ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О СИСТЕМАХ ПРОИЗВОДСТВА И ОТПУСКА ТЕПЛОТЫ В ТЕПЛОСНАБЖЕНИИ

Лекция 1

План лекции

- 1. Понятие о централизованном теплоснабжении.
- 2. Основные способы теплоснабжения промышленных предприятий
- 3. Классификация тепловых нагрузок
- 4. Расчетные тепловые нагрузки

Вопросы для самостоятельного изучения

- Виды систем теплоснабжения
- Теплопотребление
- Регулирование отпуска теплоты
- Определение тепловых потоков на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение

1. Понятие о централизованном теплоснабжении.

- Теплоснабжение - снабжение теплом жилых, общественных и промышленных зданий (сооружений) для обеспечения коммунально-бытовых (отопление, вентиляция, горячее водоснабжение) и технологических нужд потребителей.
- Различают местное и централизованное теплоснабжение
- Система *местного теплоснабжения* обслуживает одно или несколько зданий
- Система *централизованного* — жилой или промышленный район.

1. Понятие о централизованном теплоснабжении.

- **Система централизованного теплоснабжения** включает источник тепла, тепловую сеть и теплопотребляющие установки, присоединяемые к сети через тепловые пункты.
- ***Источниками тепла*** при централизованном теплоснабжении могут быть теплоэлектроцентрали (ТЭЦ), котельные установки большой мощности (к ним относятся районные котельные), вырабатывающие только тепловую энергию; устройства для утилизации тепловых отходов промышленности; установки для использования тепла геотермальных источников.

1. Понятие о централизованном теплоснабжении.

- ***Районная отопительная котельная*** — сооружение, предназначенное для выработки тепла и подачи его в системы отопления, вентиляции и горячего водоснабжения крупных жилых массивов, их оборудуют сравнительно мощными водогрейными или паровыми котлами.
- ***Теплоснабжение от районных котельных имеет ряд преимуществ*** перед теплоснабжением от котельных малой и средней мощности:
- более высокий коэффициент полезного действия котельной установки,
- меньшее загрязнение атмосферного воздуха,
- меньший расход топлива на единицу тепловой мощности,
- большие возможности механизации и автоматизации,
- меньший штат обслуживающего персонала и т.д.

1. Понятие о централизованном теплоснабжении.

- Высшей формой централизованного теплоснабжения является ***теплофикация,*** при которой тепловая энергия получается от теплоэлектроцентралей (ТЭЦ), вырабатывающих два вида энергии – электрическую и тепловую.
- *Комбинированная*, т.е. совместная выработка электрической и тепловой энергии при резком уменьшении потерь в конденсаторе повышает КПД тепловой станции, работающей на органическом топливе, до *60-65%.*

2. Основные способы теплоснабжения промышленных предприятий

- Потребителями тепловой энергии являются промышленные предприятия и жилищно-коммунальный сектор (ЖКС) — поселок городского типа или часть города, расположенного вблизи источника теплоснабжения.
- Существует 2 способа снабжения теплотой
- Первый способ одновременного получения пара низкого давления и электроэнергии называется комбинированным способом получения тепловой и электрической энергии, а теплоснабжение на базе таких установок — теплофикацией.

2. Основные способы теплоснабжения промышленных предприятий

- Второй способ получения тепловой и электрической энергии, называемый раздельным, предусматривает снабжение потребителей паром низкого давления и горячей водой от промышленных или отопительных котельных установок и электроэнергией от специальных электростанций, вырабатывающих электроэнергию — тепловых, гидравлических или атомных.

2. Основные способы теплоснабжения промышленных предприятий

- Теплоснабжение от ТЭЦ, хотя и имеет ряд бесспорных преимуществ, не всегда может быть экономически оправдано.
- Экономически целесообразно строительство только крупных промышленно- отопительных ТЭЦ на базе суммарных тепловых (отопительных и технологических) нагрузок потребителей: равных 700...900 МВт.
- При меньших тепловых нагрузках промышленного комплекса экономически более выгодным становится раздельной способ его энергоснабжения, то есть теплотой от центральных котельных и электроэнергией от ТЭС, АЭС, ГЭС, питающих электроэнергией данный район

3. Классификация тепловых нагрузок

- Теплопотребляющие процессы классифицируются по температурному потенциалу энергоносителя.
- Высокотемпературные процессы., протекающие при температуре не ниже 400 °С, энергоноситель — перегретый пар от ТЭЦ или котельных, вторичные энергоресурсы. Процессы имеют технологическое назначение
- Среднетемпературные процессы — при температуре 150—400 °С, энергоноситель — пар и горячая вода с температурой до 200 °С; назначение — промышленное и коммунально-бытовое теплопотребление
- Низкотемпературные процессы — при температуре 70—150 °С; энергоноситель — пар и горячая вода; назначение — отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха, горячее водоснабжение и технологические процессы.

3. Классификация тепловых нагрузок

- Пар низкого давления 0,3...1,5 МПа получают непосредственно в паровых котлах или из отборов паровых турбин, которые срабатывают пар высокого давления 13 МПа или СКД 25,5 МПа до низкого давления, вырабатывая при этом электроэнергию, отдаваемую потребителям.
- Горячую перегретую воду получают непосредственно в водогрейных котлах или путем подогрева исходной воды до требуемой температуры паром низкого давления в пароводяных подогревателях

3. Классификация тепловых нагрузок

- Тепловые нагрузки на отопление, вентиляцию и кондиционирование воздуха носят сезонный характер и зависят от климатических условий.
- Технологические нагрузки могут быть как сезонными, так и круглогодичными; горячее водоснабжение — круглогодичная нагрузка
- Круглогодичная нагрузка на технологические нужды зависит от характера технологических процессов, типа производственного оборудования и др. Как правило, тепловые нагрузки промышленных предприятий задаются технологами на основе соответствующих расчетов или результатов тепловых испытаний.

3. Классификация тепловых нагрузок

- Круглогодичная нагрузка на технологические нужды зависит от характера технологических процессов, типа производственного оборудования и др. Как правило, тепловые нагрузки промышленных предприятий задаются технологами на основе соответствующих расчетов или результатов тепловых испытаний.
- Основная задача отопления заключается в поддержании внутренней температуры помещений на заданном уровне. Для этого необходимо сохранение равновесия между тепловыми потерями здания и теплопритоком. Условие теплового равновесия здания может быть выражено в виде равенства:

$$Q_T + Q_H = Q_O + Q_{TB},$$

- где Q_T— теплопотери теплопередачей через наружное ограждение; Q_H — теплопотери инфильтрацией из-за поступления в помещения через неплотности наружных ограждений холодного воздуха; Q_O — подвод теплоты в здании через отопительную систему; Q_{TB} — внутреннее тепловыделение.

4. Расчетные тепловые нагрузки

- Расчетные тепловые нагрузки на отопление и вентиляцию при определении мощности источников теплоты учитываются по максимальным часовым расходам теплоты, которые принимаются по проектам отдельных зданий, или определяются по формулам:

$$Q_o = q_o\left(t_{\text{вн}} - t_{\text{ро}}\right)V_{\text{н}} \quad (1.1)$$

$$Q_{\text{в}} = q_{\text{в}}\left(t_{\text{вн}} - t_{\text{рв}}\right)V_{\text{н}} \quad (1.2)$$

- где Q_o, $Q_{\text{в}}$ — максимальные часовые расходы теплоты на отопление и вентиляцию, ккал/ч; (Вт); q_o, $q_{\text{в}}$ — удельные отопительная и вентиляционная характеристики зданий, ккал/(м^3 ч °С) (Вт/м^3 °С), при $t_{\text{ро}}$ и $t_{\text{рв}}$; $t_{\text{вн}}$ — расчетная температура воздуха в отапливаемых зданиях, принимается по температуре в помещениях, рекомендованных по СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» ; $t_{\text{ро}}$ и $t_{\text{рв}}$—расчетные температуры наружного воздуха, для проектирования отопления — средняя наиболее холодной пятидневки, для проектирования вентиляции — средняя наиболее холодного периода, $V_{\text{н}}$ — наружный строительный объем здания, м^3.

4. Расчетные тепловые нагрузки

- Удельные отопительные характеристики жилых и общественных зданий при $t_{ро}$ = -30 °С могут быть приняты:

Этажность здания	2—3	4—5	6 и более
q_0, ккал/(м^3 ч °С)	0,4—0,5	0,35—0,4	0,3—0,4
q_0, Вт/м$_3$ °С	0,46—0,58	0,40—0,46	0,35—0,46

- Удельные вентиляционные характеристики общественных зданий $q_В$ в зависимости от их назначения зданий принимаются в пределах 0,08—1,0 ккал/(м^3 ч °С) [0,09—1,16 Вт/(м^3 °С)] при отсутствии сведений о назначении зданий принимаются равными 0,2 ккал/(м^3 ч °С) [0,23 Вт/(м^3 °С)].

- Удельные отопительные и вентиляционные характеристики для производственных зданий принимаются по нормативам в пределах 0,4—0,75 ккал/(м^3 ч °С) [0,46—0,87 Вт/(м^3 °С)].

- Расходы теплоты на горячее водоснабжение в балансах теплоты учитываются следующим образом: для жилых и общественных зданий — по среднечасовому расходу теплоты за смену с наибольшим водопотреблением.

4. Расчетные тепловые нагрузки

- Среднечасовые расходы теплоты на горячее водоснабжение определяются по СП 30.13330.2012 «Внутренний водопровод и канализация зданий» при числе часов работы систем потребителей в сутки: для жилых домов, общежитий, гостиниц, школ-интернатов, санаториев, домов отдыха, больниц, детских учреждений 24 часа; для прочих общественных зданий — равным числу работы в сутки (но не менее 10 часов), при установки аккумуляторов — по числу часов зарядки баков; для вспомогательных зданий и помещений промышленных предприятий — числу часов зарядки баков — аккумуляторов в смену

4. Расчетные тепловые нагрузки

- Максимальные часовые расходы теплоты на технологические процессы и количество возвращаемого конденсата принимаются по технологическим проектам производств с учетом несовпадения максимумов расходов теплоты отдельными потребителями. При отсутствии технологических проектов производств — по укрупненным ведомственным нормам расходов теплоты или по проектам аналогичных предприятий, привязанным к району строительства.

4. Расчетные тепловые нагрузки

- Максимальная суточная нагрузка группы однотипных потребителей теплоты Q_{max} определяется по их максимальным мощностям Q_{mi} и коэффициентам спроса k_{ci}:

$$Q_{max} = \sum_{i=1}^{n} Q_{mi} k_{ci} \qquad (1.3)$$

- Коэффициент спроса любого потребителя или группы однотипных потребителей определяется по формуле:

$$k_{ci} = k_{зi} k_{oi}$$

- где $k_{зi}$ — коэффициент нагрузки — максимальная нагрузка потребителя, отнесенная к его максимальной мощности ($k_{зi} \leq 1$); k_{oi} — коэффициент одновременности —доля потребителей данной группы одновременно находящихся в работе; n — количество групп потребителей.

4. Расчетные тепловые нагрузки

- Максимальное суммарное теплопотребление — суммарная нагрузка всех теплотехнических потребителей, находящихся в радиусе теплоснабжения Q, определяется по формуле:

$$Q = \sum_{i=1}^{n} (Q_{max} k_{\text{но}}) Q \qquad (1.4)$$

- где $k_{\text{но}}$ — коэффициент неодновременности, учитывающий несовпадение во времени максимумов тепловых нагрузок отдельных потребителей $k_{\text{но}}$ = 0,9—0,95.

4. Расчетные тепловые нагрузки

- Годовые расходы теплоты потребителями района теплоснабжения, определяется по формуле:

$$Q^{\text{год}} = Q_{\text{о}}^{\text{год}} + Q_{\text{в}}^{\text{год}} + Q_{\text{гв}}^{\text{год}} + Q_{\text{т}}^{\text{год}} \qquad (1.5)$$

- где $Q_{\text{о}}^{\text{год}}, Q_{\text{в}}^{\text{год}}, Q_{\text{гв}}^{\text{год}}, Q_{\text{т}}^{\text{год}}$— годовые расходы теплоты на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и технологическое потребление, ккал/ч (Вт).

4. Расчетные тепловые нагрузки

- Годовые расходы теплоты жилыми и общественными зданиями определяются:
- *на отопление*

$$Q_{\text{о}}^{\text{год}} = 24 Q_{\text{ос}} n_{\text{о}}, \qquad (1.6)$$

- где среднечасовой расход теплоты за отопительный период:

$$Q_{\text{ос}} = Q_{\text{о}} \frac{(t_{\text{вн}} - t_{\text{сро}})}{(t_{\text{вн}} - t_{\text{ро}})} \qquad (1.7)$$

- где $n_{\text{о}}$ — продолжительность отопительного периода в сутках по числу дней с устойчивой средней суточной температурой наружного воздуха 8 °С и ниже; $t_{\text{сро}}$ — средняя температура наружного воздуха за отопительный период, °С,

4. Расчетные тепловые нагрузки

- *на вентиляцию*

$$Q_{\text{в}}^{\text{год}} = zQ_{\text{вср}}n_{\text{о}} \qquad (1.8)$$

- где $Q_{\text{вср}}$— среднечасовой расход теплоты за отопительный период, ккал/ч;

$$Q_{\text{вср}} = Q_{\text{в}}\frac{(t_{\text{вн}} - t_{\text{сро}})}{(t_{\text{вн}} - t_{\text{рв}})} \qquad (1.9)$$

- z — усреднённое за отопительный период число работы системы вентиляции общественных зданий в течении суток (при отсутствии данных принимается 16 ч);

4. Расчетные тепловые нагрузки

- *на горячее водоснабжение*

$$Q_{\text{гв}}^{\text{год}} = 24Q_{\text{гвср}}n_{\text{о}} + 24Q_{\text{гвср}}^{\text{л}}(350 - n_{\text{о}}) \qquad (1.10)$$

- где $Q_{\text{гвср}}$ и $Q_{\text{гвср}}^{\text{л}}$— среднечасовой расход теплоты на горячее водоснабжение за отопительный и летний периоды, ккал/ч:

$$Q_{\text{гвср}}^{\text{л}} = Q_{\text{гвср}}\frac{(60-t_{\text{хл}})}{(60-t_{\text{хз}})}\beta \qquad (1.11)$$

- $t_{\text{хл}}, t_{\text{хз}}$— температура холодной воды (водопроводной) воды, °С, в летний и отопительный период, принимается соответственно равной 15 и 5 °С; β — коэффициент снижения среднечасового расхода воды на горячее водоснабжение в летний период принимается равным 0,8; для курортных и южных городов β = 1; 350 — число суток в году.

4. Расчетные тепловые нагрузки

- Годовые расчеты теплоты на отопление и вентиляцию промышленных зданий определяется по следующим формулам:

$$Q_{\text{о}}^{\text{год}} = Q_{\text{ос}}\left[\left(n'_0 - n_{\text{Д}}\right) + n_{\text{Д}}\frac{\left(t_{\text{внд}} - t'_{\text{сро}}\right)}{\left(t_{\text{вн}} - t'_{\text{сро}}\right)}\right] \qquad (1.12)$$

- где $n'_0, n_{\text{Д}}$ — продолжительность работы системы основного и дежурного отопления промышленных зданий, ч/год.

4. Расчетные тепловые нагрузки

- Начало и конец отопительного сезона для промышленных зданий определяются наружной температурой $t_{НК}$, при которой теплопотери через наружные ограждения равны внутренним тепловыделениям, как правило, $n'_0 < n_Д$, при этом $t_{НК} \leq 8$ °С; $t_{внд}$ – температура внутреннего воздуха при работе дежурного отопления, °С; $t'_{сро}$ – средняя температура наружного воздуха за период работы отопления, °С;

4. Расчетные тепловые нагрузки

- $$Q_{\text{в}}^{\text{год}} = Q_{\text{в}}\left[n_{\text{в}} + \frac{(t_{\text{внд}} - t_{\text{срв}}^{\text{н}})}{(t_{\text{вн}} - t_{\text{рв}})}(n_0 - n_{\text{в}})\right]\left(1 - \frac{n_{\text{д}}^{\text{в}}}{n_{\text{в}}}\right) \qquad (1.13)$$
- $n_{\text{в}}$ и $n_{\text{д}}^{\text{в}}$ – продолжительность отопительного периода: с температурой наружного воздуха и при неработающей вентиляции, ч/год; $t_{\text{срв}}^{\text{н}}$ – средняя температура наружного воздуха в интервалах от начала отопительного периода, когда $t_{\text{н}} = t_{\text{нк}}$ до $t_{\text{н}} = t_{\text{р в}}$, °С.

4. Расчетные тепловые нагрузки

- Годовой расход теплоты на бытовое водоснабжение промышленных предприятий подсчитывается по среднечасовым расходам теплоты $Q_{гвср}$ и режиму работы приемников теплоты в течение года.
- Годовой расход теплоты на технологические нужды определяется по максимальной суточной нагрузке потребителей и числу часов работы предприятия в году с учетом суточных и годовых режимов теплопотребления.