

ГЛАВА 4

ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРОЕКТЫ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

4.1. Проект: холодильная камера «под ключ»

4.1.1. Исходная ситуация

Некий овцевод хотел бы иметь для охлаждения баранины небольшую камеру с встроенным холодильным агрегатом. Такая камера должна быть рассчитана на хранение примерно шести бараньих полутуш, причем владелец не исключает вероятности размещения и большего объема продукции. Холодильник будет находиться в специально предусмотренном для этой цели помещении, причем теплоту от холодильного агрегата предполагается отводить через заранее подготовленный оконный проем. Сам дом стоит на небольшом склоне, а упомянутое выше монтажное помещение находится в задней части здания – как раз на откосе. Прямоугольное, не оборудованное подвалом помещение по длине и ширине до самого верха покрыто грунтом.

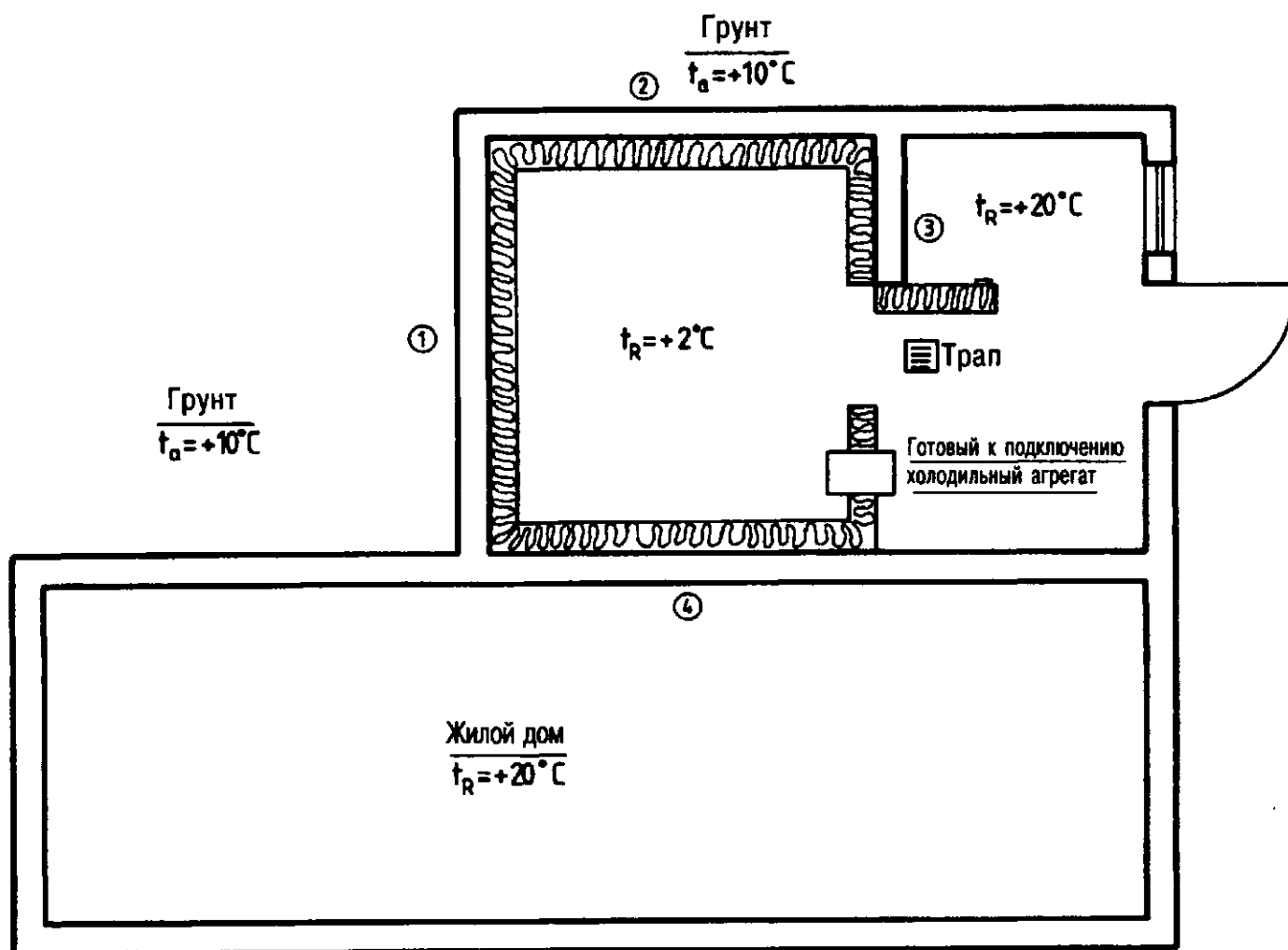


Рис. 4.1. Общий план (без масштаба)

4.1.2. Определение базовых данных, необходимых для проектирования холодильной установки

Коэффициент теплопередачи (k) холодильной камеры типа 60/215 составляет $0,32 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$.

Размеры холодильной камеры с полом (см. рис. 4.1):

- ширина снаружи $2,10 \text{ м}$;
- длина снаружи $2,10 \text{ м}$;
- высота снаружи $2,15 \text{ м}$;
- площадь F_i $3,92 \text{ м}^2$;
- объем V_i $8,0 \text{ м}^3$.

Убойный вес овец составляет $25\text{--}35 \text{ кг}$, то есть на одну полутушу приходится примерно 15 кг . Удельная теплоемкость баранины равна $2,78 \text{ кДж/кг} \cdot \text{К}$. Начальная температура поступающего в холодильник продукта $t_{\text{нач}} = +30^\circ\text{C}$, температура камеры t_r принимается равной $+2^\circ\text{C}$.

4.1.3. Расчет расхода холода

4.1.3.1. Теплоприток через ограждения камеры

Стена 1:

$$Q_E = F \cdot k \cdot \Delta T, \text{ Вт.}$$

$$Q_{E1} = (1,98 \cdot 2,03) \cdot 0,32 \cdot 8 = 10,29.$$

$$Q_{E1} = \mathbf{10,29 \text{ Вт.}}$$

Стена 2:

$$Q_E = F \cdot k \cdot \Delta T, \text{ Вт.}$$

$$Q_{E2} = (1,98 \cdot 2,03) \cdot 0,32 \cdot 8 = 10,29.$$

$$Q_{E2} = \mathbf{10,29 \text{ Вт.}}$$

Стена 3:

$$Q_E = F \cdot k \cdot \Delta T, \text{ Вт.}$$

$$Q_{E3} = (1,98 \cdot 2,03) \cdot 0,32 \cdot 18 = 23,15.$$

$$Q_{E3} = \mathbf{23,15 \text{ Вт.}}$$

Стена 4:

$$Q_E = F \cdot k \cdot \Delta T, \text{ Вт.}$$

$$Q_{E4} = (1,98 \cdot 2,03) \cdot 0,32 \cdot 18 = 23,15.$$

$$Q_{E4} = \mathbf{23,15 \text{ Вт.}}$$

Потолок камеры:

$$Q_E = F \cdot k \cdot \Delta T, \text{ Вт.}$$

$$Q_{E5} = (1,98 \cdot 1,98) \cdot 0,32 \cdot 18 = 22,58.$$

$$Q_{E5} = \mathbf{22,58 \text{ Вт.}}$$

Пол камеры:

$$Q_E = F \cdot k \cdot \Delta T, \text{ Вт.}$$

$$Q_{E6} = (1,98 \cdot 1,98) \cdot 0,32 \cdot 8 = 10,03.$$

$$Q_{E6} = \mathbf{10,03 \text{ Вт.}}$$

$$Q_{E \text{ общ}} = \mathbf{99,49 \text{ Вт.}}$$

Вычисленный расход холода в соответствии с притоком теплоты в камеру проверяется затем с помощью прилагаемой технической документации (см. рис. 4.2).

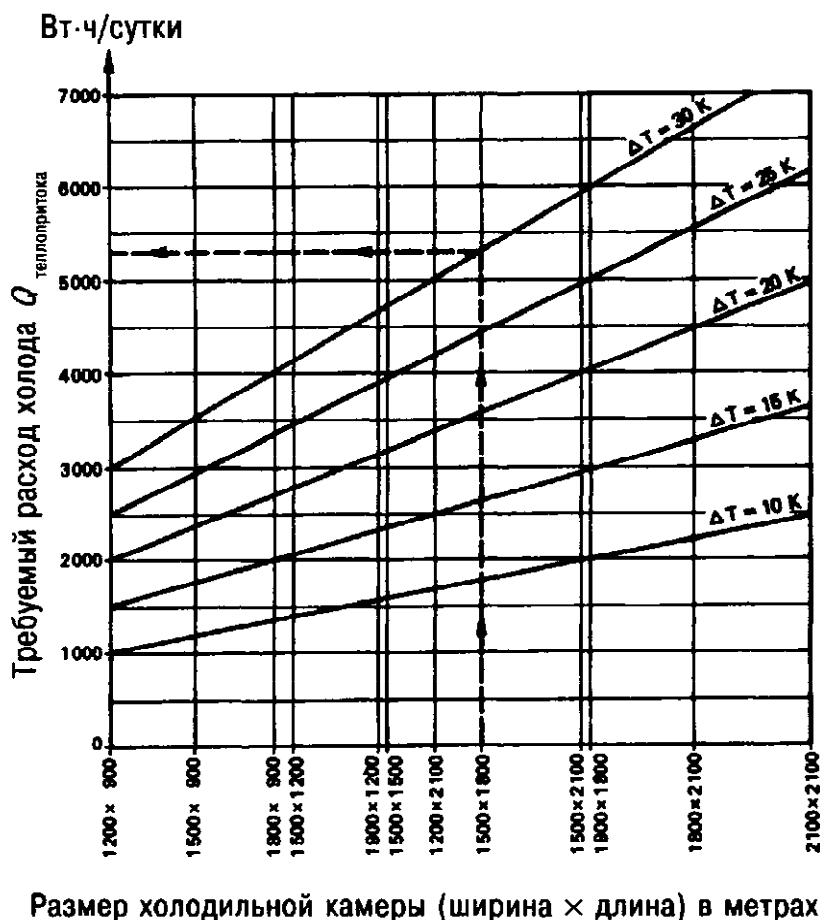


Рис. 4.2. Расход холода с учетом разности внутренней температуры холодильной камеры и температуры окружающего воздуха (приток теплоты)

Поскольку одна половина теплопритока должна рассчитываться с $\Delta T = 18 \text{ К}$, осуществляем проектирование сначала с $\Delta T = 20 \text{ К}$. Полученный результат: 5 000 Вт·ч/сутки, что соответствует $Q_E = 5\,000 \text{ Вт·ч/сутки} : 24 \text{ ч/сутки} = 208,33 \text{ Вт}$; для 50% теплового потока: 104,16 Вт.

Другая половина теплопритока рассчитывается с разностью температур $\Delta T = 8 \text{ К}$ – смотрим по диаграмме $\Delta T = 10 \text{ К}$. Имеем результат: 2 500 Вт·ч/сутки, что соответствует $Q_E = 2\,500 : 24 = 104,16 \text{ Вт}$; для оставшихся 50%: 52,08 Вт.

Вычисленная величина: $Q_{E \text{ общ}} = 99,49 \text{ Вт}$.

Сравниваемое значение: $Q_{E \text{ общ}} = 156,34 \text{ Вт}$.

4.1.3.2. Расход холода на освещение и вентиляцию

Согласно составленной изготовителем таблице параметров, используется постоянное значение $Q_{\text{теплогенератора}} = 600 \text{ Вт·ч/сутки}$.

$$Q_{\text{теплогенератора}} = 600 : 24 = 25 \text{ Вт.}$$

Контрольный расчет:

При ежедневном 8-часовом свечении лампы с овальной колбой серийного производства мощностью 60 Вт расчет дает следующий результат:

$$Q_{\text{освещения}} = (i \cdot P \cdot \tau) : 24,$$

где i – число ламп, штук;

P – мощность, Вт;

τ – продолжительность включения, часов в сутки.

$$Q_{\text{освещения}} = (1 \cdot 60 \cdot 8) : 24 = 20 \text{ Вт.}$$

Таблица 4.1. Требуемый расход холода

Частота открытия дверей, 1/сутки	Требуемый расход холода, Вт·ч/сутки, при размере холодильной камеры (ширина × глубина), мм			
	1 200 × 900 2 500 × 900	1 500 × 1 200 1 800 × 900	1 500 × 1 500 1 500 × 1 800 1 800 × 1 200 2 100 × 1 200	1 500 × 2 100 1 800 × 1 800 1 800 × 2 100 2 100 × 2 100
10	290	350	580	720
30	350	465	755	930
100	465	580	930	1 160

4.1.3.3. Воздухообмен при открытой двери холодильной камеры

Согласно табл. 4.1, устанавливается частота открытия двери по 10 раз в сутки (это вполне приемлемо, учитывая не столь большую массу охлаждаемого продукта).

Результат: $Q_{\text{воздухообмена}} = 7\,200 \text{ Вт·ч/сутки}$, что соответствует $Q_{\text{воздухообмена}} = 7200 : 24 = 300 \text{ Вт}$.

Контрольный расчет:

По таблице «Энтальпия воздуха для холодильных камер» (Брайдерт/Шиттенгельм, 3-е издание, стр. 46) при $t_R = +2^\circ\text{C}$ определяется величина $\Delta h = 36,08 \text{ кДж/м}^3$ – с учетом состояния наружного воздуха: $t_a = +20^\circ\text{C}$ и $\phi_a = 0,50$.

$$Q_{\text{воздухообмена}} = (V_R \cdot i \cdot \Delta h) : 86\,400, \text{ кВт},$$

где V_R , м^3 ;

i – число открытий в сутки, согласно табл. 4.1;

10 открытий в сутки.

$$Q_L = (8 \cdot 10 \cdot 36,08) : 86\,400 = 0,0334 \text{ кВт}.$$

$$Q_L = 33,4 \text{ Вт}.$$

4.1.3.4. Расход холода на охлаждение продукта

Согласно рис. 4.3, при разности температур $\Delta T = 28 \text{ К}$ получаем расход холода $2\,500 \text{ Вт·ч/сутки}$ – с учетом суточного грузооборота 100 кг и продолжительности охлаждения 24 часа.

Результат: $Q_{\text{охлаждения}} = 2\,500 \text{ Вт·ч/сутки}$, что соответствует $Q_{\text{охлаждения}} = 2\,500 : 24 = 104,16 \text{ Вт}$.

Контрольный расчет:

На основе представленных выше данных вычисляется расход холода на охлаждение загруженного продукта, а именно:

$$Q_{\text{охлаждения}} (m \cdot c \cdot \Delta T) : 86\,400, \text{ кВт},$$

где m – масса охлаждаемого продукта, кг/сутки ;

c – удельная теплоемкость, $\text{кДж/кг} \cdot \text{К}$ (перед охлаждением);

ΔT – разность температур, К .

$$Q_{\text{охлаждения}} = (90 \cdot 2,78 \cdot 28) : 86\,400 = 0,0811$$

$$Q_{\text{охлаждения}} = 0,0811 \text{ кВт} = 81,08 \text{ Вт}$$

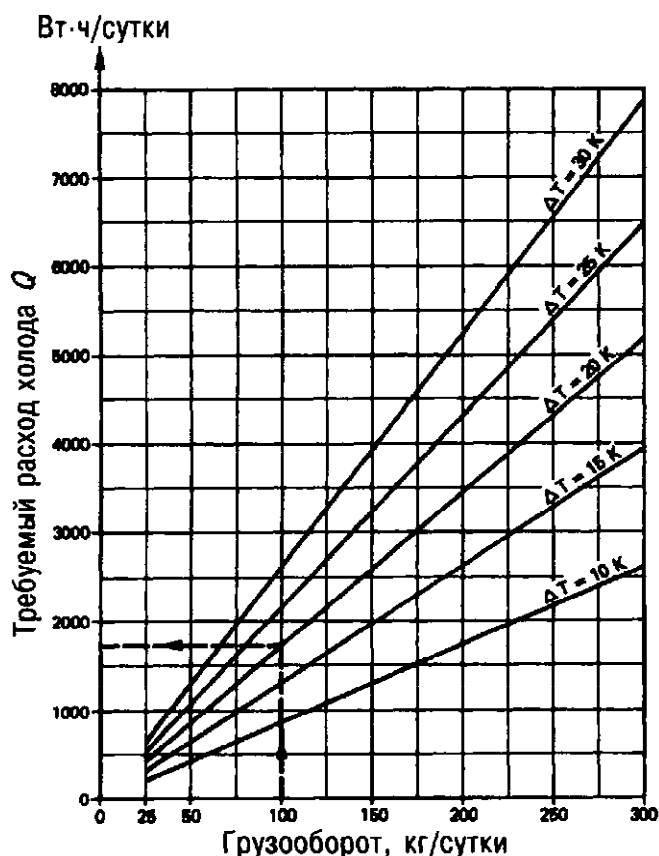


Рис. 4.3. Расход холода при охлаждении загруженного продукта в течение 24 часов

Данная холодильная камера включается лишь в день забоя скота и работает еще какое-то время, так что проектная продолжительность охлаждения 24 часа здесь вполне оправдана. В другой ситуации придется считаться с увеличением расхода холода на соответствующий поправочный коэффициент.

Пример

Допустим, продолжительность охлаждения загруженного в холодильную камеру продукта составляет не 24, а только 12 часов.

$$f = 24 \text{ ч} / 12 \text{ ч} = 2.$$

Табличное значение: $2\,500 \text{ Вт}\cdot\text{ч}/\text{сутки} \cdot 2 = 5\,000 \text{ Вт}\cdot\text{ч}/12 \text{ часов охлаждения}$.

Определение полной потребности в холоде:

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{Е общ}} + Q_{\text{теплогенератора}} + Q_{\text{воздухообмена}} + Q_{\text{охлаждения}}$$

$$Q_{\text{общ}} = 99,49 + 25 + 30 + 104,16 + 258,65.$$

$$Q_{\text{общ}} = 258,65 \text{ Вт}.$$

Выбирается холодильный агрегат типа CS500SE с электронным регулированием, автоматическим оттаиванием, хладагентом R134a и холодопроизводительностью $Q_0 = 450 \text{ Вт}$ при температуре в камере $t_R = +2^\circ\text{C}$ и температуре окружающей среды $t_a = +25^\circ\text{C}$.

4.1.4. Калькуляция холодильной установки

Холодильная камера Testo 60 мм высотой 2 150 мм, с полом размером 2 100 × 2 100 мм согласно прейскуранту:

- € 3 435 – камера, поставка франко-местонахождение на территории ФРГ;
 - € 75 – монтажное отверстие для холодильного агрегата;
 - € 1 739 – готовый к работе холодильный агрегат CS 0500 SE с хладагентом R 134a и электронным регулированием.
-
- € 5 249 – скидка 30%;
= 3 675 × 1,4 = 5 145 €.

Время, затраченное на монтаж камеры охлаждения, включая готовый к работе холодильный агрегат, оплачивается по расчетной почасовой ставке € 41/час.

Монтажное время при этом исчисляется из расчета на каждый квадратный метр (наружной) площади камеры, что составляет обычно около 15–20 минут.

$$F_{\text{общ}} = 26,88 \text{ м}^2;$$

$$\text{время} = 0,33 \text{ часа/м}^2;$$

$$\text{в сумме} = 8,87 \text{ часов.}$$

Калькуляция агрегата: на распаковку, транспортировку, монтаж, ввод в эксплуатацию отводится примерно 2 часа.

Итак, общие затраты на монтажные работы при удаленности от заказчика на 15 км (за каждый километр € 14) вычисляются таким образом:

$$8,87 \text{ ч} + 2 \text{ ч} = 10,87 \text{ ч} \cdot 41 \text{ ч} = € 446.$$

Полная цена: € 5 605 плюс установленный налог на добавленную стоимость.

4.1.5. Предложение

Г-ну Э. Мюллеру
Кирхштр, 20
55490 Менгершид

Уважаемый г-н Мюллер,
благодарим за Ваш запрос от 18.03.2002 и направляем изложенное далее.

Предложение

Наше Предложение касается, в частности, холодильной камеры Testo 60 мм высотой 2 150 мм, с полом и готовым к работе холодильным агрегатом для хладагента R134a.

Объем поставки:

Поз. 1.

Холодильная камера для рекомендуемой разности температур до $\Delta T = 30 \text{ К}$ согласно VDI (Союз германских инженеров) 2055 с толщиной стен 60 мм.

Изоляция стен – из высококачественного жесткого пенополиуретана, вспененного с использованием циклопентана, с плотностью пены 40 кг/м^3 и коэффициентом теплопередачи $k = 0,32 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$.

Поверхности – из листовой стали на алюминиево-цинковой основе, с прочным эпоксидно-полиэфирным покрытием, цвет – белый.

Согласно проекту, элементы камеры собираются из сэндвич-панелей со сплачиванием в шпунт и гребень на основе винтовой стяжки. Верхняя сторона пола выполнена с тиснением из высококачественного стального листа и вполне пригодна для колесных нагрузок до 1 000 Н на одно колесо (на пневматической шине) или, соответственно, равномерно распределенной поверхностной нагрузки до $30\,000 \text{ Н/м}^2$.

Дверь с диаметром в свету $600 \times 1900 \text{ мм}$, $800 \times 1900 \text{ мм}$ или $1000 \times 1900 \text{ мм}$ – на выбор. Дверной упор согласно ДИН – на выбор слева или справа.

Дверь холодильной камеры – с прижимно-рычажным затвором, цилиндрическим замком и аварийным открывателем, щитом управления с встроенным выключателем света, градуированным термометром и компенсационным клапаном для выравнивания давления (с наружной стороны дверной коробки), внутренним освещением посредством овального светильника мощностью 60 Вт.

Размеры:

- ширина, снаружи 2,10 м;
- длина, снаружи 2,10 м;
- высота, снаружи 2,15 м;
- площадь, внутри $3,92 \text{ м}^2$;
- объем, внутри $8,0 \text{ м}^3$.

**Поз. 2.**

Готовый к работе холодильный агрегат для подвешивания к элементу камеры в предварительно подготовленном монтажном отверстии – компактный, изготовленный «под ключ», предназначенный для холодильной камеры, с устойчивым крутильно-жестким корпусом, белого цвета, с защитной решеткой для вентилятора-испарителя, согласно ДИН 31001. Температурный диапазон от +19 до –2°C.

Комплектное холодильно-техническое оборудование, включающее в себя следующее.

Малозумный герметичный поршневой компрессор с защитным выключателем обмотки, воздушным конденсатором с вентилятором, испарителем, терморегулирующим вентилем, коллектором-осушителем, защитным реле давления.

Циркуляционная система охлаждения (комплектная пайка без резьбовых соединений) с заправкой хладагентом R134a. Электронная регулировка температуры с программированием заданных значений через клавиатуру и цифровой индикацией температуры холодильной камеры. Установка времени оттаивания с помощью электронагревателя; при температурах холодильной камеры выше +3°C предусмотрено оттаивание на основе циркуляции воздуха. Регулировка влажности воздуха в холодильной камере – за счет предварительной установки времени работы вентилятора испарителя. Имеется возможность подключения дверного контакта блокировки двери. При выходе из строя системы регулирования – работа через аварийный выключатель, смонтированный до уровня эксплуатационной готовности и оснащенный соединительным проводом длиной 5 м и безопасной штепсельной вилкой.

Данный холодильный агрегат соответствует европейским и германским стандартам ЕН и ДИН, отвечает требованиям BGV, снабжен сертификатом соответствия ЕС.

Технические характеристики агрегата CS0500SE:

Холодопроизводительность	450 Вт
Температура камеры	+2°C
Температура окружающей среды	+25°C
Потребляемая мощность	240 Вт
Потребление тока на:	
– общую работу охлаждения	1,3 А
– нагрев при оттаивании	3,7 А
Заправка хладагентом	0,6 кг R134a
Уровень звукового давления	59 дБ(А), измерение на расстоянии 1 м и на высоте 1,60 м при номин. мощности в смонтированном виде
Напряжение	230 В

Размеры:

– высота	700 мм
– ширина	427 мм
– длина	880 мм
– масса	49,5 кг

Цена описанной выше поставки (позиции 1 и 2) франко-местонахождение, включая монтаж холодильной камеры и агрегата, ввод в эксплуатацию, а также инструктаж обслуживающего персонала:

€ 5 605 + налог на добавленную стоимость.

Срок поставки: 14 дней.

Срок действия данного Предложения: 3 месяца.

Гарантия: 1 год.

Условия платежа: согласно предварительной договоренности

Работы, выполняемые силами заказчика: подготовленный и выровненный по уровню пол, штепсельная розетка с защитным (заземленным) контактом вблизи холодильной камеры.

Технологическая схема камеры представлена на рис. 4.4.

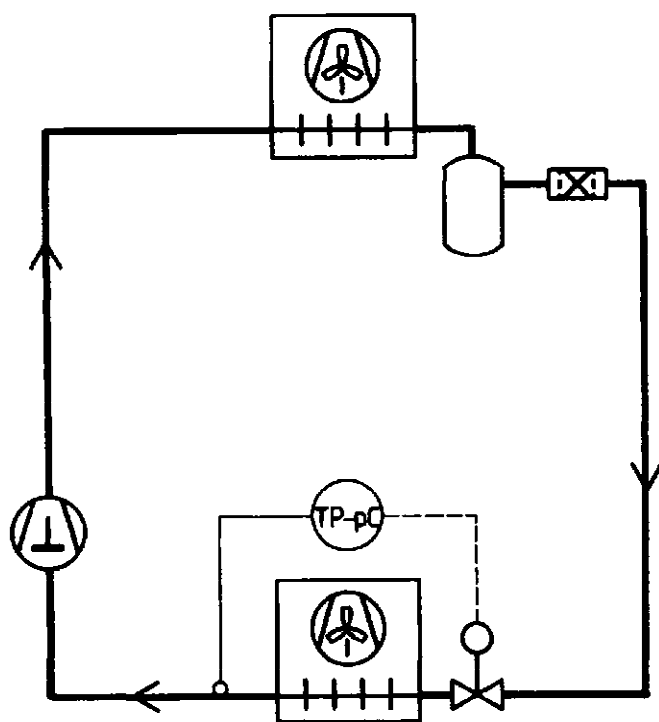


Рис. 4.4. Холодильная камера «под ключ»

4.1.6. Контрольные задания

Для административного здания одного лесного хозяйства требуется разработать проект холодильной камеры – с полом из высококачественной стали, причем монтаж ее предусматривается в зоне нижнего этажа или подземного гаража с имеющимся доступом (и возможным подъездом) снаружи.

Данный холодильник должен быть рассчитан таким образом, чтобы он был пригоден для работы с готовым к подключению холодильным агрегатом и способен охлаждать до 15 туш косуль либо 10 туш диких свиней. Предполагается, далее, что забитые животные в выпотрошенном виде будут подвешиваться в камере на специальных крюках.

Заданные технические характеристики:

1. Холодильная камера в исполнении Tecto Spezial 100 с вогнутым полом в виде ванны из высококачественной стали, вертикальными стенами с угловыми радиусами.

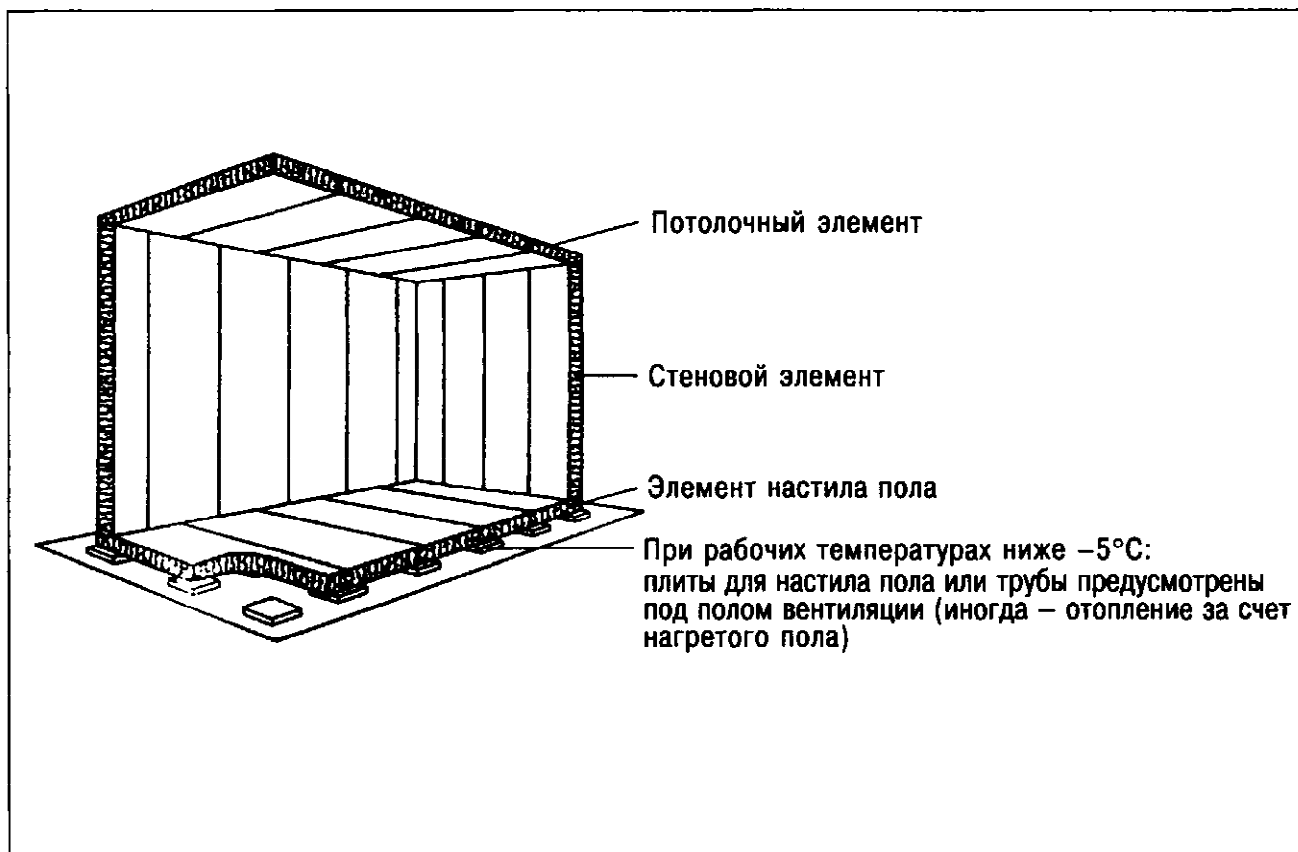
2. $H_a = 2,45$ м; $B_a = 2,40$ м; $T_a = 2,70$ м.

3. Толщина стен 100 мм, $k = 0,20$ Вт/м² · К.

4. Дверь – с шириной в свету 1 000 мм и встроенным смотровым окном диаметра 225 мм, без обогрева.

5. Поставка и монтаж трех потолочных конструкций для подвешивания мясных туш.

6. Поверхность пола – из высококачественной стали с разнонаправленным торможением при спуске (R11).



1.1. Размеры:

Тип камеры	Камера охлаждения и хранения замороженных продуктов Tecto, стандарт WL 80	Камера охлаждения и хранения замороженных продуктов Tecto, стандарт WL 100/Spezial 100
Толщина стен	80 мм	100 мм
Толщина стен холодильной камеры / наружная высота, с полом	80/2 110 мм 80/2 410 мм 80*/2 710 мм	100/2 150 мм 100/2 450 мм 100/2 750 мм

* стандартное исполнение, не предлагаемое со склада.

1.2. Теплоизоляция:

Толщина стен	80 мм	100 мм
Рекомендуемая разность температур по VDI 2055; ДТ	38 К	45 К
Температурный диапазон	от -20 до $+60^{\circ}\text{C}$	от -25 до $+60^{\circ}\text{C}$
Коэффициент теплопередачи по ДИН 4108, k	0,25	
Коэффициент теплопередачи по ДИН 52612, k	0,25 Вт/м ² К	¹⁾ 0,20 Вт/м ² К
Плотность пены	40 кг/м ³	Класс строительных материалов по ДИН 4102, классификация по В3
Изоляция	твердый пенополиуретан с циклопентаном, вспенивание без FCKW	

¹⁾ Не относится к элементам пола марки Spezial.

Рис. 4.5. Таблица параметров холодильной камеры

Таблица 4.2. Стандартные исполнения, предлагаемые со склада

Тип камеры	Камера охлаждения и хранения замороженных продуктов Tecto	
	стандарт WL 80	стандарт WL 100/Spezial 100
Наружные размеры (мм)		
Высота ¹⁾	2 110	2 150
	2 410	2 450
Ширина	1 500–3 600	1 500–3 000
Длина	от 1 200 мм в растре размером 300	
Срок поставки	сразу со склада	

¹⁾ Данные высоты приведены для камер с полом; в камерах без пола высота будет соответственно меньше (минус толщина стены плюс гребень шпунтового соединения 15 мм).

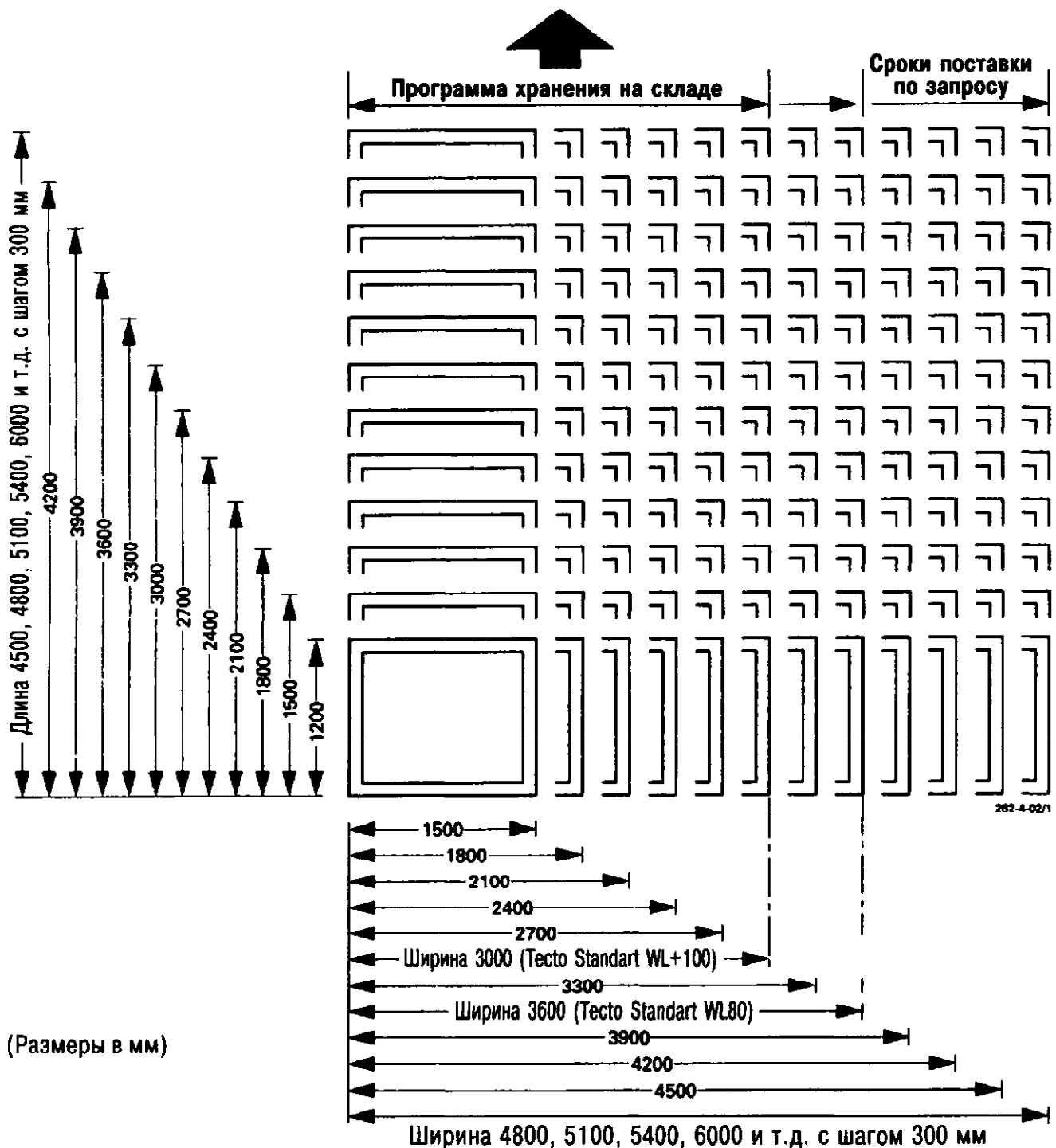


Рис. 4.6. Система планировки холодильных камер

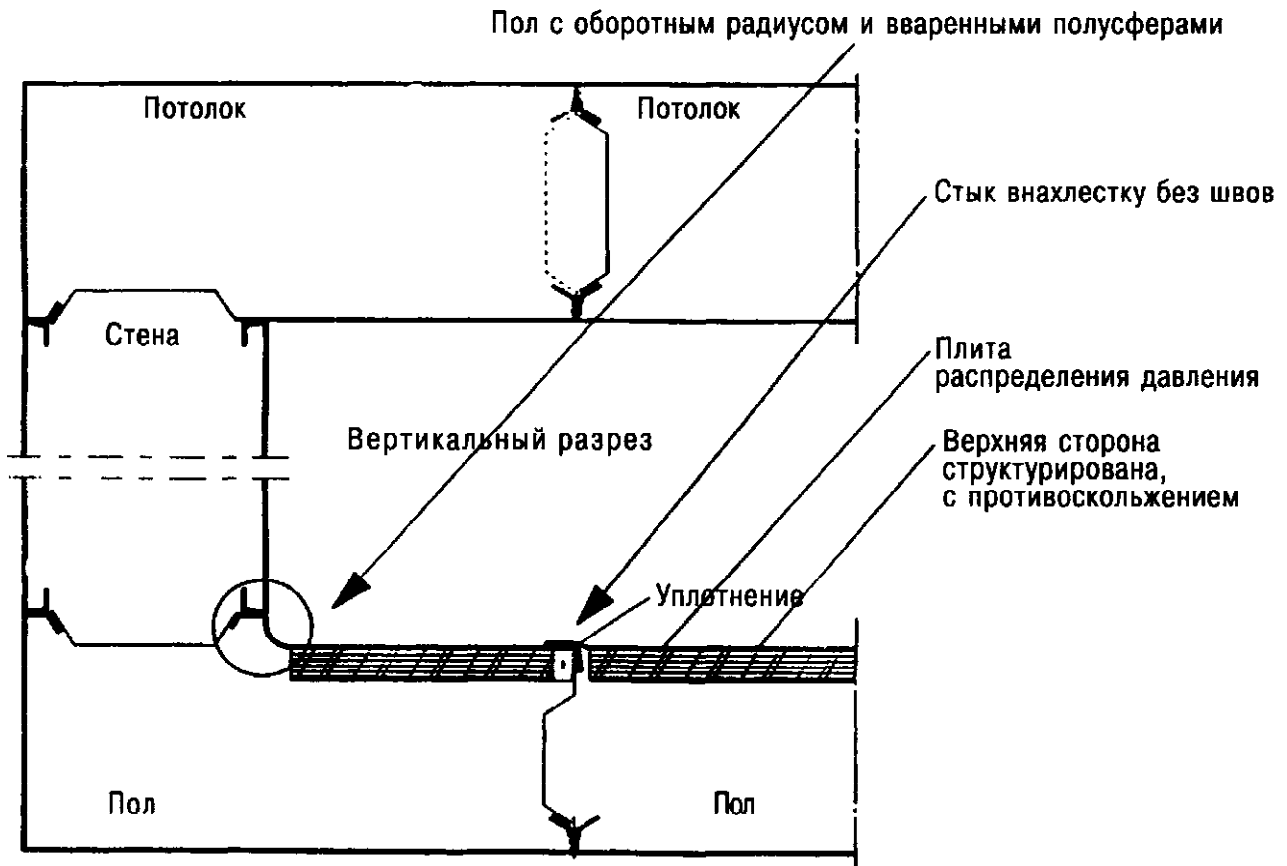


Рис. 4.7. Схема планировки в вертикальном разрезе

Соединение элементов.

Соединение сэндвич-элементов по системе «в шпунт и гребень» с уплотнением пенополиуретановой лентой; встроенные эксцентриковые стяжки с пластмассовым корпусом и защищенным от коррозии натяжным замком.

Винтовые стяжки монтируются изнутри, благодаря чему отсутствует необходимость в круговом наружном доступе к камере.

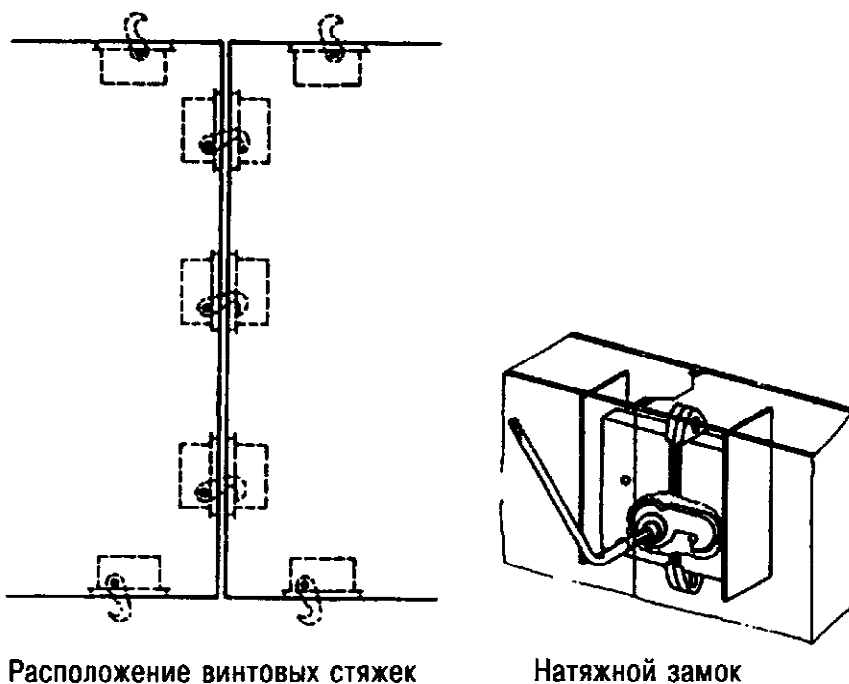


Рис. 4.8. Натяжной замок

Натяжной замок

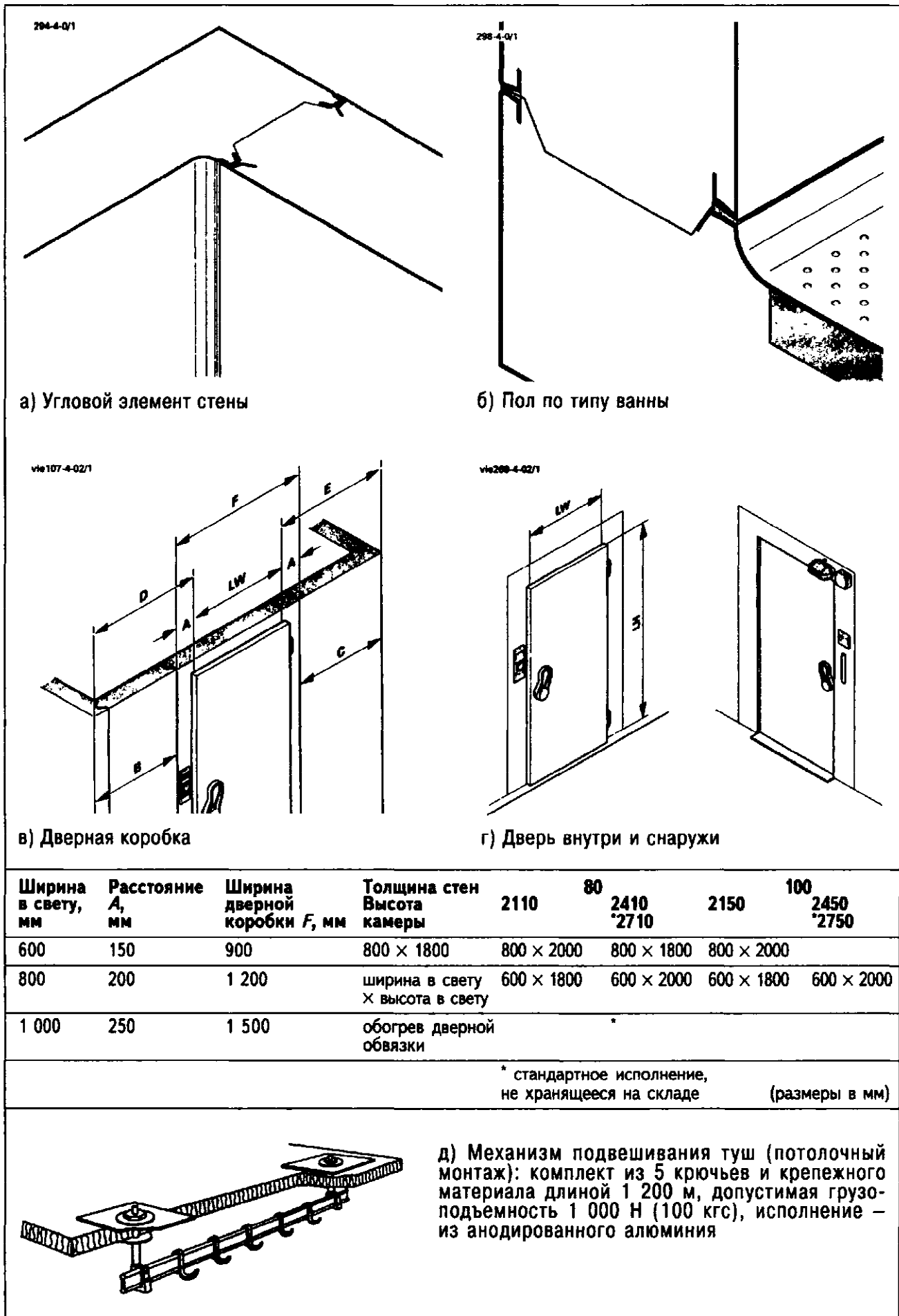


Рис. 4.9. Сборка камеры в чертеже общего вида

Поставленные задачи:

- 1) вычислить расход холода;
- 2) проанализировать технические характеристики исполнения камеры Тесто;
- 3) разработать проект готового к работе холодильного агрегата.

Варианты решений

Действующее Постановление по гигиене мяса предписывает, в частности, что дикие животные с волосяным покровом (щетиной) через 3 часа после забоя подлежат охлаждению до температуры $t_i = +7^\circ\text{C}$ в толще туши.

Начальная температура поступающего в холодильник продукта t_E принимается равной $+25^\circ\text{C}$.

Допустим, вес туши потрошенной косули составляет 12 кг, а годовалого кабана – 30 кг.

Примечание: Только молодые кабаны в возрасте до года несут в себе возбудителя чумы свиней и еще не обладают иммунитетом против него.

Удельная теплоемкость до охлаждения: $c = 3,1 \text{ кДж/кг} \cdot \text{К}$.

Температура камеры должна быть $t_R = +2^\circ\text{C}$.

Окружающая температура принимается равной $t_a = 25^\circ\text{C}$.

Расчет расхода холода, передаваемого через ограждения, Вт·ч/сутки:

$$Q_{E,1} = (2,50 \cdot 2,25) \cdot 0,20 \cdot 23 \cdot 24 = 621,12.$$

$$Q_{E,2} = (2,20 \cdot 2,25) \cdot 0,20 \cdot 23 \cdot 24 = 546,48.$$

$$Q_{E,3} = (2,50 \cdot 2,25) \cdot 0,20 \cdot 23 \cdot 24 = 621,12.$$

$$Q_{E,4} = (2,20 \cdot 2,25) \cdot 0,20 \cdot 23 \cdot 24 = 546,48.$$

$$Q_{E,B} = (2,20 \cdot 2,50) \cdot 0,20 \cdot 8 \cdot 24 = 211,20.$$

$$Q_{E,D} = (2,20 \cdot 2,50) \cdot 0,20 \cdot 23 \cdot 24 = 607,20.$$

3 153,60

Итак, расход холода составляет: 3 154 Вт·ч/сутки.

Определение теплоты от охлаждаемого продукта в кДж:

$$1. Q_{\text{охлаждения}} = (15 \cdot 12) \cdot 3,1 \cdot 23 = 12\,834 \text{ кДж или}$$

$$2. Q_{\text{охлаждения}} = (10 \cdot 30) \cdot 3,1 \cdot 23 = 21\,390 \text{ кДж.}$$

Выбирается второй вариант (макс. значение) 21 390/3,6, что соответствует 5 942 Вт·ч.

Теплота, поступающая в камеру от освещения и двигателя вентилятора:

здесь можно взять «фиксированную величину» $Q_{\text{теплогенератора}} = 600 \text{ Вт} \cdot \text{ч}$.

Воздухообмен через открытую дверь: при каждом открытии двери в камеру проникает теплый и влажный воздух, который необходимо охладить и осушить.

Таблица 4.3. Требуемый расход холода

Частота открытия дверей, 1/сутки	Требуемый расход холода, Вт·ч/сутки, при размере холодильной камеры (ширина × длина), мм			
		1 200 × 900	1 500 × 1 200	1 500 × 1 500
	2 500 × 900	1 800 × 900	1 500 × 1 800	1 800 × 1 800
			1 800 × 1 200	1 800 × 2 100
			2 100 × 1 200	2 100 × 2 100
10	290	350	580	720
30	350	465	755	930
100	465	580	930	1 160

Хотя размеры холодильной камеры в табл. 4.3 не устанавливаются, для большей точности принимается в расчет паушальная сумма.

Строго говоря, вряд ли дверь камеры придется открывать по 10 раз в сутки, тем не менее:

$$Q_{\text{воздухообмена}} = 720 \text{ Вт}\cdot\text{ч.}$$

Суммируем для получения полного количества тепла:

$$Q_{\text{общ}} = 3\,154 + 5\,942 + 600 + 720.$$

$$Q_{\text{общ}} = 10\,416 \text{ Вт}\cdot\text{ч.}$$

Расчет требуемой холодопроизводительности при длительности охлаждения 4 часа:

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{общ}} : \text{длительность охлаждения, Вт.}$$

$$Q_{\text{общ}} = 10\,416 : 4 = 2\,604 \text{ Вт.}$$

Примечание:

На практике не всегда есть возможность после отстрела диких животных сразу же забрать их туши, перевезти, выпотрошить и подготовить для размещения в холодильной камере, причем успеть сделать все это за 3 часа, чтобы добиться охлаждения в толще мяса до $+7^\circ\text{C}$.

Автор берет за основу стандартную температуру камеры для охлаждения мяса $t_R = +2^\circ\text{C}$ и устанавливает производительность за 4 часа охлаждения до температуры в толще мяса также $+2^\circ\text{C}$. Проектирование холодильного агрегата:

$$Q_{\text{общ. вычисленн}} = 2\,604 \text{ Вт.}$$

$$Q_{\text{агрегата}} = 2\,750 \text{ Вт при } t_a = +25^\circ\text{C и } t_R = +2^\circ\text{C, тип CS 2800E (рис. 4.10, табл. 4.4).}$$

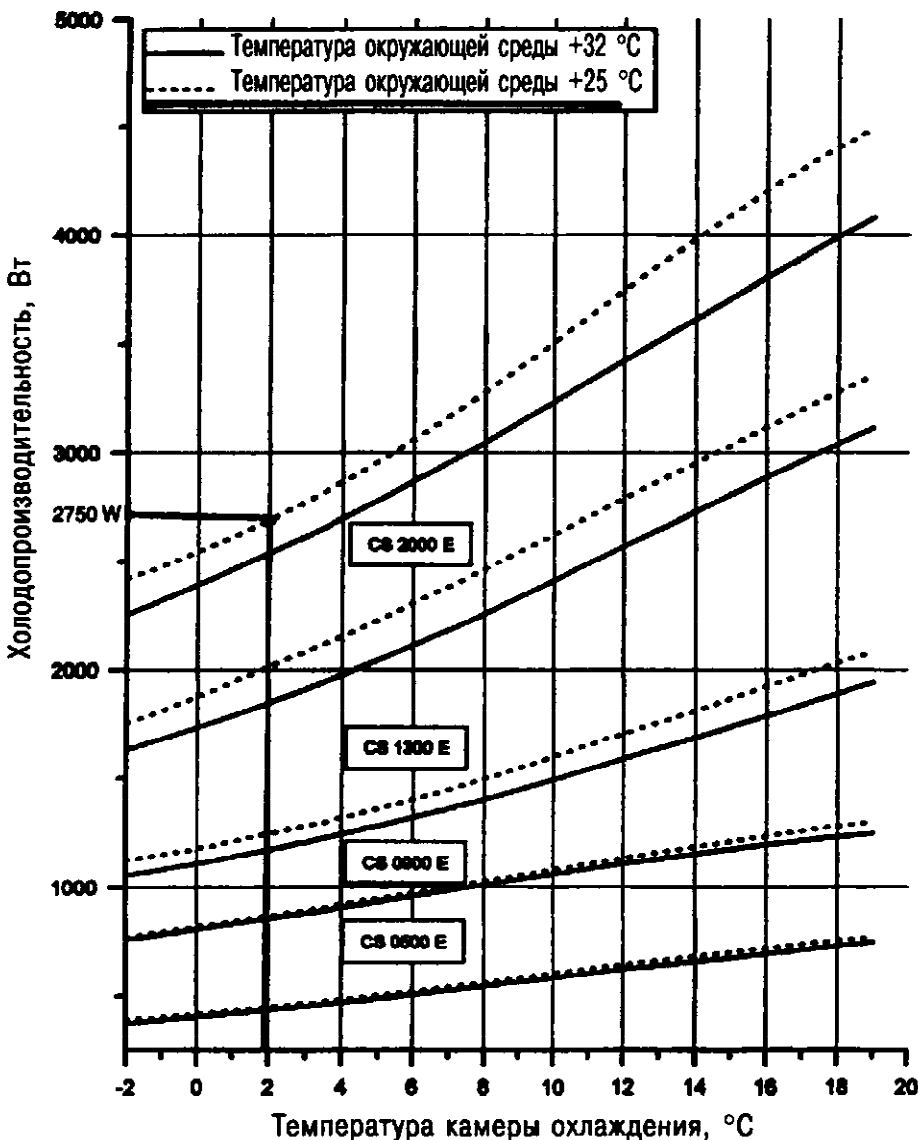


Рис. 4.10. Определение холодопроизводительности камеры охлаждения

Таблица 4.4. Технические характеристики холодильных агрегатов

Холодильные агрегаты для температур в камерах охлаждения (термостат, электроника)	Тип от... до ...	CS 0500 +19°C +3°C -2°C	CS 0900 +19°C +3°C -2°C	CS 1300 +19°C +3°C -2°C	CS 2000 +19°C +3°C -2°C	CS 2800 +19°C +3°C -2°C
Электрические параметры:						
– род защиты		IP 23	IP 23	IP 23	IP 23	IP 23
– класс температур		T	T	T	T	T
– напряжение	В	AC* 230	AC* 230	AC* 230	AC* 230	AC* 230
– частота	Гц	50	50	50	50	50
Потребляемая мощность:						
– работа в режиме охлаждения	Вт	240	530	720	1 100	1 580
– нагревание при оттаивании	Вт	–	–	–	–	–
Потребление тока:						
– полная работа охлаждения	А	1,3	3,2	4,7	5,3	7,5
– нагрев при оттаивании	А	3,7	3,7	3,7	5,9	5,9
(только при электронном регулировании)						
Масса (портативный агрегат)	кг	49,5	52,7	60,0	89,7	101,0
Холодопроизводительность:						
– при t холодильной камеры +5°C и окружающей температуре +32°C	Вт	500	925	1 302	2 050	2 765
Область применения:						
температура окружающей среды	°C до +45	от +1 до +45	от +1 до +45	от +1 до +45	от +1 до +45	от +1 до +45
Хладагент: вес заправки (портативный агрегат)						
	грамм	R 134a 600	R 134a 650	R 134a 1 000	R 134a 1 400	R 134a
Объем отводимого воздуха при повышении окружающей температуры на 5 К	м ³ /ч	500	800	1 200	1 800	2 500
Уровень шума по ДИН EN 292	дБ(А)	59	60	61	59	60
Портативный агрегат с электронным регулированием						
	№ заказа/тип	CS500SE 7160400	CS0900SE 7160402	CS1300SE 7160404	CS2000SE 7160406	CS2800SE 7160408
Портативный агрегат с термостатом						
	№ заказа/тип	CS0500T 7160415	CS0900T 7160410	CS0300T 7160411	CS2000T 7160606	CS2800T 7160608
Демонтируемый агрегат с электронным регулированием						
	№ заказа/тип	–	CS0900 7160600	CS1300 7160601	CS2000 7160602	CS2800 7160603

* AC – напряжение переменного тока.