МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ   
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (МАМИ)

Кафедра «Инженерная экология городского хозяйства»

Курсовая работа

по дисциплине «Техника и технология хранения продуктов питания»

Тема:

«Холодильное хранение продуктов питания животного происхождения»

Вариант 10

Выполнил:

Иванов И.И., группа И43

Проверил

Ермолаев А.Е.

Москва, 2014

**Содержание**

Стр.

1. Задание 3

2. Расчет теплоизоляции 4-12

2.1 Теплоизоляция наружных стен камеры 5-7

2.2 Теплоизоляция покрытия камеры 7-9

2.3 Теплоизоляция пола камеры 9-11

2.4 Теплоизоляция внутренних стен 11-12

3. Расчет теплопритоков в камеру 13-20

3.1 Теплопритоки через ограждения 14-16

3.2 Теплопритоки от грузов при холодильной обработке 16-18

3.3 Теплопритоки при вентиляции помещения 18

3.4 Эксплуатационные теплопритоки 18

3.4.1 Теплоприток от освещения 18

3.4.2 Теплоприток от пребывания людей 19

3.4.3 Теплоприток от работающих электродвигателей 19

3.4.4 Теплоприток при открывании дверей 19-20

3.5 Теплоприток от продуктов при “дыхании” 20

4. Нагрузка на камерное оборудование и компрессор 20-22

5. Использованная литература 23

1. **Задание**

Место расположения камеры – г. Ставрополь.

Назначение холодильника – хранение охлажденного мяса

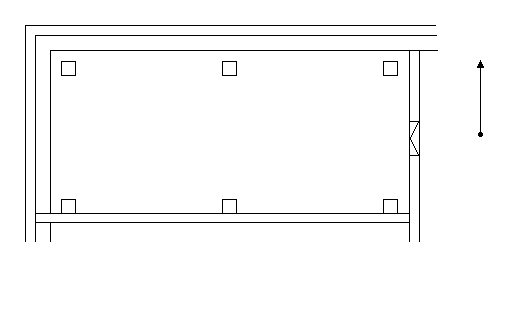
Габариты *a×b =24×12 м*.

Высота камеры от чистого пола до низа покрытия – *4,8 м*.

Покрытие – панель железобетонная *h = 160 мм*.

Сетка колонн – *6×6 м.*

Рассчитать теплоизоляцию и теплопритоки в камеру.



**2. Расчет теплоизоляции**

Основное назначение теплоизоляции – снижение притока теплоты в холодильное помещение. Качество изоляции зависит от таких факторов, как конструкция ограждения, теплофизические свойства теплоизоляционных материалов и качество выполнения работ по укладке изоляции. От толщины изоляции зависят расход энергии на производство холода, полезная грузоподъемность рефрижераторного транспорта и вместимость помещений стационарных холодильников. Как правило, теплоизоляционные материалы дороги, поэтому при проектировании приходится решать задачу о нахождении оптимальной толщины изоляции, удовлетворяющей требованиям экономической рентабельности.

Для тепловой изоляции ограждений холодильников следует выбирать высокоэффективные материалы, имеющие малые коэффициенты теплопроводности, не впитывающие влагу и обладающие целым рядом других качеств, которые определяются специфическими условиями работы в условиях переменных наружных температур и низких температур и повышенной влажности воздуха в камерах.

Долговечность тепловой изоляции определяется возможностью защиты от попадания в нее влаги из наружного воздуха в летнее время. Защита тепловой изоляции от увлажнения осуществляется введением в конструкцию достаточно мощного слоя пароизоляции. Для полов, лежащих на грунтах, и для кровель требуется создание еще более мощных гидроизоляционных слоев, препятствующих проникновению в конструкцию капельной влаги (грунтовых вод и атмосферных осадков).

В качестве паро- и гидроизоляционных материалов применяют битумы и битумные мастики, стеклорубероид, изол, антисептированный рубероид и другие материалы, обладающие большим сопротивлением паропроницанию. Пароизоляционный слой должен быть сплошным, без пропусков и разрывов. Располагать пароизоляционный слой следует по возможности ближе к теплой среде. В строительно-изоляционной конструкции слои материалов размещают так, чтобы их паропроницаемость уменьшалась по мере продвижения от более теплого воздуха к холодному.

Для тепловой изоляции желательно применять материалы, которые относятся к несгораемым или, по крайней мере, к трудносгораемым. Кроме того, эти материалы должны иметь малые коэффициенты теплопроводности.

Предпочтение нужно отдавать современным материалам с хорошими теплоизолирующими свойствами, например, пенопластам пенополистирольным. Для изоляции покрытий и полов холодильников используют засыпные материалы: гравий керамзитовый, перлит вспученный, вермикулит вспученный, шлаки.

**2.1. Теплоизоляция наружных стен камеры**

Конструкция наружной стены типовая: кирпичная кладка в полтора кирпича (380 мм), покрытая с двух сторон цементной штукатуркой (по 20 мм). Пароизоляционный слой состоит из двух слоев битумной мастики и одного слоя гидроизола (общая толщина 4 мм). В качестве теплоизоляции применены плиты из пенопласта полистирольного ПСБ-С. Отделочный слой – штукатурка цементно-известковая по сетке (в расчете для упрощения будут приняты 3 слоя цементной штукатурки толщиной 20 мм каждый).

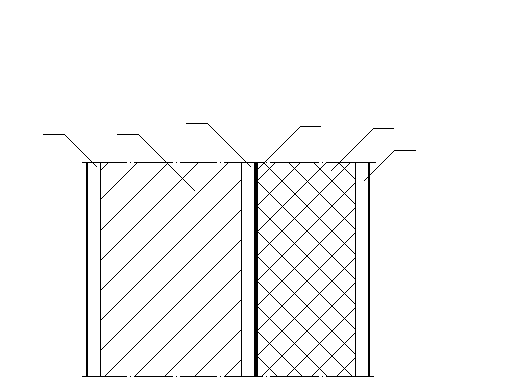


Рис.1. Конструкция наружной стены холодильника.

1 – штукатурка цементная

2 – кладка кирпичная

3 – пароизоляция

4 – теплоизоляция

5 – отделочный слой

Принимаем по табл. 1.1 [2] среднегодовую температуру воздуха в г. Вологда *9,1ºС*. Коэффициент теплопередачи наружных стен для камеры хранения с температурой *-20ºС* определяем по табл. 2.9 [2] по среднегодовой температуре наружного воздуха в районе строительства *Ко = 0,21 Вт/(м2·К)*.

Коэффициенты теплоотдачи и соответствующие термические сопротивления по табл. 2.10 [2]:

* Для наружной поверхности наружных стен *αн = 23,3 Вт/(м2·К);* *1/αн = 0,043 (м2·К)/Вт.*
* Для внутренней поверхности помещений с усиленной циркуляцией воздуха *αв = 10,5 Вт/(м2·К); 1/αв = 0,095 (м2·К)/Вт.*

Коэффициенты теплопроводности материалов наружных стен по табл. 2.8 [2] [*Вт/(м·К)*]:

* + Штукатурка цементная – 0,93
  + Кладка кирпичная – 0,82
  + Пароизоляция (по гидроизолу) – 0,35
  + Пенопласт полистирольный – 0,047

Необходимую толщину изоляционного слоя определяем по формуле:



где *λиз., λi* – коэффициенты теплопроводности изоляционного и строительных материалов, составляющих конструкцию ограждения, *Вт/(м·К);*

*Ко* – требуемый коэффициент теплопередачи ограждения, принимаемый в зависимости от характера ограждения и температур по обе стороны от него, *Вт/(м2·К);*

*αн* – коэффициент теплоотдачи с наружной или более теплой стороны ограждения, *Вт/(м2·К);*

*αв* – коэффициент теплоотдачи с внутренней или более холодной стороны ограждения, *Вт/(м2·К);*

*δi* – толщина отдельных слоев конструкции ограждения, *м*.



Принимаем толщину изоляционного слоя *200 мм* (4 слоя по *50 мм*). Действительное значение коэффициента теплопередачи рассчитываем по формуле:



где *δиз.д.* – принятая толщина изоляционного слоя, *м.*



Так как *Кд. < Ко*, то выпадение конденсата не будет.

**2.2. Теплоизоляция покрытия камеры**

Конструкция покрытия приведена на рис. 2.

1 – кровельный рулонный ковер (пароизоляция)

2 – бетонная стяжка

3 – теплоизоляция

4 – железобетонная плита покрытия

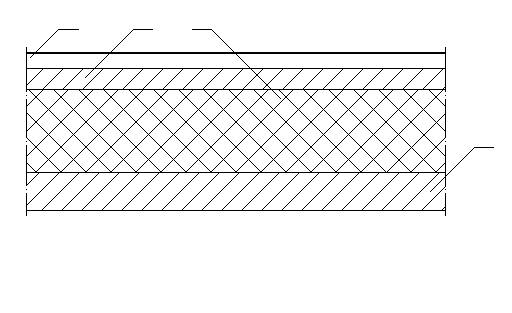


Рис. 2. Конструкция покрытия холодильника.

Толщина и теплопроводность слоев конструкции:

* Кровельный рулонный ковер (5 слоев гидроизола на горячей битумной мастике) – *δ1 = 12 мм; λ1 = 0,35 Вт/(м·К);*
* Армированная бетонная стяжка – *δ2 = 40 мм; λ2 = 1,4 Вт/(м·К);*
* Теплоизоляция (плиты пенопласта полистирольного ПСБ-С) – *δ3* по расчету*; λ3 = 0,047 Вт/(м·К);*
* Железобетонная плита покрытия – *δ4 = 220 мм; λ4 = 1,5 Вт/(м·К);*

Коэффициенты теплоотдачи и соответствующие термические сопротивления по табл. 2.10 [2]:

* Для наружной поверхности покрытий *αн = 23,3 Вт/(м2·К);* *1/αн = 0,043 (м2·К)/Вт.*
* Для внутренней поверхности помещений с усиленной циркуляцией воздуха *αв = 10,5 Вт/(м2·К); 1/αв = 0,095 (м2·К)/Вт.*

Коэффициент теплопередачи для камеры хранения с температурой -20ºС определяем по табл. 2.9 [2] по среднегодовой температуре наружного воздуха в районе строительства *Ко = 0,2 Вт/(м2·К)*.

Определим необходимую толщину изоляционного слоя:

= 0,218 м

Принимаем толщину изоляционного слоя *225 мм* (4 слоя по *50 мм* и слой по *25мм*). Рассчитаем действительное значение коэффициента теплопередачи:

КД = = 0,194

Так как *Кд. < Ко*, то выпадение конденсата не будет.

**2.3. Теплоизоляция пола камеры**

Грунт под камерами с постоянными низкими температурами промерзает намного глубже, чем на открытой площадке района застройки. Процесс превращения воды в лед вызывает нарушение связи частиц воды с остальной массой грунта, и эти частицы постепенно присоединяются к растущим кристаллам льда. Это вызывает перемещение воды в порах грунта. При этом в некоторых видах грунтов (мелкозернистых) вода непрерывно поступает в зону промерзания, т. е. происходит подсос влаги. В результате этого возникает местное скопление льда, ледяные линзы разрастаются, начинают охватывать все большие площади и постепенно поднимают промерзший грунт. Такие изменения грунтовых условий при промерзании и служат причиной морозного пучения грунтов.

При проектировании не только полов, но и фундаментов холодильника необходимо учитывать эти особенности во избежание в дальнейшем весьма тяжелых последствий.

Пучение полов может достигать значительных размеров. При этом нарушается их горизонтальность, а при дальнейшем промораживании появляются глубокие трещины. Если своевременно не предпринять надлежащих мер по устранению пучения, то продолжающееся замораживание грунтов может вызвать разрушение основных несущих и ограждающих конструкций.

С целью предотвращения промерзания грунтов, находящихся под холодильником устраивают электрообогрев полов. Конструкция пола показана на рис. 3.

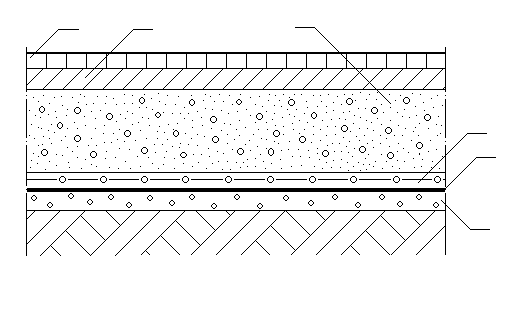


Рис. 3. Конструкция пола холодильника.

1 – чистый пол

2 – бетонная подготовка

3 – теплоизоляция

4 – бетонная подготовка с электронагревателями

5 – гидроизоляция

6 – бетонная подготовка по уплотненному грунту с щебнем

В расчете учитываем только слои, лежащие выше бетонной подготовки с нагревательным устройством. Толщина и теплопроводность слоев конструкции:

* Чистый пол из мозаичных бетонных плит – *δ1 = 40 мм; λ1 = 1,4 Вт/(м·К);*
* Бетонная подготовка – *δ2 = 100 мм; λ2 = 1,4 Вт/(м·К);*
* Теплоизоляция (керамзитовый гравий) – *δ3* по расчету*; λ3 = 0,2 Вт/(м·К);*
* Бетонная подготовка с электронагревателями – *δ4 = 100 мм; λ4 = 1,4 Вт/(м·К);*
* Гидроизоляция – *δ5 = 5 мм; λ5 = 0,35 Вт/(м·К);*
* Бетонная подготовка по уплотненному грунту с щебнем – *δ6 = 100 мм; λ6 = 1,4 Вт/(м·К);*

Коэффициент теплопередачи обогреваемых полов на грунтах для камеры хранения с температурой -20ºС *Ко = 0,24 Вт/(м2·К)*.

Коэффициент теплоотдачи и соответствующее термическое сопротивление переходу тепла от поверхности пола к воздуху камеры по табл. 2.10 [2] *αв = 10,5 Вт/(м2·К); 1/αв = 0,095 (м2·К)/Вт.*

Определим необходимую толщину изоляционного слоя:

*δиз==0,720 м*

Принимаем толщину изоляционного слоя *800 мм*. Рассчитаем действительное значение коэффициента теплопередачи:



Так как *Кд. < Ко*, выпадение конденсата не будет.

**2.4. Теплоизоляция внутренних стен**

Конструкцию внутренней стены, выходящей в коридор, в камере хранения принимаем такую же, как и наружной стены: кирпичная кладка (253 мм), покрытая с двух сторон цементной штукатуркой (по 20 мм). Пароизоляционный слой состоит из двух слоев битумной мастики и одного слоя гидроизола (общая толщина 4 мм). В качестве теплоизоляции применены плиты из пенопласта полистирольного ПСБ-С. Отделочный слой – штукатурка цементно-известковая по сетке (в расчете для упрощения будут приняты 3 слоя цементной штукатурки толщиной 20 мм каждый).

Принимаем коэффициент теплопередачи внутренней стены, выходящей в коридор, при температуре в камере -20ºС *Ко = 0,21 Вт/(м2·К)*.

Коэффициенты теплоотдачи и соответствующие термические сопротивления переходу тепла по обе стороны внутренней стены одинаковы: *αв = αн = 10,5 Вт/(м2·К); 1/αв = 1/αн = 0,095 (м2·К)/Вт.*

Коэффициенты теплопроводности материалов стены по табл. 2.8 [2] [*Вт/(м·К)*]:

* + Штукатурка цементная – 0,93
  + Кладка кирпичная – 0,82
  + Пароизоляция (по гидроизолу) – 0,35
  + Пенопласт полистирольный ПСБ-С – 0,047

Рассчитаем необходимую толщину изоляционного слоя:

*δиз = = 0,196*

Принимаем толщину изоляционного слоя *200 мм* (4 слоя по *50 мм*). Рассчитаем действительное значение коэффициента теплопередачи:



Так как *Кд. < Ко*, то выпадение конденсата не будет.

Поскольку южная внутренняя стена разделяет две камеры с одинаковыми температурами, то из-за отсутствия разности температур между камерами теплопритоки в ней отсутствуют, следовательно, теплоизоляция здесь не нужна.

**3. Расчет теплопритоков в камеру**

Сохранение высоких качеств продуктов питания может быть обеспечено только при стабильном оптимальном температурном режиме, который поддерживается в камерах холодильника. Для создания наиболее благоприятных режимов обработки и хранения продуктов необходимо правильно выбрать оборудование камер.

Холодильное оборудование подбирают на основании теплового расчета, учитывающего все виды теплопритоков, которые могут повлиять на изменение температурного режима в камерах.

Учитывают следующие теплопритоки:

1. через ограждающие конструкции помещения *Q1;*
2. от продуктов при их холодильной обработке *Q2;*
3. от наружного воздуха при вентиляции помещений *Q3;*
4. от различных источников эксплуатации *Q4;*
5. от продуктов при “дыхании”, имеющие место только на специализированных фруктовых холодильниках или в камерах хранения фруктов на распределительных холодильниках *Q5.*

Теплопритоки в камеры холодильников не являются постоянными. Они зависят от сезонности заготовки или поступления продуктов, времени года и других причин.

Холодильное оборудование должно быть выбрано так, чтобы отвод тепла, проникающего в камеру, был обеспечен при самых неблагоприятных условиях. Основную долю теплопритоков составляют теплопритоки через ограждающие конструкции *Q1* и от продуктов при холодильной обработке *Q2*.

**3.1. Теплопритоки через ограждения**

Теплоприток через ограждающие конструкции определяется как сумма теплопритоков (через стены, перегородки, покрытия, полы), вызванных наличием разности температур снаружи ограждения и внутри охлаждаемого помещения, а также теплопритоков за счет воздействия солнечной радиации через покрытия и наружные стены.

Теплопритоки через стены, перегородки, покрытия *Q1* рассчитывают по формуле:



где *Кд.* – действительный коэффициент теплопередачи ограждения, определенный при расчете толщины изоляционного слоя, *Вт/(м2·К);*

*F* – площадь поверхности ограждения, *м2;*

*tн* – температура снаружи ограждения, *°С;*

*tв* – температура воздуха внутри охлаждаемого помещения, *°С;*

*Δtc –* избыточная разность температур, характеризующая действие солнечной радиации в летнее время, *°С.*

Для определения площади поверхности стен принимают:

1. длину наружных стен – между осями внутренних стен или от наружной поверхности наружных стен до оси внутренних.
2. длину внутренних стен – между внутренней поверхностью наружной стены и осью внутренней или между осями внутренних стен.
3. высоту стен – от уровня чистого пола до верха засыпки покрытия.

Площадь потолка и пола определяют как произведение длины камеры на ширину, которые измеряются между осями внутренних стен или от внутренней поверхности наружных стен до оси внутренних.

Таким образом получаем следующие площади стен, пола и покрытия:

1. стена наружная северная



1. стена наружная западная



1. стена, выходящая в коридор



1. пол и покрытие



Температуру воздуха внутри охлаждаемого помещения принимаем по табл. *tв = -18°С.*

Расчетную температуру наружного воздуха принимаем по табл. 1.1 [2] для летнего периода времени в г. Вологда *tн = +28°С.*

Количество солнечной радиации зависит от зоны расположения холодильника (географической широты), характера поверхности и ориентировки ее по сторонам света.

По табл. 3.1 [2] принимаем избыточную разность температур:

* для наружной северной стены *Δtc = 0°С.*
* для наружной западной стены (покрыта штукатуркой с окраской в темные тона) *Δtc = 10,2°С.*
* для покрытия *Δtc = 18,5°С.*
* для полов и внутренних стен этот вид теплопритока не учитывается.

Определив все неизвестные величины, рассчитаем теплоприток для каждого вида ограждения:

1) для северной наружной стены



2) для западной наружной стены



3) для внутренней стены с коридором



4) для внутренней стены, разделяющей камеры



5) для покрытия



6) для пола



Все составляющие теплопритока от ограждений занесем в табл. 1.

Табл. 1. Составляющие теплопритока от ограждений

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| , *Вт* | , *Вт* | , *Вт* | , *Вт* | , *Вт* | , *Вт* | *,**Вт* |
| 1514 | 774,76 | 336,05 | 0 | 4551,12 | 3461,04 | 10636,97 |

**3.2. Теплопритоки от грузов при холодильной обработке**

Этот вид тепловой нагрузки является следствием того, что почти всегда температура закладываемых в камеру продуктов выше температуры в камере. Следовательно, продукты в течение определенного времени, пока их температура не сравняется с температурой внутри камеры, будут выделять в пространство внутри камеры определенное количество тепла.

Количество отводимого в единицу времени тепла *Q2* можно определить для любого вида холодильной обработки по формуле:



где *Мк* – суточное поступление продукта в камеру, *т/сут;*

*Δi* – разность удельных энтальпий, соответствующих начальной и конечной температурам продукта, *Дж/кг;*

*τ* – продолжительность холодильной обработки продукта, *ч;*

*1000* – переводной коэффициент из тонн в килограммы;

*3600* – переводной коэффициент из часов в секунды.

Рассчитаем грузовой объем камеры:



Полная вместимость холодильной камеры может быть рассчитана по формуле:



где *F* – поверхность пола холодильной камеры, *м2;*

*hшт.* – максимальная высота штабелирования продуктов, *м:* принимаем *hшт. = 4,5 м.*

*ρукл.* – норма загрузки камеры, *т/м3:* по табл. 2.3 [2] для прочих грузов принимаем *ρукл. = 0,71 т/м3.*

*ηо* – коэффициент размещения продуктов на полу камеры с учетом проходов, расстояний между ящиками, поддонами и т. д.: принимаем *ηо = 0,75.*



Для камер замораживания поступление продукта определяется производительностью камеры, а количество отведенного тепла – продолжительностью холодильной обработки груза.

Температура поступающего продукта зависит от технологии производства и средств доставки груза на распределительные холодильники и в торговую сеть, для нашего случая температура поступающего продукта *+4°С.*

Температура выходящего продукта может быть равна температуре воздуха в камере только при длительном хранении. После холодильной обработки продукт выходит обычно с более высокой температурой, чем температура воздуха в камерах охлаждения и замораживания. Для нашего случая температура выходящего продукта равна *-18°С*.

Продолжительность холодильной обработки субпродуктов по табл. составляет 12 часов. Удельные энтальпии продуктов в зависимости от их температуры определяем по табл. 3.2 [2]:

*iн = 13,0 кДж/кг* при *tн = +4°С*

*iк = 9,4 кДж/кг* при *tк = -18°С*

Большинство продуктов поступает и хранится в таре, а поэтому необходимо учесть тепло, вносимое в камеры с тарой. Но поскольку в задании не указан вид тары, то принимаем, что продукты хранятся без тары, поэтому теплоприток от тары не учитываем.

Таким образом, определим теплоприток от продукта при холодильной обработке:



**3.3. Теплопритоки при вентиляции помещения**

Теплоприток от наружного воздуха при вентиляции следует учитывать только для специализированных холодильников и камер хранения фруктов. Поскольку в нашем случае рассчитываем камеру хранения сметаны, в которой вентиляция отсутствует, то теплопритоки от вентиляции не учитываем, т. е. *Q3 = 0.*

**3.4. Эксплуатационные теплопритоки**

Эти теплопритоки возникают вследствие освещения камер, пребывания в них людей, работы электродвигателей, открывания дверей. Теплопритоки определяют по каждому из этих видов отдельно.

**3.4.1. Теплоприток от освещения**

Расчет теплопритока *q1* ведется по формуле:



где *А* – количество тепла, выделяемого освещением в единицу времени на *1* *м2* площади пола, *Вт/м2;*

*F* – площадь камеры, *м2;*

Количество тепла, выделяемого на *1 м2* площади пола, с учетом коэффициента одновременности включения можно принимать для производственных помещений – *4,5 Вт/м2.*

Таким образом, определим теплоприток от освещения:



**3.4.2. Теплоприток от пребывания людей**

Расчет теплопритока *q2* ведется по формуле:



где *350* – тепловыделение одного человека при тяжелой физической работе, *Вт;*

*n* – число людей, работающих в данном помещении;

Число людей, работающих в помещении, принимают в зависимости от площади камеры: при площади камеры более *200 м2* – 4 человека.

Таким образом, рассчитаем теплоприток от пребывания людей:



**3.4.3. Теплоприток от работающих электродвигателей**

При расположении электродвигателей в охлаждаемом помещении теплоприток *q3* определяют по формуле:



где *Nэ* – мощность электродвигателя, *кВт*.

В предварительных расчетах мощность устанавливаемых электродвигателей можно ориентировочно принять для камеры замораживания *Nэ = 8 кВт.*

Таким образом, определим теплоприток от работающих электродвигателей:



**3.4.4. Теплоприток при открывании дверей**

Для расчета теплопритока при открывании дверей *q4* пользуются формулой:



где *В* – удельный приток тепла от открывания дверей, *Вт/м2;*

*F* – площадь камеры, *м2.*

Удельный приток тепла принимаем по табл. 3.3 [2] при площади камеры *более 200 м2* и высоте камеры *4,8 м* *В = 8 Вт/м2*.

Вычислим теплоприток при открывании дверей:



Все составляющие эксплуатационного теплопритока занесем в табл. 2.

Табл. 2. Составляющие эксплуатационного теплопритока

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *q1, Вт* | *q2, Вт* | *q3, Вт* | *q4, Вт* | *,**Вт* |
| 1620 | 1400 | 32000 | 2880 | 37900 |

**3.5. Теплоприток от продуктов при “дыхании”**

Этот вид теплопритоков учитывают только на специализированных холодильниках для хранения фруктов и овощей и в таких же камерах распределительных холодильников. Поскольку в рассчитываемой камере замораживаем охлажденные субпродукты, то данный вид теплопритока не учитываем, т. е. *Q5 = 0.*

**4. Нагрузка на камерное оборудование и компрессор**

Нагрузку на камерное оборудование определяют как сумму всех теплопритоков  в данную камеру. Все виды теплопритоков учитывают полностью, так как оборудование должно обеспечить отвод тепла при самых неблагоприятных условиях.



Компрессоры подбирают на группу камер, имеющих примерно одинаковые температуры. Нагрузка на компрессор складывается из всех видов теплопритоков, но учитывать их можно не полностью, а частично, в зависимости от типа и назначения холодильника.

Теплопритоки через ограждающие конструкции *Q1* для холодильников мясокомбинатов принимают равным примерно *85 – 90%* от максимальных значений для одноэтажных холодильников.

На холодильниках мясокомбинатов нагрузку на компрессоры, вызванную теплопритоками от грузов при холодильной обработке, принимают равной *100%*.

Нагрузку на компрессоры от эксплуатационных теплопритоков учитывают в размере 50 – 75% от максимальных значений.

При определении холодопроизводительности компрессора должны быть учтены время работы оборудования и потери в аппаратах и трубопроводах холодильной установки, вызванные разностью температур между окружающим воздухом и хладагентом.

Холодопроизводительность компрессоров определяют по формуле:



где *k* – коэффициент, учитывающий потери в трубопроводах и аппаратах холодильной установки;

 – суммарная нагрузка на компрессоры для данной температуры кипения хладагентов;

*b* – коэффициент рабочего времени.

Коэффициенты, учитывающие потери в трубопроводах и аппаратах, принимают при непосредственном охлаждении в зависимости от температуры кипения хладагента, т. е. *k = 1,1* при температуре хладагента *–40°С.*

Рассчитаем суммарную нагрузку на компрессоры при данной температуре кипения хладагента:



Коэффициент рабочего времени малых холодильных установок не должен быть больше *0,9*.

Определим холодопроизводительность компрессора при температуре кипения *–40°С:*



**5. Использованная литература**

1. Пирогов П. Н. “Теплоизоляция холодильников”, М.: Пищевая промышленность, 1966 г.
2. Свердлов Г. З., Явнель Б. К. “Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха”, М.: Пищевая промышленность, 1978 г.
3. Чумак И. Г., Чепурненко В. П., Чуклин С. Г., “Холодильные установки”, М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981 г.