

Министерство образования РФ

АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Ю.В. Фатнева

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ ЖИЛОГО РАЙОНА

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

к курсовому проектированию

Благовещенск

2002

ББК 31.38 – я 73
решению
Ф 27
совета

*Печатается по
редакционно-издательского
энергетического факультета
Амурского государственного
университета*

Фатнева Ю.В.

Теплоснабжение жилого района. Учебно-методическое пособие для студентов специальности «100500» очной и заочной форм обучения. Благовещенск: Амурский гос. ун-т., 2002.

В пособии, предназначенном для курсового проектирования, излагается методика определения теплотребления жилого района по укрупненным показателям, расчета теплового и гидравлического режимов двухтрубной системы теплоснабжения с индивидуальными тепловыми пунктами. Даются указания по расчету основных элементов трубопроводов и строительных конструкций тепловых сетей, их оборудования. Приведены индивидуальные задания для расчета курсового проекта.

Материалы пособия можно использовать в качестве вспомогательных при дипломном проектировании, они могут быть полезны также для инженеров, занимающихся проектированием и эксплуатацией тепловых сетей.

Рецензенты: А.М. Левшаков, профессор кафедры энергетики АмГУ, канд. техн. наук;
А.И. Яшин, начальник ПТО СП «Благовещенская ТЭЦ»
ОАО «Амурэнерго».

Министерство образования РФ
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Ю.В. Фатнева

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ ЖИЛОГО РАЙОНА

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
к курсовому проектированию

Благовещенск
2002

ВВЕДЕНИЕ

Курсовое проектирование является неотъемлемой частью процесса обучения и формирования будущего специалиста. Курсовое проектирование имеет цель углубить, укрепить и систематизировать знания студентов по предмету, развить у них навыки самостоятельного выбора основных проектных решений, научить практически применять полученные теоретические знания при решении вопросов конструктивно-планировочного характера, при выполнении расчетов тепловых нагрузок, гидравлических параметров водяных и паровых тепловых сетей, при разработке гидравлических режимов и расчета тепловых параметров сетей.

Кроме того, курсовое проектирование призвано подготовить студентов к разработке дипломного проекта, привить им первые навыки технико-экономического подхода к комплексному решению задач, связанных с централизованным теплоснабжением потребителя.

Курсовой проект выполняется студентами специальности 100500 “Тепловые электрические станции”.

Предлагаемое учебно-методическое пособие содержит задание, исходные данные для проектирования, указания, раскрывающие объем КП, и примеры по оформлению графической части КП.

Перечень необходимой литературы для выполнения КП приводится в библиографическом списке.

1. ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

Тема курсового проекта: «Теплоснабжение жилого района».

В КП определяются тепловые нагрузки и рассчитываются режимы отпуска тепла жилому району, разрабатывается гидравлический режим работы системы теплоснабжения, производя расчет и проектирование основных элементов системы теплоснабжения.

Расчет теплотребления осуществляется по укрупненным показателям для всех кварталов района. Для одного квартала нагрузка определяется в зависимости от назначения и строительного объема зданий.

2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

В состав исходных данных для выполнения КП входят планы жилых районов и жилых кварталов, имеющих титульный список зданий.

Номер плана района соответствует номеру варианта, а индекс плана квартала – индексу варианта.

Планы выдаются преподавателем.

Этажность застройки в районе определяется в соответствии с условными обозначениями:

-  – кварталы 9 - этажной застройки;
-  – кварталы 5 - этажной застройки;
-  – кварталы 1 – 2 - этажной застройки;
-  – зеленые насаждения.

Географическое местоположение жилого района принимается по табл.2.1. Остальные исходные данные приведены в табл. 2.2.

Система теплоснабжения для всех вариантов принимается двухтрубная, закрытая, с индивидуальными абонентскими вводами; баки-аккумуляторы у потребителей отсутствуют; теплоноситель – вода.

Таблица 2.1.

Географическое местоположение жилого района

№ варианта	Город	Среднегодовая температура грунта, °С
1	2	3
1	Архангельск	5,9
2	Астрахань	10,1
3	Нижний Новгород	6,5
4	Краснодар	10,2
5	Златоуст	6
6	Санкт-Петербург	5,4
7	Казань	6,2
8	Воронеж	8,1
9	Грозный	13,5
10	Екатеринбург	6
11	Самара	6,6
12	Томск	4,5
13	Уфа	6,7
15	Минск	8,5
16	Мурманск	3,6
17	Новгород	6,3
18	Пермь	5,5
19	Смоленск	6,0
20	Челябинск	5,7
21	Ульяновск	6,5
22	Тула	6,6
23	Брянск	7,1
24	Курск	10,1
25	Волгоград	8,6
26	Красноярск	14,2
27	Новосибирск	6,2
28	Чита	3,1
29	Нерчинск	3,2

30	Иркутск	3,0
31	Братск	6,5
32	Москва	8,2
33	Владивосток	6,8
34	Оренбург	6,5
35	Рязань	12,8
36	Новороссийск	5,2
37	Хабаровск	8,4
38	Псков	1,5
39	Якутск	2,5
40	Минусинск	4,5

Таблица 2.2.

Исходные данные для проектирования

№ варианта	Расположение ТЭЦ в	Расстояние от ТЭЦ до	Отметка ТЭЦ	Расчетная температура теплоносителя, °С
------------	--------------------	----------------------	-------------	---

	направлении от жилого района	жилого района		в магистральной тепловой сети, τ_1^{mag}	в городской тепловой сети, τ_1^{gor}
1-8	к югу	15 км	20м	180 °С	150 °С
9-16	к северу	12 км	50 м	180 °С	140 °С
17-24	к западу	10 км	30 м	180 °С	120 °С
25-32	к востоку	5 км	40 м	180 °С	130 °С
33-40	в зависимости от преобладающего направления ветра	2 км	20 м	180 °С	130 °С

3. КЛИМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Климатологические данные зависят от географического местоположения жилого района (см. табл. 2.1) и принимаются по [1, 5].

Для выполнения курсового проекта необходимы следующие данные:

расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления (средняя температура наиболее холодной пятидневки), t_0 ;

средняя температура наружного воздуха за отопительный период, $t_{от}$;

расчетная температура наружного воздуха для проектирования вентиляции (средняя температура воздуха наиболее холодного периода), t_{σ} ;

повторяемость температур наружного воздуха по [5];

продолжительность отопительного периода (число часов с устойчивой среднесуточной температурой наружного воздуха $+8$ °С и ниже), $n_{от}$;

средние температуры наружного воздуха по месяцам года, $t_{m,мес}$

направление преобладающих ветров в зимний период.

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ НАГРУЗОК (ТЕПЛОПОТРЕБЛЕНИЕ) ЖИЛОГО РАЙОНА

4.1. Определение тепловых нагрузок квартала, имеющего титульный список зданий

Расчет ведется по укрупненным показателям.

Максимальный поток (Вт), на отопление зданий определяется по формуле

$$Q_{0max} = q_0 \cdot V_{стр} \cdot (t_i - t_0),$$

где $V_{стр}$ – строительный объем здания, м³;

t_i – расчетная температура внутреннего воздуха, °С;

t_0 – расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления, °С;

q_0 – удельная отопительная характеристика здания, принимаемая в зависимости от этажности, строительного объема и назначения здания по [6], Вт/(м³·°С).

Максимальный тепловой поток (Вт) на вентиляцию зданий определяется по формуле

$$Q_{0max} = q_{\sigma} \cdot V_{стр} \cdot (t_i - t_{\sigma}),$$

где q_{σ} – удельная вентиляционная характеристика здания, принимаемая по [6] в зависимости от назначения и строительного объема здания, Вт/(м³·°С).

Для жилых зданий $Q_{\text{стmax}} = 0$.

Средний тепловой поток (Вт) на горячее водоснабжение составляет

$$Q_{hm} = \frac{1,2 \cdot c \cdot \rho \cdot q_U \cdot U \cdot (t_r - t_c)}{T},$$

где q_U – норма расхода горячей воды в сутки на единицу

потребителя, $\text{м}^3 / (\text{сут} \cdot \text{ед})$; принимается по [4];

U – количество единиц измерения потребителя;

ρ – плотность воды, $\text{кг} / \text{м}^3$; принять $\rho = 1000$;

c – удельная теплоемкость воды, $\text{Дж} / (\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$;

T – время потребления горячей воды в течение суток, $\text{с} / \text{сут}$;

t_r – температура горячей воды в точке водозабора, $^\circ\text{C}$, $t_r = 55$ [4];

t_c – температура холодной воды в отопительный период (при отсутствии данных принимается $t_c = 5$ $^\circ\text{C}$).

Максимальный тепловой поток (Вт) на горячее водоснабжение:

$$Q_{hmax} = 2,4 \cdot Q_{hm}.$$

Определяется суммарный тепловой поток (Вт) на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение

$$Q_{\text{сум}}^{cp} = Q_{\theta max} + Q_{\sigma max} + Q_{hm}.$$

После определения тепловых нагрузок каждого здания подсчитываются общие тепловые нагрузки квартала. Расчеты сводятся в табл. 4.1.

Таблица 4.1.

4.2. Определение тепловых нагрузок для всех кварталов жилого района по укрупненным показателям [2]

Максимальный поток (Вт) на отопление жилых и общественных зданий квартала

$$Q_{0max} = q'_0 \cdot (1 + K) \cdot A,$$

где q'_0 – укрупненный показатель максимального теплового потока на отопление на 1 м^2 общей площади, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$; принимается по [2] в зависимости от этажности здания и расчетной температуры t_0 ;

K_1 – коэффициент, учитывающий тепловой поток на отопление общественных зданий; при отсутствии данных $K_1 = 0,25$;

A – общая площадь жилых зданий, м^2 .

Так как по данным [2] q'_0 линейно зависит от t_0 , то можно записать:

$$q'_0 = k \cdot t + b,$$

где k и b – коэффициенты, значения которых в зависимости от этажности застройки следующие:

Этажность	1-2	3-4	5 и более
k	-1,2	-1,2	-1,2
b	140	70	60

Общая площадь жилых зданий определяется с учетом нормы жилищной обеспеченности

$$A = f \cdot m,$$

где f – норма жилищной обеспеченности, $\text{м}^2/\text{чел.}$. Значения f принимаются по [3] в зависимости от периода строительства: на существующий период (ближайшие пять лет) $18 \text{ м}^2/\text{чел.}$ на перспективу – $23 \text{ м}^2/\text{чел.}$;

m – число жителей (чел.), определяемое по формуле:

$$m = N \cdot F .$$

Здесь F – площадь квартала (га), определяемая по генплану с учетом масштаба ($1 \text{ га} = 10^4 \text{ м}^2$);

N – число жителей на 1 га (плотность населения) принимается по приведенной таблице в зависимости от этажности застройки квартала:

Число этажей	2	3	4	5	6	7	8	9	12
Плотность населения (N , чел/га)	163	193	207	230	237	251	259	274	289

Максимальный тепловой поток (Вт) на вентиляцию общественных зданий квартала:

$$Q_{\sigma \max} = K_1 \cdot K_2 \cdot q'_0 \cdot A ,$$

где K_2 – коэффициент, учитывающий тепловой поток на вентиляцию общественных зданий: $K_2 = 0,4$ для зданий, построенных до 1985 г., $K_2 = 0,6$ – после 1985 г.

Средний тепловой поток (Вт) на горячее водоснабжение жилых и общественных зданий квартала:

$$Q_{hm} = q_h \cdot m ,$$

где q_h – укрупненный показатель среднего теплового потока на горячее водоснабжение в расчете на одного жителя квартала с учетом общественных зданий (Вт/чел) принимается по [2]: например, при норме расхода горячей воды на одного жителя 115 л/сут. $q_h = 407 \text{ Вт/чел.}$

Результаты расчета и итоговые данные табл. 4.1 ($Q_{0\max}$, $Q_{\sigma\max}$, Q_{hm} , $Q_{h\max}$, $Q_{\text{сум}}^{\text{ср}}$) заносятся в табл. 4.2. После этого определяются суммарные тепловые нагрузки по жилому району.

Таблица 4.2.

Тепловые нагрузки кварталов жилого района

№ квартала	Площадь квартала F, га	Этажность застройки	Число жителей, м, чел.	Общая площадь жилых зданий A, м ²	Тепловые нагрузки, кВт				
					$Q_{0\max}$	$Q_{\sigma\max}$	Q_{hm}	$Q_{h\max}$	$Q_{\text{сум}}^{\text{ср}}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

4.3. Построение годового графика теплопотребления по месяцам для жилого района

Определяются среднемесячные тепловые нагрузки в жилом районе:

$$Q_0^{\max} = Q_{0\max} \cdot \frac{t_i - t_{\text{ср.мес}}}{t_i - t_0} \cdot n_{\text{мес}};$$

$$Q_{\sigma}^{\text{мес}} = Q_{\sigma\text{мес}} \cdot \frac{t_i - t_{\text{ср.мес}}}{t_i - t_{\sigma}} \cdot n_{\text{мес}} \cdot \frac{z}{24};$$

$$Q_{hm}^{\text{мес}} = Q_{hm} \cdot n_{\text{мес}},$$

где z – усредненное за отопительный период число часов работы системы вентиляции общественных зданий в течение суток; принять $z = 16$;

$n_{\text{мес}}$, $t_{\text{ср.мес}}$ – продолжительность (с) и средняя температура наружного воздуха ($^{\circ}\text{C}$) для данного месяца;

$Q_{0\max}$, $Q_{\sigma\max}$, Q_{hm} – итоговые данные табл. 4.2.

Результаты расчетов среднемесячных тепловых нагрузок необходимо представить в табличной форме.

При построении графика следует учесть, что начало и конец отопительного сезона предусматриваются при $t_m = +8^{\circ}\text{C}$, а средний тепловой поток на горячее водоснабжение в теплый период года составляет

$$Q_{hm}^s = Q_{hm} \cdot \frac{t_r - t_c^s}{t_r - t_c} \cdot \beta,$$

где t_c^s – температура холодной воды в теплый период года $t_c^s = 15^{\circ}\text{C}$;

β – коэффициент, принимаемый равным 0,8 (для курортных и южных городов – $\beta = 1,5$).

Годовой график тепловой нагрузки по продолжительности строится на основании данных о повторяемости температур наружного воздуха (см. раздел 3) и данных табл. 4.2. Рекомендации по построению графиков приведены в [7]. Графики прилагаются к пояснительной записке курсового проекта.

5. РАСЧЕТ КАЧЕСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ

5.1. Выбор схемы присоединения подогревателей горячего водоснабжения

Схема присоединения назначается в зависимости от соотношения $Q_{h\max} / Q_{0\max}$ тепловых нагрузок жилого района [2]: при $Q_{h\max} / Q_{0\max} = 0,2 - 1,0$ – двухступенчатая последовательная; в остальных случаях – параллельная.

5.2. Построение отопительного графика температур качественного регулирования отпуска теплоты в тепловой сети

Графики температур в подающей линии тепловой сети и в обратном трубопроводе строятся по формулам [7]:

$$\tau_1 = t_i + \Delta t' \cdot \bar{Q}_0 + \left(\delta \tau' - \frac{\theta'}{2} \right) \cdot \bar{Q}_0,$$

$$\tau_2 = \tau_1 - \delta \tau' \cdot \bar{Q}_0,$$

где τ_1, τ_2 – текущие температуры в подающем трубопроводе тепловой сети и обратном трубопроводе после системы отопления, $^{\circ}\text{C}$;

τ'_1, τ'_2 – то же на расчетном режиме, $^{\circ}\text{C}$; τ'_1 принимается по табл. 2.2, $\tau'_2 = 70^{\circ}\text{C}$;

\bar{Q}_0 – относительный тепловой поток.

$$\bar{Q}_0 = \frac{Q_0}{Q_{0\max}} = \frac{t_i - t_H}{t_i - t_0},$$

Q_0 – тепловой поток на отопление зданий при t_H , Вт;

t_H – текущая температура наружного воздуха, $^{\circ}\text{C}$;

$\Delta t'$ – температурный набор в нагревательном приборе местной системы отопления на расчетном режиме, $^{\circ}\text{C}$:

$$\Delta t' = 0,5(\tau'_3 + \tau'_2) - t_i,$$

τ'_3 – температура воды после элеватора на расчетном режиме, $^{\circ}\text{C}$;
 $\tau'_3 = 95^{\circ}\text{C}$;

$\delta t'$ – перепад температур в тепловой сети на расчетном режиме, $^{\circ}\text{C}$, $\delta t' = \tau'_1 - \tau'_2$;

θ' – перепад температур в местной системе отопления на расчетном режиме, $^{\circ}\text{C}$; $\theta' = \tau'_3 - \tau'_2$.

Графики должны быть построены не менее чем по 5 точкам при различных значениях \bar{Q}_0 – от 0 до 1, с шагом 0,2. График температур в подающей линии строится также для магистрального трубопровода от ТЭЦ до смесительной станции.

Для удовлетворения нагрузки на горячее водоснабжение в осенне-весенний период предусматривается перелом графика при $\tau''_1 = 70^{\circ}\text{C}$. Температуры наружного воздуха t''_n и воды в обратном трубопроводе τ''_2 в точке излома определяются графически. При $t_n > t''_n$ температуры теплоносителя в тепловой сети остаются постоянными и равными $\tau_1 = \tau''_1 = 70^{\circ}\text{C}$; $\tau_2 = \tau''_2$.

Пример оформления отопительного графика температур дается в [9].

5.3. Осуществление центрального качественного регулирования по суммарной нагрузке отопления и горячего водоснабжения при последовательной двухступенчатой схеме присоединения подогревателей горячего водоснабжения

Прежде всего необходимо построить скорректированный график температур. Температуры сетевой воды в подающей линии теплосети $\tau_{1п}$ и после 1-й ступени подогревателей горячего водоснабжения $\tau_{2п}$ рассчитываются по формулам [7]:

$$\tau_{1п} = \tau_1 + \delta_1, \quad (1)$$

$$\tau_{2п} = \tau_2 - \delta_2. \quad (2)$$

Величины перегрева δ_1 подающей воды по сравнению с отопительным графиком и переохлаждения δ_2 обратной воды вычисляются по формулам:

$$\delta_1 = \delta - \delta_2, \quad (3)$$

$$\delta_2 = \delta''_2 \cdot \frac{\tau_2 - t_c}{\tau''_2 - t_c}, \quad (4)$$

где δ – общее охлаждение сетевой воды, $^{\circ}\text{C}$;

δ_2'' – переохлаждение обратной воды в точке излома отопительного графика, $^{\circ}\text{C}$.

Значения δ и δ_2'' определяются по формулам:

$$\delta = \frac{Q_{hm}^B}{Q_{0max}} \cdot (\tau_1' - \tau_2'),$$

$$\delta_2'' = \frac{Q_{hm}^B}{Q_{0max}} \cdot \frac{t_{II}'' - t_C}{t_{I}'' - t_C},$$

где Q_{hm}^B – “балансовая” нагрузка горячего водоснабжения, определяемая как

$$Q_{hm}^B = \chi \cdot Q_{hm},$$

χ – поправочный коэффициент для компенсации небаланса тепловой нагрузки отопления, $\chi = 1,2$;

Q_{0max}, Q_{hm} – итоговые данные в табл. 5.2:

t_{I}'' – температура горячей воды на выходе из подогревателя верхней ступени, $t_{I}'' = 60^{\circ}\text{C}$;

t_{II}'' – температура местной воды на выходе из подогревателя первой ступени; $t_{II}'' = \tau_2'' - \Delta t_{II}''$;

$\Delta t_{II}''$ – величина недогрева местной воды в подогревателе первой ступени, определяемая по формуле

$$\Delta t_{II}'' = \frac{\tau_2' - t_{I}''}{\tau_2' - t_C} \cdot (\tau_2'' - t_C).$$

Расчет скорректированного графика температур производится в следующей последовательности. Сначала определяют $\Delta t_{II}''$, t_{II}'' , δ_2 для параметров городской тепловой сети. Значения δ находят для магистральной и городской тепловой сети. Далее, задавая значения τ_2 , соответствующие \bar{Q}_0 от 0,4 до 1, получают набор значений δ_2 по уравнению (4) и δ_1 по уравнению (3), причем δ_1 определяют как для городской (в жилом районе после смесительной станции), так и для магистральной (от ТЭЦ до смесительной станции) тепловой сети. Теперь несложно найти τ_{II} для городской и магистральной сети по формуле (2)

$$\tau_{II}^{zop} = \tau_I^{zop} + \delta_I^{zop}; \quad \tau_{II}^{mag} = \tau_I^{mag} + \delta_I^{mag}.$$

Температура τ_{2II} рассчитывается по формуле (1).

Точка излома графиков принимается по температуре $\tau_1'' = 70^{\circ}\text{C}$ отопительного графика в подающей магистрали жилого района.

Пример скорректированного графика температур для городской тепловой сети приведен в приложении.

6. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РЕЖИМ

6.1. Выбор рациональной схемы (плана) тепловой сети из условия обеспечения минимальной длины трассы и наименьшего количества камер

При составлении схемы (плана) тепловой сети студент самостоятельно добавляет к генплану района генплан квартала с известным титульным списком зданий таким образом, чтобы этот квартал был последним на главной магистрали.

6.2. Построение совмещенного графика напоров по главной магистрали (от ТЭЦ до последнего потребителя) и ответвлению

При построении графика следует пользоваться рекомендациями [7, 8], изложенными ниже. Масштабы для графика: вертикальный 1:500 или 1:1000, горизонтальный – 1:5000 или 1:10000. На график наносится рельеф местности вдоль тепловой сети, указываются нижние и верхние отметки подсоединяемых зданий.

Разработка графика начинается со статического режима. При статическом состоянии системы, т.е. при выключенных сетевых и подкачивающих насосах, напор должен обеспечить заполнение водой трубопроводов, а также местных систем и оборудования источника теплоты, гидравлически связанных с тепловой сетью. Кроме того, напор в любой точке системы не должен превышать допустимых по прочности пределов. Предельные значения напоров для некоторых типов оборудования источника теплоты и местных систем даны в [5, 6, 8]. Для чугунных радиаторов систем отопления допустимый напор – 60 м, трубопроводов тепловых сетей – 160 м, подогревателей систем горячего водоснабжения – 100 м, оборудования ТЭЦ – 200 м.

Статический напор на графике характеризуется горизонтальной линией, проходящей на 5 м выше верхней точки трубопровода или одного из элементов системы теплоснабжения, гидравлически связанного с ней (как правило, это верхняя отметка наиболее высоко расположенного здания). Если указанные требования осуществить невозможно, то некоторые системы отопления присоединяются к теплосети по независимой схеме или тепловая сеть разбивается на отдельные зоны.

Перед построением пьезометрического графика на динамическом режиме (сетевые и подкачивающие насосы работают) назначается величина удельных потерь напора на трение $R_{уд} = 5...8$ мм/м. Расчетный перепад напоров у последнего абонента на главной магистрали в курсовом проекте может быть принят $\Delta H_{аб} = 30$ м; потери напора на ТЭЦ принимаются ориентировочно $\Delta H_{ТЭЦ} = 20$ м.

Намечается низшее положение начальной точки пьезометрического графика при напоре подпиточного насоса $\Delta H_{мин} = 10$ м. Определяются потери напора в обратной магистрали

$$\Delta H_{обр} = R_{уд} \cdot \sum L,$$

где $\sum L$ – общая длина обратной магистрали, м.

Линия обратного пьезометра, как правило, должна проходить выше самых высоких точек отопительных систем и трубопроводов. Исключением могут являться абоненты, располагаемый напор перед которыми больше требуемого.

После этого проводится вертикальная линия, соответствующая потерям напора у последнего абонента $\Delta H_{аб}$. Затем строится пьезометрический график подающей магистрали. Потери напора такие же, как в обратном трубопроводе. Помимо этого, на пьезометрическом графике откладываются потери напора на ТЭЦ – $\Delta H_{тэц}$. Таким образом, получаем предварительный график напоров.

Производится проверка выполнения требований, предъявляемых к динамическому режиму [2]:

а) напор в подающем трубопроводе тепловой сети должен обеспечивать не вскипание воды при ее максимальной температуре (τ'_1) в любой точке подающего трубопровода, в оборудовании источника теплоты и в приборах местных систем, присоединенных по непосредственной схеме;

б) напор в любой точке обратного трубопровода и местных систем, гидравлически связанных с тепловой сетью, должен быть избыточным (не < 5 м), не превышать допустимых значений по условиям прочности и обеспечивать заполнение местных систем;

в) напор перед сетевыми и подкачивающими насосами не должен превышать допустимого для данного типа насосов;

г) напор в водоподогревателях источника теплоты и систем горячего водоснабжения, у потребителей (нагревательные приборы) и в любой точке трубопровода тепловых сетей должен быть меньше допустимого.

Для одновременного удовлетворения перечисленных требований к пьезометрическому графику весь график можно перемещать вверх или вниз.

При несоблюдении пунктов “б”, “в”, “г” принимается решение о подсоединении местных систем отопления по независимой схеме или об установке подкачивающих насосов на подающей или обратной магистралях (а может быть и на подающей и на обратной) либо дросселирующих устройств.

Если не обеспечивается не вскипание (п. “а”), то весь пьезометрический график перемещается параллельно самому себе вверх, а напор подпиточных насосов соответственно возрастает. При этом необходимо следить за возрастающим напором в обратной магистрали и принимать окончательное решение о схемах присоединения отопительных систем и установке подкачивающих насосов.

В ряде случаев может оказаться, что при $R_{уд} = 5...8$ мм/м не удовлетворяются все требования, предъявляемые к гидравлическому режиму.

Тогда может быть принято решение об увеличении $R_{уд}$ до 30 мм/м на участке главной магистрали от смесительной станции до последнего потребителя.

Удельные потери напора на ответвлениях принимаются с учетом необходимости использования всего располагаемого напора, но не более 30 мм/м

$$R_{отв} = \frac{10^3 \cdot (\Delta H_{расп} - \Delta H_{аб})}{L_{отв}} \leq 30,$$

где $\Delta H_{расп}$ — разность отметок (м) подающего и обратного пьезометра в месте присоединения ответвления к тепловой сети;

$L_{отв}$ — длина ответвления (м) с учетом длины сетей последнего на ответвлении квартала, равной половине его периметра.

Таким образом, на основании предварительного графика напора определяются значения удельных потерь напора на трение $R_{уд}$ для главной магистрали и ответвлений, а также положение подкачивающих насосов.

Окончательный график напоров строится после гидравлического расчета. График прилагается к пояснительной записке.

7. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

7.1. Разбивка тепловой сети на участки

На каждом участке определяются тепловые нагрузки Q_{0max} , $Q_{\sigma max}$, Q_{hm} .

Суммарный расход теплоносителя на каждом участке определяется по формуле

$$G_{сум} = G_{0max} + G_{\sigma max} + \kappa_3 \cdot G_{hm},$$

где G_{0max} — расчетный расход теплоносителя на отопление, кг/с:

$$G_{0max} = \frac{Q_{0max}}{c \cdot (\tau'_1 - \tau'_2)};$$

$G_{\sigma max}$ — расчетный расход теплоносителя на вентиляцию, кг/с:

$$G_{\sigma max} = \frac{Q_{\sigma max}}{c \cdot (\tau'_1 - \tau'_2)};$$

G_{hm} — средний расход теплоносителя на горячее водоснабжение, кг/с; принимается по [2]:

при параллельной схеме присоединения водоподогревателей

$$G_{hm} = \frac{Q_{hm}}{c \cdot (\tau'_1 - \tau'_3)},$$

при двухступенчатой схеме присоединения подогревателей

$$G_{hm} = \frac{Q_{hm}}{c \cdot (\tau'_1 - \tau'_2)} \cdot \left(\frac{55 - t''_{II}}{55 - t_c} + 0,2 \right);$$

κ_3 – коэффициент, учитывающий долю среднего расхода на горячее водоснабжение.

В соответствии с [2] при регулировании нагрузки отопления для систем теплоснабжения с тепловым потоком 100 МВт и более $\kappa_3 = 1,0$, менее 100 МВт $\kappa_3 = 1,2$. При регулировании по скорректированному графику $\kappa_3 = 0$. Для потребителей при $Q_{h \max} / Q_{0 \max} > 1,0$, а также с тепловым потоком 10 МВт и менее $\kappa_3 = 2,2$.

7.2. Гидравлический расчет для главной магистрали от ТЭЦ до наиболее удаленного потребителя и одного ответвления

Выполняется предварительный гидравлический расчет (без учета потерь в местных сопротивлениях). При выборе диаметра труб для главной магистрали в предварительном расчете следует исходить из величины удельных потерь на трение, $R_{уд}$, определенных на основании предварительного пьезометрического графика.

Зная расходы теплоносителя на участках и средние удельные потери на трение, находим диаметр $d_{вн}$ трубопровода и соответствующие значения $R_{уд}$. Здесь можно воспользоваться таблицами [6], номограммами [8] для гидравлического расчета или программой “GIDRAT” для ЭВМ. Расчетные формулы по [7]:

$$d_{вн} = 0,117 \cdot G^{0,38} / R_{уд}^{0,19},$$

где G – расход теплоносителя на участке, кг/с;

$d_{вн}$ – внутренний диаметр, м;

$R_{уд}$ – удельные потери, Па/м (1 мм = 9,81 Па).

По вычисленному значению $d_{вн}$ подбирается стандартный диаметр, по которому уточняется величина

$$R_{уд} = 13,62 \cdot 10^{-6} \cdot G^2 / d_{вн}^{5,25}.$$

Минимальный диаметр трубопроводов тепловой сети – 32 мм.

Стандартные диаметры приведены в [5].

Предварительный гидравлический расчет сводится в табл. 7.2.

Таблица 7.2.

Таблица гидравлического расчета

№ участка	Расчетные расходы теплоносителя, кг/с				ℓ М	$d_{вн}$ мм	$R_{уд}$ Па/м	$\Delta H = R_{уд} \cdot \ell$ Па	$\sum \Delta H$ Па
	$G_{0 \max}$	$G_{\sigma \max}$	G_{hm}	$G_{сум}$					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Здесь ℓ – длина участка, м;
 ΔH – потери на участке без учета местных сопротивлений, Па;
 $\sum \Delta H$ – суммарные потери давления от первого до расчетного участка, Па.

7.3. Расстановка неподвижных опор, выбор типов компенсаторов и размещение их на участках

В курсовом проекте для труб диаметром менее 200 мм берутся П-образные, более 200 мм – сальниковые компенсаторы. Допустимые расстояния между неподвижными опорами в зависимости от вида компенсатора и диаметра принимаются по табл. 7.2 [8]. При расстановке неподвижных опор необходимо учитывать участки самокомпенсации.

Таблица 7.3.

Допустимые расстояния между неподвижными опорами

d_y , мм	$\ell_{но}$, М при компенсаторах		d_y , мм	$\ell_{но}$, М при компенсаторах	
	П-образных	сальниковых		П-образных	сальниковых
32	50	-	150	100	80
50	60	-	175	100	80
70	70	-	200	120	80
80	80	-	300	120	100
100	80	70	350	140	120
125	90	70	400	160	140

Примечание. Расстояние между неподвижными опорами $\ell_{но}$ на участках самокомпенсации рекомендуется принимать не более 60% от указанных для П-образных компенсаторов.

Схема тепловой сети с неподвижными опорами и компенсаторами приводится в пояснительной записке. На этой же схеме указывается расстановка секционирующих и отключающих задвижек.

В соответствии с [2,6] установка отключающих задвижек предусматривается на всех выводах тепловых сетей от источников теплоты.

На трубопроводах тепловых сетей $d_y \geq 100$ мм устанавливают секционирующие задвижки на расстояние, не более 1000 м друг от друга. При соответствующем обосновании допускается увеличивать это расстояние. Отключающие задвижки предусматриваются в узлах на трубопроводах ответвлений $d_y \geq 100$ мм, а также в узлах ответвлений на трубопроводах тепловых сетей к отдельным зданиям. Кроме того, устанавливаются задвижки, обеспечивающие отключение группы зданий с суммарной тепловой нагрузкой, не превышающей 0,6 МВт.

В соответствии с разработанной схемой тепловой сети составляется перечень и сумма эквивалентных длин $l_{\text{э}}$ и $\sum l_{\text{э}}$ по участкам основной магистрали и ответвлений [8]. Эквивалентная длина местных сопротивлений участка тепловой сети последнего на ответвлении квартала ориентировочно принимается равной 0,2...0,3 его расчетной длины.

7.4. Составление таблицы для основной магистрали и ответвления при окончательном гидравлическом расчете

Таблица 7.4.

Окончательный гидравлический расчет

№ участка	$G_{\text{сум}}$, кг/с	l , м	$\sum l_{\text{э}}$, м	$l + \sum l_{\text{э}}$, м	$d_{\text{вн}}$, мм	$R_{\text{уд}}$, Па/м	$\Delta H = R_{\text{уд}} \cdot (l + \sum l_{\text{э}})$	$\sum \Delta N_2$
1	2	3	4	5	6	7	8	9

По данным табл. 7.4 строится окончательный пьезометрический график главной магистрали и ответвления. При необходимости производится увязка потерь напора в ответвлении дроссельной шайбой (диафрагмой), диаметр отверстия которой рассчитывается по формуле

$$d_0 = 5,95 \sqrt{\frac{G^2}{\Delta H_{\text{изб}}}},$$

где G – расчетный расход теплоносителя на участке, установки кг/с;

$\Delta H_{\text{изб}}$ – избыточный перепад напора (м), который необходимо погасить в шайбе;

$$\Delta H_{\text{изб}} = \Delta H_{\text{расч}} - \Delta H_{\text{отв}},$$

$\Delta H_{\text{отв}}$ – суммарные потери напора в ответвлении, м.

При $\Delta H_{\text{изб}} < 2$ м дроссельная шайба не устанавливается.

При необходимости возможна установка двух шайб – на подающей и обратной магистралях. Потери напора в обеих шайбах должны быть равны избыточному напору $\Delta H_{\text{изб}}$.

8. ПОДБОР НАСОСОВ

8.1. Подбор сетевых зимних и летних, подкачивающих, подпиточных и смесительных насосов

Подбор насосов осуществляется по характеристикам [5]. Электродвигатели к насосам выбираются по таблицам, приводимым также в [5], с учетом потребной мощности, числа оборотов и условий работы.

Зимние сетевые насосы. Подача (производительность) равна расчетному расходу теплоносителя на магистральном участке теплосети. Рабочий напор насосов определяется по пьезометрическому графику.

Летние сетевые насосы. Подача (производительность) G^S берется из условия удовлетворения нагрузки горячего водоснабжения в теплый период года и рассчитывается по формуле

$$G^S = \beta \cdot G_{hmax},$$

где G_{hmax} – максимальный расход теплоносителя на горячее водоснабжение, кг/с;

Расход G_{hmax} определяется как

$$G_{hmax} = \frac{Q_{hmax}}{c \cdot (\tau_1'' - \tau_2'')},$$

где Q_{hmax} – максимальный тепловой поток (Вт) на горячее водоснабжение (итоговые данные табл. 4.2).

При вычислении напора летних сетевых насосов используют квадратичный закон изменения потерь напора при изменении расхода воды

$$\Delta H_{сн}^S = \left(\Delta H_{сн}^P + \sum \Delta H_{пн} \right) \cdot \left(\frac{G^S}{G_{сум}} \right)^2,$$

где $\Delta H_{сн}^P$ – расчетный пьезометрический напор сетевых насосов в зимний период, м;

$\sum \Delta H_{пн}$ – суммарный напор подкачивающих насосов в зимний период, м;

$G_{\text{сум}}$ – производительность зимних сетевых насосов, кг/с.

Подпиточные насосы. Подачу подпиточных насосов $G_{\text{пмп}}$ принимают равной расходу воды на компенсацию утечки из тепловой сети. В курсовом проекте $G_{\text{пмп}}$ принять 1% от общего расхода теплоносителя, циркулирующего в тепловой сети:

$$G_{\text{пмп}} = 0,01 \cdot G_{\text{сум}}.$$

Напор подпиточных насосов определяется из условия обеспечения статического режима и проверяется для условий динамического режима. При значительной разнице напоров подпиточных насосов при статическом и динамическом режимах допускается установка двух групп насосов.

$$\Delta H_{\text{пмп}} = \Delta H_{\text{пмп}}^{\text{пъез}} + \Delta H_{\text{хво}},$$

где $\Delta H_{\text{пмп}}^{\text{пъез}}$ –напор подпиточных насосов по пьезометрическому графику, м;

$\Delta H_{\text{хво}}$ – потеря напора в подпиточной линии химводоочистки принимается в размере 10...30 м.

Подкачивающие насосы. Подача равна расчетному расходу теплоносителя на участке, где установлены насосы. Напор откачивающих насосов на 10 м больше требуемого по пьезометрическому графику.

Смесительные насосы. Подача определяется как разность расчетных расходов теплоносителей до и после смесительной подстанции. Напор – на 10 м больше требуемого по пьезометрическому графику.

Из условия резервирования число сетевых (кроме летнего) и подпиточных насосов должно быть не менее двух, а откачивающих и смесительных – не менее трех (во всех остальных случаях один из насосов резервный). При выборе марок насосов следует обратить внимание на соответствие характеристик насоса (подача, напор, температура воды) требуемым условиям.

9. ПРОЕКТИРОВАНИЕ АБОНЕНТСКОГО ВВОДА

В курсовом проекте предусматривается система теплоснабжения с индивидуальными тепловыми пунктами. Тепловые пункты (абонентские вводы) размещаются в подвалах зданий. Расчет и подбор оборудования абонентского ввода производится для одного жилого дома.

Грязевики, арматура, измерительные приборы, регуляторы расхода и температуры выбираются в соответствии с рекомендациями [2, 5].

В проекте производятся расчеты элеватора и подогревателей горячего водоснабжения.

9.1. Установка элеваторов

Принимаются к установке элеваторы конструкции ВТИ – Теплосети Мосэнерго. Номер элеватора – по номограмме в зависимости от коэффициента смешения U и приведенного расхода воды G_{np} [8]:

$$U = 1,15 \cdot \frac{\tau'_1 - \tau'_3}{\tau'_3 - \tau'_2}; \quad G_{np} = \frac{Q_{0max}}{c \cdot (\tau'_3 - \tau'_2) \cdot \sqrt{\Delta h}},$$

где τ'_3 – температура на входе в систему отопления, °С; $\tau'_3 = 95$;

Q_{0max} – максимальный тепловой поток на отопление жилого дома, Вт;

Δh – потери напора в местной системе отопления, м: $\Delta h = 1-1,5$.

Пользуясь номограммой, найдем также основные размеры элеватора – диаметр горловины d_g и диаметр сопла d_c .

Потери напора в элеваторе определим по формуле

$$\Delta H_{эл} = 8,3 \cdot 10^4 \cdot \frac{(G_{0max})^2}{d_c^4},$$

где G_{0max} – расход теплоносителя из тепловой сети через сопло элеватора, кг/с.

$$G_{0max} = \frac{Q_{0max}}{c \cdot (\tau'_1 - \tau'_2)},$$

d_c – диаметр сопла, мм;

$\Delta H_{эл}$ – потери напора в элеваторе, м.

9.2. Тепловой расчет подогревателей горячего водоснабжения

Тепловой расчет выполняется на ПЭВМ. Методика составлена на основании [5,7]. К установке принимаются поверхностные скоростные секционные подогреватели типа ГОСТ 34-588-68. Типоразмер подогревателя определяется исходя из скорости движения воды $W = 0,5 \dots 1$ м/с по площади трубок:

$$F_{mp} = \frac{Q_{hmax}}{c \cdot \rho \cdot W \cdot (t_2'' - t_c)}$$

Характеристики подогревателей приведены в [5]. Результат расчета на ПЭВМ – общая поверхность нагрева подогревателя F . Тогда количество секций подогревателя, шт.:

$$n = \frac{F}{F_c},$$

где F_c – поверхность нагрева одной секции подогревателя, м².

10. МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

10.1. Расчет П-образного и сальникового компенсаторов, естественного поворота трассы

При выполнении курсового проекта рассчитывается один П-образный компенсатор, один сальниковый и один естественный поворот трассы. Во всех случаях необходимо привести расчетную схему участка.

Величина теплового удлинения $\Delta \ell$ определяется по формуле

$$\Delta \ell = \alpha \cdot \ell_{но} \cdot (\tau' - t_{cm}),$$

где α – коэффициент линейного расширения, мм / (м⁰С), стали $\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5}$;

$\ell_{\text{но}}$ — длина рассматриваемого участка трубы между неподвижными опорами, м;

τ' — максимально возможная температура теплоносителя, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{ст}}$ — минимально возможная температура стенки трубы, $^{\circ}\text{C}$; по [2] принимаемая равной температуре наружного воздуха t_0 .

Расчет П-образных компенсаторов и участков самокомпенсации ведется по формулам и таблицам [6]. Расчетное тепловое удлинение трубопроводов $\Delta\ell_p$ для определения размеров П-образных компенсаторов следует установить с учетом предварительной растяжки в размере 50% полного теплового удлинения $\Delta\ell$, т.е. $\Delta\ell_p = 0,5 \cdot \Delta\ell$. В результате расчета определяются габаритные размеры П-образного компенсатора или компенсирующая способность участка самокомпенсации, а также сила упругой деформации N_y .

Для участков самокомпенсации расчет производится без предварительной растяжки труб, причем тепловое удлинение определяется для каждого направления координатных осей.

Расчет сальникового компенсатора сводится к определению его типоразмера по необходимой компенсирующей способности [6], основных конструктивных размеров и установочной длины. Типовые конструкции сальниковых компенсаторов даны в [5].

10.2. Подземная прокладка теплопроводов в непроходных каналах

Минимальные расстояния между трубопроводами и ограждающими конструкциями в свету принимаются по [2]. Типы каналов выбираются для всех участков основной магистрали в зависимости от диаметров труб. Каналы могут быть либо из лотковых элементов (КЛ, КЛС), либо из сборных железобетонных плит (КС). Маркировка и габаритные размеры каналов даны в [6].

10.3. Разработка опор трубопроводов тепловых сетей для одного (любого) участка сети

Количество подвижных опор определяется в зависимости от максимально допустимого расстояния между ними

$$m_{оп} = \ell / \ell_{max},$$

где $m_{оп}$ – минимальное количество подвижных опор на участке, шт.;

ℓ – длина участка, м;

ℓ_{max} – максимально допустимое расстояние между подвижными опорами, м;

$$\ell_{max} = \sqrt{12 \cdot W \cdot \sigma_n / q},$$

W – момент сопротивления трубы, м³;

$$W = 0,1 \cdot (d_n^4 - d_{вн}^4) / d_n,$$

d_n – наружный диаметр трубопровода, мм;

σ_n – допускаемое напряжение, Па; $\sigma_n = 126 \cdot 10^3$ кПа;

q – вес одного метра трубопровода с теплоносителем и изоляцией, Н/м
[6,7]:

d_y , мм	32	40	50	70	80	100	125	150
q , Н/м	68	80	126	168	211	277	391	503

d_y , мм	175	200	250	300	350	400	450	500
q , мм	663	843	1220	1640	2180	2600	2900	3540

Характеристики подвижных опор и опорных подушек см. в [6, 8].

Для определения горизонтальных осевых усилий на неподвижную опору в соответствии с [6] составляется расчетная схема опоры, где указываются

диаметры, длины и компенсаторы участков, прилегающих к неподвижной опоре до двух соседних.

Далее следует установить, какие горизонтальные усилия действуют на рассматриваемую неподвижную опору слева и справа. Согласно [2] в общем случае учитываются следующие усилия: сила трения в подвижных опорах $N_{но}$, сила трения в сальниковых компенсаторах $N_{ск}^6$ или $N_{ск}^H$, силы упругой деформации П-образных и гнутых компенсаторов N_y , неуравновешенные силы внутреннего давления N_p .

Сила трения в подвижных опорах рассчитывается по формуле

$$N_{но} = \mu \cdot q \cdot \ell_n,$$

где μ – коэффициент трения; для скользящих опор $\mu = 0,3$;

ℓ_n – длина трубопровода от неподвижной опоры до оси П-образного компенсатора или поворота (при самокомпенсации), м; при сальниковых компенсаторах $\ell_n = \ell_{но}$.

В качестве расчетной силы трения в сальниковых компенсаторах принимают большую из сил $N_{ск}^6$ или $N_{ск}^H$:

$$N_{ск}^6 = \frac{4000 \cdot n_6}{A_n} \cdot \ell_{нс} \cdot d_k \cdot \mu_c \cdot \pi,$$

$$N_{ск}^H = 2 \cdot P_p \cdot \ell_{нс} \cdot d_k \cdot \mu_c \cdot \pi,$$

где n_6 – число болтов компенсатора;

$\ell_{нс}$ – длина набивки, м;

d_k – наружный диаметр корпуса (стакана) компенсатора, м;

μ_c – коэффициент трения набивки о металл; $\mu_c = 0,15$;

A_n – площадь поперечного сечения набивки, м²

$$A_n = 0,785 \cdot (d_k^2 - d_{св}^2),$$

$d_{св}$ – внутренний диаметр корпуса, м;

P_p – рабочее давление теплоносителя, Па, определяемое по графику напоров на выходе из ТЭЦ.

Неуравновешенные силы внутреннего давления находим как

$$N_p = P_p \cdot \frac{\pi \cdot d_n^2}{4}.$$

Силы упругой деформации при установке П-образных компенсаторов и самокомпенсации определяются при их расчете.

С учетом направления действия усилий определяется результирующая горизонтальная осевая нагрузка $R_{но}$ как разность сумм сил, действующих с каждой стороны опоры; при этом меньшая сумма сил берется с коэффициентом 0,7. При равенстве сумм сил слева и справа значение $R_{но}$ определяется как сумма сил с одной стороны опоры с коэффициентом 0,3.

Тип неподвижной опоры выбирается в зависимости от диаметра трубопровода и $R_{но}$ по [6].

10.4. Определение оптимальной толщины изоляции для одного (любого) участка тепловой сети.

Расчет тепловой изоляции в курсовом проекте выполняется на ПЭВМ.

Программа решения задачи о выборе оптимальной толщины изоляции теплопроводов двухтрубной тепловой сети, проложенной в одноячейковом непроходном канале, составлена для персональной ЭВМ. Методика расчета, использованная в программе, заключается в следующем. Оптимальными будут такие толщины слоев изоляции подающего и обратного трубопроводов, при которых сумма затрат на годовые теплотери одним погонным метром теплосети и годовые отчисления по стоимости изоляции окажется минимальной. Проводится ряд расчетов для различных размеров изоляционного слоя подающего и обратного трубопроводов. Сначала назначается толщина изоляции обратного трубопровода $\delta_{из2} = 0$ и определяются суммарные затраты при различных толщинах изоляции

подающего трубопровода $\delta_{из1}$. Определяется минимальная сумма затрат. Затем назначается $\delta_{из2} = 20$ мм и расчеты повторяются. Увеличение $\delta_{из2}$ прекращается, когда минимальная сумма затрат после уменьшения начнет возрастать. Принимается сочетание $\delta_{из1}$ и $\delta_{из2}$, при котором сумма затрат оказалась наименьшей.

В качестве теплоизоляционного слоя принята минеральная вата. В курсовом проекте привести конструкцию тепловой изоляции. При выборе конструкции руководствоваться рекомендациями [2].

При подготовке исходных данных необходимо определить среднегодовые температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах:

$$\tau_{1cp} = \frac{\sum_1^m \tau_{1i} \cdot n_i}{\sum_1^m n_i},$$

$$\tau_{2cp} = \frac{\sum_1^m \tau_{2i} \cdot n_i}{\sum_1^m n_i},$$

где n_i – повторяемость температур наружного воздуха для интервалов [5], ч;

τ_{1i}, τ_{2i} – температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводе, соответствующие средним температурам интервалов, $^{\circ}\text{C}$; определяются по графику регулирования температур в зависимости от средней температуры интервала.

Отметим, что $\sum_1^m n_i$ равна продолжительности года, т.е. 8760 ч.

10.5. Конструирование камеры узла тепловой сети

Конструирование камеры узла тепловой сети (УТ) начинается с разработки эскизов плана и разреза выбранного УТ в соответствии с монтажной схемой УТ.

Размеры камеры определяются по формулам:

$$A_k = 2 \cdot L1 + 2 \cdot (d_n + 2 \cdot \delta_{из}) + L_2 + L_k + L_{задв},$$

$$H = L_3 + h_{задв} + 2 \cdot (d_n + 2 \cdot \delta_{из}) + L_2 + L_1,$$

где A_k – размер в плане, мм;

H – высота камеры, мм;

L_1 – боковые проходы для обслуживания арматуры и сальниковых компенсаторов (от стенки до фланца арматуры или компенсатора), мм;

L_2 – расстояние между поверхностями теплоизоляционных конструкций смежных трубопроводов, мм;

d_n – наружный диаметр трубопровода, мм;

$\delta_{из}$ – толщина тепловой изоляции, мм;

L_k – длина сальникового компенсатора, определяемая при расчете компенсатора, мм;

L_4 – расстояние от пола до поверхности теплоизоляционной конструкции трубопровода, мм;

L_3 – расстояние от выдвинутого шпинделя задвижки до перекрытия камеры, мм;

$h_{задв}$ – высота задвижки с выдвинутым шпинделем, мм.

$L_{задв}$ – длина задвижки, мм;

11. ОБЪЕМ (СОСТАВ) КУРСОВОГО ПРОЕКТА

11.1. Общие требования

Все расчеты выполняются в виде пояснительной записки, в состав которой входят титульный лист, задание, реферат, содержание, перечень обозначений, введение, основная часть, заключение, список использованных источников.

11.2. Расчетная часть

В курсовом проекте выполняются все расчеты, объем которых определен разделами 4-10 настоящих указаний. В основную часть записки включаются:

- климатологические данные, необходимые для выполнения КП;
- расчетные формулы для определения тепловых нагрузок при известном титульном списке зданий и по укрупненным показателям;
- результаты расчетов тепловых нагрузок в табличной форме;
- годовые графики теплопотребления по месяцам;
- расчет регулирования отпуска теплоты;
- краткая характеристика принятой системы теплоснабжения (в соответствии с заданием);
- обоснование принятых решений, ход и результаты расчетов, необходимых для выполнения разделов 4-10 настоящих указаний.

11.3. Графическое оформление пояснительных записок

В пояснительной записке к курсовому проекту должен содержаться графический материал формата А1 по заданию преподавателя.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СНиП 2.01.01-82. Строительная климатология и геофизика. Нормы проектирования. М.: Стройиздат, 1983.
2. СНиП 2.04.07-86. Тепловые сети. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1987.
3. СНиП 2.08.01-89. Жилые здания. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989.
4. СНиП 2.04.01-85. Внутренний водопровод и канализация зданий. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985.
5. Наладка и эксплуатация водяных тепловых сетей: Справочник / В.И. Манюк и др. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1988.
6. Водяные тепловые сети: Справочное пособие по проектированию / И.В. Беляйкина и др. М.: Энергоатомиздат, 1988
7. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. М.: Энергоатомиздат, 1982.
8. ГОСТ 21.605-82. Сети тепловые. Рабочие чертежи. М.: Стандарты, 1982.
9. Эксплуатация тепловых пунктов систем теплоснабжения / В.П. Витальев и др. М.: Стройиздат, 1985.
10. СНиП 2.04.14-88. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1990.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1.ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	4
2.ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ	4
3.КЛИМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ	6
4.ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ НАГРУЗОК (ТЕПЛОПОТРЕБЛЕНИЕ) ЖИЛОГО РАЙОНА	7
<i>4.1.Определение тепловых нагрузок квартала, имеющего титульный список зданий</i>	7
<i>4.2.Определение тепловых нагрузок для всех кварталов жилого района по укрупненным показателям</i>	9
<i>4.3.Построение годового графика теплопотребления по месяцам для жилого района</i>	11
5.РАСЧЕТ КАЧЕСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ	12
<i>5.1.Выбор схемы присоединения подогревателей горячего водоснабжения</i>	12
<i>5.2.Построение отопительного графика температур качественного регулирования отпуска теплоты в тепловой сети</i>	12
<i>5.3.Осуществление центрального качественного регулирования по суммарной нагрузке отопления и горячего водоснабжения при последовательной двухступенчатой схеме присоединения подогревателей горячего водоснабжения</i>	13
6. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РЕЖИМ	15
<i>6.1.Выбор рациональной схемы (плана) тепловой сети из условия обеспечения минимальной длины трассы и наименьшего количества камер</i>	15
<i>6.2.Построение совмещенного графика напоров по главной магистрали (от ТЭЦ до последнего потребителя) и ответвлению</i> ...	16
7. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ	19
<i>7.1.Разбивка тепловой сети на участки</i>	19
<i>7.2.Гидравлический расчет для главной магистрали от ТЭЦ до наиболее удаленного потребителя и одного ответвления</i>	20
<i>7.3.Расстановка неподвижных опор, выбор типов компенсаторов и размещение их на участках</i>	21
<i>7.4.Составление таблицы для основной магистрали и ответвления при окончательном гидравлическом расчете</i>	23
8. ПОДБОР НАСОСОВ	24
<i>8.1.Подбор сетевых зимних и летних, подкачивающих, подпиточных и смесительных насосов</i>	24
9. ПРОЕКТИРОВАНИЕ АБОНЕНТСКОГО ВВОДА	26
<i>9.1.Установка элеваторов</i>	26
<i>9.2.Тепловой расчет подогревателей горячего водоснабжения</i>	27
10.МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬНЫЕ	

КОНСТРУКЦИИ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ.....	27
<i>10.1.Расчет П-образного и сальникового компенсаторов, естественного поворота трассы.....</i>	<i>27</i>
<i>10.2.Подземная прокладка теплопроводов в непроходных каналах...</i>	<i>28</i>
<i>10.3.Разработка опор трубопроводов тепловых сетей для одного (любого) участка сети.....</i>	<i>29</i>
<i>10.4.Определение оптимальной толщины изоляции производится для одного (любого) участка тепловой сети.....</i>	<i>31</i>
<i>10.5.Конструирование камеры узла тепловой сети.....</i>	<i>33</i>
11. ОБЪЕМ (СОСТАВ) КУРСОВОГО ПРОЕКТА.....	34
<i>11.1.Общие требования.....</i>	<i>34</i>
<i>11.2.Расчетная часть.....</i>	<i>34</i>
<i>11.3.Графическое оформление пояснительных записок.....</i>	<i>34</i>
Библиографический список	35

ББК 31.38 – я 73
решению
Ф 27
совета

*Печатается по
редакционно-издательского
энергетического факультета
Амурского государственного
университета*

Фатнева Ю.В.

Теплоснабжение жилого района. Учебно-методическое пособие для студентов специальности «100500» очной и заочной форм обучения. Благовещенск: Амурский гос. ун-т., 2002.

В пособии, предназначенном для курсового проектирования, излагается методика определения теплотребления жилого района по укрупненным показателям, расчета теплового и гидравлического режимов двухтрубной системы теплоснабжения с индивидуальными тепловыми пунктами. Даются указания по расчету основных элементов трубопроводов и строительных конструкций тепловых сетей, их оборудования. Приведены индивидуальные задания для расчета курсового проекта.

Материалы пособия можно использовать в качестве вспомогательных при дипломном проектировании, они могут быть полезны также для инженеров, занимающихся проектированием и эксплуатацией тепловых сетей.

Рецензенты: А.М. Левшаков, профессор кафедры энергетики АмГУ, канд. техн. наук;
А.И. Яшин, начальник ПТО СП «Благовещенская ТЭЦ»
ОАО «Амурэнерго».

© Амурский государственный университет, 2002

Юлия Валерьевна Фатнева,
старший преподаватель кафедры «Энергетика» АмГУ

Теплоснабжение жилого района.
Учебно-методическое пособие к курсовому проектированию

Подписано к печати
Тираж 100. Заказ

Формат

Усл. печ. л.

Уч.-печ. л.