ОГЛАВЛЕНИЕ

**ВВЕДЕНИЕ. 3**

**I. Раздел.** **ХАРАКТЕРИСТИКА ГОРОДА. 4**

**II. Раздел.** **РАСЧЁТ РАСХОДОВ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА БЫТОВЫЕ И**

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ НУЖДЫ ГОРОДСКИХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ. 5**

**III. Раздел. ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКОВ РАСХОДА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ**

**НА БЫТОВЫЕ НУЖДЫ ГОРОДА. 10**

**IV. Раздел. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВАРИАНТОВ СХЕМЫ**

**ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

**ГОРОДСКИХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ. 13**

**V. Раздел.** **ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ И**

**ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДА. 18**

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУР**Ы. 26**

**ВВЕДЕНИЕ.**

Во введении излагаются основные направления развития систем теплоснабжения городов и внедрения достижений научно-технического прогресса в энергетике, указываются преимущества централизованного теплоснабжения от крупных источников - теплоэлектроцентралей (ТЭЦ) и районных тепловых станций (РТС), отмечается влияние системы теплоснабжения городских потребителей на окружающую среду, формулируются цель и задачи курсового проекта.

***Город —*** сложная, динамичная, социально-экономическая система, играющая ведущую роль в формировании и развитии экономики.

***Город —*** организующий и управляющий центр расселения.

В последние десятилетия жилищное строительство в основном осуществляется крупными массивами и планировка селитебных территорий городов осуществляется по принципу формирования в них жилых районов и микрорайонов. Важнейшие из этих задач - дальнейшее улучшение условий жизни населения, максимальная экономия средств, вкладываемых в строительство городов и эксплуатацию городского хозяйства и улучшение архитектурно-художественного облика новой жилой застройки. При этом больше внимания должно быть уделено не только текущему строительству, перспективному развитию городов, но и развитию районов и микрорайонов.

***Целью данного курсового проекта*** является закрепление полученных теоретических знаний в области организации инфраструктуры города и приобретение практических навыков по основным вопросам организации и планирования отдельных элементов города, в данном случае микрорайонов.

**I. Раздел. ХАРАКТЕРИСТИКА ГОРОДА.**

В разделе I дается краткая характеристика города и потребителей тепловой энергии, приводятся основные показатели и справочные материалы к курсовому проекту, необходимые для расчета максимально-часовых, среднемесячных и годовых расходов тепловой энергии для бытовых и технологических нужд городских потребителей. К числу таких показателей относятся проектная, численность населения города и средняя жилищная обеспеченность, отопительные характеристики жилых а общественных зданий, охват городского жилого фонда централизованным отоплением и горячим водоснабжением и т.д.

Перечень исходных данных к курсовому проекту приведен в табл. 1.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Таблица 1. Исходные данные к проекту.** | | | | |
| **№**  **п/п** | **Показатели** | **Обозна­чение** | **Единицы измерения** | **Количество единиц измерения** |
| **1** | Район расположения города | **—** |  | Новосибирская |
| **2** | Проектная численность населения города | **N** |  | **80** |
| **3** | Средняя жилищная обеспеченность населения | **f** |  | **11** |
| **4** | Объемный коэффициент для жилых зданий | **k** |  | **5,7** |
| **5** | Отопительная характеристика:  а) жилых зданий  б) общественных зданий | **qж**  **qо** |  | **2,2**  **1,7** |
| **6** | Коэффициент охвата жилого фонда теплоснабжением от централизованных источников:  а) для отопления  б) для горячего водоснабжения | **mо**  **mг** | —  — | **0,8**  **0,5** |
| **7** | Среднесуточный расход горячей воды на одного жителя | **a** |  | **100** |
| **8** | Тепловые нагрузки промышленных предприятий:  а) максимальная для тех­нологии производства  б) расчётная для отопле­ния  в) расчётная для вентиляции  г) среднечасовая для го­рячего водоснабжения | QpтQpо.пQpв.п **Qсрг.п** |  | **430**  **15**  **30**  **40** |
| **9** | Число часов работы в году с максимальной нагрузкой:  а) технологии производ­ства  б) теплоэлектроцетрали (ТЭЦ) | **hтmax**  **hТЭЦmax** |  | **5600**  **5900** |
| **10** | Цена топлива:  а) твёрдого  б) газообразного |  |  | **84**  **132** |

В этом разделе курсового проекта необходимо указать основные климатические характеристики района расположения города: продолжительность отопительного сезона, расчетные температуры наружного воздуха для систем отопления и вентиляции, среднемесячные температуры наружного воздуха за отопительный сезон и продолжительность стояния температур наружного воздуха в течение отопительного периода (табл. 2÷4). Кроме того, приводится краткая характеристика топливно-энергетической базы района расположения города.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Таблица 2. Климатические характеристики района расположения города.** | | | | | |
| **№**  **п/п** | **Район расположения города (область, край)** | **Температура наружного воздуха, °С** | | | **Продолжительность отопитель­ного периода n, сутки** |
| **расчетная**  **для отоп­ления,**  **tрн.о.** | **расчетная для венти­ляции,**  **tрн.в.** | **средняя за отопительный период,**  **tрн.ср.** |
| **1** | Новосибирская | - 39 | - 24 | - 9,1 | 227 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Таблица 3. Среднемесячные температуры наружного воздуха в течение отопительного периода.** | | | | | | | | |
| **№**  **п/п** | **Район располо­жения города (область, край)** | **Средняя температура, °С** | | | | | | |
| **январь** | **февраль** | **март** | **апрель** | **Октябрь** | **ноябрь** | **декабрь** |
| **1** | Новосибирская | - 19,0 | - 17,2 | -10,7 | -0,1 | 1,5 | -9,7 | - 16,9 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Таблица 4. Число суток с разной температурой наружного воздуха за отопительный сезон (для ориентировочных расчетов).** | | | | | | | | | | |
| **Район расположения города (область, край)** | **Число суток за отопительный период со средней температурой наружного воздуха, °С** | | | | | | | | | |
| **- 40 и ниже** | **- 35 до - 40** | **- 30 до - 35** | **- 25 до -30** | **- 20 до - 25** | **- 15 до - 20** | **- 10 до - 15** | **- 5 до**  **- 10** | **0 до**  **- 5** | **+ 8 до 0** |
| Новосибирская | 0,6 | 3,1 | 4,8 | 11,8 | 17,6 | 26,0 | 36,1 | 36,2 | 40,8 | 50,0 |

**II. Раздел. РАСЧЁТ РАСХОДОВ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА БЫТОВЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ НУЖДЫ ГОРОДСКИХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ.**

В разделе II курсового проекта необходимо определить:

* максимально-часовые (расчетные) расходы теплоты для отопления и вентиляции жилых, общественных и промышленных зданий;
* среднечасовые расходы тепловой энергии для горячего водоснабжения в жилищно-коммунальном хозяйстве и промышленности города в зимний и летний периоды;
* среднемесячные расходы тепловой энергии на бытовые нужды городских потребителей;
* годовые расходы тепловой энергии на бытовые и технологические нужды города.

Рассчитанные часовые расходы теплоты (тепловые нагрузки) являются основой для проектирования схемы централизованного теплоснабжения города.

При выполнении расчетов следует пользоваться данными методическими указаниями, приведенными в них справочными материалами я рекомендованными учебными пособиями. В расчетах расходов тепловой энергии в целом по городу целесообразно применять крупные единицы измерения — гигаджоули (ГДж) и гигакалории (Гкал). Для перевода расходов тепловой энергии из одной системы единиц измерения в другую можно пользоваться соотношением 1 Гкал = 4,19 ГДж.

Расчет часовых расходов тепловой энергии в жилищно-коммунальном хозяйстве (ЖКХ) целесообразно начинать с определения количества жителей города No и Nг, пользующихся теплоснабжением от централизованных источников - ТЭЦ и районных котельных установок. Это количество жителей определяется на основе исходных данных о проектной численности населения города с учетом коэффициентов охвата жилого фонда централизованным отоплением, mo, и горячим водоснабжением, mг.

Максимально-часовой (расчетный) расход теплоты на отопление жилых и общественных зданий Qроследует определять по удельным теплопотерям на 1 м3 наружного объема этих зданий по формуле:

**Qро = (Uж · qж + Uо · qо)·(tрв – tрн.о.)·10-6 [ГДж/ч]**

где Uж — кубатура жилых зданий, отапливаемых от централизованных источников

теплоснабжения, м3. Рассчитывается на основе исходных данных к проекту;

Uо — кубатура общественных зданий, м3.

qж, qо — отопительная характеристика (удельные теплопотери) соответственно жилых и

общественных зданий, кДж/м3·ч·°С;

tрв — расчетная температура воздуха внутри помещения. Принимается 18°С;

tрн.о — расчетная температура наружного воздуха для систем отопления, °С.

Определяется по климатическим характеристикам района расположения города

(табл. 2).

В свою очередь Uо, Uж рассчитываются по следующей формуле:

**Uо = (0,2÷0,25) · Uж [м3]**

где Uж — кубатура жилых зданий, отапливаемых от централизованных источников

теплоснабжения, м3.

**Uж = N · f · k · mо [м3]**

где N — проектная численность населения, тыс. чел.;

f — средняя жилищная обеспеченность населения, м2 жил.пл./чел.;

k — объемный коэффициент для жилых зданий, м3/м2 жил.пл.;

mо — коэффициент охвата жилого фонда теплоснабжением от централизованных

источников (для отопления).

***Расчёты:***

Uж = N · f · k · mо [м3]

**Uж = 80 · 103 · 11 · 5,7 · 0,8 = 4 012 800 [м3]**

Uо = (0,2÷0,25) · Uж [м3]

**Uо = 0,2 · 4012800 = 802 560 [м3]**

Qро = (Uж · qж + Uо · qо)·(tрв – tрн.о.)·10-6 [ГДж/ч]

**Qро = (4012800 · 2,2 + 802560 · 1,7)·(18 + 39)·10-6 = 580,97 [ГДж/ч]**

Расход тепловой энергии на вентиляцию помещений рассчитывается только для общественных зданий, оборудованных механическими системами вентиляции. В жилых зданиях расход теплоты для проветривания помещений учитывается в отопительной характеристике qж.

Расчет максимально-часового расхода тепловой энергии для вентиляции общественных зданий Qрв осуществляется по формуле:

**Qрв = Uв · m · cв ·(tрв – tрн.в.)·10-6 [ГДж/ч]**

где Uв — объем вентилируемых зданий, м3;

m — кратность обмена воздуха в помещения, 1/ч. Принимается 0,8÷1 раз в час;

св — удельная теплоемкость воздуха, кДж/м3·°С. Принимается в среднем 1,З кДж/м3·°С;

tрн.в. — расчетная температура наружного воздуха для систем вентиляции, °С. Принимается

по климатическим характеристикам района расположения города (табл. 2).

В свою очередь Uв рассчитывается по следующей формуле:

**Uв = (0,7÷1) · Uо [м3]**

где Uо — кубатура общественных зданий, м3;

***Расчёты:***

Uв = (0,7÷1) · Uо [м3]

**Uв = 0,8 · 802560 = 642048 [м3]**

Qрв = Uв · m · cв ·(tрв – tрн.в.)·10-6 [ГДж/ч]

**Qрв = 642048 · 0,8 · 1,3 ·(18 + 24)·10-6 = 28,04 [ГДж/ч]**

При расчете тепловых нагрузок, составляющих основу для проектирования схемы теплоснабжения города, учитывается среднечасовой расход тепловой энергии на горячее водоснабжение потребителей. Этот расход теплоты в жилищно-коммунальном хозяйстве (ЖКХ) принимается постоянным в течение зимнего (отопительного) периода и определяется по формуле:

**Qсрг.з. = (а · Nг · c ·(tг – tх.з.))/24 · 10-6 [ГДж/ч]**

где а — среднесуточный удельный расход горячей воды, л/чел. Принимается по заданию;

Nг — количество жителей, пользующихся горячим водоснабжением от централизованных

источников, чел. Рассчитывается на основе исходных данных к проекту;

с — удельная теплоемкость воды, кДж/кг·°С. Принимается равной 4,19 кДж/кг·°С;

tг — температура горячей воды, °С. Принимается равной 65°С;

tх.з. — температура холодной водопроводной воды в зимний период, °С.

Принимается равной 5°С;

24 — продолжительность работы систем горячего водоснабжения в течение суток, ч.

**Nг = N · mг [тыс.чел.]**

где N — проектная численность населения, тыс. чел.;

mг — коэффициент охвата жилого фонда теплоснабжением от централизованных

источников (для горячего водоснабжения).

Среднечасовой расход тепловой энергии на горячее водоснабжение в летний период Осрг.л. меньше зимнего на 30÷35%. Это вызвано уменьшением численности населения города в летний период снижением расхода горячей воды и повышением температуры холодной водопроводной воды до 15°С. Таким образом, Осрг.л. = 0,65÷0,7·Qcpг.з..

**Qсрг.л. = (0,65÷0,7) · Qсрг.з. [ГДж/ч]**

где Qсрг.з. — среднечасовой расход тепловой энергии на горячее водоснабжение в летний

период, ГДж/ч.

***Расчёты:***

Nг = N · mг [тыс.чел.]

**Nг = 80 · 103 · 0,5 = 40 000 [тыс.чел.]**

Qсрг.з. = (а · N г · c ·(t г – t х.з.))/24 · 10-6 [ГДж/ч]

**Qсрг.з. = (100 · 40 · 103 · 4,19 ·(65 – 5))/24 · 10-6 = 42 [ГДж/ч]**

Qсрг.л. = (0,65÷0,7) · Qсрг.з. [ГДж/ч]

**Qсрг.л. = 0,7 · 42 = 29,4 [ГДж/ч]**

Расчетно-часовые расходы тепловой энергии на отопление вентиляцию и горячее водоснабжение в курсовом проекте необходимо определить по городу в целом с учетом промышленных потребителей. Данные о размерах тепловых нагрузок промышленных предприятий приводятся в задании к курсовому проекту.

* Расчетно-часовой расход тепловой энергии на отопление у промышленных потребителей.

**Qсро.п** = **Qро** \*0,15 [ГДж/ч]

* Расчетно-часовой расход тепловой энергии на вентиляцию у промышленных потребителей.

**Qсрв.п** = **Qрв** \*0,3 [ГДж/ч]

* Расчетно-часовой расход тепловой энергии на горячее водоснабжение у промышленных потребителей.

**Qсрв.п** = **Qрв** \*0,4 [ГДж/ч]

* Бытовая нагрузка города.

**Qрбыт** =( **Qсро.п** + **Qро**) +( **Qсрв.п** + **Qрв**) + (**Qсрв.п** + **Qрв**)

***Расчёты:***

**Qрбыт** =580,97\*1,15+28,04\*1,3+42\*1,4=763,37 [ГДж/ч]

Среднемесячные расходы теплоты для бытовых нужд городских потребителей (отопление, вентиляция и горячее водоснабжение) Qj, рассчитываются по формулам:

а) для летнего периода

**Qj = ΣQсрг.л. · nгj [ГДж/мес]**

б) для зимнего (отопительного) периода

**Qj = ΣQро ·(tрв – tср.j)/(tрв – tрн.о.)· noj + ΣQрв ·(tрв – tср.j)/(tрв – tрн.в.)· nвj + ΣQсрг.з. · nгj [ГДж/мес]**

где ΣQсрг.л., ΣQсрг.з. — суммарный среднечасовой расход тепловой энергии на горячее

водоснабжение по городу в целом (с учетом промышленных

предприятий) соответственно в летний и зимний периоды, ГДж/ч;

ΣQро, ΣQрв — суммарный максимально-часовой расход теплоты по городу в целом (с

учетом промышленных предприятий) соответственно на отопление и

вентиляцию, ГДж/ч;

tср.j — среднемесячная температура наружного воздуха за каждый месяц

отопительного сезона, °С. Принимается по данным таблицы 3.

nоj, nвj, nгj — продолжительность работы систем отопления, вентиляции и горячего

водоснабжения в течение каждого j-ro месяца, ч. Принимается для систем

отопления и горячего водоснабжения круглосуточная работа, а для

вентиляции - в среднем 12 часов в сутки.

***Расчёты:***

1. для летнего периода.

ΣQсрг.л. = Qсрг.л. · 1,4 [ГДж/ч]

ΣQсрг.п. = 29,4 · 1,4 = 41,16 [ГДж/ч]

Qмай =41,16\*24\*31=30 623 [ГДж/мес]

Qиюнь =41,16\*24\*15=14 817,6 [ГДж/мес]

Qиюль =41,16\*24\*31=30 623 [ГДж/мес]

Qавгуст =41,16\*24\*31=30 623 [ГДж/мес]

Qсен =41,16\*24\*30=29 635,2 [ГДж/мес]

1. для зимнего (отопительного) периода.

ΣQро = Qро \*1,15=668,12 [ГДж/ч]

ΣQрв = Qрв \*1,3=36,45 [ГДж/ч]

ΣQсрг.з = Qсрг.з \*1,4=58,8 [ГДж/ч]

Qянв. =668,12\*(18+19)/(18+39)\*24\*31+36,45\*(18+19)/(18+24)\*12\*31+58,8\*24\*31

=381347,94 [ГДж/мес]

Qфев. =668,12\*(18+17,2)/(18+39)\*24\*28+36,45\*(18+17,2)/(18+24)\*12\*28+58,8\*24\*28

=329608,89 [ГДж/мес]

Qмарт =305615,89 [ГДж/мес]

Qапрель =202159,19 [ГДж/мес]

Qокт. =194298,89 [ГДж/мес]

Qнояб. =286927,29 [ГДж/мес]

Qдек. =362186,81 [ГДж/мес]

Годовой расход тепловой энергии на технологические нужды промышленных предприятий в курсовом проекте рассчитывается как произведение максимальной тепловой нагрузки для технологии производства Qрт и продолжительности работы предприятий с этой нагрузкой в течение года hтмах (по заданию).

***Расчёты:***

Qгодтех = Qрт \* hтmax =430\*5600=2 408 000 [ГДж]

**III. Раздел. ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКОВ РАСХОДА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ**

**НА БЫТОВЫЕ НУЖДЫ ГОРОДА.**

В разделе Ш курсового проекта на основе ранее выполненных расчетов строятся 3 графика расхода тепловой энергии на бытовые нужды города:

а) часовых расходов теплоты на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение в зависимости от температуры наружного воздуха;

б) среднемесячных расходов теплоты в течение года;

в) отпуска тепловой энергии на бытовые нужды городских потребителей в зависимости от продолжительности стояния температур наружного воздуха в течение года.

Для построения графика часовых расходов тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий необходимо определить помимо максимальных нагрузок Qро и Орв расходы теплоты при разных текущих температурах наружного воздуха в течение отопительного сезона. Начало отопительного сезона соответствует среднемесячной температуре наружного воздуха, tн = 8 °C.

Часовой расход тепловой энергии для текущей температуры наружного воздуха можно определить по формулам:

— для отопления **Qо = ΣQро · (tрв – tн)/(tрв – tрн.о) [ГДж/ч]**

— для вентиляции **Qв = ΣQрв · (tрв – tн)/(tрв – tрн.в) [ГДж/ч]**

где Qо, Qв — часовой расход теплоты соответственно на отопление и вентиляцию при текущей

температуре наружного воздуха, ГДж/ч;

tн — текущая температура наружного воздуха, °С.

Часовой расход тепловой энергии на горячее водоснабжение в течение всего отопительного сезона принимается постоянным и равным Qсрг.з, а в летний период — Qсрг.л. При построении графика часовых расходов по оси абсцисс откладывается температура наружного воздуха от 8°С до расчетной температуры для систем отопления tн.о, а по оси ординат — величина суммарных тепловых нагрузок городских потребителей для отопления, вентиляции и горячего водоснабжения в зависимости от изменения этих температур.

***Расчёты:***

ΣQсрг.з. = 58,8 [ГДж/ч]

ΣQсрг.п. = 41,16 [ГДж/ч]

ΣQро = 668,12 [ГДж/ч]

ΣQрв = 36,45 [ГДж/ч]

tн= 8

Qо = ΣQро · (tрв – tн)/(tрв – tрн.о.) [ГДж/ч]

**Qо = 668,12 \* (18 - 8)/(18 + 39) = 117,21 [ГДж/ч]**

Qв = ΣQрв · (tрв – tн)/(tрв – tрн.в.) [ГДж/ч]

**Qв = 36,45\*(18 -8)/(18 + 24) = 8,68 [ГДж/ч]**

Qобщ = Qо + Qв + Qсрг.з. [ГДж/ч]

**Qобщ = 58,8+117,21+8,68 = 184,69 [ГДж/ч]**

**tн = -39 °С**

**Qобщ = 58,8+668,12+36,45 = 763,39 [ГДж/ч]**

График №1.Часовые расходы теплоты на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение в зависимости от температуры наружного воздуха.



При построении графика №2 среднемесячных расходов теплоты на бытовые нужды города по оси абсцисс откладываются месяцы года, а по оси ординат - величина рассчитанных в разделе II проекта суммарных месячных расходов тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение городских потребителей.

График №2.Среднемесячные расходы теплоты в течение года.



**IV. Раздел. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВАРИАНТОВ СХЕМЫ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДСКИХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ.**

В разделе IV курсового проекта необходимо запроектировать 2 варианта схемы централизованного теплоснабжения города, различающиеся источниками генерирования тепловой энергии и видом применяемого топлива. В одном варианте для бытовых и технологических нужд городских потребителей тепловая энергия отпускается от ТЭЦ, работающей на твердом топливе, а в другом — от районной отопительной и промышленных котельных установок, использующих газообразное топливо.

Для обоих вариантов следует определить необходимую мощность теплогенерирующих установок и выбрать основное оборудование: теплофикационные турбины, паровые и водогрейные котлы.

В основе определения требуемой мощности теплогенерирующих установок лежат расчетно-часовые расходы тепловой энергии с учетом покрытия тепловых потерь в сетях. В курсовом проекте тепловые потери в сетях приближенно можно принимать в размере 5% от тепловой нагрузки потребителей.

Бытовая нагрузка городских потребителей рассчитывается по следующей формуле:

**Qгорбыт = Qро · 1,15 + Qрв · 1,3 + Qрг.з. · 1,4 [ГДж/ч]**

где Qсрг.з. — суммарный среднечасовой расход тепловой энергии на горячее водоснабжение по

городу в целом (с учетом промышленных предприятий) в зимний период, ГДж/ч;

Qро, Qрв — суммарный максимально-часовой расход теплоты по городу в целом (с учетом

промышленных предприятий) соответственно на отопление и вентиляцию, ГДж/ч.

Технологическая нагрузка городских потребителей дана в исходных данных.

Если учитывать тепловые потери в сетях, то формулы будут следующими:

**Qр с 1,05быт = Qгорбыт · 1,05 [ГДж/ч]**

**Qр с 1,05тех = Qрт · 1,05 [ГДж/ч]**

***Расчёты:***

Qр с 1,05быт = Qгорбыт · 1,05 [ГДж/ч]

**Qр с 1,05быт = 763,39 · 1,05 = 801,55 [ГДж/ч]**

**Qр с 1,05тех = 430 · 1,05 = 451,5 [ГДж/ч]**

Основным оборудованием ТЭЦ являются паровые турбины и энергетические котлы. Тепловая мощность ТЭЦ рассчитывается исходя из предположения, что технологическая нагрузка промышленных предприятий достаточно равномерная и в течение года полностью покрывается из отборов турбин. Большая часть бытовых нагрузок носит сезонный характер, так как связана с отоплением и вентиляцией зданий. В связи с этим экономически нецелесообразно рассчитывать теплопроизводительность отборов турбин на максимальную бытовую нагрузку, так как большую часть года эти отборы будут недогружены. В результате значительно увеличится годовая выработка электроэнергии по невыгодному конденсационному режиму

Для более полного использования преимуществ комбинированной выработки электрической и тепловой энергии на ТЭЦ важное значение приобретает обоснованный выбор часового коэффициента теплофикации - αТЭЦ. Этот коэффициент характеризует долю максимальной тепловой нагрузки отопления, вентиляции и горячего водоснабжения, покрываемой из теплофикационных отборов турбин.

Величина часового коэффициента теплофикации αТЭЦ колеблется в широких пределах и зависит от ряда факторов: расчетной температуры наружного воздуха и продолжительности стояния наружных температур, вида и качества топлива, мощности и энергетических характеристик установленных на ТЭЦ турбин, соотношения тепловых нагрузок отопительно-вентиляционной и горячего водоснабжения.

В целях экономии топлива и повышения эффективности работы оборудования ТЭЦ целесообразно покрывать из теплофикационных отборов турбин примерно половину бытовой нагрузки с учетом потерь тепловой энергии в сетях. В расчетах курсового проекта величину αТЭЦ следует принимать в пределах 0,5÷0,7.

Недостающая бытовая нагрузка в варианте схемы теплоснабжения с ТЭЦ будет покрываться пиковыми водогрейными котлами и редуцированным паром производственного отбора турбин (РОУ).

**Вариант №1 (ТЭЦ на твёрдом топливе)**

***1. Выбор оборудования:***

***а) паровые турбины:***

Паровые турбины выбираются на основе тепловых нагрузок потребителей и в соответствии с графиком отпуска тепловой энергии в зависимости от стояния температур наружного воздуха. Учитывая, что в городе имеются два вида тепловых нагрузок - технологическая и бытовая, первоначально выбираются турбины с двумя регулируемыми отборами пара (турбины типа "ПТ"). Выбор этих турбин осуществляется с таким расчетом, чтобы теплопроизводительностъ производственных отборов пара "П" давлением 0,8÷1,3 МПа полностью соответствовала технологической нагрузке потребителей с учетом покрытия тепловых потерь в сетях.

Одновременно из другого отбора "Т" выбранных турбин паром давлением 0,12÷0,25 МПа будет покрываться бытовая нагрузка городских потребителей. При этом следует определить фактическую величину часового коэффициента теплофикации:

**αТЭЦ = (ΣQтотб)/(ΣQбытмах)**

где ΣQтотб — суммарная номинальная теплопроизводительность отборов турбин "Т"

давлением пара 0,12÷0,25МПа, ГДж/ч;

ΣQбытмах — максимальная бытовая нагрузка потребителей с учетом тепловых потерь в сетях,

ГДж/ч (из графика отпуска теплоты на бытовые нужды в течение года).

Если при выбранных турбинах "ПТ" фактическое значение коэффициента αТЭЦ окажется меньше 0,5, то следует дополнительно предусмотреть на ТЭЦ ещё турбины с одним регулируемым отбором пара (турбины типа "Т") с таким расчетом, чтобы величина часового коэффициента теплофикации αТЭЦ была экономически целесообразной, т.е. в пределах 0,5÷0,7.

Основные характеристики паровых турбин, устанавливаемых на ТЭЦ, приведены в табл. 7.

***Расчёты:***

**Qр с 1,05быт = 801,55 [ГДж/ч]**

**Qр с 1,05тех = 451,5 [ГДж/ч]**

Выбираем турбины для полного покрытия технологической нагрузки потребителей с учётом покрытия потерь в сетях:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Тип турбин** | | **Номинальная теплопроизводитель­ность отборов, ГДж/ч** | | |
| **"П"**  **р=0,8-1,3 МПа** | | **"Т"**  **р=0,12-0,25 МПа** |
| *ПТ-50-90* | | 385,5 | | 243,0 |
| *ПТ-12-90* | | 96,4 | | 62,8 |
| **ИТОГО:** | **481,9** | | **305,8** | |

Суммарная величина отбора «П» обеспечивает покрытие технологической нагрузки полностью.

Суммарная величина отбора «Т» не обеспечивает покрытия хотя бы половины бытовой нагрузки с учётом потерь в сетях.

***Расчёты:***

αТЭЦ = (ΣQтотб)/(ΣQбытмах)

**αТЭЦ = 305,8/801,55= 0,38**

Поэтому необходимо предусмотреть на ТЭЦ ещё одну турбину типа «Т», чтобы повысить долю покрытия бытовой нагрузки до уровня 0,5.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Тип турбин** | | **Номинальная теплопроизводитель­ность отборов, ГДж/ч** | | |
| **"П"**  **р=0,8-1,3 МПа** | | **"Т"**  **р=0,12-0,25 МПа** |
| *ПТ-50-90* | | 385,5 | | 243,0 |
| *ПТ-12-90* | | 96,4 | | 62,8 |
| *Т-25-90* | | **-** | | 217,9 |
| **ИТОГО:** | **481,9** | | 523,7 | |

***Расчёты:***

αТЭЦ = (ΣQтотб)/(ΣQбытмах)

**αТЭЦ = 523,7/801,55 = 0,65**

***б) пиковые котлы (водогрейные на газе):***

Величина бытовой нагрузки, приходящейся на пиковые котлы, определяется по формуле:

**Qпик = ΣQбытmax - (ΣQтотб + (ΣQпотб - ΣQтmax)) [ГДж/ч]**

где ΣQбытmax, ΣQтmax — соответственно максимальная бытовая и технологическая нагрузка

городских потребителей с учетом тепловых потерь в сетях, ГДж/ч;

ΣQтотб, ΣQпотб — соответственно суммарная теплопроизводительность отборов турбин

'Т" и "П", ГДж/ч;

Мощность пиковых котлов должна быть равной или несколько превышать приходящуюся на них бытовую нагрузку Qпик.

***Расчёты:***

Qпик = ΣQбытmax - (ΣQтотб + (ΣQпотб - ΣQтmax)) [ГДж/ч]

**Qпик = 801,55 - (523,7 + (481,9- 451,5)) = 247,45 [ГДж/ч]**

**Qпик.кот. = 377,1/3 = 125,7 [ГДж/ч] → 2 х ПТВМ-30**

***в)энергокотлы:***

После выбора паровых турбин и пиковых водогрейных котлов на годовом графике отпуска тепловой энергии для бытовых нужд городских потребителей указывается загрузка отдельных турбоагрегатов. С этой целью на графике от начала оси ординат последовательно откладывается теплопроизводительность отбора турбин "Т" давлением пара 0,12÷0,25 МПа и проводятся прямые, параллельные оси абсцисс. Оставшаяся пиковая часть годового графика покрывается водогрейными котлами.

В соответствии с характеристиками паровых турбин для ТЭЦ выбираются энергетические котлы. Количество этих котлов nк рассчитывается по формуле:

**nк = (ΣДт ⋅ 1,05)/ Дк [ГДж/ч]**

где ΣДт — суммарный расход пара турбинами при номинальной нагрузке, т/ч;

Дк — единичная теплопроизводительностъ одного котла, т/ч;

1,05 — коэффициент, учитывающий расход пара на собственные нужды котельного цеха.

Тип и единичная непроизводительность энергетических котлов выбираются в зависимости от параметров и расхода пара, поступающего в турбины. Для выбора энергетических котлов можно пользоваться данными, приведенными в таблице 8.

В курсовом проекте при выборе оборудования энергетических установок следует исходить, из того, что ТЭЦ и замещаемая КЭС работают на твердом топливе, а котельные установки - на газе. Для городов, расположенных в районах Сибири, допускается использование твердого топлива и в котельных установках.

***Расчёты:***

Рассмотрим выбранные турбины:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Тип турбин** | **Электри­ческая мощность, МВт** | **Номинальная теплопроизводитель­ность отборов, ГДж/ч** | | **Параметры поступающего пара** | | **Расход пара турбиной при номи­нальной нагрузке, т/ч** |
| **"П"**  **р=0,8-1,3 МПа** | **"Т"**  **р=0,12-0,25 МПа** | **давление, МПа** | **темпера­тура, °С** |
| *ПТ-50-90* | 50 | 385,5 | 243,0 | 9 | 535 | 338 |
| *ПТ-12-90* | 12 | 96,4 | 62,8 | 9 | 535 | 83 |
| *Т-25-90* | 25 | - | 217,9 | 9 | 535 | 130 |

nк = (ΣДт ⋅ 1,05)/ Дк [ГДж/ч]

**nк = ((338 + +83+130) ⋅ 1,05)/ Дк = 578,55/610 = 2х ТП-220, 1х ТП-170**

Вариант №2 (тепловая энергия отпускается от районной отопительной и промышленных котельных установок)

При расчете мощности котельных установок следует исходить из предпосылок, что покрывается от районной отопительной котельной, а технологическая нагрузка — от промышленных котельных установок. Основным оборудованием отопительной котельной являются водогрейные котлы. Суммарная расчетная теплопроизводительность этих котлов должна соответствовать требуемой мощности районной отопительной котельной установки, т.е. быть равной или несколько превышать ее.

Промышленные котельные установки оборудуются паровыми котлами, а их суммарная теплопроизводительность также должна соответствовать требуемой мощности промышленных котельных установок. Характеристики наиболее распространенных паровых и водогрейных котлов приведены в таблице 6.

***1. Выбор оборудования:***

***а) водогрейные котлы:***

***Расчёты:***

**Qр с 1,05быт = 801,55 [ГДж/ч]**

Исходя из приведённых данных, выберем следующие водогрейные котлы:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Тип котла** | **Количест­во котлов**  **в котель­ной** | **Номинальная теплопроизводительность котельной,**  **ГДж/ч** | | **Удельные капиталовложения в строительство котельной,**  **тыс.руб./(ГДж/ч)** | | **Штатный коэффициент по эксплуатационному персоналу,**  **чел./(ГДж/ч)** | |
| **на твердом**  **топливе** | **на газе** | **на твердом топливе** | **на газе** | **на твердом топливе** | **на газе** |
| *Водогрейные* |  |  |  |  |  |  |  |
| ПТВМ-50 | 3 | - | 628,5 | - | 20,3 | - | 0,08 |

**ΣQфактбыт = 838 [ГДж/ч] → 4 х ПТВМ-50**

***б) паровые котлы:***

***Расчёты:***

**Qр с 1,05тех = 451,5 [ГДж/ч]**

Исходя из приведённых данных, выберем следующие паровые котлы:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Тип котла** | **Количест­во котлов**  **в котель­ной** | **Номинальная теплопроизводительность котельной,**  **ГДж/ч** | | **Удельные капиталовложения в строительство котельной,**  **тыс.руб./(ГДж/ч)** | | **Штатный коэффициент по эксплуатационному персоналу,**  **чел./(ГДж/ч)** | |
| **на твердом**  **топливе** | **на газе** | **на твердом топливе** | **на газе** | **на твердом топливе** | **на газе** |
| *Паровые* |  |  |  |  |  |  |  |
| Е-З5-ГМ-14 | 3 | - | 264,0 | - | 31,5 | - | 0,13 |
| ГМ-50-14 | 3 | - | 377,1 | - | 33,6 | - | 0,10 |

**ΣQфактбыт = 465,1 [ГДж/ч] →3 х ГМ-50-14, 1 х Е-З5-ГМ-14**

**V. Раздел. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ И ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДА.**

В разделе V курсового проекта сравниваются технико-экономические показатели двух запроектированных вариантов схемы централизованного теплоснабжения города и выбирается наиболее экономичный вариант по минимуму приведенных затрат. При расчете приведенных затрат необходимо обеспечить сопоставимость сравниваемых вариантов, т.е., прежде всего, уравнять их по полезному отпуску энергии потребителям.

Поскольку ТЭЦ снабжает потребителей двумя видами энергии - тепловой и электрической (комбинированная схема энергоснабжения города), то в варианте схемы с котельными установками, генерирующими только тепловую энергию, следует дополнительно учитывать затраты на производство электрической энергии и строительство замещаемой КЭС (раздельная схема энергоснабжения города).

В данном курсовом проекте можно не учитывать при расчете приведенных затрат капиталовложения и годовые эксплуатационные расходы по тепловым и электрическим городским сетям, так как они в обоих сравниваемых вариантах примерно одинаковые.

Приведенные затраты по комбинированной Пк и раздельной Пр, схемам энергоснабжения города можно определить по формулам:

**Пк = Ен · (КТЭЦ + Кпик)+ИТЭЦ+Ипик+Зт.к. [тыс.руб.]**

**Пр = Ен · (ККЭС + Кк + КЛЭП)+ИКЭС+Ик+ИЛЭП+Зт.р. [тыс.руб.]**

где КТЭЦ, ККЭС, Кк, Кпик, КЛЭП — соответственно капиталовложения в строительство ТЭЦ, КЭС,

котельных установок, пиковых котлов и

высоковольтных линий электропередач до города, тыс.руб.;

Ен — нормативный коэффициент эффективности

капиталовложений. Принимается равным 0,15;

ИТЭЦ, ИКЭС, Ик, Ипик, ИЛЭП — соответственно годовые эксплуатационные расходы по

перечисленным выше установкам, тыс.руб.;

Зт.к., Зт.р. — замыкающие затраты по топливу соответственно при

комбинированной и раздельной схемах энергоснабжения

города, тыс.руб.

При укрупненных расчетах капиталовложения в строительство ТЭЦ определяются по данным о стоимости основного оборудования (паровых турбин и энергетических котлов), а в сооружение замещаемой КЭС, котельных установок, пиковых котлов и ЛЭП - по удельным капиталовложениям и их установленной мощности.

Ориентировочные укрупненные показатели для определения капиталовложений в строительство ТЭЦ приведены в таблице 9.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Таблица 9. Ориентировочные укрупненные показатели.** | | |
| **Тип котлов и турбин** | **Капиталовложения, отнесенные на один агрегат, тыс.руб.** | |
| **головной** | **последующий** |
| *Энергетические котлы (при работе на твердом топливе)* | | |
| ТП – 220 | 27450 | 16750 |
| ТП-170 | 21450 | 13080 |
| *Паровые турбины* | | |
| ПТ - 50-90 | 43100 | 25800 |
| ПТ- 12-90 | 16080 | 9600 |
| Т - 25-90 | 21450 | 13750 |

При определении капиталовложений в строительство ТЭЦ следует считать, что на один головной агрегат приходится от одного до четырех агрегатов последующих. В качестве головного по каждому виду оборудования (турбинам и энергетическим котлам) принимается наиболее крупный, сложный или дорогой агрегат.

Удельные капиталовложения в строительство замещаемой КЭС можно ориентировочно принимать в размере 800÷850 руб./кВт, а для ЛЭП – 170÷180 руб./кВт передаваемой мощности.

Для обеспечения условий сопоставимости комбинированной и раздельной схем энергоснабжения города мощность замещаемой КЭС предусматривается на 5÷7% больше электрической мощности городской ТЭЦ.

***Расчёты:***

К = КТЭЦ + Кпик [тыс.руб.]

КТЭЦ = Кэн.кот. + Ктурб. [тыс.руб.]

**КТЭЦ = (27450 + 16750+13080) + (43100 + 9600+13750) = 123 730 [тыс.руб.]**

Кпик = Σ(Qпик · Кi) [тыс.руб.]

**Кпик = 23,2 · 251,4 = 5 832,48 [тыс.руб.]**

**К = 123 730+5 832,48 = 129 562,48 [тыс.руб.]**

**Кр = ККЭС + Кк + КЛЭП [тыс.руб.]**

Годовые эксплуатационные расходы по энергетическим установкам складываются из затрат на амортизацию, текущий ремонт, заработную плату обслуживающего персонала и прочих издержек.

При укрупненных расчетах расходы на амортизацию оборудования и зданий определяются по нормам амортизационных отчислений и стоимости сооружения энергоустановок. Размер амортизационных отчислений в курсовом проекте можно принять для ТЭЦ и КЭС в среднем 6,5÷7%, а для котельных установок и пиковых котлов – 5÷6% от капиталовложений в их сооружение.

Годовые эксплуатационные расходы по текущему ремонту, как правило, принимаются в размере 20% от расходов на амортизацию.

Расходы на содержание обслуживающего персонала определяются в зависимости от его численности и среднегодового фонда заработной платы одного работника. В свою очередь, численность обслуживающего персонала рассчитывается на основе штатных коэффициентов и мощности энергоустановок, а годовой фонд заработной платы в среднем на одного работника для ТЭЦ и КЭС принимается в размере 30 тыс. руб., а для котельных – 25 тыс. руб.

Ориентировочные значения штатных коэффициентов для ТЭЦ и котельных установок приведены в таблицах 10 и 6. Штатный коэффициент для замещаемой КЭС рекомендуется принимать в размере 1 чел./мВт.

Прочие эксплуатационные издержки при укрупненных расчетах принимаются в размере 30% от суммарных годовых эксплуатационных расходов по амортизации, текущему ремонту и заработной плате обслуживающего персонала.

Годовые эксплуатационные расходы по ЛЭП можно определять в размере 8,8% от капиталовложений в строительство ЛЭП.

***Расчёты:***

Игод = ИТЭЦ + Ипик [тыс.руб.]

ИТЭЦ = Иаморт. + Ит.р. + Из/пл + Ипр = 1,3 · (Иаморт. + Ит.р. + Из/пл) [тыс.руб.]

Иаморт. = 0,07 · КТЭЦ [тыс.руб.]

**Иаморт. = 0,07 · 123 730 = 8 661,1 [тыс.руб.]**

Ит.р. = 0,2 · Иаморт. [тыс.руб.]

**Ит.р. = 0,2 · 8661,1 = 1 732,22 [тыс.руб.]**

Из/пл = NТЭЦ · Рштат · 30 [тыс.руб.]

**NТЭЦ = 87 МВт/ч → Рштат = 3,6 [чел./(ГДж/ч)]**

**Из/пл = 87 · 3,6 · 30 = 9 396 [тыс.руб.]**

**ИТЭЦ = 1,3 · (8 661,1+ 1 732,22 + 9 396) = 25 726,12 [тыс.руб.]**

**Пиковые котлы.**

Ипик = 1,3 · (Иаморт.п.к. + Ит.р.п.к + Из/пл.п.к.) [тыс.руб.]

Иаморт.п.к. = 0,06 · Кпик [тыс.руб.]

**Иаморт.п.к. = 0,06 · 5 832,48 = 349,95 [тыс.руб.]**

Ит.р.п.к. = 0,2 · Иаморт.п.к. [тыс.руб.]

**Ит.р.п.к. = 0,2 · 349,95 = 69,99 [тыс.руб.]**

Из/пл.п.к. = Qпик.кот. · Ршт.п.кот. · 25 [тыс.руб.]

**Qпик.кот. = 251,4 ГДж/ч → Ршт.п.кот. = 0,1 [чел./(ГДж/ч)]**

**Из/пл.п.к. = 251,4 · 0,1 · 25 = 628,5 [тыс.руб.]**

**Ипик = 1,3 · (349,95 + 69,99 +628,5) = 1 362,97 [тыс.руб.]**

Затраты по топливу Зт определяются на основе данных о его расходе на годовую выработку тепловой и электрической энергии по каждому варианту схемы энергоснабжения города и удельных замыкающих затрат.

Расход топлива на ТЭЦ, КЭС и в котельных установках зависит от годовой выработки тепловой и электрической энергии и основных характеристик установленного оборудования: типа турбин и котлов, их единичной производительности, совершенства конструкции, КПД и др. Характеристики основного оборудования энергоустановок оказывают существенное влияние на удельный расход топлива. В курсовом проекте годовой расход топлива для вариантов комбинированной Вк и раздельной Вр схем энергоснабжения города можно определять по формулам:

**Вк = (Эт·вт + Эк·вк + Q·вq)· 1,13·10-3 [т.у.т.]**

**Вр = (ЭКЭС·вКЭС·1,13 + Q·вq)· 10-3 [т.у.т.]**

где Эт, Эк, ККЭС — соответственно годовая выработка электрической энергии на ТЭЦ (по

теплофикационному и конденсационному режимам) и замещаемой КЭС, кВт·ч;

Q — годовая выработка тепловой энергии на ТЭЦ или в котельных установках, ГДж;

вт, вк, вКЭС — соответственно удельный расход топлива на выработку электрической энергии на

ТЭЦ (по теплофикационному и конденсационному режимам) и замещаемой КЭС,

кг у.т./кВт·ч;

вq — удельный расход топлива на выработку единицы тепловой энергии на ТЭЦ или в котельных

установках, кг у.т./ГДж;

1,13 — коэффициент, учитывающий естественные потери твердого топлива при его

транспортировке и подготовке к сжиганию.

Для приближенных расчетов в курсовом проекте удельные расходы топлива на единицу выработанной энергии можно принять в следующих размерах:

вт = 0,16 кг у.т./кВт·ч

вк = 0,38 кг у.т./кВт·ч

вКЭС = 0,34 кг у.т./кВт·ч

вq = 40 кг у.т./ГДж (для ТЭЦ)

вq = 42 кг у.т./ГДж (для котельных установок)

При укрупненных расчетах годовая выработка тепловой энергии Q принимается в среднем на 5% больше суммарной годовой потребности в теплоте на бытовые и технологические нужды городских потребителей в связи с потерями тепла в сетях и складывается из двух составляющих: Q = Qбыт+Qтех.

В курсовом проекте годовую выработку тепловой энергии для бытовых нужд Рент следует рассчитывать на основе графика отпуска теплоты в течение года на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение всех городских потребителей, снабжаемых тепловой энергией от централизованных источников. При этом общая площадь графика будет соответствовать величине годовой выработки теплоты для бытовых нужд города.

График отпуска теплоты на бытовые нужды города в течение года строится следующим образом: по оси абсцисс откладывается продолжительность отопительного периода в часах и нагрузки горячего водоснабжения (8400 часов), а по оси ординат - величина зимней среднечасовой нагрузки горячего водоснабжения и общей бытовой нагрузки потребителей с учетом потерь тепловой энергии в сетях. Зимняя нагрузка горячего водоснабжения остается постоянной в течение всего отопительного периода, а затем снижается на 30 - 35 % до величины летней среднечасовой нагрузки, которая продолжается до конца года.

Qгодг.в — годовой отпуск теплоты на горячее водоснабжение, ГДж;

Qгодо.в — годовой отпуск теплоты на отопление и вентиляцию, ГДж;

Qрбыт, Qсрг.з, Qсрг.л — соответственно расчетная бытовая нагрузка и среднечасовая нагрузка

горячего водоснабжения в зимний и летний периоды с учетом тепловых

потерь в сетях, ГДж/ч;

nг.в, nо.в — соответственно продолжительность нагрузки горячего водоснабжения и отопительно-

вентиляцнонной, ч.

Годовая выработка тепловой энергии для технологических нужд промышленных потребителей Qтех определяется на основе исходных, данных к проекту с учетом потерь теплоты в сетях по формуле: Qтех = Qрт · hmaxт · 1,05.

Годовая выработка электрической энергии на ТЭЦ и замещаемой КЭС ЭТЭЦ, ЭКЭС рассчитывается исходя из их установленной мощности и числа часов работы в году с этой мощностью hmax. При этом предполагается, что hТЭЦmax = hКЭСmax.

Выработка электроэнергии на ТЭЦ по теплофикационному режиму Эт определяется на основе энергетических характеристик выбранных турбин и их загрузки в течение года (график покрытия тепловых нагрузок). В курсовом проекте для расчета Эт можно использовать энергетические характеристики турбин, приведенные в таблице 12.

Методика расчета Эт более-подробно излагается в курсе лекций и учебном пособии [1].

Выработка электроэнергии на ТЭЦ по конденсационному режиму Эк представляет разницу между общей годовой выработкой ЭТЭЦ и выработкой электроэнергии по теплофикационному режиму Эт.

При сравнении вариантов комбинированной и раздельной схем энергоснабжения города по основным экономическим показателям может оказаться, что капиталовложения, годовые эксплуатационные расходы и замыкающие затраты но топливу в одном варианте меньше, чем в другом. В этом случае вполне очевидно, что вариант с меньшими затратами является наиболее экономичным. В большинстве случаев единовременные капиталовложения, текущие годовые издержки производства и затраты по топливу оказываются разнонаправленными, т.е. в одном варианте меньше капиталовложения и годовые эксплуатационные расходы, но больше затраты по топливу, чем в другом варианте. Вопрос о выборе наиболее экономичного варианта системы теплоснабжения при разнонаправленных затратах решается после определения приведенных затрат. При этом необходимо учитывать санитарно-гигиенические условия и расход топлива по сравниваемым вариантам.

***Расчёты:***

ЭТЭЦ = NТЭЦ \* hТЭЦmax [Мвт\*ч]

ЭТЭЦ =87\*5900 = 513 000 [Мвт\*ч]

nг.в =(365-15)\*24=8400 [ч]

Qср c 1/05г.з =Qср г.з \* 1,05 =58,8\*1,05=61,74 [ГДж/ч]

Qср c 1.05г.л = Qср г.л \* 1,05=41,16\*1,05=43,22 [ГДж/ч]

nо=227\*24=5448 [ч]

ПТ-50-90 243,0 [ГДж/ч]

ПТ-12-90 62,8 [ГДж/ч]

Т-12-90 217,9 [ГДж/ч]

***Рис.*** График отпуска теплоты на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение в течение года.



Для нахождения координат точек A1 , A2 , A3  исследуем график.

y =ax+b , b=801,55 a= - 0,13579

y=- 0,13579\*x +801,55

ПТ-50-90

A1(4113,33;243)

S1=(8400-5448)\*43,22+5448\*61,74+(5448+4113,33)\*181,26/2=1 330 488,298

Эт=0,215\*92\*5600+0,41\* S1 /4,2-1,85\*5900=229,734\*103 [МВт\*ч]

ПТ-12-90

A2(3650,86;305,8)

S2=(4113,33+3650,86)\*(305,8-243,0)/2= 243 795,566

Эт=0,2\*23\*5600+0,47\* S2 /4,2-2,4\*5900=38,882\*103 [МВт\*ч]

Т-25-90

A3(2046,17;523,7)

Эт=0,45\*(2046,17+3650,86)\*52/2-4\*5900=43,055\*103 [МВт\*ч]

Выработка электроэнергии на ТЭЦ по теплофикационному режиму равна:

ΣЭт  =229,734+38,882+43,055=311,671 103 [МВт\*ч]

Эк= ЭТЭЦ - ΣЭт=513-311,671=201,329\*103 [МВт\*ч]

Qвыр = Qбыт+Qтех=4 714,253 \*103 [ГДж]

Qбыт = S1 + S2 + S3 =1 330 488,298 +243 795,566+620 691=2 194,974\*103 [ГДж]

Qтех = Qрт · hmaxт · 1,05 =430\*5600\*1,05=2 528,4\*103 [ГДж]

Qпик  =(801,55-523,7)\*2046,17/2=284,264 \*103 [ГДж]

Впик  = Qпик  \* вq \*10-3=284,264\*42=11 939 [т.у.т]

Зпик  = Впик  \*Сг =11 939\*132=1,575 948 (млн.руб)

Ипик= Ипик **+** Зпик **=** 1 362,97**+**  1 575,948 =2 938,948 (тыс. руб)

Втец = (ΣЭт·вт + Эк·вк + Q·вq)· 1,13·10-3 [т.у.т.]

Втец=(311,671\*106\*0,16+201,329\*106\*0,38+4 714,253\*103\*40)\*1,13\*10-3= 355 885[т.у.т]

Зтэц  = Втэц  **Ст =** 355 885\*84=29 894,34 (тыс.руб)

Итэц= Итэц **+** Зтэц **=**25 726,12+29 894,34=55 620,46 (тыс.руб)

**Пк = Ен · (КТЭЦ + Кпик)+ИТЭЦ+Ипик=**0,15\*(123730+5832,48)+ 55 620,46 +2 938,948 =

= 78 002,78 [тыс.руб.]

Расчеты по варианту 2 (снабжение от районной отопительной и промышленных котельных установок)

Nкэс =1,06\* Nтэц=1,06\*87=92 220 (кВт)

Ккэс= 840\*92 220=77 486,8 (тыс.руб)

Клэп=175\*92 220=16 138,5 (тыс.руб)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 4\*ПТВМ-50 | 838 | 20,3 | 17 011,4 |
| 3\*ГМ-50-14 | 377,1 | 33,6 | 12 670,56 |
| 1\*Е-35-ГМ-14 | 88 | 31,5 | 2772 |
| Итого |  |  | 32 453,96 |

Кк =32 453,96 (тыс.руб)

*Расчет Икэс*

Икэс = Иаморт. + Ит.р. + Из/пл + Ипр [тыс.руб.]

Иаморт. = 0,07 · Ккэс [тыс.руб.]

Иаморт. = 0,07 ·77 486,8 = 5 424,07 [тыс.руб.]

Ит.р. = 0,2 · Иаморт. [тыс.руб.]

Ит.р. = 0,2 · 5 424,07 =1084,8 [тыс.руб.]

Из/пл = NКЭС · 30 [тыс.руб.]

Из/пл = 92,22 · 30 = 2 766,6 [тыс.руб.]

Икэс = 1,3 · (5 424,07+1 084,8+2 766,6) = 12 058,1 [тыс.руб.]

*Расчет Ик*

Ик = Иаморт. + Ит.р. + Из/пл + Ипр [тыс.руб.]

Иаморт. = 0,06 · Кк [тыс.руб.]

Иаморт. = 0,06 ·32 453,96 = 1 947,24 [тыс.руб.]

Ит.р. = 0,2 · Иаморт. [тыс.руб.]

Ит.р. = 0,2 ·1 947,24 =389,45 [тыс.руб.]

Из/пл = NК · 25 [тыс.руб.]

Из/пл = 116,19 · 25 = 2 904,7 [тыс.руб.]

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 4\*ПТВМ-50 | 838 | 0,08 | 67,04 |
| 3\*ГМ-50-14 | 377,1 | 0,1 | 37,71 |
| 1\*Е-35-ГМ-14 | 88 | 0,13 | 11,44 |
| Итого |  |  | 116,19 |

Ик = 1,3 · (5 424,07+1 084,8+2 904,7) = 12 237,64 [тыс.руб.]

ИЛЭП =0,088\* Клэп =0,088\*16 138,5=1 420,19 [тыс.руб.]

**Вр = (ЭКЭС·вКЭС·1,13 + Q·вq)· 10-3 [т.у.т.]**

ЭКЭС = NКЭС \* hКЭСmax [Мвт\*ч]

ЭКЭС =92,22\*5900 = 544 098 [Мвт\*ч]

Вкэс=(544 098\*0,34\*1,13+4 998 517\*42)\*10-3 **=** 210 146 [т.у.т.]

Q= Qбыт+Qтех+ Qпик=2 194,974\*103 +2 528,4\*103 +284,264 \*103=5 007 638 [ГДж]

Вк  = Q \* вq \*10-3=5 007 638\*42=210 320 [т.у.т]

Зтр = Вкэс \* Ст **+**Вк\*Сг=210 146\*84+210 320\*132=45 414,5 [тыс.руб.]

**Пр = Ен · (Ккэс + Кк+ Клэп) +Икэс+Ик+ Илэп +** **Зтр =**0,15\*(77 486,8 +32 453,96 +16 138,5)+ 12 058,1 +12 237,64 +1 420,19 +45 414,5= 90 042,319 [тыс.руб.]

B1=355 885 +11 939=367 824 [т.у.т.]

B2=210 320 +210 146=420 466 [т.у.т.]

*Анализ приведенных затрат и расходов топлива позволяет сделать выбор более экономичного варианта – схемы централизованного теплоснабжения города за счет ТЭЦ и пиковых водогрейных котлов.*

**СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.**

1. Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине «Организация инфраструктуры города и региона», М.: ГУУ, 1999.
2. *Давидович В. Г.*, Планировка городов и регионов, М.: Стройиздат, 1964.
3. *Шапошников С.В.*, Лекции по дисциплине, М.: «Организация инфраструктуры города», 2003.