ _____

Поз. 3

Винтовая компаунд-компрессорная установка типа TP-3-F-120.6-E с тремя полутермичными винтовыми компрессорами типа HSN6451-50 фирмы Bitzer.

Технические характеристики:

– хладагент	R 507;
– температура кипения	–37°C;
– температура конденсации	+40°C;
– холодопроизводительность	120,60 кВт;
– потребляемая мощность	100,50 кВт.

Размеры:

– длина	3 000 мм;
– ширина	1 000 мм;
– высота	1 800 мм;
– масса	1 400 кг.

Каждый винтовой компрессор располагает отдельным маслоохладителем с воздушным охлаждением и индивидуальной схемой работы в режиме экономайзера. Отделение масла достигается на стороне сжатия посредством общего масляного сепаратора. Возврат масла к машине осуществляется через маслоохладитель, масляный фильтр, реле потока, электромагнитный клапан и масломерное стекло.

Все винтовые компрессоры функционируют в режиме экономайзера; жидкость подвергается переохлаждению.

На стороне всасывания предусмотрен всасывающий коллектор с тремя запираемыми выходами – по одному выходу на каждый компрессор. Между сборным баком и относящимся к нему компрессором монтируется фильтр со сменным вкладышем. Вся трубопроводная система на стороне всасывания надежно изолирована.

Переключающие устройства и манометры:

1 шт. прессостат высокого давления (DBK) – на каждый компрессор;

1 шт. прессостат в качестве ограничителя высокого давления (SDBK) – на компрессор;

1 шт. прессостат в качестве ограничителя низкого давления (DWFK);

1 шт. манометр низкого давления, диаметр 80 мм (с глицериновым наполнителем);

1 шт. манометр высокого давления, диаметр 80 мм.



Все перечисленные компоненты смонтированы на устойчивой станине, размещенной на входящих в объем поставки виброгасителях.

Цена описанной выше поставки, франко-местонахождение, включая монтаж и погрузку с использованием телескопического крана

€ _____

Поз. 3.1

Коллектор хладагента типа GBV250 фирмы Güntner, вертикальный, поставляемый отдельно, снабжен запорным клапаном EAV 35 на входе и выходе; воздушным клапаном EAV 6; тремя смотровыми стеклами типа SG2 диаметра 47 мм.

Технические характеристики:

- диаметр коллекторного бака 406 мм;
- высота 2 185 мм;
- масса (порожня) 240 кг;
- емкость бака 250 литров.

Коллектор оснащен комбинированным переключающим вентилем типа WVN фирмы Hansa, с навесным предохранительным клапаном KSV 30 бар и перепускным клапаном ÜSV 28 бар.

Данный коллектор для сбора хладагента способен вместить весь расчетный объем наполнителя установки – 250 кг R 507!

Цена описанной выше поставки, франко-местонахождение, включая погрузку с помощью телескопического крана и монтаж в машинном зале

€ _____

Поз. 4

Воздушный конденсатор с осевыми вентиляторами, двухканальный, типа GVH-092C/2 × 2N фирмы Güntner – для указанной выше комбинированной установки.

Технические характеристики:

- производительность 235,30 кВт;
- температура воздуха на входе –32°C;
- температура конденсации –40°C;
- объемный расход воздуха 113 300 м³/час;
- число вентиляторов 4 штуки;
- потребляемая мощность, на каждый вентилятор 7,2 А;
- напряжение 400 В;
- уровень шума на расстоянии 5 м 68 дБ(А).

Размеры:

- длина 4 000 мм;
- ширина 2 385 мм;
- высота 1 550 мм;
- масса (порожня) 979 кг;
- емкость труб 143 дм³;
- поверхность теплообмена 1 050,80 м².

Цена описанной выше поставки, франко-местонахождение, включая монтаж и погрузку с использованием телескопического крана

€ _____

Поз. 5

Модулирующая система регулирования давления при оттаивании с применением перегретого пара.

Для оттаивания с помощью горячего газа в процессе размораживания требуется повышенное давление этого газа перед испарителем, что позволяет на-



гнетать образующийся конденсат в направлении коллектора. Это осуществляется посредством управляемого контрольными сигналами регулятора давления (Danfoss PM3). К регулируемому модулю относятся еще два регулятора высокого давления (CVP) и вспомогательный электромагнитный клапан (EVM). В режиме охлаждения электромагнитный клапан, установленный перед одним из двух регуляторов CVP, открывается, благодаря чему в нагнетательном трубопроводе удерживается постоянное давление, например 10 бар. В процессе оттаивания этот электромагнитный клапан закрывается, приводя в действие следующий за ним регулятор CVP, в результате чего в нагнетательном трубопроводе удерживается, например, давление 12 бар. Этим обеспечивается то обстоятельство, что находящийся перед размораживаемыми испарителями горячий газ имеет более высокое давление, чем газ в резервуаре. На тот случай, если в силу каких-либо причин давление в коллекторе понизится до недопустимо низкой величины, что поставит под угрозу подачу хладагента к охлаждающим испарителям, между нагнетательной линией и коллектором смонтирован трубопровод с регулятором давления KVD, удерживающим давление в коллекторе на минимальном уровне.

Итак, описанная выше система регулирования давления включает в себя следующие компоненты:

- 1 главный вентиль PM 3-50 с фланцем типа 12;
 - 2 вспомогательных вентиля типа CVP 4–28 бар;
 - 1 вспомогательный электромагнитный клапан типа EVM + катушка 230 В;
 - 1 соединение манометра и дополнительно еще;
 - 1 регулятор давления в коллекторе KVD 15;
 - 1 электромагнитный клапан, нагнетательный трубопровод оттаивания;
- изготовитель: фирма Danfoss, тип EVR 25;
- Цена представленной выше поставки, включая монтаж
€ _____

Поз. 6

Трубопроводы для хладагента — поставка и прокладка

а) Всасывающие трубопроводы, медная труба (в погонных метрах), изоляция Armaflex M:

10 м	35 × 1,5 мм	10 м	M35;
14 м	42 × 1,5 мм	14 м	M42;
19,5 м	54 × 2,0 мм	19,5 м	M64;
6 м	64 × 2,0 мм	6 м	M64;
61 м	89 × 2,0 мм	61 м	M89;
8 м	108 × 2,5 мм	8 м	M108.

б) Жидкостные трубопроводы (в погонных метрах), изоляция Armaflex H:

23,5 м	16 × 1,5 мм	23,5 м	H15;
19,5 м	18 × 1,0 мм	19,5 м	H18;
14 м	22 × 1,0 мм	14 м	H22;
56 м	28 × 1,5 мм	56 м	H28;
13 м	35 × 1,5 мм	13 м	H35.

в) Нагнетательный трубопровод комбинированной низкотемпературной установки:

15 м 54 × 2,0 мм.

г) Трубопровод конденсатора:

15 м 35 × 1,5 мм.

д) Трубопровод для KVD 15:

3 м 16 × 1,0 мм.

е) Нагнетательные трубопроводы оттаивания (в погонных метрах):

6 м 22 × 1,0 мм 6 м H22;

12 м 28 × 1,5 мм 12 м H28;

17 м 35 × 1,5 мм 17 м H35;

90 м 42 × 1,5 мм 90 м H42.

ж) Трубопроводы для слива конденсата (в погонных метрах):

14 м 18 × 1,0 мм;

100 м 22 × 1,0 мм.

з) Продувочные трубопроводы предохранительных клапанов (в погонных метрах):

9 м 22 × 1,0 мм 3 м H22.

Поз. 7

Комбинированная установка с полугерметичными поршневыми компрессорами, одноступенчатыми (альтернатива).

Тип: VPM500-4090 с маслоотводящей системой (патент Linde), цвет – голубой по RAL 5010, с теплоизоляцией Armaflex на стороне низкого давления, с пятью полугерметичными, одноступенчатыми компрессорами типа 6F-40.2Y фирмы Bitzer.

Технические характеристики:

- холодопроизводительность 122,70 кВт;
- температура кипения –37°C;
- температура конденсации +40°C;
- потребляемая мощность 84,89 кВт.

Размеры:

- длина 2 600 мм;
- ширина 790 мм;
- высота 1 400 мм;
- масса 1 545 кг.

Принадлежности:

- 1 комплект резино-металлических элементов;
- 1 кривошипно-камерная система обогрева для каждого компрессора;
- 1 коллектор на стороне всасывания;
- 5 виброгасящих элементов, встроены в нагнетательный трубопровод каждого компрессора;
- 1 ограничитель давления (SDBK);
- 1 ограничитель давления (DBK);
- 1 реле контроля давления (DWK);
- 1 манометр высокого давления с глицериновым наполнителем;
- 1 манометр низкого давления с глицериновым наполнителем;
- 2 фильтра во всасывающем трубопроводе;
- 1 реле контроля падающего давления (DWFK);
- 5 дифференциальных выключателей давления масла смена фильтра – через каждые 200 часов работы масло для заправки холодильной машины.

Цена описанной выше поставки, франко-местонахождение, включая монтаж и погрузку с помощью телескопического кран

€ _____

Поз. 8

Управление, связанное с оттаиванием перегретым паром.

Данная холодильная установка имеет полностью электронное управление и снабжена системой передачи данных Danfoss ADAP-KOOL®. Скорость вращения вентиляторов в конденсаторах бесступенчато регулируется посредством преобразователей частоты.



Размеры распределительного шкафа: 2 × 1 200 × 1 800 × 400 мм плюс основание (200 мм).

Изготовитель шкафа: фирма Rittal, тип PS4204, цвет RAL 7032, с освещением, розеткой и вентилятором.

Кабельный ввод – снизу. Дверной упор: 2 × справа, 2 × слева, на 180 шарнирах.

Цена описанной выше поставки, франко-местонахождение, включая погрузку с использованием телескопического крана

€ _____

Поз. 9

Предупредительный сигнализатор состояния хладагента фирмы Beutler.

Низкотемпературные камеры:

– по 1 газовому сигнализатору GMIV-230PS с отдельным, то есть монтируемым в самой камере, сенсором. Сенсор снабжен клеммной коробкой и может быть размещен на расстоянии до 1000 метров от устройства обработки данных.

Машинный зал:

– газовый сигнализатор типа GM-VI 230PS с неподвижно установленным на его корпусе сенсором.

Цена, включая монтаж и прокладку экранированных проводов до распределительного шкафа

€ _____

Поз. 10

Вентиляция машинного зала, состоящая из двух вентиляторов фирмы Maico типа EZQ 50/8 B, каждый с объемным расходом 4 200 м³/час по принципу свободного обдува:

– потребляемая мощность: 110 Вт;

– число оборотов: 715 в минуту.

1 регулятор скорости вращения типа EAT 6 G* для обоих вентиляторов;

1 вентиляционная решетка типа AT 1225 × 525 мм фирмы Tгох.

* Электронный регулятор температуры.

Здесь действует независимая от температуры электронная и полностью автоматическая система бесступенчатой регулировки давления серии типоразмеров EAT фирмы Maico Aeromat; регулирование температуры – бесступенчатое, в диапазоне от +5 до +35°C; индикация неисправностей и рабочих режимов – посредством световых сигнализаторов; отдельный термодатчик для настенного монтажа.

Цена представленной поставки, франко-местонахождение, включая монтаж

€ _____

Поз. 11

Независимая от электросети вызывная аварийная установка:

3 устройства аварийного вызова типа NA-401 фирмы Elreha с встроенным аккумулятором;

для настенного монтажа, со ступенчатой клеммной коробкой, вмонтированным устройством подачи звукового сигнала (сирены), прозрачной крышкой. На каждой раздвижной двери низкотемпературной камеры размещается светящаяся контактная кнопка (всего 4 штуки).

Цена представленной поставки, франко-местонахождение, включая монтаж

€ _____

Поз. 12

Электронная регистрация температуры:

1 система регистрации с составлением протокола типа MiniMer 424A фирмы Elreha, для настенного монтажа; емкости памяти при записи каждые 15 минут хватает примерно на 6 лет. Диапазон регистрируемых температур от -110 до $+600^{\circ}\text{C}$. В каждой низкотемпературной камере монтируется по 1 термодатчику типа TF501 12 M.

Цена представленной поставки, франко-местонахождение, включая монтаж
€ _____

Общая цена низкотемпературной установки:

Поз. 1	9 испарителей	€
Поз. 2	9 нагревателей слива из испарителей	€
Поз. 3	комбинированная установка с винтовыми компрессорами	€
Поз. 4	воздушный конденсатор с осевыми вентиляторами	€
Поз. 5	модулирующая система регулирования давления для оттаивания перегретым паром	€
Поз. 6	трубопроводы для хладагента	€
Поз. 7	комбинированная установка с полутерметичными поршневыми компрессорами	альтернатива
Поз. 8	управление, связанное с оттаиванием горячим газом	€
Поз. 9	сигнальное устройство состояния хладагента	€
Поз.10	вентиляция машинного зала	€
Поз.11	вызывная аварийная установка	€
Поз.12	система регистрации температуры	€
Общая цена установки		€ _____

Альтернатива 1:

Поз. 3 + 4 отпадают, в противном случае – как описано выше;

Поз. 3а комбинированная система VPH 500-4090;

Поз. 4а конденсатор GVH 102B/2 × 2-N(D).

Общая цена альтернативного варианта 1 € _____

Сроки поставки: по предварительной договоренности.

Срок действия Предложения: 3 месяца.

Не входят в поставку: любые не указанные здесь товары и услуги.

Гарантия: 1 год.

Условия платежа: по предварительной договоренности.

Мы постарались разработать для Вас достаточно выгодное Предложение и будем рады получить Ваш заказ. Гарантируем качественное исполнение точно в установленные сроки.

С дружеским приветом,

4.3.25. Контрольные задания

а) Выполнить расчет потребности в холоде для комбинированной установки охлаждения, причем речь идет об охлаждаемых помещениях с «отделом приемки товаров» и «шлюзовым коридором», где $t_R = 0^{\circ}\text{C}$.

Технические характеристики

Приемка товаров:

- высота $H = 4,50$ м;
- длина $L = 12,50$ м;
- ширина $B = 9,0$ м;
- теплоизоляция $\delta = 0,08$ м; величина $k = 0,23$ Вт/м² · К;

282 Глава 4. Практические проекты холодильных установок

3 шт. жалюзиные ворота: В = 2,40 м; Н = 2,60 м;
 время открытия на каждые ворота: при грузах на поддонах 0,8 мин/тонну;
 $t_{amb} = +32^{\circ}\text{C}$.

Суточный грузооборот = 80 000 кг; на каждые ворота приходится примерно по 27 тонн груза. Потери в результате открытия ворот вычисляются по формуле Тамма.

Освещение: 5 Вт/м².

$Q_{\text{погрузчика}} = 3\,200$ Вт.

Шлюз: Н = 9 м; L = 6 м; В = 6 м.

$Q_{\text{погрузчика}} = 3\,200$ Вт.

Освещение: 5 Вт/м².

Продолжительность работы холодильной установки: 18 часов/сутки.

Хладагент: R 404A.

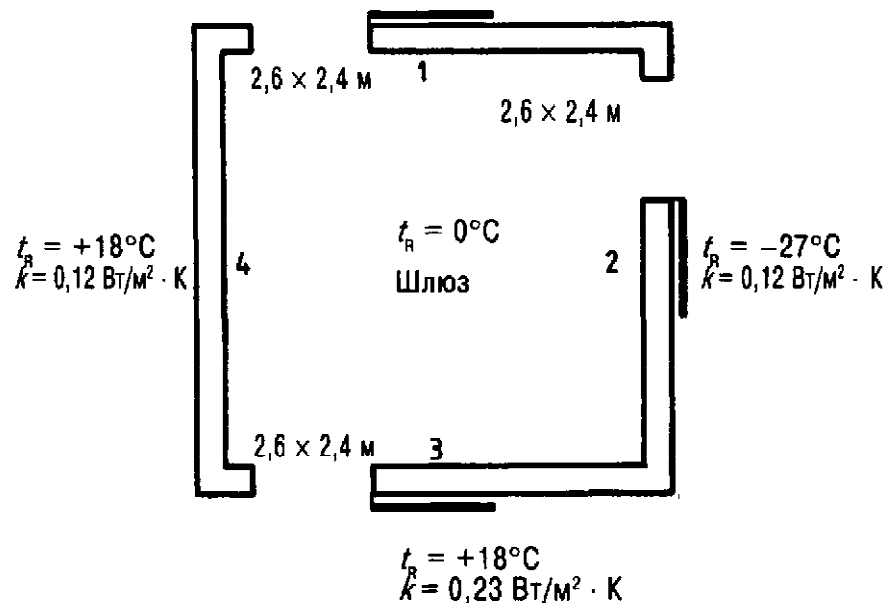
$t_a = +32^{\circ}\text{C}$

Рис. 4.67.



$t_r = -27^{\circ}\text{C}$
 $k = 0,12 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$

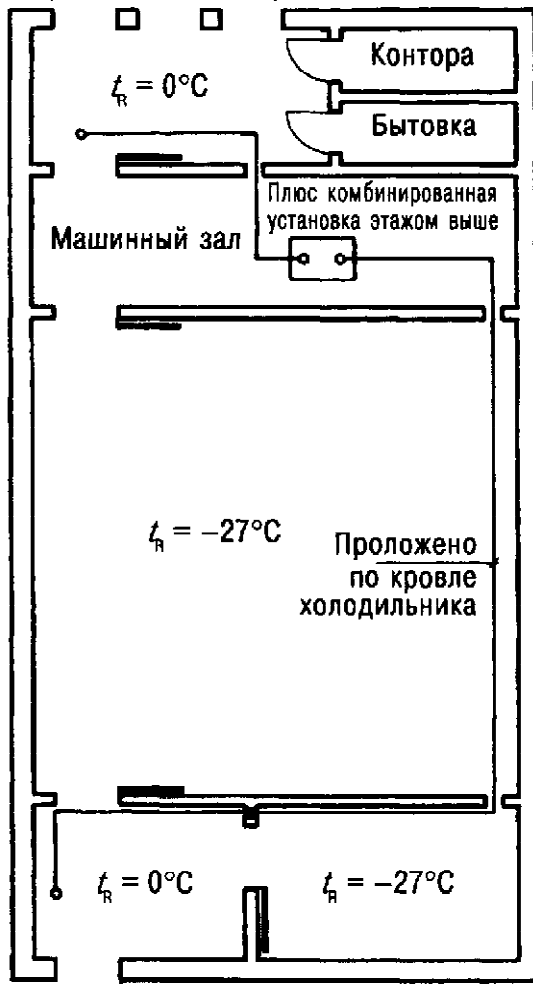
Рис. 4.68.



- б) Определить параметры соответствующих испарителей типа SGBE фирмы Küba.
 в) Спроектировать все клапаны, вентили, запорные органы, осушители и т.д.
 г) Рассчитать трубопроводы хладагента (см. рис. 4.69) с помощью расчетных диаграмм, вычислительных таблиц и соответствующих формул.
 д) Выбрать комбинированную холодильную установку по табл. 4.31–4.34 при условии: $\Delta T_{\text{всасывающ. трубопровода}} = 2 \text{ К}$.
 е) Разработать проект конденсатора с воздушным охлаждением фирмы Güntner при: $t_{\text{LE}} = +32^\circ\text{C}$; $t_{\text{C}} = +45^\circ\text{C}$; двумя вентиляторами; уровнем звукового давления $\leq 55 \text{ дБ(А)}$.
 ж) Вычислить объем хладагента R 404A для заполнения установки охлаждения.
 з) Составить обзорное структурированное Предложение.
 и) Выполнить соответствующую технологическую схему.

Жалюзийные Жалюзийные Жалюзийные
ворота 1 ворота 2 ворота 3

Рис. 4.69.



Приложение 1:
трубопроводная трасса
плюс комбинированная
установка

Варианты решений

К п. а):

- поступление и приемка товара $Q_o = 26 \text{ кВт}$;
 - шлюз $Q_o = 16 \text{ кВт}$;
- $Q_o = 42 \text{ кВт}$.

К п. б):

- поступление и приемка товара:

$$t_{L1} \quad +2^\circ\text{C};$$

$$\Delta T_1 \quad 10 \text{ К};$$

284 Глава 4. Практические проекты холодильных установок

t_o -8°C ;
 t_o комбинир. установки -10°C ;
 выбрано: $2 \times \text{SGBE } 82$.
 $Q_o = 13,26 \text{ кВт}$; $n = 1\,400 \text{ об/мин}$.

– шлюзовой коридор:

t_{L1} $+2^{\circ}\text{C}$;
 ΔT_1 10 К ;
 t_o -8°C ;
 t_o комбинир. установки -10°C ;
 выбрано: $1 \times \text{SGBE } 92$.
 $Q_o = 16,49 \text{ кВт}$; $n = 1\,400 \text{ об/мин}$.

К п. в):

Danfoss TES 5-5,0; R 404A; размер сопла 02;

Danfoss TES 5-3,7; R 404a; размер сопла 01;

Danfoss EVR 10; R 404A; $\Delta P = 0,2 \text{ бар}$;

Danfoss DU 165s;

Danfoss DU 163s;

Danfoss GBC 16s; 35s; 10s;

Danfoss SGI 16s.

К п. г):

См. рис. 4.69.

К п. д):

VPP 300-4681; $t_o = -10^{\circ}\text{C}$; $t_c = +45^{\circ}\text{C}$; $Q_o = 42,45 \text{ кВт}$; $P_{\text{кл}} = 19,54 \text{ кВт}$;

VPP 400-2150; $t_o = -10^{\circ}\text{C}$; $t_c = +45^{\circ}\text{C}$; $Q_o = 43,59 \text{ кВт}$; $P_{\text{кл}} = 18,64 \text{ кВт}$.

К п. е):

5-GVH 067B/2L(D); $Q_c = 62 \text{ кВт}$; уровень звукового давления 55 дБ(А)

К п. г), а также к пп. ж)–и) решение не приводится.

Таблица 4.33

№ п/п	Тип	Компрессор		Холодопроизводительность, кВт, при температуре конденсации 45°C															
		Кол-во (шт.)	Тип	$t_{в1}$	$t_{в0}$	5	0	-2	-4	-5	-6	-8	-10	-12	-14	-15	-16	-18	-20
1	VPP 300-4641	3	4FC-3.2Y	20						34,51	33,10	30,39	27,85	25,51	23,31	22,26	21,26	19,36	17,56
2	VPP 300-4661	3	4EC-4.2Y	20						42,76	41,07	37,82	34,78	31,95	29,29	28,01	26,78	24,42	22,20
3	VPP 300-4681	3	4DC-5.2Y	20						52,23	50,17	46,20	42,45	38,94	35,62	34,03	32,50	29,58	26,85
4	VPP 300-4701	3	4CC-6.2Y	20						60,69	58,34	53,83	49,58	45,60	41,84	40,04	38,32	35,01	31,90
5	VPP 300-4211	3	4T-8.2Y	25						78,72	75,64	69,76	64,27	59,25	54,49	52,26	50,00	45,76	41,76
6	VPP 300-4231	3	4P-10.2Y	25						94,63	90,88	83,72	77,02	70,87	65,06	62,28	59,59	54,45	49,59
7	VPP 300-4251	3	4H-12.2Y	25						110,40	106,00	97,69	89,92	82,91	76,27	73,08	69,98	64,05	58,46
8	VPP 300-4271	3	4J-13.2Y	25						125,00	120,10	110,80	102,10	94,28	86,84	83,27	79,83	73,21	66,96
9	VPP 300-4011	3	4H-15.2Y	25						145,10	139,40	128,60	118,60	109,60	101,00	96,87	92,89	85,24	78,02
10	VPP 300-4031	3	4G-20.2Y	25						166,40	160,0	147,90	136,60	126,20	116,30	111,60	107,10	98,34	90,07
11	VPP 300-4291	3	6J-22.2Y	25						187,40	180,10	166,20	153,20	141,40	130,20	124,90	119,70	109,80	100,50
12	VPP 300-4051	3	6H-25.2Y	25						217,80	209,30	193,20	178,10	164,50	151,60	145,40	139,50	128,00	117,20
13	VPP 300-4071	3	6G-30.2Y	25						250,30	240,60	222,10	204,80	189,20	174,50	167,40	160,60	147,50	135,10
14	VPP 300-4091	3	6F-40.2Y	25						298,50	286,90	264,90	244,40	225,70	208,10	199,60	191,40	175,70	160,80
15	VPP 300-4071	4	6G-30.2Y	25						333,70	320,70	296,10	273,10	252,30	232,60	223,20	214,10	196,60	180,10
16	VPP 300-4091	4	6F-40.2Y	25						398,00	382,60	353,20	325,90	301,00	277,40	266,10	255,20	234,30	214,40
17	VPP 500-4091	5	6F-40.2Y	25						297,50	478,20	441,50	407,30	376,30	346,80	332,70	319,00	292,80	268,00
18	VPP 600-4091	6	6F-40.2Y	25						597,00	573,80	529,80	488,80	451,50	416,20	399,20	382,80	351,40	321,60

Таблица 4.34

№ п/п	Тип	Компрессор		Мощность на зажимах, кВт, при температуре конденсации 45°C														
		Кол-во (шт.)	Тип	t_{c1}	t_{c0}	5	0	-2	-4	-5	-6	-8	-10	-12	-14	-15	-16	-18
1	VPP 300-4641	3	4FC-3.2Y	20					14,28	14,04	13,56	13,06	12,55	12,04	11,79	11,53	11,02	10,50
2	VPP 300-4661	3	4EC-4.2Y	20					17,10	16,84	16,32	15,78	15,21	14,64	14,35	14,07	13,49	12,90
3	VPP 300-4681	3	4DC-5.2Y	20					21,07	20,78	20,17	19,54	18,89	18,20	17,85	17,47	16,70	15,93
4	VPP 300-4701	3	4CC-6.2Y	20					24,78	24,41	23,64	22,84	22,00	21,14	20,71	20,27	19,39	18,51
5	VPP 300-4211	3	4T-8.2Y	25					29,91	29,47	28,56	27,61	26,62	25,60	25,09	24,57	23,53	22,48
6	VPP 300-4231	3	4P-10.2Y	25					35,65	35,16	34,09	32,97	31,74	30,50	29,86	29,22	27,92	26,61
7	VPP 300-4251	3	4H-12.2Y	25					41,70	41,08	39,80	38,49	37,12	35,72	35,01	34,29	32,84	31,36
8	VPP 300-4271	3	4J-13.2Y	25					48,40	47,55	45,86	44,19	42,55	40,89	40,06	39,23	37,54	35,85
9	VPP 300-4011	3	4H-15.2Y	25					56,04	55,11	53,25	51,37	49,50	47,60	46,65	45,69	43,76	41,82
10	VPP 300-4031	3	4G-20.2Y	25					65,23	64,16	62,01	59,85	57,68	55,50	54,40	53,30	51,09	48,85
11	VPP 300-4291	3	6J-22.2Y	25					72,67	71,39	68,84	66,31	63,85	61,37	60,12	58,87	56,35	53,80
12	VPP 300-4051	3	6H-25.2Y	25					84,15	82,75	79,94	77,13	74,31	71,46	70,03	68,60	65,71	62,79
13	VPP 300-4071	3	6G-30.2Y	25					97,90	96,29	93,05	89,80	86,56	83,29	81,64	79,99	76,67	73,32
14	VPP 300-4091	3	6F-40.2Y	25					117,00	115,20	111,50	107,80	103,80	99,83	97,81	95,78	91,69	87,55
15	VPP 300-4071	4	6G-30.2Y	25					130,50	128,40	124,00	119,70	115,40	111,00	108,80	106,60	102,30	97,76
16	VPP 300-4091	4	6F-40.2Y	25					156,00	153,60	148,70	143,70	138,40	133,10	130,40	127,70	122,20	116,70
17	VPP 500-4091	5	6F-40.2Y	25					195,00	192,00	185,90	179,60	173,00	166,40	163,00	159,60	152,80	145,90
18	VPP 600-4091	6	6F-40.2Y	25					234,10	230,40	223,10	215,60	207,60	199,60	195,60	191,60	183,40	175,10

Таблица 4.35

№ п/п	Тип	Компрессор		Холодопроизводительность, кВт, при температуре конденсации 45°C															
		Кол-во (шт.)	Тип	$t_{\text{в}}$	$t_{\text{о}}$	5	0	-2	-4	-5	-6	-8	-10	-12	-14	-15	-16	-18	-20
1	VPP 200-2110	2	ZS 21 K4E 25	16,97	14,44	13,51	12,62	12,19	11,77	10,96	10,19	9,49	8,81	8,48	8,17	7,56	6,98		
2	VPP 200-2120	2	ZS 26 K4E 25	21,17	17,98	16,81	15,70	15,16	14,64	13,64	12,69	11,80	10,95	10,54	10,15	9,40	8,69		
3	VPP 200-2130	2	ZS 30 K4E 25	24,66	21,05	19,70	18,40	17,78	17,17	15,99	14,87	13,80	12,78	12,30	11,82	10,92	10,07		
4	VPP 200-2140	2	ZS 38 K4E 25	30,49	25,85	24,16	22,55	21,77	21,02	19,56	18,19	16,89	15,67	15,08	14,51	13,41	12,38		
5	VPP 200-2150	2	ZS 45 K4E 25	36,67	31,02	28,96	27,01	26,08	25,17	23,44	21,79	20,25	18,79	18,08	17,41	16,11	14,87		
6	VPP 300-2140	3	ZS 38 K4E 25	45,73	38,78	36,24	33,82	32,66	31,53	29,35	27,28	25,34	23,50	22,62	21,76	20,12	18,57		
7	VPP 300-2150	3	ZS 45 K4E 25	55,00	46,53	43,45	40,52	39,12	37,76	35,16	32,69	30,38	28,18	27,13	26,11	24,16	22,31		
8	VPP 400-2140	4	ZS 38 K4E 25	60,97	51,70	48,32	45,10	43,55	42,04	39,13	36,38	33,79	31,33	30,16	29,01	26,82	24,76		
9	VPP 400-2150	4	ZS 45 K4E 25	73,33	62,04	57,93	54,03	52,16	50,35	46,88	43,59	40,50	37,58	36,17	34,82	32,22	29,74		

Таблица 4.36

№ п/п	Тип	Компрессор		Мощность на зажимах, кВт, при температуре конденсации 45°C															
		Кол-во (шт.)	Тип	$t_{\text{в}}$	$t_{\text{о}}$	5	0	-2	-4	-5	-6	-8	-10	-12	-14	-15	-16	-18	-20
1	VPP 200-2110	2	ZS 21 K4E 25	5,20	4,94	4,84	4,76	4,72	4,68	4,61	4,54	4,47	4,39	4,36	4,32	4,25	4,18		
2	VPP 200-2120	2	ZS 26 K4E 25	6,38	6,06	5,95	5,85	5,80	5,75	5,65	5,56	5,47	5,38	5,34	5,29	5,19	5,10		
3	VPP 200-2130	2	ZS 30 K4E 25	7,00	6,72	6,60	6,48	6,42	6,36	6,24	6,14	6,04	5,95	5,90	5,85	5,75	5,66		
4	VPP 200-2140	2	ZS 33 K4E 25	9,12	8,62	8,44	8,28	8,20	8,12	7,96	7,82	7,68	7,54	7,48	7,42	7,29	7,16		
5	VPP 200-2150	2	ZS 45 K4E 25	10,54	10,12	9,94	9,78	9,70	9,62	9,47	9,32	9,16	9,00	8,92	8,84	8,68	8,52		
6	VPP 300-2140	3	ZS 38 K4E 25	13,68	12,93	12,67	12,42	12,30	12,18	11,95	11,73	11,52	11,32	11,22	11,12	10,93	10,74		
7	VPP 300-2150	3	ZS 45 K4E 25	15,81	15,18	14,92	14,67	14,55	14,44	14,21	13,98	13,74	13,50	13,38	13,26	13,02	12,78		
8	VPP 400-2140	4	ZS 38 K4E 25	8,24	17,24	16,89	16,56	16,40	16,24	15,93	15,64	15,36	15,09	14,96	14,83	14,58	14,32		
9	VPP 400-2150	4	ZS 45 K4E 25	21,08	20,24	19,89	19,56	19,40	19,25	18,95	18,64	18,32	18,09	17,84	17,68	17,36	17,04		