

Дата **3.03.2023г.** Группа: ХКМ 3/1. Курс: третий. Семестр: VI

Дисциплина: Строительные конструкции

Специальность: 15.02.06 «Монтаж и техническая эксплуатация холодильно-компрессорных машин и установок (по отраслям)»

Тема занятия: Отопление

Цель занятия:

-*методическая* - совершенствование методики проведения лекционного занятия;

- *учебная* – уметь производить расчет теплопотерь здания;

- *воспитательная* – обучать учащихся соотносить полученные знания с наблюдаемыми явлениями.

Вид занятия: Лекция

Межпредметные связи:

Обеспечивающие: Техническая механика, инженерная графика

Обеспечиваемые: курсовое и дипломное проектирование

Рекомендуемая литература

Основная литература:

1. Буренин В.А., Ливчак И.Ф., Иванова А.В. Основы промышленного строительства и санитарной техники.- М.: ВШ, 2014

2. Беляев В.В. Санитарная техника предприятий мясной и молочной промышленности.- М.: Пищевая промышленность, 2012.

3. Полянский В.К. Основы промышленного строительства пищевых предприятий.- Воронеж, 2015

4. Проектирование холодильных сооружений. Справочник - М.: Пищевая промышленность, 2012

5. Крылов Ю.С. и др. Проектирование холодильников - М.: Пищевая промышленность, 2013

Дополнительная литература

1. Душин И.Ф. Санитарно-технические устройства предприятий мясной и молочной промышленности.- М. Легкая и пищевая промышленность, 2014.

2. СНиП 11-105-74. Холодильники. - М.: Госстрой, 2012

Тема: Отопление (4 часа)

1. Основные сведения по строительной теплотехнике.
2. Расчет теплопотерь здания.
3. Классификация систем отопления.

1. Основные сведения по строительной теплотехнике

Организм человека постоянно выделяет в окружающую среду определенное количество тепла, которое зависит в основном от его возраста и выполняемой работы. Например, взрослый человек в состоянии покоя или умственной работы выделяет 70—75 ккал/ч, а при тяжелой физической работе количество выделяемого тепла достигает 200—240 ккал/ч.

Теплоотдача происходит тремя способами: *конвекцией, испарением и лучеиспусканием*. У человека, находящегося в спокойном состоянии, выделение тепла происходит примерно в следующем соотношении: конвекцией 35—40%, путем испарения 10—15% и лучеиспусканием 45—50%.

Для определения микроклимата, влияющего на самочувствие людей, необходимо знать температуру и скорость движения воздуха, влияющих на теплоотдачу конвекцией, относительную влажность воздуха, влияющую на теплоотдачу его испарением и температуру окружающих поверхностей, влияющих на теплоотдачу организма лучеиспусканием.

Иногда в понятие микроклимат помещения включают также показатель загрязнения воздуха различными вредными примесями. Таким образом, для определения уровня комфорта помещения здания одной температуры воздуха явно недостаточно.

Отопительные устройства предназначены, как известно, для поддержания в отапливаемых помещениях заданных температур или возмещения теплопотерь через ограждающие конструкции, возникающих вследствие разности температур в отапливаемых помещениях и наружной.

Температура внутреннего воздуха в отапливаемых помещениях установлена нормами в зависимости от происходящего в них технологического процесса. Чаще всего внутреннюю температуру

принимают в пределах от 16 до 20°, причем решающим фактором является благоприятное самочувствие людей, работающих в данном помещении.

В некоторых случаях нужный микроклимат, в том числе внутренняя температура помещений, обеспечивается действием вентиляции, если технологическое оборудование выделяет тепла больше теплопотерь помещений. При этом иногда устраивают дежурное отопление (включаемое при остановке технологического оборудования), рассчитываемое на поддержание внутренней температуры 5—10°. Такую температуру устанавливают для сохранности оборудования и производства ремонта.

2. Расчет теплопотерь

Тепловые потери отапливаемых помещений зависят от температуры наружного воздуха, которая меняется в широких пределах. Высшим пределом наружной температуры, при котором необходимо отопление, считают 8° С. За расчетную наружную температуру для проектирования отопления принимают среднюю температуру самой холодной пятидневки в данной местности по многолетним наблюдениям.

Основные теплопотери помещений возникают через наружные ограждающие конструкции: стены, окна, двери, полы нижнего и перекрытия верхнего этажей. Принимая, условно, что теплопередача через эти ограждения установилась на постоянном уровне (чего в действительности не бывает из-за колебаний наружной температуры), теплопотери каждого ограждения определяют в ккал/ч :

$$Q = \kappa F (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) a,$$

где κ — коэффициент теплопередачи ограждающей конструкции (количество тепла, передаваемое через ограждение площадью 1 м² в течение 1 ч при разности температур внутреннего и наружного воздуха 1°С;), ккал/ч · м² · град;

F — площадь ограждающей конструкции, м²;

$t_{\text{в}}$ — внутренняя температура;

$t_{\text{н}}$ — температура наружного воздуха, при проектировании отопления принимаемая равной расчетной наружной температуре для отопления $t_{\text{р.о.}}$;

a — поправочный коэффициент, учитывающий ряд факторов, увеличивающих или уменьшающих рассчитываемые теплопотери: надбавки на ветер и ориентировку ограждений на стороны света, высоту помещения,

уменьшение потерь тепла при отделении ограждения от наружного воздуха кровлей или подпольем и т. д.

Коэффициент теплопередачи ограждающей конструкции K — величина, обратная общему сопротивлению теплопередачи этой ограждающей конструкции $R_{\text{общ}}$, которое выражают в $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град} / \text{ккал}$;

$$R_{\text{общ}} = 1 / K.$$

Определяют эту величину для многослойной конструкции по формуле

$$R_{\text{общ}} = 1 / \left(\alpha_{\text{в}} + \delta_1 / \lambda_1 + \dots + \delta_n / \lambda_n + 1 / \alpha_0 \right)$$

где $\alpha_{\text{в}}$ — коэффициент теплообмена на внутренней поверхности ограждения (для стен $\alpha_{\text{в}} = 7,5 \text{ ккал} / \text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град}$);

$\delta_1 \dots \delta_n$ — толщина слоев материалов, из которых состоит ограждение, м

$\lambda_1 \dots \lambda_n$ — соответствующие коэффициенты теплопроводности материалов, из которых выполнены эти слои, $\text{ккал} / \text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{град}$;

α_0 — коэффициент теплообмена на наружной поверхности ограждения (для наружных стен $\alpha_0 = 20 \text{ ккал} / \text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град}$).

Приближенные расчеты расхода тепла можно вести, пользуясь приведенными выше значениями удельной тепловой характеристики.

Так, расчетный расход тепла за 1 ч (ккал/ч) определяют по формуле:

$$Q_{\text{расч.}} = qV (t_{\text{в}} - t_{\text{п.о.}}).$$

При наличии в здании нескольких помещений с разными температурами, за внутреннюю температуру $t_{\text{в}}$ принимают, как характерную для большинства помещений.

Для определения годового расхода тепла на отопление необходимо знать продолжительность отопительного периода, т. е. количество дней, имеющих температуру ниже 8°C , и среднюю температуру отопительного периода. Эти данные, как и расчетные отопительные температуры наружного воздуха, находятся на основании климатических наблюдений.

Теплопотери для каждого помещения определяют путем суммирования теплопотерь через все наружные ограждения, которые имеет данное помещение. В тех случаях, когда отапливаемое помещение граничит с неотапливаемым или другим помещением с пониженной температурой (более чем на 5°), к теплопотерям помещения добавляют количество тепла, теряемое им через внутренние ограждения.

Эти суммарные теплотери при расчетной наружной температуре являются расчетными теплотерями данного помещения, которые должны быть возмещены системой отопления.

В ряде случаев (в районах с сильными ветрами, в нижних этажах многоэтажных зданий) к теплотерям, возникающим вследствие теплопроводности ограждающих конструкций, добавляют теплотери, вносимые инфильтрующимся наружным воздухом. Этот воздух поступает в основном через щели окон и дверей под действием ветра, а также в нижние этажи зданий под действием разности температур внутреннего и наружного воздуха.

Для некоторых помещений, куда въезжают с улицы холодные машины (например, гаражи) или поступает холодный материал необходимо учитывать охлаждения, вносимые машинами и материалами.

Во многих производственных помещениях технологическое оборудование, наоборот, выделяет тепло. В этих случаях отопление рассчитывают на разность между суммарными теплотерями данного помещения и тепловыделениями от оборудования.

Общие расчетные потери зданием ($Q_{\text{общ}}$) получают суммированием теплотерей, подсчитанных для каждого помещения.

Зная общие расчетные теплотери здания и его объем V (по наружному обмеру), определяют удельную тепловую характеристику q в ккал/ч · м · град по формуле

$$q = Q_{\text{общ}} / V (t_{\text{в}} - t_{\text{п.о.}}).$$

За внутреннюю температуру $t_{\text{в}}$ в этой формуле принимают такую, которая характерна для большинства находящихся в данном здании помещений.

3. Классификация систем отопления

Система отопления здания состоит из трех основных частей: генератора тепла, где вырабатывается тепловая энергия, передаваемая теплоносителю, системы трубопроводов, по которым перемещается теплоноситель, и отопительных приборов, передающих тепло от теплоносителя воздуху отапливаемого помещения.

По различным характерным признакам системы отопления можно разделить: на **местные и центральные** — в зависимости от радиуса их действия; на **водяные, паровые, воздушные и комбинированные**, т. е. работающие в различных контурах на разных теплоносителях, — по виду

теплоносителя; **с естественной или искусственной циркуляцией** — в зависимости от способа перемещения теплоносителя в циркуляционных кольцах.

К местным системам отопления относятся такие системы, в которых генератор тепла, теплопроводы и отопительные приборы конструктивно объединены в одном устройстве, находящемся в одном отапливаемом помещении. Примером таких систем могут быть отопительные печи, устройства для непосредственного сжигания газа с целью отопления помещения, электрическое отопление.

Центральные системы отопления конструктивно выполняются так, что генератор тепла размещается вне отапливаемых помещений, а в помещения теплоноситель подается по системе трубопроводов. От одного генератора тепла могут отапливаться помещения одного или нескольких зданий.

В качестве теплоносителей в системах центрального отопления используются **вода, пар и воздух**. Вода как теплоноситель обладает большой теплоемкостью и плотностью; расширяется при нагревании, уменьшая свою плотность; при повышении давления повышается температура кипения; абсорбция воздуха уменьшается при нагревании и снижении давления; при изменении температуры энтальпия изменяется в широком диапазоне. Теплоносители - вода и воздух, в отличие от пара, позволяют изменять температуру в зависимости от изменения температуры наружного воздуха, что является их положительным качеством.

Выбор способа циркуляции теплоносителя в системе отопления определяется конструкцией системы и архитектурно-планировочным решением объекта.

Естественная циркуляция в системах водяного и воздушного отопления целесообразна лишь в отопительных устройствах, предназначенных для поддержания микроклимата в зданиях, при условии, что генератор тепла находится в этом же здании, а горизонтальная протяженность системы от генератора до отопительного прибора не превышает 30 м. Непременное условие работы системы водяного отопления с естественной циркуляцией - заглубление генератора тепла по отношению к нижним нагревательным приборам в двухтрубных системах отопления не менее чем на 3 м. В системах с естественной циркуляцией перемещение воды или воздуха осуществляется за счет разности плотностей охлажденного и нагретого теплоносителя. Системы с естественной циркуляцией применяются сравнительно редко.

В системах с **искусственной циркуляцией** перемещение воды или воздуха осуществляется за счет механической энергии, передаваемой теплоносителю циркуляционным насосом или вентилятором.

Системы водяного и парового отопления различаются по **конструкции схемы** *«генератор тепла — трубопроводы — отопительные приборы»*.

По месту положения **магистральных трубопроводов** системы делятся на *системы с верхней, нижней и поэтажной разводкой*.

По конструкции участков, к которым непосредственно присоединяются отопительные приборы, и по схеме присоединения отопительных приборов к трубопроводам системы делятся на *двухтрубные*, когда отопительные приборы подключаются параллельно, и на *однотрубные*, когда приборы подключены по последовательной схеме. В однотрубных системах теплоноситель подводится к прибору и отводится от него по одной трубе.

По расположению участков системы, по которым теплоноситель подводится к отопительным приборам, системы делятся на *вертикальные и горизонтальные*.

В зависимости от **направления движения** теплоносителя в магистральных трубопроводах системы могут быть с *попутным и тупиковым* движением теплоносителя.

Выбор той или иной схемы системы отопления для зданий различного назначения производится в зависимости от этажности здания, конструктивно-планировочных решений (конфигурации этого здания, наличия чердака, подвала), режима эксплуатации системы в целом или ее отдельных частей и других факторов.

Основные требования, предъявляемые к системам отопления, вытекают из назначения этих систем и могут быть объединены в шесть групп:

1-я группа — **санитарно-гигиенические**: система должна обеспечивать в течение всего отопительного сезона заданную температуру воздуха в помещении без превышения допустимых отклонений по всему объему; при этом температура поверхности отопительного прибора не должна быть выше норм, установленных санитарно-гигиеническими и противопожарными требованиями;

2-я группа — **экономические**: приведенные затраты (сумма капиталовложений и эксплуатационных расходов) должны быть минимальными; одним из основных экономических показателей является удельный расход металла на систему, т. е. масса металла на единицу отданного системой тепла;

3-я группа — **строительные**: отдельные конструктивные элементы системы отопления должны быть увязаны со строительными конструкциями здания; необходима полная согласованность в сроках строительных работ и работ по монтажу системы отопления, а также возможность производства ремонтных работ с наименьшим ущербом для строительных конструкций здания;

4-я группа — **монтажные**: конструкция системы должна быть такой, чтобы ее можно было изготовить из унифицированных узлов и элементов, собранных на монтажных заводах, а на объектах выполнять лишь минимум монтажных работ; одним из основных требований являются наименьшие затраты ручного труда как на монтажном заводе, так и на месте монтажа системы;

5-я группа — **эксплуатационные**: система должна быть долговечна, проста в управлении, удобна для ремонта, безопасна и обладать высокой тепловой надежностью, т. е. при минимальных затратах труда обеспечивать санитарно-гигиенические требования в помещениях;

6-я группа — **эстетические**: элементы системы не должны портить интерьер помещения; наилучшим качеством обладают системы, элементы которых встроены в строительные конструкции и в помещении не видны.

Контрольные вопросы

1. Какая температура внутреннего воздуха в отапливаемых помещениях?
2. Какую расчетную наружную температуру принимают для проектирования отопления?
3. Из каких основных частей состоит система отопления здания?
4. Какие системы могут быть в зависимости от направления движения теплоносителя в магистральных трубопроводах?

Задание для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с лекционным материалом
2. Письменно ответить на контрольные вопросы
3. Фотографии отчета прислать в личном сообщении ВК <https://vk.com/id139705283>

На фотографиях сверху должна быть фамилия, дата выдачи задания, группа, дисциплина. Например: «Иванов И.И, **3.03.2023г.**, группа ХКМ 3/1, Строительные конструкции».