

## 4.4. Проект: холодильное оборудование для потребительского рынка

### 4.4.1. Исходная ситуация

Для потребительского рынка с площадью основного торгового помещения 950 м<sup>2</sup> требуется составить Предложение на оснащение холодильной техникой и прочим торговым оборудованием.

Всем потенциальным оферентам направлены одинаковые по содержанию заказы, включающие в себя точное описание желаемого объема поставок. В принципе за основу здесь принимается деление на две зоны, а именно: зону нормального охлаждения с температурами кипения  $t_0 =$  от  $-10$  до  $-15^\circ\text{C}$  и низкотемпературную зону с температурами кипения  $t_0 =$  от  $-35$  до  $-40^\circ\text{C}$ .

Охлаждение объектов, каковыми в данном случае являются, помимо собственно холодильных камер, торговые прилавки и витрины, может осуществляться тремя разными способами: например, каждый объект снабжается своей собственной конденсаторной группой; либо каждый из них получает индивидуальный компрессор и все они сообща функционируют от одного конденсатора с радиальным вентилятором; либо речь может идти о комбинированной холодильной установке с централизованным производством холода.

В данном проекте рассматривается как раз третий вариант, то есть обеспечение охлаждаемых объектов холодом (как в зоне охлаждения, так и в зоне режима замораживания) от одной комбинированной холодильной установки с несколькими одинаковыми моторно-компрессорными агрегатами, которые, действуя в параллельной схеме, по мере необходимости, путем включения или отключения, автоматически устанавливают требуемую на данный момент холодопроизводительность.

В качестве холодильного агента для обеих зон выбирается R 507.

### 4.4.2. Определение базовых данных, необходимых для проектирования холодильной установки

#### 4.4.2.1. Местоположение

Потребительский рынок расположен на уровне земли в многоэтажном жилом и административном здании – между двумя параллельно проходящими улицами.

На нижнем этаже находится подземный гараж для покупателей, жильцов дома и работающих здесь сотрудников. Здесь же располагается и часть холодильных камер, машинный зал и монтажная зона для двух конденсаторов с воздушным охлаждением.

#### 4.4.2.2. Вид и объем торгового холодильного оборудования для потребительского рынка

Требуемые данные: точное количество и компоновка торгового холодильного оборудования, размеры и область применения его отдельных компонентов – задаются пользователем и могут быть взяты из прилагаемых чертежей (см. Приложение 3).

Для зоны охлаждения имеем следующие отдельные позиции.

1. Охлаждаемый прилавок для мясных изделий и колбас, в стандартном исполнении, с прямыми стеклами, планками для ценников на передней стороне и на стороне обслуживания, с гладкими витринами с регулируемым наклоном. Функциональные принадлежности на стороне обслуживания: 3 держателя кульков и 4 кармана для оберточной бумаги.

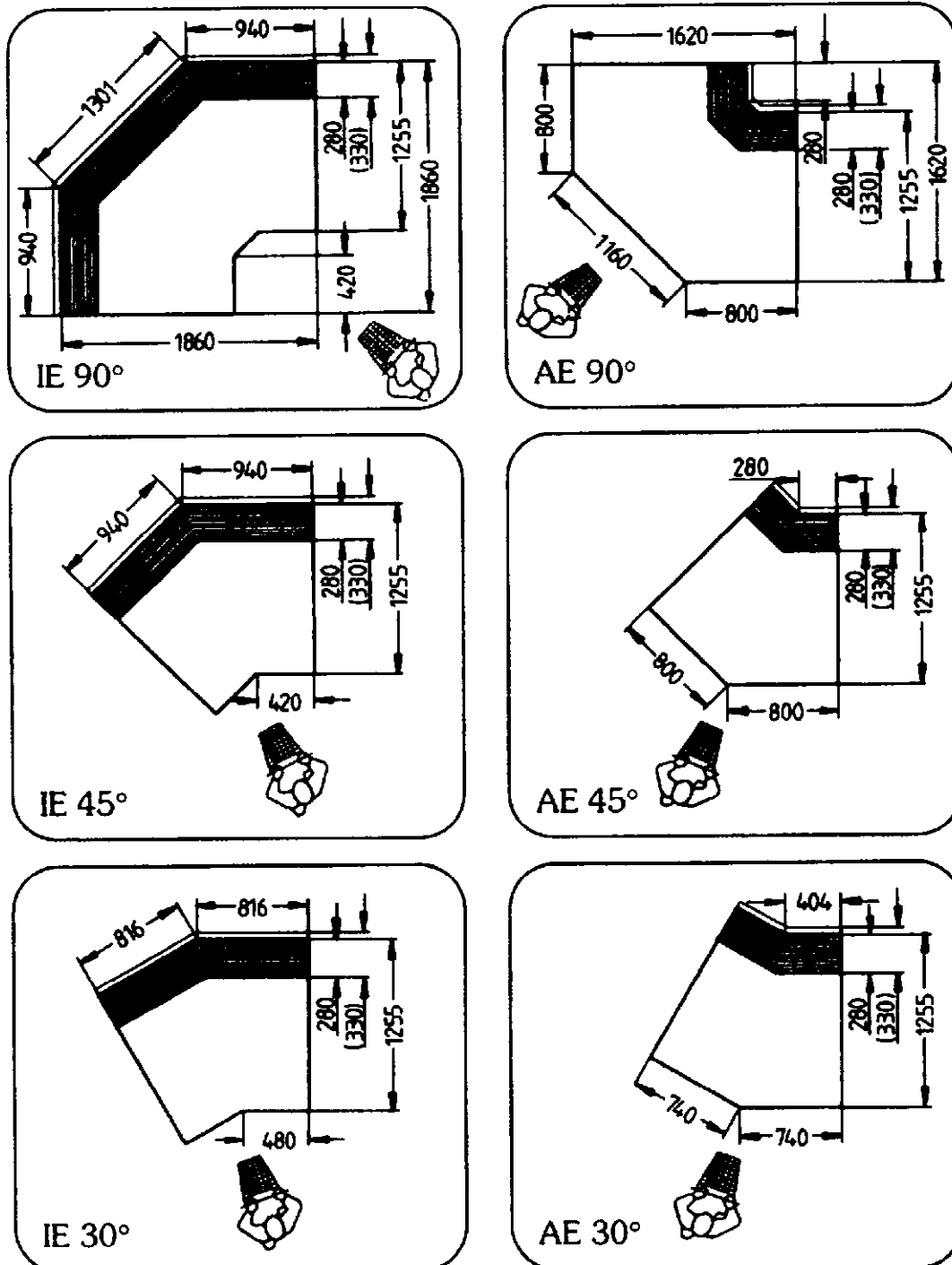
4.4. Проект: холодильное оборудование для потребительского рынка 289

Торговый охлаждаемый прилавок состоит из 4 сборных модулей, а именно (если смотреть со стороны обслуживания слева направо):

- 1-й модуль: 2,50 м, прямой (стандартная длина);
- 2-й модуль: 1,875 м, прямой (стандартная длина);
- 3-й модуль: внутренний угол 45° (см. рис. 4.70);
- 4-й модуль: 3,75 м, прямой (стандартная длина).

Требуемая холодопроизводительность вычисляется на основе данных, взятых из технической документации изготовителя (табл. 4.37).

Следует обращать внимание на температурный диапазон, предполагаемый для всего прилавка или для отдельных стоек.



IE – внутренний угол, AE – внешний угол

Рис. 4.70.

Допускаются три зоны для внутренней температуры, а именно:

- зона 1:  $t_R = 0^\circ\text{C}$  до  $2^\circ\text{C}$  для мяса;
- зона 2:  $t_R = 2^\circ\text{C}$  до  $4^\circ\text{C}$  для колбас;
- зона 3:  $t_R = 4^\circ\text{C}$  до  $6^\circ\text{C}$  для сыров.

В принципе можно собрать прилавок любой длины, следует лишь учитывать диапазон температур и связанную с этим требуемую холодопроизводительность применительно к каждой длине.

В рассматриваемом проекте используется прилавок для мяса и колбасных изделий, так что систему снабжения холодом придется разделить на два контура регулирования, причем каждый из них предназначен для поддержания определенной температуры.

Температурный диапазон 1:  $t_R = 0^\circ\text{C}$  до  $2^\circ\text{C}$ ; контур 1:

- модуль 1: длина = 2,50 м; холодопроизводительность = 0,58 кВт;  $t_o = -10^\circ\text{C}$ ;
- модуль 2: длина = 1,875 м; холодопроизводительность = 0,46 кВт;  $t_o = -10^\circ\text{C}$ ;
- модуль 3: внутренний угол  $45^\circ$ ; холодопроизводительность = 0,20 кВт;  $t_o = -10^\circ\text{C}$ .

Температурный диапазон 2:  $t_R = 2$  до  $4^\circ\text{C}$ ; контур 2:

- модуль 4: длина = 3,75 м; холодопроизводительность = 0,83 кВт;  $t_o = -10^\circ\text{C}$ .

Суммарная холодопроизводительность охлаждаемого прилавка: 2,07 кВт при  $t_o = -10^\circ\text{C}$ .

В заключение, чтобы определить общую длину, к сумме длин всех элементов оборудования следует прибавить толщину обеих боковых стенок по 40 мм каждая.

Электрические мощности присоединяемых установок для отдельных конструктивных элементов и модулей берут из технической документации изготовителя, относящейся к электронагреву для оттаивания, обогреву станины, вентиляторам и освещению. Здесь мы имеем:

- 1-й модуль: 2,50 м, прямой:  $P_{\text{эл}} = 0,28$  кВт;
- 2-й модуль: 1,875 м, прямой:  $P_{\text{эл}} = 0,22$  кВт;
- 3-й модуль: внутренний угол  $45^\circ$ :  $P_{\text{эл}} = 0,13$  кВт;
- 4-й модуль: 3,75 м, прямой:  $P_{\text{эл}} = 0,45$  кВт.

Общая длина торгового охлаждаемого прилавка со стороны покупателей: 9,045 м.

Общая длина торгового охлаждаемого прилавка со стороны обслуживания: 10,085 м.

2. Торговый прилавок для сыров, в стандартном исполнении, с прямым остеклением, планками для ценников на передней стороне и стороне обслуживания, с гладкими витринами с регулируемым наклоном.

Функциональные принадлежности со стороны обслуживания: 2 держателя для кульков, 2 кармана для бумаги, 1 доска для нарезки.

Прилавок для сыров состоит из двух модулей – со стороны обслуживания слева направо:

- 1-й модуль: 2,50 м, прямой, холодопроизводительность 0,48 кВт;
- 2-й модуль: 1,875 м, прямой, холодопроизводительность 0,37 кВт.

Присоединяемые электрические мощности для отдельных модулей:

- 1-й модуль: 2,50 м, прямой:  $P_{\text{эл}} = 0,28$  кВт;
- 2-й модуль: 1,875 м, прямой:  $P_{\text{эл}} = 0,22$  кВт.

Суммарная холодопроизводительность: 0,85 кВт при  $t_o = -10^\circ\text{C}$ .

Общая длина прилавка: 4,455 м.

3. Охлаждаемая витрина для молочных продуктов с 4 рядами полок, планками для ценников, с соответствующей подсветкой. Габариты: глубина 0,5 м; высота спереди 0,45 м; общая высота 1,980 м; общая ширина 1,115 м; общая длина 7,58 м.



Дополнительное оснащение: экономичный пакетный выключатель для перемещения в ночное время снабженных электроприводом контейнеров на катках; возможность внешнего управления транспортными контейнерами в сочетании с распределительным устройством для освещения мест пребывания персонала рынка.

Здесь определяются три зоны для внутренней температуры, а именно:

зона 1:  $t_R = 2^\circ\text{C}$  до  $4^\circ\text{C}$ ;

зона 2:  $t_R = 4^\circ\text{C}$  до  $6^\circ\text{C}$ ;

зона 3:  $t_R = 5^\circ\text{C}$  до  $7^\circ\text{C}$ .

В этом случае заказчик дает предписания касательно зоны 3.

Охлаждаемая витрина для молочных продуктов имеет длину 7,58 м, то есть она состоит из двух стандартных модулей длиной по 3,75 м и двух боковых элементов по 40 мм каждый.

Для одного модуля длиной 3,75 м получаем на основе данных изготовителя холодопроизводительность = 3,65 кВт при температуре кипения  $t_0 = -10^\circ\text{C}$ .

Общая холодопроизводительность: 7,30 кВт при  $t_0 = -10^\circ\text{C}$ .

4. Охлаждаемая витрина для молочных продуктов с 4 рядами полок, планками для ценников, с соответствующей подсветкой. Габариты: глубина 0,5 м; высота спереди 0,45 м; общая высота 1,98 м; общая ширина 1,115 м; общая длина 5,08 м.

Дополнительное оснащение: экономичный пакетный выключатель для перемещения в ночное время снабженных электроприводом контейнеров на катках; возможность их внешнего управления в сочетании с распределительным устройством для освещения мест пребывания персонала рынка. Зоны для внутренних температур идентичны таковым из поз. 3, поскольку речь идет об оборудовании той же серии.

Заказчик дает предписания касательно зоны 3.

Охлаждаемая витрина для молочных продуктов имеет длину 5,08 м, то есть она собирается из двух стандартных модулей по 2,50 м и двух боковых элементов по 40 мм каждый.

Для одного модуля длиной 2,50 м получаем на основе данных изготовителя холодопроизводительность = 2,44 кВт при температуре кипения  $t_0 = -10^\circ\text{C}$ .

5. Охлаждаемая витрина для колбас и деликатесов в упаковке с 4 рядами полок, планками для ценников, с соответствующей подсветкой. Габариты: глубина 0,5 м; высота спереди 0,45 м; общая высота 1,98 м; общая ширина 1,115 м; общая длина 5,08 м.

Прочее оснащение – как в поз. 4.

Три зоны для внутренних температур идентичны таковым в поз. 3, ибо речь идет об оборудовании той же серии. В этом случае заказчик дает предписания касательно зоны 1. Витрина для деликатесов и колбасных изделий имеет длину 5,08 м, то есть она собирается из двух стандартных модулей длиной по 2,50 м и двух боковых элементов по 40 мм каждый.

Для одного модуля длиной 2,50 м в температурной зоне 1 получаем на основе данных изготовителя холодопроизводительность = 2,99 кВт при температуре кипения  $t_0 = -10^\circ\text{C}$ .

Общая холодопроизводительность: 5,76 кВт при  $t_0 = -10^\circ\text{C}$ .

Для низкотемпературной зоны определяются следующие позиции.

1. Охлаждаемая витрина островного типа, в исполнении двойной ширины, с круговым остеклением (термостекло глубокой вытяжки, обеспечивающее зеркальное отражение разложенного товара). Обогреваемые огибающие поручни и угловые элементы песочно-серого цвета. Круговая противоударная стойка для тележек – базальтово-серого цвета. Плинтус и облицовка цоколя – титаново-серого цвета.



Общая длина: 7,94 м; ширина: 1,985 м; высота: 0,88 м.

Прочее оснащение: 26 разделительных решеток шириной по 800 мм для обоих каналов подачи товара.

Открытое торговое низкотемпературное оборудование используется в двух диапазонах температур.

Температурная зона 1 для быстрозамороженных деликатесов на уровне:

$$t_R = -18^\circ\text{C до } -20^\circ\text{C.}$$

Температурная зона 2 для мороженого на уровне:

$$t_R = -22^\circ\text{C до } -24^\circ\text{C.}$$

Низкотемпературная витрина островного типа состоит из двух стандартных модулей, каждая длиной 3,75 м.

Заказчик дает предписания касательно зоны 1. Из технической документации изготовителя выбираем нужную информацию для модуля 1 длиной 3,75 м: холодопроизводительность  $Q_o = 2,245$  кВт при  $t_o = -35^\circ\text{C}$ .

2. Две низкотемпературные витрины островного типа в исполнении двойной ширины, с круговым остеклением (термостекло глубокой вытяжки, обеспечивающее зеркальное отражение разложенного товара). Обогреваемые огибающие поручни и угловые элементы песочно-серого цвета. Круговая противоударная стойка для тележек – базальтово-серого цвета. Плинтус и облицовка цоколя – титаново-серого цвета.

Общая длина: 3,96 м; ширина: 1,985 м; высота: 0,88 м.

Прочее оснащение: каждый ларь – с 12 решетками для разделения товаров.

Заказчик дает предписания касательно температурной зоны 2.

Каждый из двух охлаждаемых ларей состоит из одного стандартного модуля длиной 3,75 м, холодопроизводительность для которого ( $Q_o = 3,36$  кВт) выбирается из составленных изготовителем таблиц параметров при  $t_o = -35^\circ\text{C}$ .

#### Примечание:

Значения холодопроизводительности в таблицах параметров от изготовителя (например, Linde) основаны на заданных характеристиках охлаждаемого торгового оборудования согласно EN441-4, ч. 4, Общие условия испытаний, таблица 1, класс кондиционирования 3: температура в сухом состоянии  $+25^\circ\text{C}$ , относительная влажность воздуха 60%, точка росы  $17^\circ\text{C}$ .

Это означает, что данное значение холодопроизводительности охлаждаемого оборудования приводится из расчета на температуру внутри торговой точки  $+25^\circ\text{C}$  и  $\varphi = 0,60$ . Это более чем достаточно, поскольку среднегодовая температура в магазине обычно значительно ниже  $+25^\circ\text{C}$ .

### 4.4.2.3. Вид и объем холодильных камер для потребительского рынка

#### 4.4.2.3.1. Зона охлаждения

1. Холодильная камера для молочных продуктов, с размерами: длина = 6,45 м; ширина = 2,15 м и высота = 2,80 м (размеры после изоляции) и следующими техническими характеристиками:

$t_R = +4^\circ\text{C до } +6^\circ\text{C}$ ;  $\Delta T_{\text{общ}} = 21$  К;  $t_{\text{нач}} = +20^\circ\text{C}$ ; теплопередача ( $k$ ) = 0,35 Вт/м<sup>2</sup>; охлаждение продукта 16 К; загрузка: 100 кг/м<sup>2</sup> в день; время работы 16 часов/сутки; холодопроизводительность  $Q_o = 2,69$  кВт;

выбранный испаритель: Küba SGBE 51 с  $Q_o = 3,0$  кВт;

$$t_{L1} = +7^\circ\text{C}; \Delta T_1 = 10 \text{ К.}$$

2. Холодильная камера для мяса и колбас, с размерами: длина = 4,75 м; ширина = 1,7 м и высота = 2,60 м (размеры после изоляции) и следующими техническими характеристиками:



$t_R = 0^\circ\text{C}$  до  $+2^\circ\text{C}$ ;  $\Delta T_{\text{общ}} = 25 \text{ K}$ ;  $t_{\text{нач}} = +10^\circ\text{C}$ ; теплопередача ( $k$ ) =  $0,35 \text{ Вт/м}^2$ ; охлаждение продукта  $8 \text{ K}$ ; загрузка:  $100 \text{ кг/м}^2$  в сутки; время работы  $16 \text{ часов/сутки}$ ; холодопроизводительность  $Q_o = 1,79 \text{ кВт}$ ;

выбранный испаритель: Küba SGBE 41 с  $Q_o = 2,10 \text{ кВт}$ ;

$t_{L1} = +2^\circ\text{C}$ ;  $\Delta T_1 = 10 \text{ K}$ .

3. Камера для охлаждения овощей и фруктов, с размерами: длина =  $6,45 \text{ м}$ ; ширина =  $2,15 \text{ м}$  и высота =  $2,80 \text{ м}$  (размеры после изоляции) и следующими техническими характеристиками:

$t_R = +4^\circ\text{C}$  до  $+6^\circ\text{C}$ ;  $\Delta T_{\text{общ}} = 21 \text{ K}$ ;  $t_{\text{нач}} = +20^\circ\text{C}$ ; теплопередача ( $k$ ) =  $0,35 \text{ Вт/м}^2$ ; охлаждение продукта  $16 \text{ K}$ ; загрузка:  $80 \text{ кг/м}^2$  в сутки; время работы  $16 \text{ часов/сутки}$ ; холодопроизводительность  $Q_o = 4,01 \text{ кВт}$ ;

выбранный испаритель: Küba SGBE 71 с  $Q_o = 5,0 \text{ кВт}$ ;

$t_{L1} = +7^\circ\text{C}$ ;  $\Delta T_1 = 10 \text{ K}$ .

4. Установка для подготовки мяса, с размерами камеры: длина =  $7,30 \text{ м}$ ; ширина =  $3,50 \text{ м}$ ; высота =  $2,80 \text{ м}$ . Камера не изолирована; мощность действующего в ней электрооборудования приводится заказчиком (это может быть гриль, ополаскивающая машина и упаковочный механизм с  $P_{\text{общ}} = 6 \text{ кВт}$ ). Температура в камере  $t_R = +15^\circ\text{C}$ . Расчет расхода холода:

$Q_o = 10,0 \text{ кВт}$ ;

выбранный испаритель: Küba DPB 043L с  $Q_o = 10,61 \text{ кВт}$ ;

$t_{L1} = +17^\circ\text{C}$ ;  $\Delta T_1 = 10 \text{ K}$ .

#### 4.4.2.3.2. Низкотемпературная зона

Низкотемпературная камера на нижнем этаже, с размерами (после изоляции): длина =  $4,6 \text{ м}$ ; ширина =  $2,65 \text{ м}$  и высота =  $2,32 \text{ м}$  и следующими техническими характеристиками:

$t_R = -21^\circ\text{C}$  до  $-23^\circ\text{C}$ ;  $\Delta T_{\text{общ}} = 48 \text{ K}$ ;  $t_{\text{нач}} = -12^\circ\text{C}$ ; теплопередача ( $k$ ) =  $0,35 \text{ Вт/м}^2$ ; охлаждение продукта  $11 \text{ K}$ ; загрузка:  $150 \text{ кг/м}^2$  в сутки; время работы  $18 \text{ часов/сутки}$ ; удельная теплоемкость продукта – после замораживания:

$c = 1,85 \text{ кДж/кг}$ ; холодопроизводительность  $Q_o = 3,0 \text{ кВт}$ ;

выбранный испаритель: Küba SGBE 71 с  $Q_o = 3,88 \text{ кВт}$ ;

$t_{L1} = -20^\circ\text{C}$ ;  $\Delta T_1 = 10 \text{ K}$ .

#### 4.4.2.4. Сводная таблица рабочих параметров для зон охлаждения и замораживания

Таблица 4.37

Объекты охлаждения	$Q_o$ , кВт	$t_o$ , °C
Поз. 1. Охлаждаемый прилавок для мяса и колбас	2,07	-10
Поз. 2. Охлаждаемый прилавок для сыров	0,85	-10
Поз. 3. Охлаждаемая витрина 1 для молочных продуктов	7,30	-10
Поз. 4. Охлаждаемая витрина 2 для молочных продуктов	4,88	-10
Поз. 5. Охлаждаемая витрина для деликатесов и колбас	5,76	-10
Поз. 6. Холодильная камера для молочных продуктов	3,0	-3
Поз. 7. Холодильная камера для мяса и колбас	2,10	-8



Таблица 4.37 (окончание)

Объекты нормального охлаждения	$Q_o$ , кВт	$t_o$ , °C
Поз. 8. Камера для охлаждения овощей и фруктов	5,0	-3
Поз. 9. Цех для подготовки мясных продуктов	10,61	+7
	Общая холодо- производительность 41,57 кВт	Исходная температура испарения $t_o = -10^\circ\text{C}$

Коэффициент одновременности: 0,90.

Таблица 4.38

Рекомендации по определению коэффициента одновременности: зона охлаждения

Число объектов охлаждения	Коэффициент одновременности
от 0 до 5	0
от 6 до 10	0,90
свыше 10	0,85

В низкотемпературной зоне в целях безопасности лучше отказаться от коэффициента одновременности.

Общая холодопроизводительность в зоне нормального охлаждения:  
 $41,57 \text{ кВт} \cdot 0,90 = 37,41 \text{ кВт}$  при  $t_o = -10^\circ\text{C}$ .

Низкотемпературные объекты	$Q_o$ , кВт	$t_o$ , °C
Поз. 1. Низкотемпературная витрина островного типа 1	4,49	-35
Поз. 2. Низкотемпературная витрина островного типа 2, для мороженого	3,36	-35
Поз. 3 Низкотемпературная витрина островного типа 3, для мороженого	3,36	-35
Поз. 4. Низкотемпературный прилавок	3,25	-31
	Общая холодо- производительность 14,46 кВт	Исходная температура кипения $t_o = -35^\circ\text{C}$

Определение коэффициента одновременности – отпадает. При наличии всего четырех объектов охлаждения в низкотемпературной зоне приходится отказаться от этого по соображениям безопасности.

#### 4.4.3. Выбор низкотемпературной установки с переохлаждением жидкости

Низкотемпературная установка, работающая на хладагенте R 507 с компрессорами Bitzer-Octagon и переохладителем жидкости, выбирается по данным технической документации следующим образом (табл. 4.39).

Для всасывающего трубопровода изначально вычисляется потеря давления  $\Delta T_{SL} = 2 \text{ К}$ , так что параметры комбинированной низкотемпературной установки выбираются с расчетом на температуру испарения  $t_o = -37^\circ\text{C}$  и температуру конденсации  $t_c = +40^\circ\text{C}$ .

Таблица 4.39

№ п/п	Тип	Компрессор		Холодопроизводительность, кВт, при температуре конденсации 40°C															
		Кол-во (шт.)	Тип	$t_{в1}$	$t_0$	-25	-27	-29	-30	-32	-34	-35	-36	-37	-39	-40	-41	-43	-45
1	VPM 305-4641	3	4FC-3.2Y	20	A	7,23	6,49	5,80	5,48	4,90	4,35	4,08	3,83	3,58	3,10	2,88	2,66	2,25	1,86
					B	21,99	19,73	17,65	16,67	14,90	13,23	12,42	11,64	10,89	9,45	2,66	8,10	6,84	5,67
2	VPM 305-4661	3	4EC-4.2Y	20	A	9,16	8,26	7,42	7,02	6,29	5,59	5,26	4,94	4,62	4,02	3,73	3,45	2,93	2,44
					B	27,85	25,12	22,57	21,36	19,13	17,02	16,00	15,01	14,05	12,22	11,35	10,51	8,91	7,42
3	VPM 305-4681	3	4DC-5.2Y	20	A	11,07	9,99	8,96	8,46	7,50	6,61	6,20	5,81	5,44	4,75	4,44	4,14	3,62	3,17
					B	33,66	30,37	27,24	25,74	22,81	20,12	18,86	17,57	16,53	14,45	13,50	12,61	11,01	9,65

№ п/п	Тип	Компрессор		Мощность на зажимах, кВт, при температуре конденсации 40°C															
		Кол-во (шт.)	Тип	$t_{в1}$	$t_0$	-25	-27	-29	-30	-32	-34	-35	-36	-37	-39	-40	-41	-43	-45
1	VPM 305-4641	3	4FC-3.2Y	20		9,00	8,46	7,93	7,68	7,20	6,70	6,45	6,19	5,93	5,40	5,13	4,85	4,29	3,72
2	VPM 305-4661	3	4EC-4.2Y	20		11,07	10,51	9,94	9,66	9,10	8,52	8,22	7,91	7,59	6,94	6,60	6,25	5,54	4,80
3	VPM 305-4681	3	4DC-5.2Y	20		13,47	12,73	11,99	11,61	10,81	10,04	9,66	9,29	8,92	8,21	7,86	7,52	6,85	6,21



**Выбрано:** Celsius VPM 305-4681 с тремя компрессорами Bitzer 4DC-5.2Y, с добавочными вентиляторами для охлаждения головки цилиндра, с холодопроизводительностью  $Q_o = 16,53$  кВт и производительностью переохладителя  $Q_o = 5,44$  кВт.

Потребляемая мощность на зажимах составляет  $P_{кп} = 8,92$  кВт в рабочей точке.

Объем поставки:

Агрегаты серии типоразмеров VPP и VPM состоят из нескольких полугерметичных моторно-компрессорных блоков, работающих в параллельной схеме на общий холодильный цикл.

Все относящиеся к этим агрегатам аппараты, трубопроводы, устройства, арматура и коммутационные аппараты размещены на общей устойчивой станине в виде готового к подключению компактного модуля в сборе, с уложенными трубами, с лаковым покрытием RAL 5010 (цвет – базальтовый голубой) и с изоляцией на стороне всасывания.

Каждый агрегат при этом уже заправлен специальным маслом для холодильных машин и защитным газом.

Исполнение и оснащение соответствуют действующим нормам техники безопасности согласно BGV D4, предписаниям Органов технического надзора, нормативам для сосудов под давлением и регламентациям по обращению с ними, а также рекомендациям AD.

Агрегат указанной выше серии состоит, в частности, из 3–6 штук одинаковых по размеру, одноступенчатых, полугерметичных моторных компрессоров фирмы Bitzer для зон соответственно охлаждения и замораживания.

Компрессоры с встроенным электродвигателем снабжены добавочным вентилятором, дифференциальным выключателем давления масла (при использовании компрессоров Octagon не требуется предохранительный выключатель давления масла), системой обогрева картера и электронным реле защиты двигателя.

Станина выполнена с таким расчетом, чтобы можно было без принятия каких-либо дополнительных мер навесить теплообменник для системы регенерации тепла (сетевая или техническая вода) либо установить переохладитель хладагента с принадлежностями.

Соединения трубопроводов предусмотрены у границы агрегата. Безупречное функционирование обеспечивают также:

- 1 коллектор для отвода масла на стороне всасывания и для отделения жидкости;
- 1 до 4 фильтров-осушителей на стороне всасывания;
- 1 общий нагнетательный трубопровод;
- 1 щит управления со следующими устройствами:
  - 1 манометр высокого давления с глицериновым наполнителем;
  - 1 манометр давления всасывания с глицериновым наполнителем;
  - 1 предохранительное реле давления (DWFK);
  - 1 предохранительное реле давления (DWK);
  - 1 ограничитель давления (DBK);
  - 1 ограничитель давления (SDBK);
  - 1 регулятор давления всасывания для зависимого от него управления компрессорами, или – на выбор – измерительный преобразователь низкого давления, или – на выбор – реле контроля высокого давления для управления вентиляторами конденсатора или измерительный преобразователь высокого давления;
- 1 коллектор для хладагента: с двумя смотровыми стеклами, электронным контролем уровня, предохранительным клапаном, запираемым с обеих сторон фильтром-осушителем, смотровым стеклом с индикатором влажности и запорным клапаном;
- 4–6 штук резино-металлических элементов – в зависимости от веса и длины установки.

Таблица 4.40

№ п/п	Тип	Компрессор		Холодопроизводительность, кВт, при температуре конденсации 45°C													
		Кол-во (шт.)	Тип	$t_{в1}$	$t_{с}$	5	0	-2	-4	-5	-6	-8	-10	-12	-14	-15	-16
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
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
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
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

№ п/п	Тип	Компрессор		Мощность на зажимах, кВт, при температуре конденсации 45°C													
		Кол-во (шт.)	Тип	$t_{в1}$	$t_{с}$	5	0	-2	-4	-5	-6	-8	-10	-12	-14	-15	-16
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
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
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
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



#### 4.4.4. Выбор стандартной холодильной компаунд-установки

Комбинированная низкотемпературная установка оснащена переохладителем жидкого хладагента. Холодопроизводительность такого теплообменника составляет:  $Q_{o,U} = 5,44$  кВт.

Переохлаждение жидкого хладагента в комбинированной низкотемпературной установке осуществляется через установку для охлаждения. Переохладитель жидкого хладагента (R 507/испаритель R 507) выполнен в виде пластинчатого теплообменника и снабжен терморегулирующим вентилем, электромагнитным клапаном, запорным клапаном, трубопроводом и комплектной изоляцией.

Этот теплообменник можно рассматривать как еще один объект охлаждения комбинированной установки в режиме охлаждения.

По этой причине следует принимать в расчет более высокую холодопроизводительность выбираемой холодильной установки, а именно:

$$Q_o = 37,41 \text{ кВт при } t_o = -12^\circ\text{C} (\Delta T_{SL} = 2 \text{ К уже учтено})$$

$$+ Q_{o,U} = 5,44 \text{ кВт}$$

$$Q_{o, \text{общ}} = 42,85 \text{ кВт при } t_o = -12^\circ\text{C}.$$

Как можно видеть из технической документации изготовителя (табл. 4.40), здесь выбирается установка охлаждения для R 507 с компрессорами фирмы Bitzer.

Выбрано: Celsius VPP 300-4701 с тремя компрессорами Bitzer 4CC-6.2Y, с холодопроизводительностью  $Q_o = 45,60$  кВт и потребляемой мощностью на зажимах  $P_{кл} = 22,00$  кВт.

Температура кипения  $t_o = -12^\circ\text{C}$ , а температура конденсации  $t_c = +45^\circ\text{C}$ .

#### 4.4.5. Расчет холодильных коэффициентов

Агрегат для охлаждения:

$$Q_o = 45,60 \text{ кВт};$$

$$P_{кл} = 22,00 \text{ кВт};$$

$$\varepsilon = \frac{Q_o}{P_{кл}} = \frac{45,60 \text{ кВт}}{22,0 \text{ кВт}} = 2,07.$$

Низкотемпературный агрегат:

$$Q_o = 16,53 \text{ кВт};$$

$$P_{кл} = 8,92 \text{ кВт};$$

$$\varepsilon = \frac{Q_o}{P_{кл}} = \frac{16,53 \text{ кВт}}{8,92 \text{ кВт}} = 1,85.$$

Низкотемпературный агрегат с переохладителем:

$$Q_o = 16,53 \text{ кВт};$$

$$Q_{o,U} = 5,44 \text{ кВт};$$

$$Q_{o, \text{общ}} = 21,97 \text{ кВт при равной потребляемой мощности на зажимах};$$

$$P_{кл} = 8,92 \text{ кВт}.$$

Если производительность переохладителя показать через увеличение ( $\varepsilon$ ) низкотемпературной установки ( $T_k$ ), потребуется повышение потребляемой мощности на величину:

$$P_{кл, Tk} = Q_{o, U} / \varepsilon_{Tk} = 5,44 \text{ кВт} / 1,85 = 2,94 \text{ кВт}.$$

Но в силу того, что переохладитель рассматривается в качестве еще одного охлаждаемого объекта установки охлаждения ( $K_1$ ), это дополнительное потребление мощности снижается до величины:

$$P_{кл, Tk} = Q_{o, U} / \varepsilon_{Nk} = 5,44 \text{ кВт} / 2,07 = 2,63 \text{ кВт}$$

При рассмотрении действия переохладителя жидкости в  $lgP, h$ -диаграмме (хладагент R 507,  $t_o = -35^\circ\text{C}$ ;  $t_c = +40^\circ\text{C}$ ;  $t_3 = +38^\circ\text{C}$  без переохладителя;  $t_3 = 0^\circ\text{C}$  с переохладителем) обнаруживается следующее:

– получение полезного холода без применения переохладителя жидкости:

$$q_{ON,1} = h_1 - h_4 = 349 - 255 = 94 \text{ кДж/кг};$$

– получение полезного холода с применением переохладителя жидкости

$$q_{ON,2} = h_1 - h_4 = 349 - 200 = 149 \text{ кДж/кг}.$$

Таким образом, использование переохладителя жидкости способствует увеличению получаемого полезного холода более чем на 50%. При равной холодопроизводительности сокращается расход массы хладагента, так что для рассматриваемой комбинированной установки может быть выбран компрессор меньшего размера.

Эта разница отчетливо проявляется при проектировании низкотемпературной установки без переохладителя жидкости.

Установка типа VPM 300 4210, о которой идет речь, обеспечивает с помощью трех компрессоров типа 4T-8.2Y холодопроизводительность  $Q_o = 18,53 \text{ кВт}$  с  $P_{кл} = 13,38 \text{ кВт}$ . Холодильный коэффициент в этом случае  $\varepsilon = 1,38$ .

#### 4.4.6. Выбор конденсаторов с воздушным охлаждением

Заказчику желательно установить конденсаторы как можно дальше от здания, чтобы исходящий от них шум не превышал уровня в 40 дБ(А) при измерении с расстояния 5 метров.

Каждой холодильной установке предназначен свой конденсатор с воздушным охлаждением фирмы Guntner, предлагаемый в вертикальном исполнении.

Оба конденсатора монтируются на стальном основании над входом в подземный гараж, расположенный на нижнем этаже.

Удаленность от комбинированной установки в машинном зале, размещенном на уровне нижнего этажа, составляет  $l_{геом} = 25$  метров.

##### 4.4.6.1. Выбор конденсатора для установки нормального охлаждения

Здесь предлагаются следующие технические характеристики:

$$Q_o = 45,60 \text{ кВт};$$

$$+ P_{кл} = 22,00 \text{ кВт};$$

$$Q_c = 67,60 \text{ кВт}.$$

Температура воздуха на входе  $t_{LE} = +32^\circ\text{C}$ ; температура кипения  $t_o = -12^\circ\text{C}$ ; температура конденсации  $t_c = +45^\circ\text{C}$ ;  $\Delta T = 13 \text{ К}$ .

##### 4.4.6.2. Выбор конденсатора для низкотемпературной установки

Предлагаемые технические параметры:

$Q_o = 16,53 \text{ кВт}$ ;  $Q_{o,u} = 5,44 \text{ кВт}$ ;  $P_{кл} = 8,92 \text{ кВт}$ ;  $t_c = +40^\circ\text{C}$  и  $t_{LE} = +32^\circ\text{C}$ ;  $\Delta T = 8 \text{ К}$ ; поправочный коэффициент для разности температур, отличной от 15 К,  $f_2 = 0,55$ .

$$Q_o = 16,53 - 5,44 = 11,09 \text{ кВт}.$$

$$Q_o = 11,09 \text{ кВт};$$

$$+ P_{кл} = 8,92 \text{ кВт};$$

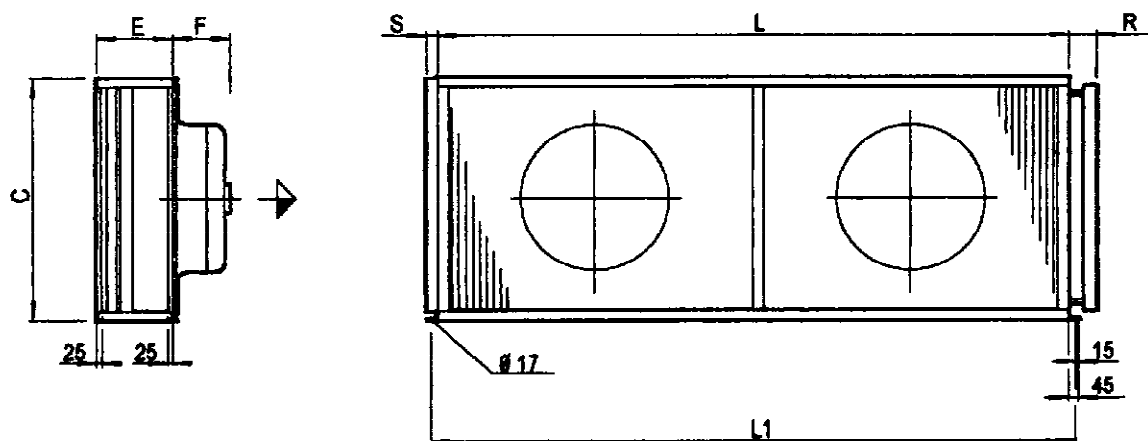
$$Q_c = 20,01 \text{ кВт}.$$

# 300 Глава 4. Практические проекты холодильных установок

Рис. 4.71.

Конденсатор		S-GVV 082C/2-E(D)	
<b>Производительность:</b>	67,6 кВт	<b>Хладагент:</b>	<b>R507</b>
Объемный расход воздуха:	17 900 м <sup>3</sup> /час	Температура нагретого газа:	74,0°C
Воздух на входе:	32,0°C	Температура конденсации:	45,0°C
Геодезическая высота:	0 м	Выход конденсата:	43,5°C
Теплопроводность	22,1 Вт/м <sup>2</sup> · К	Объемный расход нагретого газа:	13,67 м <sup>3</sup> /час
		Расход массы потока:	1552 кг/час
		Падение давления:	0,54 К
<b>Вентиляторы:</b>	2 шт. 3/400/500	Уровень звукового давления: на расстоянии:	39 дБ(А) 5,0 м
<b>Характеристика двигателей</b>		звуковая мощность:	66 дБ(А)
– число оборотов:	380 в мин		
– мощность:	0,25 кВт		
– потребление тока:	0,67 А		
<b>Корпус:</b>	Оцинкованная сталь, RAL 7032	Трубы теплообменника:	Медь
Поверхность теплообмена:	335,0 м <sup>2</sup>	Ребра:	алюминий
Емкость труб:	41 л	Присоединения	
Шаг ребер:	2,4 м	– входной патрубок:	35,0 × 1,5 мм
Проходы:	8	– выходной патрубок:	35,0 × 1,5 мм
Порожний вес:	365 кг	– нитки трубопровода:	11
<b>Размеры устройства (мм):</b>			
длина =	2650 мм		
ширина =	550 мм		
высота =	865 мм		
число лап:	–		

(S – выходной патрубок: 35,0 × 1,5 мм; коллекторная труба: 35,0 × 1,5 мм.)



L = 4000 мм

E = 490 мм

R = 110 мм

C = 1185 мм

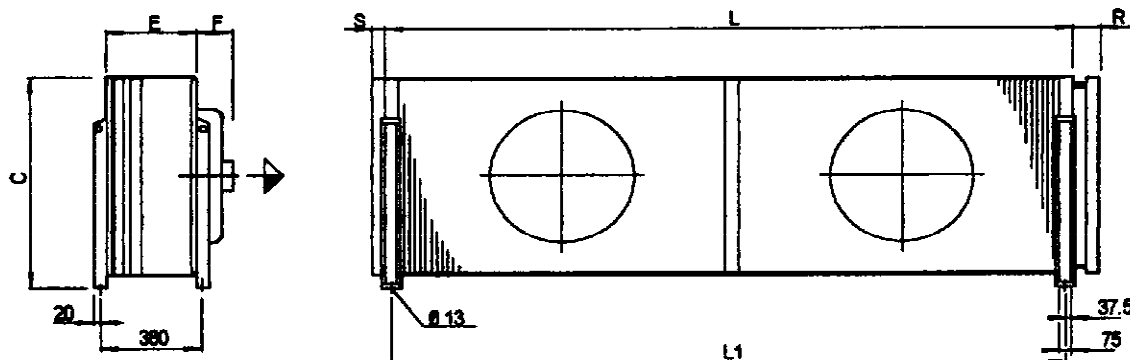
L1 = 4060 мм

S = 50 мм

F = 360 мм

Рис. 4.72.

Конденсатор		GVV 052C/2-L(S)	
<b>Производительность:</b>	20,1 кВт	<b>Хладагент:</b>	<b>R507</b>
Объемный расход воздуха:	8 480 м <sup>3</sup> /час	Температура нагретого газа:	69,0°C
Воздух на входе:	32,0°C	Температура конденсации:	40,0°C
Геодезическая высота:	0 м	Выход конденсата:	39,0°C
Теплопроводность	21,8 Вт/м <sup>2</sup> · К	Объемный расход нагретого газа:	4,64 м <sup>3</sup> /час
		Расход массы потока:	452 кг/час
		Падение давления:	0,0084 К
<b>Вентиляторы:</b>	2 шт. 3/400/500	Уровень звукового давления: на расстоянии:	40 дБ(А) 5,0 м
<b>Характеристика двигателей</b>		звуковая мощность:	66 дБ(А)
– число оборотов:	640 в мин		
– мощность:	0,20 кВт		
– потребление тока:	0,41 А		
<b>Корпус:</b>	Оцинкованная сталь, RAL 7032	<b>Трубы теплообменника:</b>	Медь
Поверхность теплообмена:	149,6 м <sup>2</sup>	<b>Ребра:</b>	алюминий
Емкость труб:	30 л	– входной патрубок:	35,0 × 1,5 мм
Шаг ребер:	2,2 мм	– выходной патрубок:	35,0 × 1,5 мм
Проходы:	4	– нитки трубопровода:	31
Порожний вес:	179 кг		
<b>Размеры устройства (мм):</b>			
длина =	2650 мм		
ширина =	550 мм		
высота =	865 мм		
число лап: –			



L = 2650 мм    E = 340 мм    R = 100 мм  
 C = 865 мм    L1 = 2575 мм    S = 50 мм  
 F = 210 мм

#### 4.4.7. Проектирование шумоглушителей для агрегатов

Заказчик предписывает использование шумоглушителей в нагнетательном трубопроводе. На основе заданной геометрической длины  $l_{\text{геом}} = 25$  метров для нагнетательного трубопровода рассчитываем для установки охлаждения:

Нагнетательный трубопровод (DL):  $35 \times 1,5$  мм (добавка 30% на неизвестные фитинги с учетом преимущественно прямой прокладки труб). Выбор подходящего шумоглушителя производится с учетом размера нагнетательного трубопровода.

Выбранный шумоглушитель: фирмы AC + R; тип S-6413, пайка 35 мм,  $L = 34$  мм и  $D = 102$  мм.

Таблица. 4.41. Шумоглушитель

Модель	Размеры				Мощность, кВт
	Соединения дюймы	мм	$\varnothing A$ мм	B мм	
S-6302 M		6	76	197	5,0
S-6303 M	3/8	10	76	197	8,0
S-6304	1/2	12	76	197	8,0
S-6305	5/8	16	76	197	9,0
S-6307	7/8	22	76	246	10,0
S-6311	1 1/8	28	76	246	10,0
S-6404	1/2	12	102	171	10,0
S-6405	5/8	16	102	171	17,5
S-6407	7/8	22	102	178	35,0
S-6411	1 1/8	28	102	337	42,0
S-6413	1 3/8	35	102	349	100,0
S-6415	1 5/8	42	102	464	125,0
S-6621	2 1/8	54	152	533	150,0
S-6625	2 5/8	67	152	533	300,0
S-6631	3 1/8	80	152	568	400,0

Шумоглушители для горизонтального или вертикального монтажа предназначены для поглощения пульсаций в трубопроводе сжатого газа, протекающего от компрессора. Отражательные щитки в устройствах рассчитаны на минимальное падение давления. Они изменяют скорость течения газа внутри глушителя и приводят к затуханию волн высокой частоты у компрессоров с относительно большим числом оборотов, равно как и пульсацию в установках с компрессорами более низкого числа оборотов. Выбор параметров шумоглушителя осуществляется в зависимости от размера трубопровода сжатого газа.

Так, модели серии S-63 пригодны для максимального рабочего давления 34,5 бар, серии S-64 и S-66 – для давления 31,0 бар. Последние оснащены F.P.T-соединением 1/8" для использования дополнительного перепускного клапана. Все перечисленные модели могут монтироваться как вертикально, так и горизонтально.

Для низкотемпературной установки при длине  $l_{\text{геом}} = 25$  м с добавлением 30% на неизвестные фитинги получаем нагнетательный трубопровод (DL):  $22 \times 1$  мм.

Выбранный шумоглушитель: фирмы AC + R; тип S-6407, пайка 22 мм,  $L = 178$  мм и  $D = 102$  мм.

#### 4.4.8. Выбор регулятора давления для испарителя в цехе подготовки мяса

Для производственного цеха был выбран испаритель Küba DPB043L с  $Q_o = 10,6$  кВт;  $t_{L1} = +17^\circ\text{C}$ ;  $\Delta T_1 = 10$  К; во всасывающий трубопровод прямо на выходе из испарителя встраивается регулятор давления с учетом того, что температура кипения  $t_o = +7^\circ\text{C}$  значительно выше рабочей температуры агрегата  $t_o = -12^\circ\text{C}$ .

Данный регулятор служит для поддержания постоянного давления в испарителе и, следовательно, постоянной температуры на его поверхности. Регулирование осуществляется по принципу модулирования. В результате дросселирования во всасывающем трубопроводе объем хладагента согласуется с нагрузкой испарителя. Регулятор действует на закрытие, как только давление в испарителе падает ниже установленной величины.

Расчет регулятора давления в испарителе типа KVP фирмы Danfoss:

Давление в испарителе DPB043L должно удерживаться на уровне рабочего давления  $P_o = 7,68$  бар; это соответствует температуре кипения  $t_o = +7^\circ\text{C}$ .

Регулятор давления в испарителе настраивается таким образом, чтобы при давлении  $P_o = 6,6$  бар он обеспечивал закрытие во избежание образования налета инея на испарителе.

Это давление соответствует температуре  $t_s = +2^\circ\text{C}$ .

Табличные значения номинальной производительности основаны на температуре кипения  $t_o = -10^\circ\text{C}$ , температуре жидкого хладагента  $t_v = +25^\circ\text{C}$ , перепаде давления в регуляторе  $\Delta P = 0,2$  бар и величине сдвига 0,6 бар.

В целях более точного выбора параметров регулятора давления в испарителе производится пересчет текущей производительности последнего с помощью различных поправочных коэффициентов.

Таблица 4.42

Операция 1: поправочные коэффициенты для температуры жидкости $t_v$										
$t_v, ^\circ\text{C}$	10	15	20	25	30	35	40	45	50	
R 134a	0,88	0,92	0,96	1,0	1,05	1,10	1,16	1,23	1,31	
R 22	0,90	0,93	0,96	1,0	1,05	1,10	1,13	1,18	1,24	
R 404A / R 507	0,84	0,89	0,94	1,0	1,07	1,16	1,26	1,40	1,57	
R 407C	0,88	0,91	0,95	1,0	1,05	1,11	1,18	1,26	1,35	
Операция 2: поправочные коэффициенты для сдвига										
Сдвиг, бар	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	Надо определить поправочный коэффициент сдвига для данного клапана. Сдвиг клапана — это разность требуемой температуры испарения и минимальной температуры		
KVP 12										
KVP 15	2,5	1,4	1,0	0,77	0,67	0,59				
KVP 22										
KVP 28		1,4	1,0	0,77	0,67	0,59	0,53			
KVP 35										
Операция 3:										
$Q_{o, \text{скорректир}} = Q_{o, \text{испарителя}}$	· поправочный коэффициент от $t_v$ · поправочный коэффициент на сдвиг									



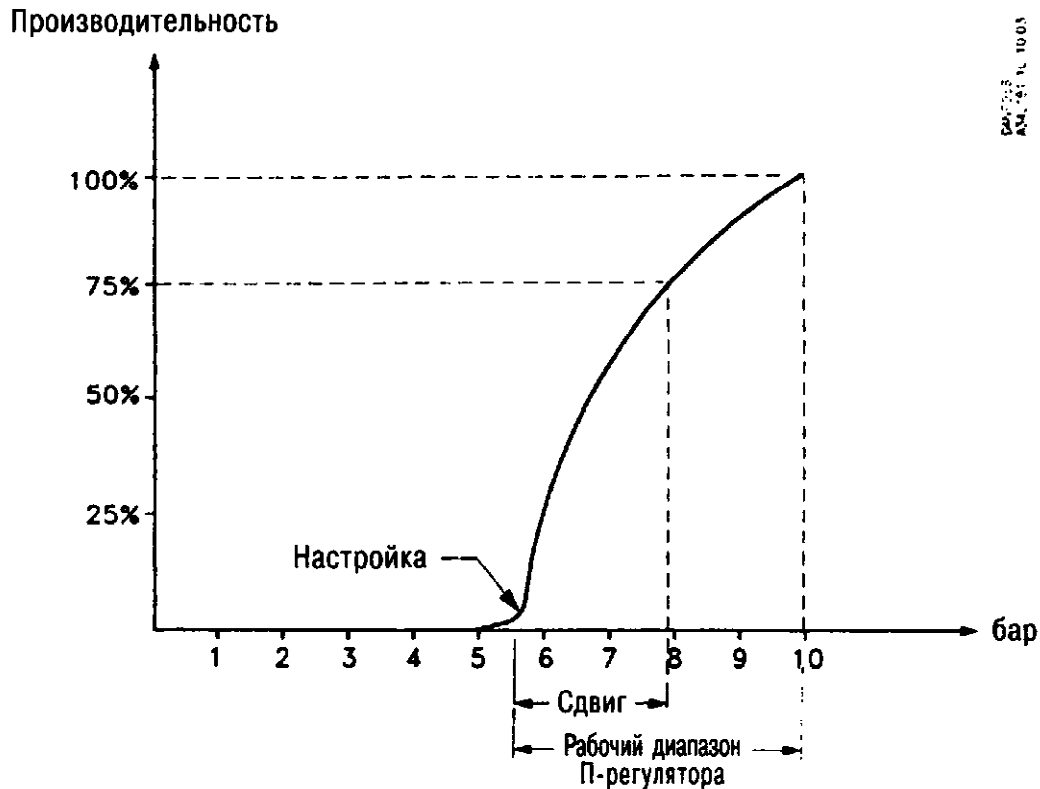


Рис. 4.73. Диапазон пропорциональности

Диапазон пропорциональности (рабочий диапазон пропорционального регулятора) определен как давление, необходимое для перехода клапана из закрытого положения в положение полного открытия.

**Пример:** Если клапан пропорционального регулирования настроен таким образом, что он открывается при давлении на входе = 4 бар, а рабочий диапазон П-регулятора = 1,7 бар, то такой клапан достигает максимальной производительности, когда давление на входе повышается до 5,7 бар.

**Сдвиг:** Здесь речь идет о разнице между желаемым рабочим давлением/температурой и минимально допустимым давлением/температурой. Сдвиг всегда является частью диапазона пропорциональности.

#### Пример расчета:

Испаритель типа DPB043L фирмы Küba для камеры подготовки мяса (соединение на стороне всасывания: 35 мм).

#### Технические характеристики:

R 507;  $t_{L1} = +17^{\circ}\text{C}$ ;  $\Delta T_1 = 10 \text{ K}$ ;  $t_o = +7^{\circ}\text{C}$ ;  $P_o = 7,68 \text{ бар}$ ;  $Q_{o, \text{Vda}} = 10,61 \text{ кВт}$ ; давление при закрытии клапана  $P_s = 6,60 \text{ бар}$ ,  $t_s = +2^{\circ}\text{C}$ .

Поправочные коэффициенты согласно табл. 4.42:

$t_3 = +43^{\circ}\text{C}$ ; коэффициент  $t_v$ : 1,32.

Сдвиг:

$\Delta P = P_o - P_s = 7,68 \text{ бар} - 6,60 \text{ бар} = 1,08 \text{ бар}$ .

$\Delta P = 1,08 \text{ бар}$ ; коэффициент: 0,67.

$Q_{o, \text{скорректир}} = 10,61 \cdot 1,32 \cdot 0,67 = 9,38 \text{ кВт}$ .

Выбор по таблицам изготовителя: тип KVP35 с  $Q_o = 9,6 \text{ кВт}$ ;  $\Delta P_{\text{клапана}} = 0,20 \text{ бар}$ , R 507.

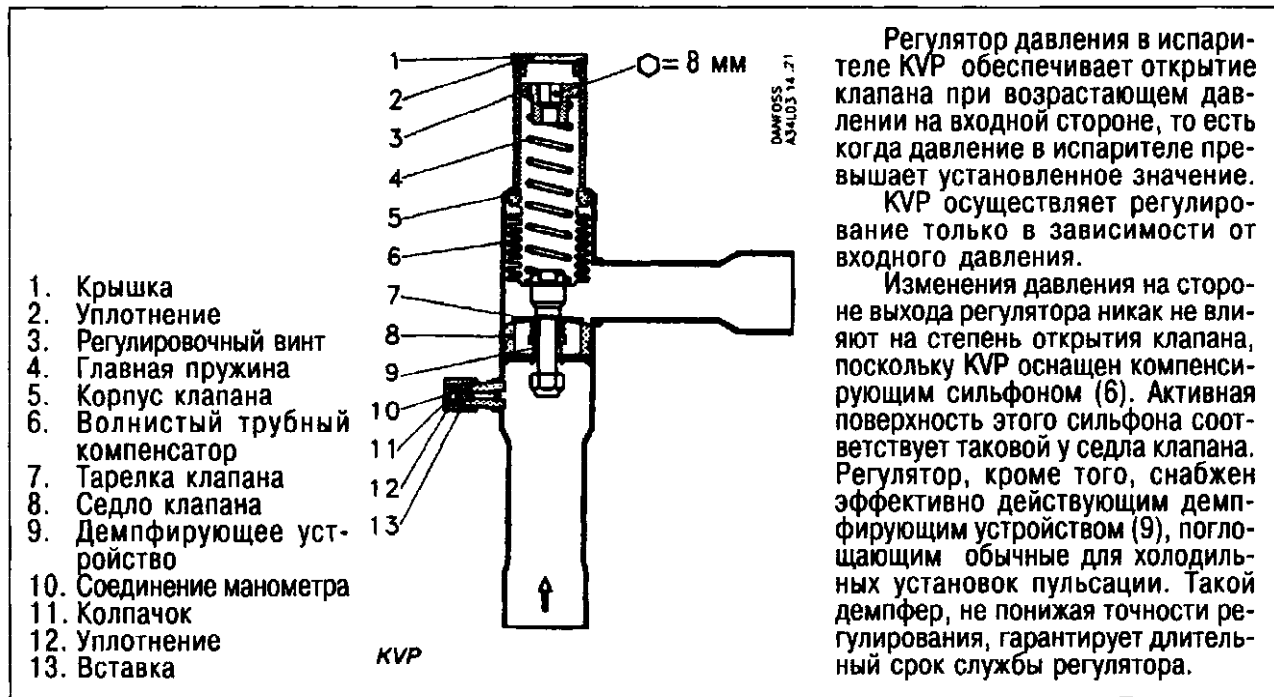


Рис. 4.74. Конструктивное исполнение и принцип действия регулятора давления в испарителе

#### 4.4.9. Планирование и выбор элементов электронного регулирования установок в технологии 19" фирмы Wurm

##### 4.4.9.1. Установка для охлаждения

Комбинированная холодильная установка типа VPP 300-4701 фирмы Celsius, оснащенная тремя полугерметичными компрессорами серии Octagon типа 4CC-6.2Y фирмы Bitzer, содержит регулятор давления всасывания типа DCC 940, с микропроцессорным управлением, для оптимальной подгонки текущей производительности компрессора к требуемой холодопроизводительности. Дополнительная экономия энергии достигается за счет того, что повышение давления всасывания осуществляется с учетом показаний датчика температуры камеры типа TRK 277 и датчика энтальпии типа RHS 950, установленных в торговом зале в подходящем месте под потолком.

Изменение базовой нагрузки производится в зависимости от продолжительности работы компрессоров и частоты их включений.

В нагнетательном коллекторном трубопроводе комбинированной установки монтируется измерительный преобразователь высокого давления (от 0 до 25 бар), а во всасывающем коллекторном трубопроводе – измерительный преобразователь низкого давления (от -0,5 до 7 бар).

В монтажной 19"-стойке размещается – для каждого из трех компрессоров – свой контрольно-регулирующий модуль с микропроцессорным управлением типа СМС 880Т, с выключателем-переключателем с ручного режима на автоматический и встроенным счетчиком рабочих часов.

Для конденсатора с воздушным охлаждением типа S-GVV 082C/2-E фирмы Guntner, а также конденсатора низкотемпературной установки типа GVV 052C/2-L предусмотрен смонтированный в 19"-каркасе для печатных плат (в дверце распределительного шкафа) общий регулятор давления конденсации типа DCF 940.

## 306 Глава 4. Практические проекты холодильных установок

Это устройство служит для регулирования давления конденсации путем подгонки производительности вентиляторов к требуемой производительности конденсации. Регулятору через позицию 15 задается рабочий режим «2», что подразумевает наличие двух функционирующих независимо друг от друга конденсаторов. Оба они и регулируются затем абсолютно автономно. Чувствительные элементы датчиков давления в высоконапорных коллекторных трубах комбинированной установки нормального и глубокого охлаждения преобразуют измеряемую величину высокого давления 0–25 бар в электрический сигнал 4–20 мА.

Для упрощения сигнала используется два зеркальных модуля типа IMR 950. Соответствующая схема приведена на рис. 4.75.

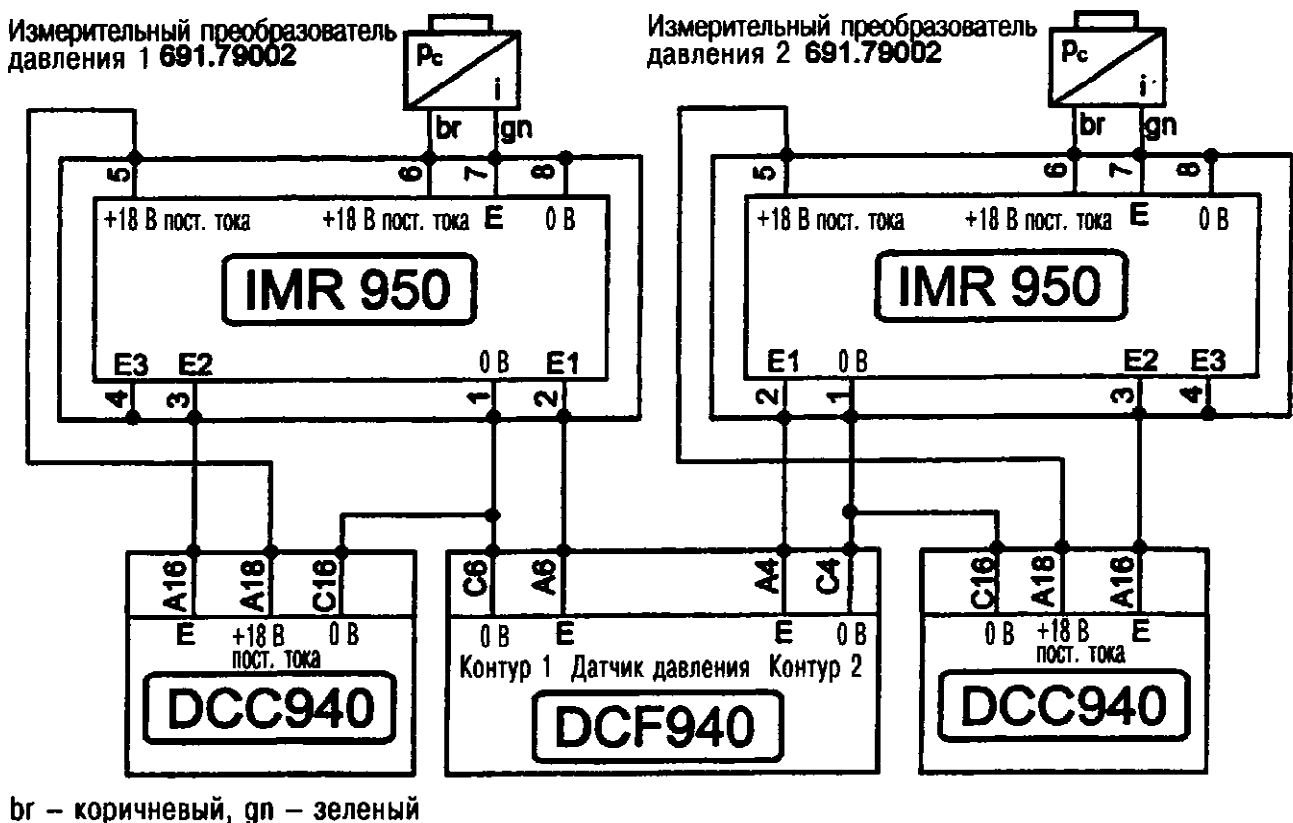


Рис. 4.75. Контроль давления конденсации в сочетании с DCF 940 и DCC 940. Два объединенных цикла с общим регулятором давления конденсации DCF 940 и двумя (отдельно для каждого контура) регуляторами давления всасывания DCC 940

Включение и отключение двигателей вентиляторов конденсаторов может осуществляться, например, с помощью контроллера. Кроме прочего, повышение температуры конденсации  $t_c$  происходит также в зависимости от внешней температуры. При этом рост начинается с температур выше  $+14^\circ\text{C}$  и при  $t_{\text{amb}} = +30^\circ\text{C}$  достигает своего максимального уровня. Максимальное значение требуемого повышения температуры при  $t_{\text{amb}} = +30^\circ\text{C}$  может устанавливаться регулятором DCF 940 в позиции 10 «макс. сдвиг  $\Delta T_c$ » в диапазоне от 0 до 7,5.

Внешняя температура  $t_{\text{amb}}$  измеряется чувствительным элементом датчика типа TRK 277 и индицируется регулятором в позиции 5 «температура наружного воздуха».



Рис. 4.76. Сдвиг заданного значения температуры конденсации  $T_C$  в зависимости от температуры наружного воздуха  $T_A$

#### 4.9.1.1. Разделение объектов охлаждения на контуры регулирования

Поз. 1. Комбинированный охлаждаемый прилавок: 1-й контур регулирования «мясо», состоящий из сборных модулей длиной 2,50 м + 1,875 м + внутреннего угла 45°; 2-й контур регулирования «колбаса», модуль длиной 3,75 м.

Поз. 2. Охлаждаемый прилавок для сыров: один контур регулирования, состоящий из модулей длиной 2,50 и 1,875 м.

Поз. 3. Охлаждаемая витрина для молочных продуктов 1: один контур регулирования; два модуля длиной по 3,75 м.

Поз. 4. Охлаждаемая витрина для молочных продуктов 11: один контур регулирования; два модуля длиной по 2,50 м.

Поз. 5. Охлаждаемая витрина для колбас: один контур регулирования; два модуля длиной по 2,50 м.

Поз. 6. Холодильная камера для молочных продуктов: испаритель с электрической системой оттаивания.

Поз. 7. Холодильная камера для мяса: испаритель с электрической системой оттаивания.

Поз. 8. Камера для охлаждения фруктов: испаритель с электрической системой оттаивания.

Поз. 9. Цех подготовки мяса: испаритель без электронагрева при оттаивании.

Для охлаждаемых объектов без нагревания при оттаивании используется трехпозиционный регулятор типа DTC 910, специально разработанный для охлаждаемого торгового оборудования и холодильных камер. Он выполняет функции контроля, регулирования и управления процессом оттаивания, причем регулированию и контролю подлежат три разных контура с тремя разными заданными температурами.

#### Распределение:

Поз. 1 и 2: один регулятор DTC 910, 3 датчика.

Поз. 3, 4 и 5: один регулятор DTC 910, 3 датчика.

Для охлаждаемых объектов с нагревом при оттаивании находит применение регулятор типа MDC 910 с микропроцессорным управлением. Он специально разработан для функций регулирования, управления процесса оттаивания и кон-

## 308 Глава 4. Практические проекты холодильных установок

троля охлаждаемого торгового оборудования и холодильных камер с системой нагрева при оттаивании с использованием электричества или горячего газа. Прибор MDC 910 может содержать максимум 4 датчика, функции которых представлены ниже.

### Распределение:

Поз. 6: 1 регулятор MDC 910, 2 датчика.

Поз. 7: 1 регулятор MDC 910, 2 датчика.

Поз. 8: 1 регулятор MDC 910, 2 датчика.

Поз. 9: 1 регулятор DTC 910, 1 датчик.

Для каждого контура регулирования предусмотрен индивидуальный датчик, выполняющий функцию регулирующего и сигнального термостатов



Рис. 4.77. Расположение чувствительных элементов датчиков относительно регулируемых контуров (охлаждаемых объектов) 1–3

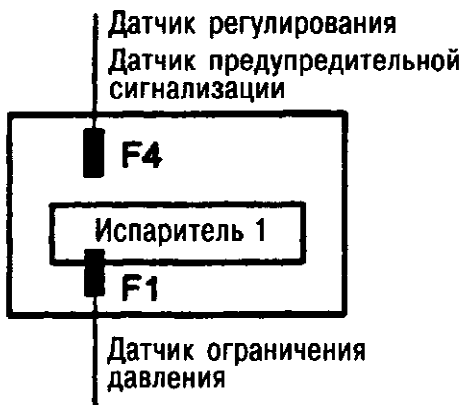


Рис. 4.78. Компоновка датчиков у охлаждаемых объектов с одним испарителем, подлежащим оттаиванию путем нагревания электричеством/горячим газом

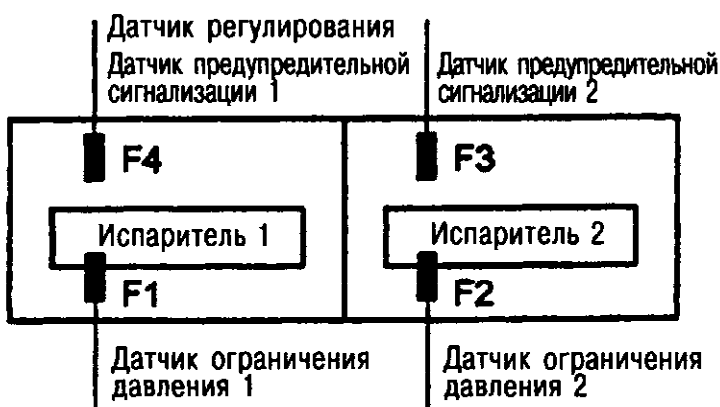


Рис. 4.79. Компоновка датчиков у охлаждаемых объектов с двумя испарителями, подлежащими оттаиванию путем нагревания электричеством/горячим газом



#### 4.4.9.2. Низкотемпературная установка

Низкотемпературная установка типа VPM 305-4681 фирмы Celsior, с тремя полугерметичными компрессорами серии Octagon типа 4DC-5.2Y фирмы Bitzer, также содержит комбинированный регулятор DCC 940. Оптимизация давления всасывания осуществляется и здесь на основе температуры камеры и относительной влажности воздуха.

Во всасывающем трубопроводе монтируется измерительный преобразователь низкого давления от  $-0,5$  до 7 бар, а в нагнетательном трубопроводе, соответственно, измерительный преобразователь высокого давления от 0 до 25 бар. Для каждого из трех холодильных компрессоров низкотемпературной установки предусматривается (тоже с монтажом в 19"-каркасе для печатных плат) по одному контрольно-регулирующему модулю типа СМС 880Т, с микропроцессорным управлением, с переключателем по принципу «ручной режим – выключено – автоматический режим» и встроенным счетчиком рабочих часов.

##### 4.4.9.2.1. Разделение низкотемпературных объектов на регулируемые контуры

Поз. 1. Низкотемпературная витрина островного типа в исполнении двойной ширины:

2 модуля длиной по 3,75 м (по 2 испарителя на каждый модуль).

Поз. 2. Низкотемпературная витрина островного типа для мороженого в исполнении двойной ширины: один модуль длиной 3,75 м (2 испарителя).

Поз. 3. Низкотемпературная витрина островного типа для мороженого в исполнении двойной ширины: один модуль длиной 3,75 м (2 испарителя).

Поз. 4. Низкотемпературная камера: испаритель с электронагревом при оттаивании.

##### Выбор и распределение регуляторов:

Поз. 1. 2 регулятора MDC 910, 2 × 2 датчика.

Поз. 2. 1 регулятор MDC 910, 2 датчика.

Поз. 3. 1 регулятор MDC 910, 2 датчика.

Поз. 4. 1 регулятор MDC 910, 2 датчика.

Согласно Постановлению о хранении быстрозамороженных продуктов и действующим регламентам НАССР, низкотемпературная камера должна быть оснащена еще одним измерительным устройством для регистрации температуры, например типа Frigodoc-Junior фирмы Wurm, с датчиком типа TRK J-7.

Подобный прибор монтируется слева от дверной коробки снаружи помещения.

##### 4.4.9.3. Регистрация рабочих режимов и сообщений о неисправностях

Для охлаждаемых объектов используется устройство переключения и индикации KSM 910, индицирующее рабочие состояния различных (до 3) объектов охлаждения, причем на каждый из них приходится по 2 светодиода для режимов «охлаждения» и «оттаивания». Контактная и индикаторная плата KSM 910 располагает тремя переключателями (включено/выключено). Всего планируется установить по принципу 19"-технологии 5 индикаторных плат



KSM 910. Сообщения о неисправностях регистрируются и передаются с помощью 8-канального индикаторного прибора SAM 900, обладающего индивидуальным вводом сигналов о неисправностях на уровне двух приоритетов, например:

приоритет 1 – серьезная авария, сигнал которой будет передан и в ночное время,

приоритет 2 – технический сбой с выводом сообщения только в рабочее время.

В случае любого сбоя, неисправности, аварии и проч. спустя 5 секунд проходит соответствующее сообщение по шине общей аварийной сигнализации, которая должна быть соединена с блоком аварийной сигнализации VSR900, находящимся в распределительном шкафу. Этот блок передает сигнал дальше – на так называемый щит дистанционного управления рынком, сигнальное табло WTB 940-Akku.

Такое табло WTB940 или WTB 940-Akku служит целям централизованного контроля за торговым оборудованием, принимая до трех разных сообщений о неисправностях, выдаваемых в виде звукового сигнала. Для передачи аварийных сигналов имеется 3 контакта без потенциала.

#### 4.4.10. Технологическая схема

См. Приложение 4.

#### 4.4.11. Контрольные задания

##### 4.4.11.1.

Пользуясь номограммами для R 507, определить параметры трубопроводов хладагента для двух холодильных установок, прибавив к соответствующей геометрической длине труб (м) 30% из расчета на неизвестные фитинги.

Комплектная трубопроводная сеть монтируется на потолке подземного гаража или смежных складских помещений нижнего этажа.

От отдельных охлаждаемых объектов через выполненные колонковым бурением отверстия в полу трубопроводы хладагента прокладываются к потолку подземного гаража или складских помещений.

##### 4.4.11.2.

Полученные результаты внесите в таблицу. Не забудьте об изоляции Armaflex для жидкостного трубопровода низкотемпературного агрегата.

##### 4.4.11.3.

Разработать проекты терморегулирующих вентилей для испарителей во всех холодильных камерах.

**Примечание:**  $t_3$  охлаждения = +43°C ;  $t_3$  замораживания = 0°C.

##### 4.4.11.4.

Определить параметры электромагнитных клапанов в жидкостных трубопроводах испарителей. Пластинчатый теплообменник для переохлаждения жидкости в серийном варианте оснащен соответствующими компонентами.

*4.4. Проект: холодильное оборудование для потребительского рынка*



*4.4.11.5.*

Выполнить расчеты фильтров-осушителей и шаровых запорных клапанов для объектов охлаждения.

*4.4.11.6.*

Выбрать подходящий регулятор давления в испарителе для охлаждаемой витрины сыров.