



Таблица 4.12. Поправочные коэффициенты для фильтров-осушителей жидкости серий ADK, FDB, FDS и ADKS (окончание)

Хладагент	Температура жидкости, °C	Поправочный коэффициент, K_f														
		Температура кипения, °C														
		+20	+15	+10	+5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	
R 404A	-5						0,63	0,64	0,65	0,66	0,67	0,69	0,70	0,72		
	-10							0,61	0,62	0,63	0,64	0,65	0,67	0,68		
	-15								0,59	0,60	0,61	0,62	0,64	0,65		
	-20									0,56	0,57	0,58	0,59	0,61		
R 507	+60	1,68	1,73	1,78	1,84	1,91	1,99	2,07	2,17	2,27	2,39	2,53	2,69	2,87	3,08	
	+55	1,43	1,46	1,5	1,54	1,59	1,65	1,71	1,77	1,85	1,93	2,02	2,12	2,24	2,36	
	+50	1,25	1,28	1,31	1,34	1,38	1,42	1,47	1,52	1,57	1,63	1,70	1,77	1,85	1,94	
	+45	1,12	1,14	1,17	1,20	1,23	1,26	1,30	1,34	1,38	1,42	1,48	1,53	1,59	1,66	
	+40	1,02	1,04	1,06	1,08	1,11	1,13	1,16	1,20	1,23	1,27	1,31	1,36	1,40	1,46	
	+35	0,94	0,95	0,97	0,99	1,01	1,04	1,06	1,09	1,12	1,15	1,18	1,22	1,26	1,30	
	+30	0,87	0,88	0,9	0,92	0,94	0,96	0,98	1,00	1,02	1,05	1,08	1,11	1,14	1,18	
	+25	0,81	0,83	0,84	0,85	0,87	0,89	0,91	0,93	0,95	0,97	1,00	1,02	1,05	1,08	
	+20		0,77	0,79	0,80	0,81	0,83	0,85	0,86	0,88	0,90	0,92	0,95	0,97	1,00	
	+15			0,74	0,75	0,77	0,78	0,79	0,81	0,83	0,84	0,86	0,88	0,91	0,93	
	+10				0,71	0,72	0,74	0,75	0,76	0,78	0,79	0,81	0,83	0,85	0,87	
	+5					0,68	0,70	0,71	0,72	0,73	0,75	0,76	0,78	0,80	0,81	
	0						0,66	0,67	0,68	0,70	0,71	0,72	0,74	0,75	0,77	
	-5							0,64	0,65	0,66	0,67	0,68	0,70	0,71	0,73	
	-10								0,62	0,63	0,64	0,65	0,66	0,68	0,69	
	-15									0,60	0,61	0,62	0,63	0,64	0,65	
-20										0,58	0,59	0,60	0,61	0,62		
R 407C	+60	1,40	1,42	1,45	1,49	1,52	1,56	1,61	1,65	1,70	1,76	1,82				
	+55	1,27	1,29	1,32	1,35	1,38	1,41	1,44	1,48	1,52	1,57	1,61				
	+50	1,17	1,19	1,21	1,23	1,26	1,28	1,31	1,35	1,38	1,42	1,46				
	+45	1,08	1,10	1,12	1,14	1,16	1,18	1,21	1,24	1,26	1,30	1,33				
	+40	1,01	1,02	1,04	1,06	1,08	1,10	1,12	1,14	1,17	1,20	1,22				
	+35	0,95	0,99	0,98	0,99	1,01	1,03	1,05	1,07	1,09	1,11	1,14				
	+30	0,89	0,91	0,92	0,93	0,95	0,96	0,98	1,00	1,02	1,04	1,06				
	+25	0,85	0,86	0,87	0,88	0,90	0,91	0,93	0,94	0,96	0,98	1,00				
+20		0,81	0,82	0,84	0,85	0,86	0,88	0,89	0,91	0,92	0,94					
+15			0,79	0,80	0,81	0,82	0,83	0,85	0,86	0,88	0,89					
+10				0,76	0,77	0,78	0,79	0,81	0,82	0,83	0,85					

Таблица 4.12. Поправочные коэффициенты для фильтров-осушителей жидкости серий ADK, FDB, FDS и ADKS (окончание)

Хладагент	Температура жидкости, °C	Поправочный коэффициент, K_f													
		Температура кипения, °C													
		+20	+15	+10	+5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45
R 407C	+5					0,74	0,75	0,76	0,77	0,78	0,79	0,81			
	0					0,82	0,73	0,74	0,75	0,76	0,77				
	-5						0,70	0,71	0,72	0,73	0,74				
	-10							0,68	0,69	0,7	0,71				

Таблица 4.13. Поглощение воды и кислот

Типоразмер	Поглощение воды в граммах								Поглощение кислот в граммах
	Температура жидкости								
	24°C				54°C				
	R134a	R 22	R 404A/R 507	R 407 C	R134a	R 22	R 404A/R 507	R 407 C	
ADK03	4,9	4,5	4,9	3,47	4,4	4,0	4,6	2,9	0,8
ADK05	11,8	10,8	11,8	8,2	10,6	9,6	10,9	7,0	2,3
ADK08	17,9	16,4	18,0	12,4	16,2	14,6	16,6	10,7	3,3
ADK16	23,0	21,0	23,1	16,0	20,8	18,8	21,3	13,8	4,5
ADK30	51,8	48,6	53,5	36,9	47,4	43,3	49,3	31,8	11,3
ADK41	81,7	76,6	84,3	58,2	74,8	68,3	77,8	50,2	16,8
ADK75	143,5	134,5	148,1	102,1	131,4	148,1	136,6	88,1	29,9

Выбирается двухлинейный электромагнитный вентиль с сервоуправлением типа 200RB4TA с номинальной производительностью 15,5 кВт. Этот параметр выше требуемого, следовательно, фактическая разность давлений будет меньше.

$$\text{Расчет: } \Delta_{PB} = \Delta_{PN} \cdot \left(\frac{Q_N}{Q_{NK}} \right)^2, \text{ бар.}$$

$$\Delta_{PB} = 0,20 \cdot \left(\frac{9,83}{15,5} \right)^2 = 0,080 \text{ бар.}$$

Δ_{PB} – разность давлений при рабочих условиях;

Δ_{PN} – выбрано по табл. 4.15;

Q_N – номинальная производительность, вычисленная;

Q_{NK} – номинальная производительность согласно каталогу.

Эта вычисленная фактическая разность давлений превышает необходимый для открытия вентиля минимальный перепад давления, равный 0,05 бар.

Таблица 4.14



200 RB

Тип	Заказ №	Соединение труб				Номинальная производительность, Q _н , кВт								Показатель K _v	ΔP _{тис} , бар				
		Пайка/ODF		Развальцовка/SAE		Жидкость R 404A				Нагретый газ R 404A						Всасываемый газ R 404A			
		мм	дюймы	мм	дюймы	R 134a	R 22	R 507	R 407C	R 134a	R 22	R 507	R 407C			R 134a	R 22	R 507	R 407C
	T2 801 217 6																		
	T2 801 210 1/4																		
110 RB 2	T3 801 209 10 3/8					3,5	3,8	2,5	3,6	1,6	2,0	1,7	2,1					0,2	0
	F2 801 213 6 1/4																		
	F3 801 212 10 3/8																		
200 RB 3	T3 801 239 10 3/8					6,6	7,1	4,6	6,8		3,7	3,2	3,9					0,4	
	F3 801 240 10 1/4																		
	T3 801 176 10																		
	T3 801 190 3/8																		
200 RB 4	T4 801 178 12					15,5	16,8	10,9	16,1	7,1	8,8	7,5	9,2					0,9	
	T4 801 179 1/2																		
	F3 801 177 10 3/8																		0,05
	T4 801 182 12																		
	T4 801 183 1/2																		
200 RB 6	T5 801 186 16 5/8					27,3	29,5	18,9	28,0	12,5	15,4	13,1	16,1					1,6	
	F4 801 187 12 1/2																		
	F5 801 189 16 5/8																		
240 RA 8	T5 801 160 5/8					36,3	39,3	25,2	37,3	16,7	20,5	17,4	21,4	4,2	5,6	4,6	5,2	2,3	
	T7 801 143 22 7/8																		

74

Таблица 4.14 (окончание)

Тип	Заказ №	Соединение труб				Номинальная производительность, Q_n , кВт										Показатель k_p	Δp_{max} , бар		
		Пайка/ODF		Разваль-/SAE		Жидкость R 404A				Нагретый газ R 404A				Всасываемый газ R 404A					
		цанга		цанга		R 134a	R 22	R 507	R 407C	R 134a	R 22	R 507	R 407C	R 134a	R 22			R 507	R 407C
		мм	дюймы	мм	дюймы	R 134a	R 22	R 507	R 407C	R 134a	R 22	R 507	R 407C	R 134a	R 22			R 507	R 407C
	T5 801 161	16	5/8																
240 RA 9	T7 801 162	22	7/8	76,2	82,5	52,9	78,4	31,5	43,1	36,5	44,9	8,8	11,7	9,7	10,9	4,8			
	T9 801 142		1 1/8																
240 RA 12	T7 801 163	22	7/8	85,7	92,8	59,5	88,1	39,4	48,4	41,1	50,5	9,9	13,1	10,9	12,3	5,4			
	T9 801 144		1 1/8														0,05		
240 RA 18	T9 801 164		1 1/8	139,1	150,5	96,5	142,9	64,0	78,5	66,6	81,9	16,0	21,3	17,7	19,9	8,8			
	T11 801 166	35	1 3/8																
	T11M 801 172	35	1 3/8																
240 RA 20	T13M 801 224	42		202,6	219,3	140,7	208,3	93,2	114,4	97,1	119,3	23,3	31,0	25,7	29,0	12,8			
	T13M 801 173		1 5/8																
	T13M 801 174	54	2 1/8																



Таблица 4.15. Применение жидкости – поправочные коэффициенты

Температура жидкости перед клапаном, °С	Поправочный коэффициент, K_f Температура кипения, °С												Температура жидкости перед клапаном, °С			
	R 134a						R 134a									
	+10	0	-10	-20	-30	-40	+10	0	-10	-20	-30	-40				
+60	1,33	1,40	1,48	1,56	1,67	1,79	1,26	1,30	1,38	1,38	1,44	1,50	+60			
+55	1,23	1,29	1,36	1,43	1,52	1,62	1,19	1,22	1,29	1,29	1,34	1,39	+55			
+50	1,15	1,20	1,26	1,32	1,39	1,48	1,12	1,15	1,21	1,22	1,26	1,30	+50			
+45	1,08	1,12	1,17	1,22	1,29	1,37	1,06	1,08	1,15	1,15	1,18	1,23	+45			
+40	1,01	1,05	1,10	1,14	1,20	1,27	1,01	1,03	1,09	1,09	1,12	1,16	+40			
+35	0,96	0,99	1,03	1,07	1,12	1,18	0,96	0,98	1,03	1,03	1,06	1,10	+35			
+30	0,91	0,94	0,98	1,01	1,06	1,11	0,92	0,94	0,99	0,98	1,01	1,04	+30			
+25	0,86	0,89	0,92	0,95	1,00	1,04	0,88	0,89	0,94	0,94	0,96	0,99	+25			
+20	0,82	0,85	0,88	0,91	0,94	0,98	0,84	0,86	0,90	0,90	0,92	0,95	+20			
+15	0,78	0,81	0,84	0,86	0,89	0,93	0,81	0,82	0,87	0,86	0,88	0,91	+15			
+10	0,75	0,77	0,80	0,82	0,85	0,89	0,78	0,79	0,83	0,83	0,85	0,87	+10			
+5		0,74	0,76	0,78	0,81	0,84		0,76	0,80	0,79	0,80	0,83	+5			
0		0,71	0,73	0,75	0,78	0,81		0,73	0,77	0,77	0,78	0,80	0			
-5			0,70	0,72	0,74	0,77			0,74	0,74	0,75	0,77	-5			
-10			0,68	0,69	0,71	0,74			0,72	0,71	0,73	0,74	-10			
Поправочный коэффициент, $K_{\Delta P}$																
ΔP , бар	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	ΔP , бар
$K_{\Delta P}$	1,73	1,22	1,00	0,87	0,77	0,71	0,65	0,61	0,58	0,55	0,52	0,50	0,48	0,46	0,45	$K_{\Delta P}$

4.2.6.1. Расчет величины пропускной способности

Контрольный расчет при определении параметров электромагнитного клапана на основе определения величины k_v и вытекающего отсюда перепада давлений. Для жидкого хладагента имеем:

$$k_v = \frac{m_R}{\sqrt{\rho_R \cdot \Delta P} \cdot 10^3}, \text{ м}^3/\text{час, где}$$

$m_R = Q_o/q_{ON}$, то есть:

$$k_v = \frac{Q_o \cdot 3600}{q_{ON} \cdot \sqrt{\rho_R \cdot \Delta P} \cdot 10^3}.$$

Поскольку сюда входит Q_o в кДж/с, учитываем в числителе 3 600 с/час. Тогда:

$$k_v = \frac{10 \cdot 3600}{135,90 \cdot \sqrt{1,135 \cdot 0,2 \cdot 10^3}} = 0,556 \text{ м}^3/\text{час}.$$

при:

$$Q_o = 10 \text{ кДж/с} \cdot 3600 \text{ с};$$

$$q_{ON} = h'_1 - h_4 = 135,90 \text{ кДж/кг};$$

$\rho_R = 1,135 \text{ кг/л}$, плотность жидкости при $t_3 = +43^\circ\text{С}$ из таблицы свойств пара; выбирается $\Delta P = 0,2 \text{ бар}$.



Соотношение значений k_v обратно пропорционально корню квадратному из величин разности давлений, а именно:

$$\frac{k_{v1}}{k_{v2}} = \sqrt{\frac{\Delta_{P2}}{\Delta_{P1}}}, \text{ следовательно:}$$

$$\Delta_{P2} = \Delta_{P1} \cdot \left(\frac{k_{v1}}{k_{v2}} \right)^2, \text{ бар}$$

при:

$$\begin{aligned} \Delta_{P1} &= 0,2 \text{ бар (выбрано);} \\ k_{v1} &= 0,556 \text{ м}^3/\text{час (вычислено);} \\ k_{v2} &= 0,9 \text{ м}^3/\text{час (по каталогу).} \end{aligned}$$

$$\Delta_{P2} = 0,2 \cdot \left(\frac{0,556}{0,9} \right)^2 = 0,0763 \text{ бар.}$$

$\Delta_{P2} = 0,076$ бар подтверждает правильность расчета!

4.2.6.2. Общая разность температур в жидкостном трубопроводе

Расчет общей разности температур в жидкостном трубопроводе:

$$t_c = +45^\circ\text{C при } p_c = 11,592 \text{ бар;}$$

$$t_c = +44^\circ\text{C при } p = 11,294 \text{ бар.}$$

$$\Delta T = 1 \text{ К; } \Delta p = 0,298 \text{ бар} \Rightarrow \Delta p = 0,298 \text{ бар/К}$$

Компоновка отдельных участков:

$$\Delta_{P1} = 0,07 \text{ бар} - \text{частичная разность давлений фильтра-осушителя;}$$

$$\Delta_{P2} = 0,08 \text{ бар} - \text{частичная разность давлений электромагнитного клапана;}$$

$\Delta_{P3} = 0,389 \text{ бар} - \text{частичная разность давлений восходящей части жидкостного трубопровода от коллектора вверх к потолку машинного зала } \Delta P = h \cdot \rho \cdot g,$
причем:

$$h = 3,5 \text{ м;}$$

$$g = 9,81 \text{ м.}$$

$$\rho_R = 1,135 \text{ кг/дм}^3 \text{ при:}$$

$$t_3 = +43^\circ\text{C; } 10^3 \text{ для пересчета единиц на кг/м}^3.$$

$$\Delta p = 38\,970 \text{ Па.}$$

$$\Delta p = 0,3897 \text{ бар.}$$

$\Delta_{P4} = 0,0843 \text{ бар} - \text{частичная разность давлений на прямом участке трубопровода до тройника (расчет см. ниже!).}$

$$\Delta_{P_{\text{общ}}} = \Delta_{P1} + \Delta_{P2} + \Delta_{P3} + \Delta_{P4}.$$

$$\Delta_{P_{\text{общ}}} = 0,07 + 0,08 + 0,389 + 0,0843 = 0,623 \text{ бар.}$$

$$\Delta_{P_{\text{общ}}} = 0,623 \text{ бар.}$$

Определение скорости течения и перепада давления в жидкостном трубопроводе на участке от коллектора до тройника:

$$\text{Скорость течения } w = \frac{Q_o \cdot 4}{\rho_R \cdot q_{ON} \cdot d^2 \cdot \pi},$$

$$w = \frac{10 \cdot 4}{1,135 \cdot 1000 \cdot 135,90 \cdot (0,013)^2 \cdot \pi} = 0,49 \text{ м/с.}$$

Экономичные скорости в жидкостных трубопроводах приводятся в специальной литературе: 0,3–1 м/с и 0,4–0,8 м/с (см. Брайдерта/Шиттенгельма, стр. 67).

$$\Delta p = \frac{\lambda \cdot l \cdot \rho_R \cdot w^2}{d_i \cdot 2} \text{ в } \frac{\text{м} \cdot \text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{м} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}} = \text{Н/м}^2 = \text{Па},$$

где λ – коэффициент трения трубы, без единицы измерения;

l – эквивалентная длина, м;

ρ_R – плотность жидкого хладагента R 134a, кг/дм³;

w – скорость течения, м/с;

d_i – внутренний диаметр трубы, м.

Коэффициент трения трубы λ как не имеющий единицы измерения показатель является функцией значения числа Рейнольдса $Re = \frac{w \cdot d}{\nu}$; $\lambda = f(w, d, \nu)$; в практике холодильной техники λ принимается равной величине 0,03 для медной трубы по ДИН 8905.

$$\Delta p = \frac{0,03 \cdot 26,8 \cdot 1,135 \cdot 1000 \cdot (0,49)^2}{0,013 \cdot 2}, \text{ Па.}$$

$$\Delta p = 8,427 \text{ Па.}$$

$$\Delta p = 0,0843 \text{ бар.}$$

Таким образом, общая разность температур в жидкостном трубопроводе составит:

$$\Delta T = \frac{0,623 \text{ бар}}{0,298 \text{ бар/К}} = 2,09 \text{ К.}$$

Этот результат означает, что переохлаждение должно быть 2 К.

Переохлаждения 2 К можно ожидать в конденсаторном агрегате с воздушным охлаждением в указанном исполнении, так что это вычисленное значение представляется вполне достаточным – дополнительного переохлаждения не требуется.

4.2.7. Расчет терморегулирующих вентилей

В свете требований стандарта VDMA (Объединение немецких машиностроительных предприятий) 24243, чч. 1–5, в отношении «герметизации холодильных установок» речь может идти только о типах вентилей, подлежащих впаечке.

Выбор размеров можно осуществить на основе технической документации изготовителя. В табл. 4.16 представлены терморегулирующие вентили серии Т. Величину требуемой холодопроизводительности Q_o следует умножить на поправочные коэффициенты K_1 – для соответствующих рабочих температур и $K_{\Delta p}$ – для обеспечиваемого данным вентилем перепада давления.

В результате получим необходимую номинальную производительность Q_N , для которой выбирается вентиль из соответствующей таблицы.

Исходные данные:

$$Q_o = 5,6 \text{ кВт на каждый испаритель};$$

$$t_o = -8^\circ\text{C};$$

$$t_c = +45^\circ\text{C};$$

$$t_3 = +43^\circ\text{C};$$

хладагент: R 134a

$$Q_N = Q_o \cdot K_{IF1} \cdot K_{\Delta p}; K_{IF1} = 1,13, \text{ определяемый методом интерполяции.}$$

Для вычисления $K_{\Delta p}$ необходима общая разность давлений над вентилем.

$$(p_C - p_0) = \Delta p_1 + \Delta p_{\text{трубопровода}} + \Delta p_{\text{осушителя}} + \Delta p_{\text{э/магнитного клапана}} + \Delta p_{\text{восходящего участка}}, \text{ бар.}$$

$$\Delta p_1 = p_C - (p_0 + \Delta p_{\text{трубопровода}} + \Delta p_{\text{осушителя}} + \Delta p_{\text{э/магнитного клапана}} + \Delta p_{\text{восходящего участка трубы}}).$$

$$\Delta p_1 = 11,592 - (2,171 + 0,0843 + 0,07 + 0,389).$$

$$\Delta p_1 = 11,592 - 3,553 = 8,039 \text{ бар.}$$

$$\Delta p_1 = 8,04 \text{ бар.}$$

Таким же методом выбирается поправочный коэффициент $K_{\text{APF}} = 0,88$.

$$Q_N = 5,6 \cdot 1,13 \cdot 0,88 = 5,57 \text{ кВт.}$$

Учитывая, что для испарителей SGBE81 характерно распределение жидкости через распределитель CAL (поэтому в последующих расчетах Δp распределителя можно оставить без внимания!), нам требуется терморегулирующий вентиль с внешней компенсацией давления.

Вентили серии Т, как правило, располагают внешним присоединением уравнительного трубопровода.

Итак, выбирается два вентиля типа TCLE150MW 10 × 16 (см. расшифровку обозначения типа в табл. 4.16).

Расчет фактической разности давлений над вентилем:

$$\Delta p_2 = \Delta p_1 \cdot (Q_N / Q_{\text{НК}})^2, \text{ бар, где: } \Delta p_1 \text{ из предыдущего расчета}$$

$$\Delta p_2 = 8,04 \cdot (5,57 / 6,1)^2 = 6,70 \text{ бар} \quad Q_{\text{НК}} - \text{из вычисления с:}$$

$$\Delta p_2 = 6,70 \text{ бар} \quad Q_{\text{НК}} = Q_0 \cdot K_1 \cdot K_{\text{APF}};$$

$Q_{\text{НК}}$ – номинальная производительность по каталогу.

Расчет минимального давления конденсации, при котором обеспечивается работа терморегулирующего вентиля:

$$p_{C \text{ мин}} = \Delta p_2 + p_0 + \Delta p_{\text{трубопровода}} + \Delta p_{\text{осушителя}} + \Delta p_{\text{э/магнитного клапана}} + \Delta p_{\text{восходящего участка}}, \text{ бар}$$

$$p_{C \text{ мин}} = 6,70 + 2,171 + 0,0843 + 0,07 + 0,08 + 0,389$$

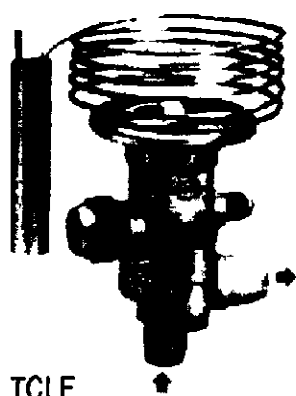
$p_{C \text{ мин}} = 9,49 \text{ бар} \approx t_{C \text{ мин}} = +37,5^\circ\text{C}$ согласно таблице свойств пара, область влажного пара R 134a.

Таблица 4.16. Характеристики терморегулирующих вентиляей

ТРВ, модельный ряд		Т							
Диапазон температур кипения $-45/+30, ^\circ\text{C}$									
R 134 A		R 22		R 404 A / R 507		R 407 C			
Типо-размер	Тип	Номинальная производительность, кВт	Тип	Номинальная производительность, кВт	Тип	Номинальная производительность, кВт	Тип	Номинальная производительность, кВт	Вставка клапана
	25 MW	1,5	50 HW	1,9	25 SW	1,3	50 NW	2,1	X 22440-B1B
	75 MW	2,9	100 HW	3,7	75 SW	2,6	100 NW	4,0	X 22440-B2B
	150 MW	6,1	200 HW	7,9	150 SW	5,6	200 NW	8,5	X 22440-B3B
	200 MW	9,3	250 HW	11,9	200 SW	8,4	300 NW	12,9	X 22440-B3, 5B
TCLE	250 MW	13,5	300 HW	17,3	250 SW	12,2	400 NW	18,7	X 22440-B4B
	350 MW	17,3	500 HW	22,2	400 SW	15,7	550 NW	24,0	X 22440-B5B
	550 MW	23,6	750 HW	30,4	600 SW	21,5	750 NW	32,9	X 22440-B6B
	750 MW	32,0	1000 HW	41,1	850 SW	29,0	1000 NW	44,4	X 22440-B7B
	900 MW	37,2	1200 HW	47,8	1000 SW	33,8	1150 NW	51,7	X 22440-B8B



Код обозначения типа клапана:



TCL

серия
 наружное выравнивание давления
 коэффициент производительности
 символ хладагента
 код заполнения датчика («W» для универсального диапазона от +30 до -45°C)
 показатель МОР (ограничение давления)
 исполнение фланца (здесь WL – угловой фланец с пайкой)
 присоединительный \varnothing на входе и выходе

TCL E 100 H W 35 WL 10 × 16

Таблица 4.17. Использование жидкости – поправочные коэффициенты

Температура жидкости перед клапаном, °C	R 404a																Температура жидкости перед клапаном, °C
	Поправочный коэффициент, K Температура кипения, °C																
	+30	+25	+20	+15	+10	+5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	
+60	1,56	1,59	1,64	1,69	1,74	1,81	1,88	1,96	2,06	2,43	2,95	3,56	4,37	5,38	6,71	8,47	+60
+55	1,32	1,35	1,38	1,42	1,46	1,50	1,55	1,61	1,68	1,96	2,36	2,83	3,43	4,16	5,12	6,34	+55
+50	1,32	1,18	1,20	1,26	1,26	1,30	1,34	1,38	1,43	1,67	1,99	2,37	2,85	3,43	4,18	5,14	+50
+45	1,04	1,05	1,07	1,10	1,12	1,15	1,18	1,22	1,26	1,46	1,74	2,05	2,46	2,95	3,57	4,35	+45
+40	0,94	0,96	0,97	0,99	1,02	1,04	1,07	1,09	1,13	1,30	1,55	1,82	2,17	2,59	3,13	3,80	+40
+35	0,87	0,88	0,90	0,91	0,93	0,95	0,97	1,00	1,02	1,18	1,40	1,64	1,96	2,33	2,80	3,38	+35
+30	0,81	0,82	0,83	0,84	0,86	0,88	0,90	0,92	0,94	1,08	1,28	1,50	1,78	2,11	2,53	3,05	+30
+25		0,76	0,77	0,79	0,80	0,82	0,83	0,85	0,87	1,00	1,18	1,39	1,64	1,94	2,32	2,79	+25
+20			0,73	0,74	0,75	0,77	0,78	0,80	0,81	0,94	1,10	1,29	1,52	1,80	2,15	2,58	+20
+15				0,70	0,71	0,72	0,73	0,75	0,76	0,88	1,03	1,21	1,42	1,68	2,00	2,40	+15
+10					0,67	0,68	0,69	0,71	0,72	0,83	0,97	1,13	1,34	1,58	1,88	2,25	+10
+5						0,65	0,66	0,67	0,68	0,78	0,92	1,07	1,26	1,49	1,77	2,11	+5
0							0,63	0,64	0,65	0,75	0,88	1,02	1,20	1,41	1,67	2,00	0
-5								0,61	0,62	0,71	0,83	0,97	1,14	1,34	1,59	1,90	-5
-10									0,60	0,68	0,80	0,93	1,09	1,28	1,52	1,81	-10
Поправочный коэффициент, $K_{\Delta P}$																	
ΔP , бар	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	8,0	9,0	ΔP , бар
$K_{\Delta P}$	4,55	3,21	2,62	2,27	2,03	1,86	1,72	1,61	1,52	1,44	1,37	1,31	1,26	1,21	1,14	1,07	$K_{\Delta P}$
ΔP , бар	10,1	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0	ΔP , бар
$K_{\Delta P}$	1,02	0,97	0,93	0,89	0,86	0,83	0,80	0,78	0,76	0,74	0,72	0,70	0,69	0,67	0,66	0,64	$K_{\Delta P}$

Таблица 4.17. Использование жидкости – поправочные коэффициенты (продолжение)

Температура жидкости перед клапаном, °С	Поправочный коэффициент, K_i Температура кипения, °С												Температура жидкости перед клапаном, °С				
	R 407C						R 407C										
	+30	+25	+20	+15	+10	+5	0	-5	-10	-15	-20	-25					
+55	1,20	1,21	1,23	1,26	1,28	1,31	1,34	1,37	1,40	1,63	1,98	2,42	+55				
+50	1,10	1,11	1,13	1,15	1,17	1,19	1,22	1,24	1,27	1,48	1,79	2,18	+50				
+45	1,02	1,03	1,05	1,06	1,08	1,10	1,12	1,14	1,17	1,35	1,64	2,00	+45				
+40	0,95	0,96	0,98	0,99	1,01	1,02	1,04	1,06	1,08	1,25	1,52	1,84	+40				
+35	0,89	0,90	0,92	0,93	0,94	0,90	0,98	0,99	1,01	1,17	1,41	1,71	+35				
+30	0,85	0,85	0,87	0,88	0,89	0,90	0,92	0,93	0,95	1,10	1,32	1,60	+30				
+25		0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,87	0,88	0,90	1,03	1,25	1,51	+25				
+20			0,78	0,79	0,80	0,81	0,82	0,84	0,85	0,98	1,18	1,43	+20				
+15				0,75	0,76	0,77	0,78	0,80	0,81	0,93	1,12	1,35	+15				
+10					0,73	0,74	0,75	0,76	0,77	0,89	1,07	1,29	+10				
+5						0,71	0,72	0,73	0,74	0,85	1,02	1,23	+5				
0							0,69	0,70	0,71	0,81	0,98	1,18	0				
-5								0,67	0,68	0,78	0,94	1,13	-5				
-10									0,65	0,75	0,90	1,08	-10				
Поправочный коэффициент, $K_{\Delta P}$																	
ΔP , бар	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	8,0	9,0	ΔP , бар
$K_{\Delta P}$	4,78	3,33	2,72	2,36	2,11	1,92	1,78	1,67	1,57	1,49	1,42	1,36	1,31	1,26	1,18	1,11	$K_{\Delta P}$
ΔP , бар	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0	ΔP , бар
$K_{\Delta P}$	1,05	1,01	0,96	0,92	0,89	0,86	0,83	0,81	0,79	0,76	0,75	0,73	0,71	0,70	0,68	0,67	$K_{\Delta P}$

Температура жидкости перед клапаном, °С	Поправочный коэффициент, K_i Температура кипения, °С																Температура жидкости перед клапаном, °С
	R 134a								R 134a								
	+30	+25	+20	+15	+10	+5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	
+60	1,22	1,25	1,27	1,30	1,33	1,36	1,40	1,44	1,48	1,75	2,08	2,46	2,94	3,50	4,12	4,83	+60
+55	1,14	1,16	1,18	1,21	1,23	1,26	1,29	1,33	1,36	1,60	1,90	2,25	2,68	3,18	3,74	4,36	+55
+50	1,07	1,08	1,10	1,13	1,15	1,17	1,20	1,23	1,26	1,48	1,76	2,07	2,46	2,92	3,42	3,98	+50
+45	1,00	1,02	1,04	1,06	1,08	1,10	1,12	1,15	1,17	1,38	1,63	1,92	2,28	2,70	3,15	3,65	+45
+40	0,93	0,96	0,98	0,99	1,01	1,03	1,05	1,08	1,10	1,29	1,52	1,79	2,12	2,50	2,92	3,38	+40
+35	0,90	0,91	0,92	0,94	0,96	0,97	0,99	1,01	1,03	1,21	1,43	1,68	1,99	2,34	2,73	3,15	+35
+30	0,85	0,86	0,88	0,89	0,91	0,92	0,94	0,96	0,98	1,14	1,35	1,58	1,87	2,20	2,55	2,95	+30



Таблица 4.17. Использование жидкости – поправочные коэффициенты
(продолжение)

Температура жидкости перед клапаном, °C	Поправочный коэффициент, K_f Температура кипения, °C																Температура жидкости перед клапаном, °C
	R 134a								R 134a								
	+30	+25	+20	+15	+10	+5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	
+25		0,82	0,83	0,85	0,86	0,87	0,89	0,91	0,92	1,08	1,27	1,49	1,76	2,07	2,40	2,77	+25
+20			0,80	0,81	0,82	0,83	0,85	0,89	0,88	1,02	1,21	1,41	1,67	1,96	2,27	2,61	+20
+15				0,77	0,78	0,79	0,81	0,82	0,84	0,97	1,15	1,34	1,58	1,85	2,15	2,47	+15
+10					0,75	0,76	0,77	0,78	0,80	0,93	1,09	1,25	1,51	1,76	2,04	2,35	+10
+5						0,73	0,74	0,75	0,76	0,89	1,04	1,22	1,44	1,68	1,94	2,23	+5
0							0,71	0,72	0,73	0,85	1,00	1,17	1,37	1,61	1,86	2,13	0
-5								0,69	0,70	0,82	0,96	1,12	1,31	1,54	1,78	2,04	-5
-10									0,68	0,79	0,92	1,07	1,26	1,48	1,70	1,95	-10
Поправочный коэффициент, $K_{\Delta P}$																	
ΔP , бар	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	ΔP , бар
$K_{\Delta P}$	3,50	2,48	2,02	1,75	1,57	1,43	1,32	1,24	1,17	1,11	1,06	1,01	0,97	0,94	0,90	0,88	$K_{\Delta P}$
ΔP , бар	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	ΔP , бар
$K_{\Delta P}$	0,85	0,83	0,80	0,78	0,76	0,75	0,73	0,72	0,69	0,66	0,64	0,62	0,60	0,58	0,57	0,55	$K_{\Delta P}$

Температура жидкости перед клапаном, °C	Поправочный коэффициент, K_f Температура кипения, °C																Температура жидкости перед клапаном, °C	
	R 507								R 507									
	+30	+25	+20	+15	+10	+5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45		
+60		1,54	1,57	1,61	1,65	1,71	1,76	1,83	1,90	1,98	2,36	2,84	3,44	4,23	5,25	6,61	8,45	+60
+55		1,30	1,33	1,36	1,39	1,43	1,47	1,52	1,57	1,62	1,92	2,29	2,75	3,35	4,11	5,11	6,44	+55
+50		1,15	1,17	1,19	1,22	1,24	1,28	1,31	1,35	1,40	1,64	1,95	2,33	2,81	3,43	4,23	5,29	+50
+45		1,03	1,05	1,07	1,09	1,11	1,14	1,17	1,20	1,23	1,45	1,71	2,04	2,45	2,97	3,64	4,53	+45
+40		0,94	0,90	0,97	0,99	1,01	1,03	1,06	1,08	1,11	1,30	1,53	1,82	2,18	2,63	3,22	3,98	+40
+35		0,87	0,88	0,9	0,91	0,93	0,95	0,97	0,99	1,01	1,18	1,39	1,65	1,97	2,37	2,89	3,56	+35
+30		0,81	0,82	0,83	0,85	0,86	0,88	0,89	0,91	0,93	1,09	1,28	1,51	1,80	2,17	2,63	3,23	+30
+25			0,77	0,78	0,79	0,80	0,82	0,83	0,85	0,87	1,01	1,18	1,40	1,66	1,99	2,42	2,97	+25
+20				0,73	0,74	0,75	0,77	0,78	0,79	0,81	0,94	1,10	1,30	1,54	1,85	2,24	2,74	+20
+15					0,70	0,71	0,72	0,73	0,75	0,76	0,88	1,03	1,21	1,44	1,73	2,09	2,55	+15
+10						0,67	0,68	0,69	0,70	0,72	0,83	0,97	1,14	1,35	1,62	1,95	2,38	+10
+5							0,64	0,65	0,67	0,68	0,78	0,92	1,07	1,27	1,52	1,83	2,23	+5
0								0,62	0,63	0,64	0,74	0,87	1,02	1,20	1,43	1,73	2,10	0

Таблица 4.17. Использование жидкости – поправочные коэффициенты (окончание)

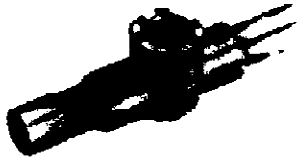
Температура жидкости перед клапаном, °С	R 507															Температура жидкости перед клапаном, °С	
	Поправочный коэффициент, K_f Температура кипения, °С																
°С	+30	+25	+20	+15	+10	+5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	°С
-5								0,60	0,61	0,70	0,82	0,96	1,14	1,35	1,63	1,98	-5
-10								0,58	0,67	0,78	0,91	1,08	1,28	1,54	1,87		-10
Поправочный коэффициент, $K_{\Delta P}$																	
ΔP , бар	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	8,0	9,0	ΔP , бар
$K_{\Delta P}$	4,63	3,27	2,67	2,31	2,07	1,89	1,75	1,64	1,54	1,46	1,40	1,34	1,28	1,24	1,16	1,09	$K_{\Delta P}$
ΔP , бар	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0	ΔP , бар
$K_{\Delta P}$	1,03	0,99	0,94	0,91	0,87	0,85	0,82	0,79	0,77	0,75	0,73	0,71	0,70	0,68	0,67	0,65	$K_{\Delta P}$

4.2.8. Выбор смотрового стекла с индикатором влажности

Из табл. 4.18 определяем:

тип AMI-1 TT5, соединение трубопровода – пайка 16 мм

Таблица 4.18. Смотровые стекла с индикатором влажности серии AMI-1

	Тип	Присоединение трубопровода		Способ присоединения
		мм	дюймов	
 AMI-1 TT	AMI-1 TT2	6	1/4	
	TT3	10	3/8	внутренняя пайка ×
	TT4	12	1/2	внутренняя пайка
	→ TT5	16	5/8	(с впаиваемыми концами
	TT7	22	7/8	медной трубы)
	TT9	28	1 1/8	

4.2.9. Диаграмма определения толщины изоляционного покрытия Armaflex для всасывающего трубопровода

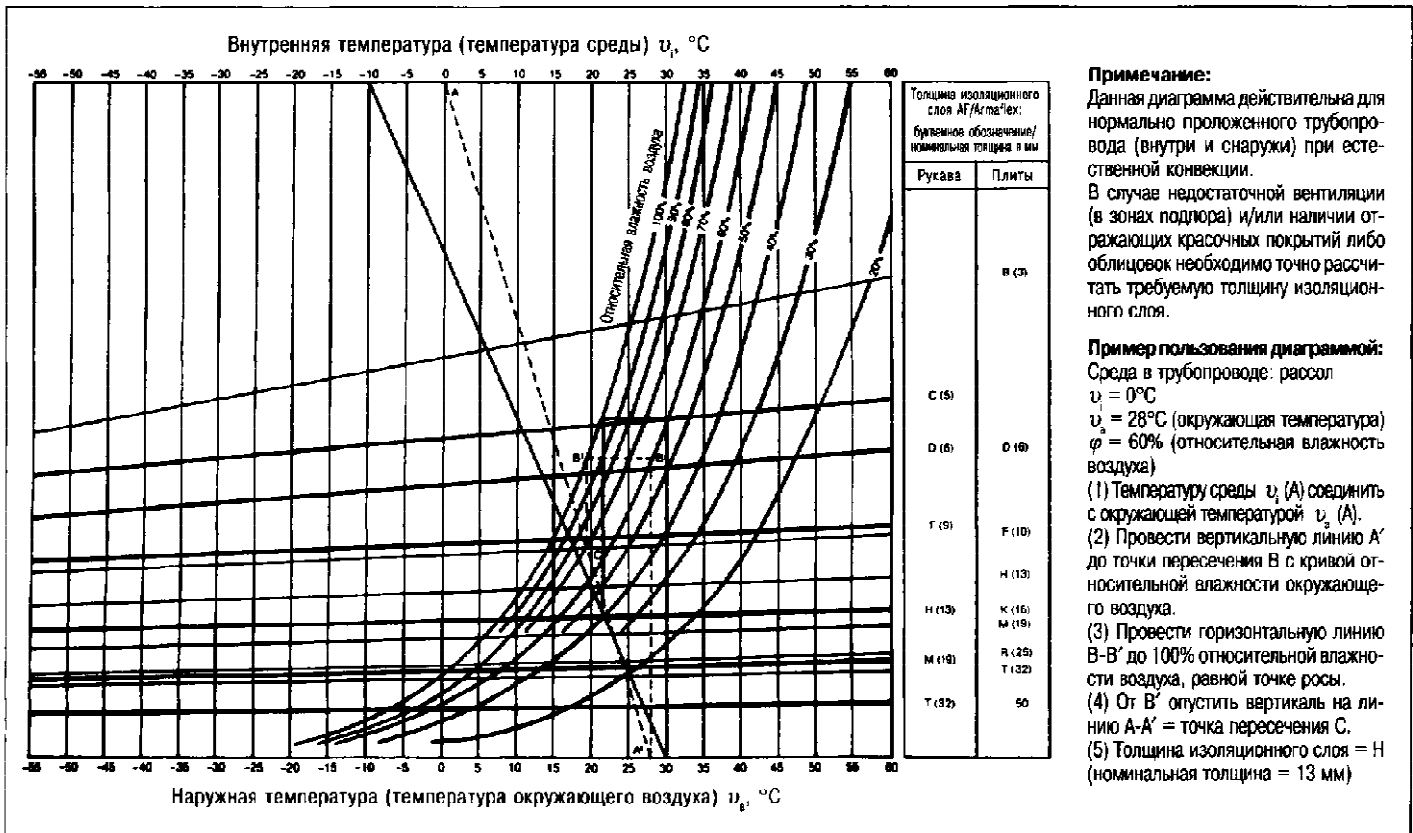
Исходные данные:

внутренняя температура: -10°C (достоверное допущение);

наружная температура (температура окружающего воздуха): $+30^{\circ}\text{C}$ (достоверное допущение);

φ_a : 0,60 (относительная влажность окружающего воздуха).

Рукав Armaflex типа Н с толщиной стенки 13 мм выбирается для всасывающего трубопровода (см. здесь также указания изготовителя по пользованию диаграммой выбора – рис. 4.26).



Примечание:
 Данная диаграмма действительна для нормально проложенного трубопровода (внутри и снаружи) при естественной конвекции.
 В случае недостаточной вентиляции (в зонах подлюра) и/или наличии отражающих красочных покрытий либо облицовок необходимо точно рассчитать требуемую толщину изоляционного слоя.

Пример пользования диаграммой:
 Среда в трубопроводе: рассол
 $u_i = 0^\circ\text{C}$
 $u_e = 28^\circ\text{C}$ (окружающая температура)
 $\phi = 60\%$ (относительная влажность воздуха)
 (1) Температуру среды u_i (А) соединить с окружающей температурой u_e (А).
 (2) Провести вертикальную линию А' до точки пересечения В с кривой относительной влажности окружающего воздуха.
 (3) Провести горизонтальную линию В-В' до 100% относительной влажности воздуха, равной точке росы.
 (4) От В' опустить вертикаль на линию А-А' = точка пересечения С.
 (5) Толщина изоляционного слоя = Н (номинальная толщина = 13 мм)

Рис. 4.26. Диаграмма определения толщины изоляционного слоя AF/Armaflex, исключающего скопление талой воды в холодильной технике и технике кондиционирования воздуха



Компоновка частичных длин рукава Armaflex H для целей калькуляции:
стандартная длина – 2 метра
требуемая длина – 8 метров H 28; 26 метров H 35.

4.2.10. Вычисление объема заправки хладагента для холодильной установки

Емкость трубы испарителя Küba SGBE 81: $8,9 \text{ дм}^3 \times 2 \text{ шт.} = 17,8 \text{ дм}^3$.

Максимальная вместимость бака конденсаторного агрегата с воздушным охлаждением фирмы Bitzer LH84/4CC-6.2Y при работе с хладагентом R 134a достигает 13,6 кг при температуре жидкости $+50^\circ\text{C}$ и заполнении на 95%.

24,8 м – жидкостный трубопровод $15 \times 1 \text{ мм}$: 0,15 л/метр трубопровода.

8 м – жидкостный трубопровод 12×1 : 0,08 л/метр трубопровода.

Расчет:

$$m_{\text{v da}} = \frac{V_{\text{v da}} \cdot \rho_o}{3}, \text{ кг при } \rho_R = 1,321 \text{ кг/дм}^3 \text{ и}$$

$$t_o = -8^\circ\text{C}.$$

$$m_{\text{v da}} = \frac{17,8 \cdot 1,321}{3} = 7,84 \text{ кг.}$$

$$m_{\text{бака}} = \frac{11,98 \cdot 1,135}{3} = 4,53 \text{ кг; } \rho_R = 1,135 \text{ кг/дм}^3 \text{ и}$$

$$t_c = +43^\circ\text{C (вычисленн.). } V = 11,98 \text{ дм}^3.$$

$$0,15 \text{ л/м} \cdot 24,8 \text{ м} = 3,72 \text{ литра.}$$

$$0,08 \text{ л/м} \cdot 8 \text{ м} = 0,64 \text{ литра.}$$

$$\underline{4,36 \text{ литра.}}$$

$$V = 4,36 \text{ дм}^3.$$

$$\rho = 1 \text{ 135 кг/м}^3 (t_c = +43^\circ\text{C}).$$

$$m = V \cdot \rho, \text{ кг; } V, \text{ м}^3.$$

$$\rho, \text{ кг/м}^3.$$

$$m = 0,0044 \text{ м}^3 \cdot 1 \text{ 135 кг/м}^3 = 2,95 \text{ кг.}$$

$$m = 4,95 \text{ кг} \approx 5 \text{ кг.}$$

$$m_{\text{общ}} = 8 + 4,5 + 5 = 17,5 \text{ кг.}$$

В калькуляции учитываются 18 кг R 134a!

Примечание:

Можно предложить также конденсаторный агрегат LH84/4CC-6.2Y с более объемным коллектором типа FS 202 ($V = 20 \text{ дм}^3$) вместо типа FS 125.

С учетом вычисленных 18 кг заправляемого хладагента конденсаторный агрегат оснащается резервуаром большего размера.

4.2.11. Предохранительный клапан

В качестве предохранительного клапана находит применение зависящий от противодавления переливной клапан фирмы Hansa типа USV, 30 бар.

Объем поставки включает в себя следующее:

- клапан USV, 30 бар, № 2446300050. Присоединение А с переходником № 366005-02 фирмы Bitzer;

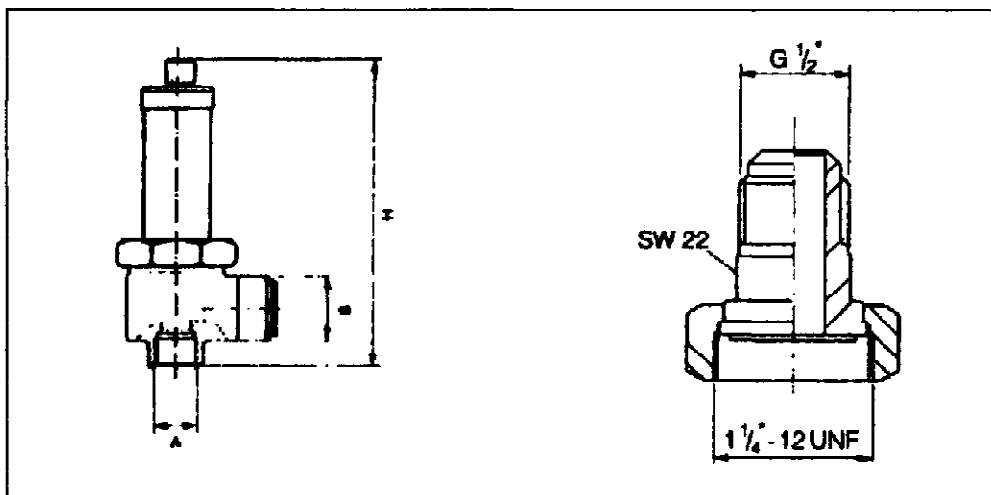


Рис. 4.28.



Рис. 4.27.

- присоединение В с переходником для пайки типа LA, 22 мм × 1 1/4" UNF фирмы Hansa;
- 2 м продувочного трубопровода, 22 × 1 мм, медь, от присоединения В к всасывающему трубопроводу холодильной установки; тройник 35-22-35 мм, 2 отвода под углом 90°, 22 мм;
- 2 м изоляции Armaflex H22.

4.2.12. Время, необходимое для монтажа

	Часы
Конденсаторный агрегат 186 кг, коллектор FS202	3,5
Смотровое стекло	0,5
Осушитель	0,5
Испарители, каждый по 45,7 кг (нетто); крепежная высота 3,4 м; из расчета по 6 часов на каждый аппарат × 1,2 = 7,2 часа/аппарат	14,4
20,8 м – медная труба 35 × 1,5 мм; высота 4,10 м, из них 4,8 м на потолке и 16 м на стене	13,2
2 × 4 м – от потолка до испарителя медная труба 28 × 1,5 мм	6
20,8 м – медная труба 16 × 1 мм; высота 4,10 м, из них 4,8 м на потолке и 16 м на стене	13,2
2 × 4 м – медная труба 12 × 1 мм	3
В машинном зале 4 м, из них 3,5 м – нисходящий участок на стене к всасывающему патрубку компрессора, 35 × 1,5 мм	2
В машинном зале 4 м, из них 3,5 м – восходящий участок на стене от выхода из коллектора 15 × 1 мм	2
В машинном зале 2 м – от выхода клапана USV к всасывающему трубопроводу на стене	1,5
Электромагнитный клапан	0,5
Теплоизоляция рукавом Armaflex размером Н для всасывающего трубопровода:	
24,8 м Н35, сторона всасывания	3
8,0 м Н28, сторона всасывания	1
2,0 м Н22, продувочный трубопровод USV	0,5
Монтаж прессостата высокого давления Danfoss KP5 для управления вентилятором конденсатора, с консолью	0,75



	Часы
Монтаж термостата ограничения нагрева испарителя 2 фирмы Danfoss типа KP 71, с датчиком типа E2 diam. 95 × 115 мм, адсорбционный наполнитель	1
* Монтаж регулировочного датчика 1; 5-жильный провод для термодатчика на корпусе в испарителе 1 с расположением согласно фирменной табличке Küba для регуляторов охлаждаемых объектов Kübatron QKL 2B	1
Монтаж регулировочного датчика 2; 3-жильный провод для датчика температуры окружающего воздуха на испарителе 2, со специальным держателем Küba для Kübatron QKL 2B (испаритель 2 есть так называемый «затяжной» воздухоохладитель, оснащаемый исключительно предохранительным термостатом, см. выше)	0,75
Проверка на герметичность; откачка и заправка; настройка всех управляющих, регулирующих и предохранительных элементов; монтаж и ввод в эксплуатацию распределительного электрошкафа	10
Σ 78,3 часа	

Монтаж ведется силами двух специалистов – из расчета по 40 рабочих часов на человека.

***Примечание:** Поскольку электронный регулятор охлаждаемого объекта Kübatron QKL 2B используется с двумя регулировочными датчиками, необходимо прокладывать экранированный кабель. В этом случае потребуется 2 кабеля от электрошкафа к розетке Гензеля на испарителе 1.

Кабель: соединяемый лапками, типа Olflex-Classic-110CY 4 × 0,75 мм².

4.2.13. Калькуляция холодильной установки

Для калькуляции с учетом представленного в предыдущих разделах расчета холодильной установки применяется известный постатейный метод. В первую очередь, принятые конструкционные элементы установки сводятся в одну общую количественную спецификацию. Здесь также рекомендуется известный системный подход. Сначала указываются испарители (с учетом надбавки на дороговизну меди), затем перечисляются клапаны, вентили, переключающие устройства и проч., а также медные трубы и теплоизоляция. В заключение приводится конденсаторный агрегат с воздушным охлаждением, хладагент, распределительный шкаф и, наконец, разные мелкие детали (см. табл. 4.19).

Таблица 4.19

Базовый прейскурант – скидка 35%	Штук/м/кг	€	€
	Общая цена	Цена нетто	Цена за шт.
2 испарителя SGBE81 фирмы Küba	1 539,00	3 078,00	2 000,70
2 терморегулирующих вентиля Alco TCLE 150 MW	150,90	318,80	207,72
1 электромагнитный клапан Alco 200 RB4T4	72,20	72,20	46,93
1 осушитель Alco ADK-Plus 305 S	29,70	29,70	19,31
1 смотровое стекло Alco AMI-1TT5	31,80	31,80	20,67
1 термостат ограничения нагрева Danfoss KP5	42,80	42,80	27,82
1 крепежная консоль – уголок	3,00	3,00	1,93
25 метров медной трубы 35 × 1,5 м	20,86	521,50	338,98
8 метров медной трубы 28 × 1,5 м	16,10	128,80	83,72



Таблица 4.19 (окончание)

Базовый прейскурант – скидка 35%	Штук/м/кг Цена за шт.	€ Общая цена	€ Цена нетто
25 метров медной трубы 15 × 1,0 м	6,25	156,25	101,56
8 метров медной трубы 10 × 1,0 м	4,25	34,00	22,10
2 метра медной трубы 22 × 1,0 м	8,87	17,74	11,53
26 метров рукава Armaflex H35	7,26	188,76	122,69
8 метров рукава Armaflex H28	6,00	48,00	31,20
2 метра рукава Armaflex H22	5,54	11,08	7,20
1 рулон самоклеящейся ленты Armaflex	29,28	29,28	19,03
1 0,2-литровая банка кистевого клея Armaflex 520	6,95	6,95	4,52
8 несущих опор для труб Armaflex PH-H-35	5,99	47,29	31,15
4 несущие опоры для труб Armaflex PH-H-28	5,56	22,24	14,46
4 крутоизогнутых отвода 90° 28 мм	2,15	8,60	5,59
2 крутоизогнутых отвода 180° 28 мм	22,55	45,10	29,32
2 ниппеля 22–28 мм	2,07	4,14	2,69
6 крутоизогнутых отводов 90° 35 мм	7,52	45,12	29,33
Тройник 28–35–28 мм	27,18	27,18	17,67
6 крутоизогнутых отводов 90° 15 мм	0,49	2,94	1,91
2 колена 90° 12 мм	0,51	1,02	0,66
Тройник 12–15–12 мм	5,70	5,70	3,71
2 колена 90° 22 мм (USV)	1,07	2,14	1,39
Тройник 22–35–22 мм (USV)	16,54	16,54	10,75
1 конденсаторный агрегат Bitzer LH84/4CC-6.2Y	4 013,00	4 013,00	2 608,45
– нагрев маслосборника	49,00	49,00	31,85
– заливка смазочного масла на основе сложных эфиров	41,00	41,00	26,65
– снижение нагрузки при запуске (с сенсором сжатого газа и обратным клапаном)	584,00	584,00	379,60
– крупногабаритный коллектор типа FS 202	123,00	123,00	79,65
– монтаж Danfoss KP17W	246,00	246,00	159,90
1 электрошкаф в настенном исполнении с розеткой для освещения, включая встроенный в дверь электронный регулятор объекта охлаждения Kübatron OKL28 фирмы Schick			1 585,00
1 перепускной клапан USV фирмы Hansa, 30 бар	159,58	159,58	103,73
1 переходник фирмы Bitzer G 1/2" / 1 1/4" – 12UNF	28,0	28,0	18,20
1 переходник для пайки фирмы Hansa LA 22 мм × 1 1/4"	8,18	8,18	5,32
1 виброплощадка GD для конденсаторных групп до 350 кг	4,55	4,55	2,96
18 кг хладагента R 134a	37,60	676,80	439,92
Мелкие детали: – резьбовые стержни из нейлона и оцинкованные, кузовные шайбы, гайки, перекидные гайки с буртиком 6 мм, коробка строительной пены, 0,5 метра медной трубы 6 мм, винты, скобы, дюбеля, направляющие, кислород, азот, ацетилен			320,00

9 001,74

Для исчисления цены привлекают каталог спроса на холодильные установки и соответствующие прейскуранты, причем на все изделия предоставляется скидка на стандартном уровне порядка 35 %. На полученную таким образом чистую сумму, содержащую заводскую стоимость материалов, делается реальная «наценка» до 40 %, а именно с учетом следующего правила:

Цена брутто на материалы – скидка = цена нетто (поставка франко-местонахождения)

Цена нетто на материалы $\times 1,4$ = брутто-цена Предложения без доли з/платы.

Нетто-цена материалов \times калькуляционная надбавка = брутто-цена материалов.

$$9\,001,74 \times 1,4 = 12\,602,44.$$

Чистое монтажное время = 12 603,00 €.

Чистое время монтажа на месте: 80 часов.

Заработная плата: 41 €/час.

Возмещение расходов, связанных с выполнением обязанностей за пределами постоянного места работы: 0,85 €/час.

Транспортные расходы: 0,46 €/км (при удаленности от заказчика 15 км, однократной поездке, с расположением на окраине города).

Основное рабочее время: 37 часов в неделю.

2 человека по 37 часов = 74 часа.

На дорогу к месту работы ежедневно по 30 минут туда и по 30 минут обратно = 1 час.

Время проезда, приравняемое к рабочему времени: 1 час \times 2 человека \times 5 дней = 10 часов.

10 часов \times 1,25 (коэффициент надбавки за сверхурочную работу).

Следующая неделя: в понедельник 30 мин туда, 30 мин обратно.

Оставшиеся 6 часов – ввод в эксплуатацию.

Калькуляция:

$$80 \text{ часов} \times 41 \text{ €/час} = \text{€ } 3\,280,00$$

$$10 \text{ часов} \times 51,25 \text{ €/час} = \text{€ } 512,50$$

$$1 \text{ час} \times 41 \text{ €/час} = \text{€ } 41,00$$

$$84 \text{ часа} \times 0,85 \text{ €/час} = \text{€ } 74,00$$

$$\text{€ } 3\,904,90$$

$$= \text{€ } 3\,905,00$$

Расходы на грузовой автотранспорт:

$$180 \text{ км} \times 0,46 \text{ €/км} = \text{€ } 82,80$$

$$= \text{€ } 83,00$$

Затраты на техническое обслуживание, обычные услуги и фрахт, учитываемые в каждом проекте: 8%

от чистой стоимости материалов: € 721,00

Итого: € 12 603,00

+ € 3 905,00

+ € 721,00

+ € 83,00

= € 17 312,00