

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕ-СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

ТАШКЕНТСКИЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

ФАКУЛЬТЕТ ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

**Кафедра “Проектирование, строительство и эксплуатация инженерных
коммуникаций”**

Допустит к защите

декан факультета доц. **Ташпулатов С.А.**

“ ___ ” _____ 2012 __ г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

К дипломному проекту для присвоения степени бакалавра по направлению
5580400-“Строительство и монтаж инженерных коммуникаций”

Тема проекта: **“Теплоснабжение жилого района г.Маргелан”**

Автор проекта: **Холопов Константин Александрович**

Руководитель: **Мамажанов Т.**

Консультанты:

--по экономической части-----

по охране труда-----

Пояснительная записка ____

Графическая часть ____ листов

Допустить к защите кафедра “ПСЭИК”

зав. каф доц. **Рашидоа Ю.К**

Тошкент 2012 й.

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕ-СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

ТАШКЕНТСКИЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

ФАКУЛЬТЕТ ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

**Кафедра “Проектирование, строительство и эксплуатация инженерных
коммуникаций”**

Допущено к защите

декан факультета доц. **Ташпулатов С.А.**

“ ___ ” _____ 2012 __ г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

К дипломному проекту для присвоения степени бакалавра по направлению
5180900 Профессиональная образования (5580400-“Строительство и монтаж
инженерных коммуникаций”)

Тема проекта: **“Теплоснабжение жилого района г.Шахрисабз”**

Автор проекта: **Юдин Илья Николаевич**

Руководитель: **Мамажанов Т.**

Консультанты:

--по экономической части _____

по охране труда _____

по педагогической части _____

Пояснительная записка ___ стр.

Графическая часть ___ листов

Разрешить к защите кафедра **“ПСЭИК”**

зав. каф доц. **Рашидов Ю.К**

Ташкент 2012 г

Содержание

1. Введение.....	3
2. Характеристика района.....	7
3. Регулировка отпуска тепла по магистралям тепловых сетей.....	7
4. Определение тепловых нагрузок.....	13
5. Средние тепловые нагрузки по кварталам.....	21
6. Определение расхода теплоносителя по кварталам.....	26
7. Гидравлический расчёт.....	33
8. Построение пьезометрического графика.....	37
9. Тепловой расчёт водоподогревателей.....	38
9.1 Водоподогреватели I ступени.....	38
9.2 Водоподогреватели II ступени.....	40
10. Разработка монтажной схемы.....	43
11. Конструктивные элементы тепловых сетей.....	44
12. Техника безопасности и охрана труда.....	48
13. Техничко - экономические показатели.....	56
14. Литература.....	72

Введение

«Поступательное движение общества по пути демократии и успех демократических реформ во многом зависит от уровня правосознания и правовой культуры людей. Высокая правовая культура –основа демократического общества и показатель зрелости правовой системы. В этой связи с учётом современных политико – правовых реалий важно обеспечить создание целевой комплексной программы мер, направленных на кардинальное улучшение правового образования и просвещения в стране, пропаганды правовых знаний в обществе.

Реализация программ об образовании должны обеспечить формирование у населения уважительного отношения к правам и свободам человека. Законопослушное поведение граждан», - резюмировал президент Узбекистана Ислам Каримов. Особое внимание уделяет подготовке квалифицированных кадров, созданию новых рабочих мест, обеспечению занятости населения, особенно молодёжи, повышению благосостояния и доходов народа. Национальная программа по подготовке кадров является важным фактором, способствующим образованию молодёжи, подготовки квалифицированных специалистов для реальных сфер экономики и вместе с тем налаживанию неразрывного сотрудничества образования и производственного процесса. Наука и просвещение, образование и воспитание являются мощным факторами , определяющими развитие общества. С первых лет независимости президент И.А. Каримов по вопросу подготовки кадров, соответствующих современным требованиям и способных вносить весомый вклад в дальнейшие развитие страны, уделяется приоритетное значение, что даёт свои ощутимые результаты. Система непрерывного образования, созданная на основе разработанных по инициативе главы государства Закона Республики Узбекистан «Об образовании» и Национальной программы по подготовке кадров, механизм воспитания всесторонне грамотного, гармонично развитого поколения,

обладающего высоким интеллектуальным потенциалом и духовностью, служат важными факторами построению сильного демократического государства. Принятая и последовательно реализуемая по инициативе руководителя нашей страны И. Каримова Национальная программа по подготовке кадров и Закон «Об образовании» способствует дальнейшему развитию нашей страны, а также повышению благосостояния нашего народа. Преступая к разработке собственной модели подготовки кадров, национальной программы по её реализации, специалисты Узбекистана глубоко и всесторонне изучили отечественный и зарубежный опыт становления и развития систем образования и подготовки кадров. Анализ показал: стратегия и тактика преобразований, направленных на повышения качества подготовки кадров, чаще всего предусматривали оптимизацию системы образования. Существовавшая система образования и подготовка кадров не являлась научно обоснованной, не создавала стройной целостной системы, учитывающей многообразие интересов и мотивов личности, потребителей заказчиков кадров, структур, их готовящих.

Практически в не поля зрения оставались такие важные субъекты процесса подготовки кадров, как личность, государственные структуры и общественные институты, производство, наука и т.д. В дальнейшем мы верим в наше будущее и процветанию нашей великой Родины (И.Каримов).

Предусмотрение государственным планом развития народного хозяйства грандиозные масштабы жилищного и промышленного строительства обуславливают необходимость увеличения объёма и повышения темпов строительства канализационных систем. Проектирование строительства и эксплуатация систем канализации должны возглавить высококвалифицированные кадры. Вопросы связанные с охраной окружающей среды и в частности с очисткой городских и производственных сточных стоков в нашей стране уделяется самое серьёзное внимание.

Теплоснабжение - снабжение теплом жилых, общественных и промышленных зданий (сооружений) для обеспечения коммунально-

бытовых (отопление, вентиляция, горячее водоснабжение) и технологических нужд потребителей. Различают местное и централизованное теплоснабжение. Местное теплоснабжение ориентировано на одно или несколько зданий, централизованное - на жилой или промышленный район.

Для централизованного теплоснабжения используются два типа источников тепла: теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) и районные котельные (РК). Система теплоснабжения состоит из следующих основных элементов : источника тепла, тепловых сетей, абонентских вводов и местных систем теплопотребления.

Источниками тепла в централизованных системах теплоснабжения служат или теплоэлектроцентрали (ТЭЦ), производящие одновременно и электроэнергию, и тепло, или крупные котельные, именуемые иногда районными тепловыми станциями. Системы теплоснабжения на базе ТЭЦ называются «теплофикационными». Полученное в источнике тепло передают тому или иному теплоносителю, который транспортируют по тепловым сетям к абонентским вводам потребителей.

В централизованных системах теплоснабжения в качестве теплоносителя используется вода и водяной пар, в связи, с чем различают водяные и паровые системы теплоснабжения.

В зависимости от числа теплопроводов в тепловой сети водяные системы теплоснабжения могут быть однотрубными, двухтрубными, трехтрубными, четырехтрубными и комбинированными, если число труб в тепловой сети не остается постоянным.

Наиболее экономичные однотрубные системы целесообразны только тогда, когда среднечасовой расход сетевой воды, подаваемой на нужды отопления и вентиляции, совпадает со среднечасовым расходом воды, потребляемой для горячего водоснабжения.

При значительном удалении источника тепла от теплоснабжаемого района целесообразны комбинированные системы теплоснабжения,

представляющие собой сочетание однотрубной системы и полузамкнутой двухтрубной системы.

Трехтрубные системы находят применение в промышленных системах теплоснабжения с постоянным расходом воды, подаваемой на технологические нужды. Такие системы имеют две подающие трубы. По одной из них вода с неизменной температурой поступает к технологическим аппаратам и к теплообменникам горячего водоснабжения, по другой вода с переменной температурой идет на нужды отопления и вентиляции.

Четырехтрубные системы из-за большого расхода металла применяются лишь в мелких системах с целью упрощения абонентских вводов. В таких системах вода для местных систем горячего водоснабжения готовится непосредственно у источника тепла и по особой трубе подводится к потребителям, где непосредственно поступает в местные системы горячего водоснабжения. В этом случае у абонентов отсутствуют подогревательные установки горячего водоснабжения и циркуляционная вода систем горячего водоснабжения возвращается для подогрева к источнику тепла. Две другие трубы в такой системе предназначаются для местных систем отопления и вентиляции.

Характеристика района теплоснабжения.

В данном дипломном проекте разрабатывается система теплоснабжения жилых районов в городе Маргилан.

Климатическая характеристика города определяется следующими расчётными параметрами:

1. Расчётная температура наружного воздуха для проектирования систем отопления и вентиляции $t_{н.в} = -14^{\circ}\text{C}$
2. Средняя температура за отопительный период $t_{ср} = +1,9^{\circ}\text{C}$
3. Продолжительность отопительного периода $n = 132$ дня
4. Общая площадь жилых зданий $A = 608000 \text{ м}^2$
5. Всего город включает 49 жилых кварталов с зданиями этажностью 5,7,9 этажей.

Регулировка отпуска тепла по магистралям тепловых сетей.

Тепловая нагрузка абонентов не постоянна. Она изменяется в зависимости от температуры наружного воздуха, режима расхода воды на горячее водоснабжение, режима работы технологического оборудования других факторов.

От правильной организации и надлежащего осуществления регулирования во многом зависит качество и экономичность теплоснабжения.

В зависимости от пункта осуществления регулирования различают центральное, местное, групповое и индивидуальное регулирование.

Для обеспечения высокого качества теплоснабжения следует применять комбинированное регулирование, которое должно являться рациональным сочетанием по крайней мере трех ступеней регулирования- центрального, группового и местного или индивидуального. Однако индивидуальное регулирование непосредственно на тепло-потребляющих приборах требует применение большого количества индивидуальных

регуляторов, что связано с большими начальными затратами. Поэтому в большинстве случаев регулирования ограничивается только двумя ступенями – центральным, групповым или местным.

В данном проекте рассматривается центральное качественное регулирование, которое заключается в регулировании отпуска тепла путем изменения при сохранении постоянного количества теплоносителя, осуществляемое на станции смещения и местное осуществляемое на ЦТП.

Центральное регулирование по суммарной нагрузке дает возможность на нагрузку горячего водоснабжения обеспечить без дополнительного увеличения расчетного расхода воды в сети по сравнению с расчетным расходом воды на отопление. Снижение расчетного расхода воды в сети приводит к уменьшению сечения трубопроводов тепловых сетей, и следовательно начальных затрат на их строительство. Для построения графика регулирования отпуска тепла по отопительной нагрузке определяет следующие величины:

температура воды в подающей линии тепловой сети t_1 ,

$$t_1 = T_{в} + \theta_p \left(\frac{\Delta T}{\Delta T_{в}} \right)^{0.76} + (\Delta t_{ср} - 0.5 \Delta t_{мр}) \frac{\Delta T}{\Delta T_{б}}, \text{ } ^\circ\text{C}$$

температура воды в обратной линии тепловой сети, t_2

$$t_2 = T_{в} + \theta_p \left(\frac{\Delta T}{\Delta T_{в}} \right)^{0.76} - 0.5 \Delta t_{мр} \frac{\Delta T}{\Delta T_{б}}, \text{ } ^\circ\text{C}$$

θ_p – температурный напор определяется:

$$\theta_p = \frac{t_3 + t_2}{2} - T_{в} = \frac{95 + 70}{2} - 18 = 64.5^\circ\text{C}$$

t_3 -температура воды после элеватора.

t_2 -температура обратной воды.

$T_{в.н.}$ - внутренняя температура воздуха в помещении.

$$\Delta T_p = T_{в.н.} - t_{н.о.} = 18 - (-13) = 31^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_{\text{м.р.}} = t_3 - t_2 = 95 - 70 = 25^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_{\text{м.р.}} = t_1 - t_2 = 150 - 70 = 80^\circ\text{C}$$

При расчетной температуре наружного воздуха

$$t_1 = 150^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 70^\circ\text{C}$$

Определяет температуру воды в подающем и обратном трубопроводе для

$t_{\text{н.о.}} = -10^\circ\text{C}$; -5°C ; 0°C ; $+5^\circ\text{C}$ и $+8^\circ\text{C}$.

$$t_{\text{н.о.}} = -10^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 18 - (-10) = 28^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{\text{р}} = 18 - (-13) = 31^\circ\text{C}$$

$$\frac{\Delta T}{\Delta T_{\text{р}}} = \frac{28}{31} \approx 0,9$$

$$t_1 = 18 + 64,5 \left(\frac{28}{31}\right)^{0,76} + (80 - 0,5 \times 25) \times \left(\frac{28}{31}\right) = 138,6^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 18 + 64,5 \left(\frac{28}{31}\right)^{0,76} - 0,5 \times 25 \times \left(\frac{28}{31}\right) = 66,4^\circ\text{C}$$

для $t_{\text{н.о.}} = -5^\circ\text{C}$

$$t_1 = 18 + 64,5 \left(\frac{23}{31}\right)^{0,76} + (80 - 0,5 \times 25) \times \left(\frac{23}{31}\right) = 119,0^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 18 + 64,5 \left(\frac{23}{31}\right)^{0,76} - 0,5 \times 25 \times \left(\frac{23}{31}\right) = 60,1^\circ\text{C}$$

для $t_{\text{н.о.}} = 0^\circ\text{C}$

$$t_1 = 18 + 64,5 \left(\frac{18}{31}\right)^{0,76} + (80 - 0,5 \times 25) \times \left(\frac{18}{31}\right) = 99,5^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 18 + 64,5 \left(\frac{18}{31}\right)^{0,76} - 0,5 \times 25 \times \left(\frac{18}{31}\right) = 53,4^\circ\text{C}$$

для $t_{н.о.}=+5^{\circ}\text{C}$

$$t_1=18+64,5\left(\frac{13}{31}\right)^{0,76}+(80-0,5 \times 25) \times \left(\frac{13}{31}\right)=91,2^{\circ}\text{C}$$

$$t_2=18+64,5\left(\frac{13}{31}\right)^{0,76}-0,5 \times 25 \times \left(\frac{13}{31}\right)=46,0^{\circ}\text{C}$$

для $t_{н.о.}=+8^{\circ}\text{C}$

$$t_1=18+64,5\left(\frac{10}{31}\right)^{0,76}+(80-0,5 \times 25) \times \left(\frac{10}{31}\right)=66,9^{\circ}\text{C}$$

$$t_2=18+64,5\left(\frac{10}{31}\right)^{0,76}-0,5 \times 25 \times \left(\frac{10}{31}\right)=41,3^{\circ}\text{C}$$

Для определения промежуточных температур строим график.

Исходные данные.

$$T_{в.н.}=18^{\circ}\text{C}$$

$$t_1=150^{\circ}\text{C}$$

$$t_2=70^{\circ}\text{C}$$

$$t_3=95^{\circ}\text{C}$$

$$\theta_p = \frac{t_3+t_2}{2} - T_{в.н.} = \frac{95+70}{2} - 18 = 64,5^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T_p = T_{в.н.} - (t_{н.о.}) = 18 - (-14) = 32^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta t_{м.р.} = 95 - 70 = 25^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta t_{м.р.} = 150 - 70 = 80^{\circ}\text{C}$$

При $t_{н.о.}=-14^{\circ}\text{C}$

$$t_1=150^{\circ}\text{C}; \quad t_2=70^{\circ}\text{C}$$

$$t_{н.о.}=-10^{\circ}\text{C}$$

$$t_1=18+64,5\left(\frac{28}{32}\right)^{0,76}+(80-0,5 \times 25) \times\left(\frac{28}{32}\right)=135,1^{\circ} \text{C}$$

$$t_2=18+64,5\left(\frac{28}{32}\right)^{0,76}-0,5 \times 25 \times\left(\frac{28}{32}\right)=65^{\circ} \text{C}$$

$$t_{\text{h.o.}}=-5^{\circ} \text{C}$$

$$t_1=18+64,5\left(\frac{23}{32}\right)^{0,76}+(80-0,5 \times 25) \times\left(\frac{23}{32}\right)=116,2^{\circ} \text{C}$$

$$t_2=18+64,5\left(\frac{23}{32}\right)^{0,76}-0,5 \times 25 \times\left(\frac{23}{32}\right)=59,1^{\circ} \text{C}$$

$$t_{\text{h.o.}}=0^{\circ} \text{C}$$

$$t_1=18+64,5\left(\frac{18}{32}\right)^{0,76}+(80-0,5 \times 25) \times\left(\frac{18}{32}\right)=97,6^{\circ} \text{C}$$

$$t_2=18+64,5\left(\frac{18}{32}\right)^{0,76}-0,5 \times 25 \times\left(\frac{18}{32}\right)=52,6^{\circ} \text{C}$$

$$t_{\text{h.o.}}=+5^{\circ} \text{C}$$

$$t_1=18+64,5\left(\frac{13}{32}\right)^{0,76}+(80-0,5 \times 25) \times\left(\frac{13}{32}\right)=78,1^{\circ} \text{C}$$

$$t_2=18+64,5\left(\frac{13}{32}\right)^{0,76}-0,5 \times 25 \times\left(\frac{13}{32}\right)=45,1^{\circ} \text{C}$$

$$t_{\text{h.o.}}=+8^{\circ} \text{C}$$

$$t_1=18+64,5\left(\frac{10}{32}\right)^{0,76}+(80-0,5 \times 25) \times\left(\frac{10}{32}\right)=66,3^{\circ} \text{C}$$

$$t_2=18+64,5\left(\frac{10}{32}\right)^{0,76}-0,5 \times 25 \times\left(\frac{10}{32}\right)=40,5^{\circ} \text{C}$$

$t_{\text{h.o}}$	-15	-10	-5	0	+5	+8
t_1	150	135,1	116,2	97,6	78,1	66,3
t_2	70	65	59,1	52,6	45,1	40,5

Определение тепловых нагрузок

На отопление:

$$Q_0^{\max} = q_0 * A (1 + K_1), \text{ МВт}$$

На вентиляцию общественных зданий:

$$Q_B^{\max} = q_0 * A * K_1 * K_2, \text{ МВт}$$

На горячее водоснабжение:

$$Q_{ГВ} = q * m, \text{ МВт}$$

$$Q_{ГВ}^{\max} = Q_{ГВ} * 2.4, \text{ МВт}$$

1, 2, 4, 5, 7, 11 кварталы:

$$Q_0^{\max} = 68 * 11109 (1 + 0,25) = 0,94 \text{ МВт}$$

$$Q_B^{\max} = 68 * 11109 * 0,6 * 0,25 = 0,11 \text{ МВт}$$

$$Q_{ГВ} = 376 * 694 = 0,26 \text{ МВт}$$

$$Q_{ГВ}^{\max} = 2,4 * 0,26 = 0,63 \text{ МВт}$$

3 квартал:

$$Q_0^{\max} = 68 * 12343 (1 + 0,25) = 1,05 \text{ МВт}$$

$$Q_B^{\max} = 68 * 12343 * 0,6 * 0,25 = 0,126 \text{ МВт}$$

$$Q_{ГВ} = 376 * 771 = 0,29 \text{ МВт}$$

$$Q_{ГВ}^{\max} = 2,4 * 0,29 = 0,69 \text{ МВт}$$

6, 12, 15 кварталы:

$$Q_0^{\max} = 68 * 8091 (1 + 0,25) = 0,69 \text{ МВт}$$

$$Q_B^{\max} = 68 * 8091 * 0,6 * 0,25 = 0,08 \text{ МВт}$$

$$Q_{ГВ} = 376 * 506 = 0,19 \text{ МВт}$$

$$Q_{ГВ}^{\max} = 2,4 * 0,19 = 0,46 \text{ МВт}$$

13, 10 кварталы:

$$Q_0^{\max} = 68 * 15360(1+0,25) = 1,3 \text{ МВт}$$

$$Q_B^{\max} = 68 * 15360 * 0,6 * 0,25 = 0,16 \text{ МВт}$$

$$Q_{ГВ} = 376 * 906 = 0,34 \text{ МВт}$$

$$Q_{ГВ}^{\max} = 2,4 * 0,19 = 0,81 \text{ МВт}$$

9 квартал:

$$Q_0^{\max} = 68 * 26469(1+0,25) = 2,25 \text{ МВт}$$

$$Q_B^{\max} = 68 * 26469 * 0,6 * 0,25 = 0,27 \text{ МВт}$$

$$Q_{ГВ} = 376 * 1654 = 0,61 \text{ МВт}$$

$$Q_{ГВ}^{\max} = 2,4 * 0,61 = 1,46 \text{ МВт}$$

12, 14 кварталы:

$$Q_0^{\max} = 68 * 5904(1+0,25) = 0,5 \text{ МВт}$$

$$Q_B^{\max} = 68 * 5904 * 0,6 * 0,25 = 0,06 \text{ МВт}$$

$$Q_{ГВ} = 376 * 369 = 0,14 \text{ МВт}$$

$$Q_{ГВ}^{\max} = 2,4 * 0,14 = 0,33 \text{ МВт}$$

16, 21 кварталы:

$$Q_0^{\max} = 68 * 10877(1+0,25) = 0,92 \text{ МВт}$$

$$Q_B^{\max} = 68 * 10877 * 0,6 * 0,25 = 0,11 \text{ МВт}$$

$$Q_{ГВ} = 376 * 680 = 0,26 \text{ МВт}$$

$$Q_{ГВ}^{\max} = 2,4 * 0,26 = 0,61 \text{ МВт}$$

27, 20 кварталы:

$$Q_0^{\max} = 68 * 7329(1+0,25) = 0,62 \text{ МВт}$$

$$Q_B^{\max} = 68 * 7329 * 0,6 * 0,25 = 0,075 \text{ МВт}$$

$$Q_{ГВ} = 376 * 458 = 0,17 \text{ МВт}$$

$$Q_{ГВ}^{\max} = 2,4 * 0,17 = 0,41 \text{ МВт}$$

22, 19 кварталы:

$$Q_0^{\max} = 68 * 17280(1+0,25) = 1,49 \text{ МВт}$$

$$Q_B^{\max} = 68 * 17280 * 0,6 * 0,25 = 0,18 \text{ МВт}$$

$$Q_{ГВ} = 376 * 1080 = 0,41 \text{ МВт}$$

$$Q_{ГВ}^{\max} = 2,4 * 0,41 = 0,97 \text{ МВт}$$

22, 28 кварталы:

$$Q_0^{\max} = 68 * 9026(1+0,25) = 0,77 \text{ МВт}$$

$$Q_B^{\max} = 68 * 9026 * 0,6 * 0,25 = 0,09 \text{ МВт}$$

$$Q_{ГВ} = 376 * 564 = 0,21 \text{ МВт}$$

$$Q_{ГВ}^{\max} = 2,4 * 0,21 = 0,51 \text{ МВт}$$

23, 24, 26, 27, кварталы:

$$Q_0^{\max} = 68 * 8100(1+0,25) = 0,69 \text{ МВт}$$

$$Q_B^{\max} = 68 * 8100 * 0,6 * 0,25 = 0,08 \text{ МВт}$$

$$Q_{ГВ} = 376 * 506 = 0,19 \text{ МВт}$$

$$Q_{ГВ}^{\max} = 2,4 * 0,19 = 0,46 \text{ МВт}$$

25 квартал:

$$Q_0^{\max} = 68 * 20057(1+0,25) = 1,7 \text{ МВт}$$

$$Q_B^{\max} = 68 * 20057 * 0,6 * 0,25 = 0,2 \text{ МВт}$$

$$Q_{ГВ} = 376 * 1254 = 0,47 \text{ МВт}$$

$$Q_{ГВ}^{\max} = 2,4 * 0,47 = 1,1 \text{ МВт}$$

29, 30, 33, 34 кварталы:

$$Q_0^{\max} = 68 * 25920(1+0,25) = 2,2 \text{ МВт}$$

$$Q_B^{\max} = 68 * 25920 * 0,6 * 0,25 = 0,26 \text{ МВт}$$

$$Q_{ГВ} = 376 * 1620 = 0,61 \text{ МВт}$$

$$Q_{ГВ}^{\max} = 2,4 * 0,61 = 1,46 \text{ МВт}$$

31, 35 кварталы:

$$Q_0^{\max} = 68 * 5091(1+0,25) = 0,43 \text{ МВт}$$

$$Q_B^{\max} = 68 * 5091 * 0,6 * 0,25 = 0,052 \text{ МВт}$$

$$Q_{ГВ} = 376 * 318 = 0,12 \text{ МВт}$$

$$Q_{ГВ}^{\max} = 2,4 * 0,12 = 0,29 \text{ МВт}$$

32 квартал:

$$Q_0^{\max} = 68 * 12111(1+0,25) = 1,03 \text{ МВт}$$

$$Q_B^{\max} = 68 * 12111 * 0,6 * 0,25 = 0,12 \text{ МВт}$$

$$Q_{ГВ} = 376 * 757 = 0,29 \text{ МВт}$$

$$Q_{ГВ}^{\max} = 2,4 * 0,29 = 0,68 \text{ МВт}$$

36, 37, 39, 40 кварталы:

$$Q_0^{\max} = 68 * 9450(1+0,25) = 0,8 \text{ МВт}$$

$$Q_B^{\max} = 68 * 9450 * 0,6 * 0,25 = 0,1 \text{ МВт}$$

$$Q_{ГВ} = 376 * 591 = 0,22 \text{ МВт}$$

$$Q_{ГВ}^{\max} = 2,4 * 0,22 = 0,53 \text{ МВт}$$

38 квартал:

$$Q_0^{\max} = 68 * 23400(1+0,25) = 1,99 \text{ МВт}$$

$$Q_B^{\max} = 68 * 23400 * 0,6 * 0,25 = 0,24 \text{ МВт}$$

$$Q_{ГВ} = 376 * 1463 = 0,55 \text{ МВт}$$

$$Q_{ГВ}^{\max} = 2,4 * 0,55 = 1,32 \text{ МВт}$$

41 квартал:

$$Q_0^{\max} = 68 * 10530(1+0,25) = 0,90 \text{ МВт}$$

$$Q_B^{\max} = 68 * 10530 * 0,6 * 0,25 = 0,08 \text{ МВт}$$

$$Q_{ГВ} = 376 * 658 = 0,25 \text{ МВт}$$

$$Q_{ГВ}^{\max} = 2,4 * 0,25 = 0,6 \text{ МВт}$$

42 квартал:

$$Q_0^{\max} = 68 * 7740(1+0,25) = 0,66 \text{ МВт}$$

$$Q_B^{\max} = 68 * 7740 * 0,6 * 0,25 = 0,08 \text{ МВт}$$

$$Q_{ГВ} = 376 * 486 = 0,18 \text{ МВт}$$

$$Q_{ГВ}^{\max} = 2,4 * 0,18 = 0,44 \text{ МВт}$$

43, 44 кварталы:

$$Q_0^{\max} = 68 * 8530(1+0,25) = 0,73 \text{ МВт}$$

$$Q_B^{\max} = 68 * 8530 * 0,6 * 0,25 = 0,09 \text{ МВт}$$

$$Q_{ГВ} = 376 * 534 = 0,2 \text{ МВт}$$

$$Q_{ГВ}^{\max} = 2,4 * 0,2 = 0,48 \text{ МВт}$$

45, 46, 47, 48 кварталы:

$$Q_0^{\max} = 68 * 10620(1+0,25) = 0,9 \text{ МВт}$$

$$Q_B^{\max} = 68 * 10620 * 0,6 * 0,25 = 0,11 \text{ МВт}$$

$$Q_{ГВ} = 376*664 = 0,25 \text{ МВТ}$$

$$Q_{ГВ}^{\max} = 2,4*0,25=0,6 \text{ МВТ}$$

49 квартал:

$$Q_0^{\max} = 68*14580(1+0,25)=1,24 \text{ МВТ}$$

$$Q_B^{\max} = 68*14580*0,6*0,25 = 0,15 \text{ МВТ}$$

$$Q_{ГВ} = 376*911 = 0,34 \text{ МВТ}$$

$$Q_{ГВ}^{\max} = 2,4*0,34=0,82 \text{ МВТ}$$

Квартал	Q_0^{\max} , МВТ	Q_B^{\max} , МВТ	$Q_{ГВ}$, МВТ	$Q_{ГВ}^{\max}$, МВТ	G_0^{\max} , М ³ /ч	G_B^{\max} , М ³ /ч	$G_{ГВ}^{\max}$, М ³ /ч
1	0,94	0,11	0,26	0,63	10,1	1,18	11
2	0,94	0,11	0,26	0,63	10,1	1,18	11
3	1,05	0,126	0,29	0,69	11,3	1,35	12
4	0,94	0,11	0,26	0,63	10,1	1,18	11
5	0,94	0,11	0,26	0,63	10,1	1,18	11
6	0,69	0,08	0,19	0,46	7,4	0,86	7,83
7	0,94	0,11	0,26	0,63	10,1	1,18	11
8	1,3	0,16	0,34	0,81	14	1,8	14
9	2,25	0,27	0,61	1,46	24,2	2,9	25
10	1,3	0,16	0,34	0,81	14	1,8	14
11	0,94	0,11	0,26	0,63	10,1	1,18	11
12	0,69	0,08	0,19	0,46	7,4	0,86	7,83
13	0,5	0,06	0,14	0,33	5,36	0,64	5,76

14	0,5	0,06	0,14	0,33	5,36	0,64	5,76
15	0,69	0,08	0,19	0,46	7,4	0,86	7,83
16	0,92	0,11	0,26	0,61	9,9	1,18	10,76
17	0,62	0,075	0,17	0,41	6,7	0,8	7
18	1,49	0,18	0,41	0,97	16	1,93	16,8
19	1,49	0,18	0,41	0,97	16	1,93	16,8
20	0,62	0,075	0,17	0,41	6,7	0,8	7
21	0,92	0,11	0,26	0,61	9,9	1,18	10,76
22	0,77	0,09	0,21	0,51	8,27	1	8,7
23	1,49	0,18	0,41	0,97	7,4	0,86	7,8
24	0,69	0,08	0,19	0,46	7,4	0,86	7,8
25	1,7	0,2	0,47	1,1	18,25	2,15	19,4
26	0,69	0,08	0,19	0,46	7,4	0,86	7,8
27	0,69	0,08	0,19	0,46	7,4	0,86	7,8
28	0,77	0,09	0,21	0,51	8,27	1	8,7
29	2,2	0,26	0,61	1,46	23,6	2,8	25,2
30	2,2	0,26	0,61	1,46	23,6	2,8	25,2
31	0,43	0,052	0,12	0,29	4,6	0,56	5,04
32	1,03	0,12	0,29	0,68	11,1	1,29	12
33	2,2	0,26	0,61	1,46	23,6	2,8	25,2

34	2,2	0,26	0,61	1,46	23,6	2,8	25,2
35	0,43	0,052	0,12	0,29	4,6	0,56	5,04
36	0,8	0,1	0,22	0,53	7,4	0,86	7,8
37	0,8	0,1	0,22	0,53	7,4	0,86	7,8
38	1,99	0,24	0,55	1,32	21,4	2,58	22,7
39	0,8	0,1	0,22	0,53	7,4	0,86	7,8
40	0,8	0,1	0,22	0,53	7,4	0,86	7,8
41	0,90	0,11	0,25	0,6	9,9	1,18	10,7
42	0,66	0,08	0,18	0,44	7,1	0,86	4,32
43	0,73	0,09	0,2	0,48	7,84	0,97	8,25
44	0,73	0,09	0,2	0,48	7,84	0,97	8,25
45	0,9	0,11	0,25	0,6	9,7	1,18	10,3
46	0,9	0,11	0,25	0,6	9,7	1,18	10,3
47	0,9	0,11	0,25	0,6	9,7	1,18	10,3
48	0,9	0,11	0,25	0,6	9,7	1,18	10,3
49	1,24	0,15	0,34	0,82	13,3	1,6	14
Итого:	49,72	5,95	13,7	32,83	537,09	64,13	566,63

Средние тепловые нагрузки по кварталам определяется по формулам:

$$Q_o^{cp} = Q_o \max \frac{t_B - t_{cp.o}}{t_B - t_{it.o}}, \text{МВт.}$$

$$Q_B^{cp} = Q_B \max \frac{t_B - t_{cp.o}}{t_B - t_{it.o}}, \text{МВт.}$$

$$Q_{hi}^{cp} = Q_{hm} \frac{55 - t_c 5}{55 - t_c}, \beta \text{ мВт в неотапительный период.}$$

$$t_c^s = 15^\circ\text{C}; t_c = 5^\circ\text{C}; \beta = 0,8$$

1,2,4,5,7,11 кварталы

$$Q_o^{cp} = 0,94 \frac{18 - 1,9}{18 + 14} = 0,47$$

$$Q_B^{cp} = 0,11 \frac{18 - 1,9}{18 + 14} = 0,06$$

$$Q_{hi}^{cp} = 0,26 \frac{55 - 15}{55 - 5} \times 0,8 = 0,17$$

3-квартал

$$Q_o^{cp} = 1,05 \frac{18 - 1,9}{18 + 14} = 0,53$$

$$Q_B^{cp} = 0,126 \frac{18 - 1,9}{18 + 14} = 0,063$$

$$Q_{hi}^{cp} = 0,29 \frac{55 - 15}{55 - 5} \times 0,8 = 0,19$$

6,12,15 квартал

$$Q_o^{cp} = 0,69 \frac{18 - 1,9}{18 + 14} = 0,35$$

$$Q_B^{cp} = 0,08 \frac{18 - 1,9}{18 + 14} = 0,04$$

$$Q_{hi}^{cp} = 0,46 \frac{55 - 15}{55 - 5} \times 0,8 = 0,29$$

8,10 квартал

$$Q_o^{cp} = 1,3 \frac{18 - 1,9}{18 + 14} = 0,65 \text{ мВт}$$

$$Q_B^{cp} = 0,16 \frac{18 - 1,9}{18 + 14} = 0,08 \text{ мВт}$$

$$Q_{hi}^{cp} = 0,34 \frac{55 - 15}{55 - 5} \times 0,8 = 0,22 \text{ мВт}$$

9 квартал

$$Q_o^{cp} = 2,25 \frac{18 - 1,9}{18 + 14} = 1,13 \text{ мВт}$$

$$Q_B^{cp} = 0,27 \frac{18 - 1,9}{18 + 14} = 0,14 \text{ мВт}$$

$$Q_{hi}^{cp} = 0,61 \frac{55 - 15}{55 - 5} \times 0,8 = 0,39 \text{ мВт}$$

13,14 квартал

$$Q_o^{cp} = 0,5 \frac{18-1,9}{18+14} = 0,25 \text{ мВт}$$

$$Q_B^{cp} = 0,06 \frac{18-1,9}{18+14} = 0,03 \text{ мВт}$$

$$Q_{hi}^{cp} = 0,14 \frac{55-15}{55-5} \times 0,8 = 0,09 \text{ мВт}$$

16,21 квартал

$$Q_o^{cp} = 0,92 \frac{18-1,9}{18+14} = 0,46 \text{ мВт}$$

$$Q_B^{cp} = 0,11 \frac{18-1,9}{18+14} = 0,06 \text{ мВт}$$

$$Q_{hi}^{cp} = 0,26 \frac{55-15}{55-5} \times 0,8 = 0,17 \text{ мВт}$$

17,20 квартал

$$Q_o^{cp} = 0,62 \frac{18-1,9}{18+14} = 0,31 \text{ мВт}$$

$$Q_B^{cp} = 0,075 \frac{18-1,9}{18+14} = 0,04 \text{ мВт}$$

$$Q_{hi}^{cp} = 0,17 \frac{55-15}{55-5} \times 0,8 = 0,11 \text{ мВт}$$

18,19 квартал

$$Q_o^{cp} = 1,49 \frac{18-1,9}{18+14} = 0,75 \text{ мВт}$$

$$Q_B^{cp} = 0,18 \frac{18-1,9}{18+14} = 0,09 \text{ мВт}$$

$$Q_{hi}^{cp} = 0,41 \frac{55-15}{55-5} \times 0,8 = 0,26 \text{ мВт}$$

22,28 квартал

$$Q_o^{cp} = 0,77 \frac{18-1,9}{18+14} = 0,39 \text{ мВт}$$

$$Q_B^{cp} = 0,09 \frac{18-1,9}{18+14} = 0,05 \text{ мВт}$$

$$Q_{hi}^{cp} = 0,21 \frac{55-15}{55-5} \times 0,8 = 0,13 \text{ мВт}$$

23,24,26,27 квартал

$$Q_o^{cp} = 0,69 \frac{18-1,9}{18+14} = 0,35 \text{ мВт}$$

$$Q_B^{cp} = 0,08 \frac{18-1,9}{18+14} = 0,04 \text{ мВт}$$

$$Q_{hi}^{cp}=0,19\frac{55-15}{55-5}\times 0,8=0,12 \text{ мВт}$$

5 квартал

$$Q_o^{cp}=1,7\frac{18-1,9}{18+14}=0,85 \text{ мВт}$$

$$Q_B^{cp}=0,2\frac{18-1,9}{18+14}=0,1 \text{ мВт}$$

$$Q_{hi}^{cp}=0,47\frac{55-15}{55-5}\times 0,8=0,3 \text{ мВт}$$

29,30,33,34 квартал

$$Q_o^{cp}=2,2\frac{18-1,9}{18+14}=1,1 \text{ мВт}$$

$$Q_B^{cp}=0,26\frac{18-1,9}{18+14}=0,13 \text{ мВт}$$

$$Q_{hi}^{cp}=0,61\frac{55-15}{55-5}\times 0,8=0,39 \text{ мВт}$$

31,35 квартал

$$Q_o^{cp}=0,43\frac{18-1,9}{18+14}=0,22 \text{ мВт}$$

$$Q_B^{cp}=0,052\frac{18-1,9}{18+14}=0,026 \text{ мВт}$$

$$Q_{hi}^{cp}=0,12\frac{55-15}{55-5}\times 0,8=0,08 \text{ мВт}$$

32 квартал

$$Q_o^{cp}=1,03\frac{18-1,9}{18+14}=0,5 \text{ мВт}$$

$$Q_B^{cp}=0,12\frac{18-1,9}{18+14}=0,06 \text{ мВт}$$

$$Q_{hi}^{cp}=0,29\frac{55-15}{55-5}\times 0,8=0,19 \text{ мВт}$$

36,37,39,40 квартал

$$Q_o^{cp}=0,8\frac{18-1,9}{18+14}=0,4 \text{ мВт}$$

$$Q_B^{cp}=0,1\frac{18-1,9}{18+14}=0,05 \text{ мВт}$$

$$Q_{hi}^{cp}=0,22\frac{55-15}{55-5}\times 0,8=0,14 \text{ мВт}$$

38 квартал

$$Q_o^{cp}=1,99\frac{18-1,9}{18+14}=1,0 \text{ мВт}$$

$$Q_B^{cp} = 0,24 \frac{18-1,9}{18+14} = 0,12 \text{ мВт}$$

$$Q_{hi}^{cp} = 0,55 \frac{55-15}{55-5} \times 0,8 = 0,35 \text{ мВт}$$

41,45, 46, 47, 48 квартал

$$Q_o^{cp} = 0,9 \frac{18-1,9}{18+14} = 0,45 \text{ мВт}$$

$$Q_B^{cp} = 0,11 \frac{18-1,9}{18+14} = 0,06 \text{ мВт}$$

$$Q_{hi}^{cp} = 0,25 \frac{55-15}{55-5} \times 0,8 = 0,16 \text{ мВт}$$

42 квартал

$$Q_o^{cp} = 0,66 \frac{18-1,9}{18+14} = 0,33 \text{ мВт}$$

$$Q_B^{cp} = 0,08 \frac{18-1,9}{18+14} = 0,04 \text{ мВт}$$

$$Q_{hi}^{cp} = 0,18 \frac{55-15}{55-5} \times 0,8 = 0,12 \text{ мВт}$$

43,44 квартал

$$Q_o^{cp} = 0,73 \frac{18-1,9}{18+14} = 0,37 \text{ мВт}$$

$$Q_B^{cp} = 0,09 \frac{18-1,9}{18+14} = 0,05 \text{ мВт}$$

$$Q_{hi}^{cp} = 0,2 \frac{55-15}{55-5} \times 0,8 = 0,13 \text{ мВт}$$

49 квартал

$$Q_o^{cp} = 1,24 \frac{18-1,9}{18+14} = 0,62 \text{ мВт}$$

$$Q_B^{cp} = 0,15 \frac{18-1,9}{18+14} = 0,08 \text{ мВт}$$

$$Q_{hi}^{cp} = 0,34 \frac{55-15}{55-5} \times 0,8 = 0,22 \text{ мВт}$$

Определение расхода теплоносителя по кварталам

$$G_o^{\max} = \frac{3,6 * Q_o^{\max} * 10}{c(t_1 - t_2)}$$

$$G_B^{\max} = \frac{3,6 Q_B^{\max} * 10}{c(t_1 - t_2)}$$

$$G_{ГВ} = \frac{3,6 Q_{ГВ} * 10}{c(t_3 - t_4)}$$

$$G_{ГВ}^{\max} = 2,4 * Q_{ГВ}$$

1, 2, 4, 5, 7, 11 кварталы:

$$G_0^{\max} = \frac{3,6 * 0,94 * 10}{4,19 * (150 - 70)} = 10,1 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_B^{\max} = \frac{3,6 * 0,11 * 10}{4,19 * (150 - 70)} = 1,18 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_{ГВ} = \frac{3,6 * 0,26 *}{4,19 * (55 - 5)} * 10^3 = 4,58 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_{ГВ}^{\max} = 2,4 * 4,58 = 11 \text{ м}^3/\text{ч}$$

3 квартал:

$$G_0^{\max} = \frac{3,6 * 1,05 * 10}{4,19 * (150 - 70)} = 11,3 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_B^{\max} = \frac{3,6 * 0,126 * 10}{4,19 * (150 - 70)} = 1,35 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_{ГВ} = \frac{3,6 * 0,29}{4,19 * (55 - 5)} * 10^3 = 5 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_{ГВ}^{\max} = 2,4 * 5 = 12 \text{ м}^3/\text{ч}$$

6, 12, 15 кварталы:

$$G_0^{\max} = \frac{3,6 * 0,69 * 10}{4,19 * (150 - 70)} = 7,4 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_B^{\max} = \frac{3,6 * 0,08 * 10}{4,19 * (150 - 70)} = 0,86 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_{ГВ} = \frac{3,6 * 0,19}{4,19 * (55 - 5)} * 10^3 = 3,26 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_{ГВ}^{\max} = 2,4 * 3,26 = 7,83 \text{ м}^3/\text{ч}$$

8, 10 кварталы:

$$G_0^{\max} = \frac{3,6 * 1,3 * 10}{4,19 * (150 - 70)} = 14 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_B^{\max} = \frac{3,6 * 0,16 * 10}{4,19 * (150 - 70)} = 1,8 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_{ГВ} = \frac{3,6 * 0,34}{4,19 * (55 - 5)} * 10^3 = 5,84 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_{ГВ}^{\max} = 2,4 * 5,84 = 14 \text{ м}^3/\text{ч}$$

9 квартал:

$$G_0^{\max} = \frac{3,6 * 2,25 * 10}{4,19 * (150 - 70)} = 24,2 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_B^{\max} = \frac{3,6 * 0,27 * 10}{4,19 * (150 - 70)} = 2,9 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_{ГВ} = \frac{3,6*0,61}{4,19*(55-5)} * 10^3 = 10,5 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_{ГВ}^{\text{max}} = 2,4*10,5 = 25 \text{ м}^3/\text{ч}$$

13, 14 кварталы:

$$G_0^{\text{max}} = \frac{3,6*0,5*10}{4,19*(150-70)} = 5,36 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_B^{\text{max}} = \frac{3,6*0,06*10}{4,19*(150-70)} = 0,64 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_{ГВ} = \frac{3,6*0,14}{4,19*(55-5)} * 10^3 = 2,4 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_{ГВ}^{\text{max}} = 2,4*2,4 = 5,76 \text{ м}^3/\text{ч}$$

16, 21 кварталы:

$$G_0^{\text{max}} = \frac{3,6*0,32*10}{4,19*(150-70)} = 9,9 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_B^{\text{max}} = \frac{3,6*0,11*10}{4,19*(150-70)} = 1,18 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_{ГВ} = \frac{3,6*0,26}{4,19*(55-5)} * 10^3 = 4,47 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_{ГВ}^{\text{max}} = 2,4*4,47 = 10,76 \text{ м}^3/\text{ч}$$

17, 20 кварталы:

$$G_0^{\text{max}} = \frac{3,6*0,62*10}{4,19*(150-70)} = 6,7 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_B^{\text{max}} = \frac{3,6*0,075*10}{4,19*(150-70)} = 0,8 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_{ГВ} = \frac{3,6*0,17}{4,19*(55-5)} * 10^3 = 2,92 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_{ГВ}^{\text{max}} = 2,4*2,92 = 7 \text{ м}^3/\text{ч}$$

18, 19 кварталы:

$$G_0^{\text{max}} = \frac{3,6*1,49*10}{4,19*(150-70)} = 16 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_B^{\text{max}} = \frac{3,6*0,18*10}{4,19*(150-70)} = 1,93 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_{ГВ} = \frac{3,6*0,41}{4,19*(55-5)} * 10^3 = 7 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_{ГВ}^{\text{max}} = 2,4*7 = 16,8 \text{ м}^3/\text{ч}$$

22, 28 кварталы:

$$G_0^{\max} = \frac{3,6 * 0,77 * 10}{4,19 * (150 - 70)} = 8,27 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_B^{\max} = \frac{3,6 * 0,09 * 10}{4,19 * (150 - 70)} = 1 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_{ГВ} = \frac{3,6 * 0,21}{4,19 * (55 - 5)} * 10^3 = 3,6 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_{ГВ}^{\max} = 2,4 * 3,6 = 8,7 \text{ м}^3/\text{ч}$$

23, 24, 26, 27 кварталы:

$$G_0^{\max} = \frac{3,6 * 0,69 * 10}{4,19 * (150 - 70)} = 7,4 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_B^{\max} = \frac{3,6 * 0,08 * 10}{4,19 * (150 - 70)} = 0,86 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_{ГВ} = \frac{3,6 * 0,19}{4,19 * (55 - 5)} * 10^3 = 3,26 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_{ГВ}^{\max} = 2,4 * 3,26 = 7,8 \text{ м}^3/\text{ч}$$

25 квартал:

$$G_0^{\max} = \frac{3,6 * 1,7 * 10}{4,19 * (150 - 70)} = 18,25 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_B^{\max} = \frac{3,6 * 0,2 * 10}{4,19 * (150 - 70)} = 2,15 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_{ГВ} = \frac{3,6 * 0,47}{4,19 * (55 - 5)} * 10^3 = 8,1 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_{ГВ}^{\max} = 2,4 * 8,1 = 19,4 \text{ м}^3/\text{ч}$$

29, 30, 33, 34 кварталы:

$$G_0^{\max} = \frac{3,6 * 2,2 * 10}{4,19 * (150 - 70)} = 23,6 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_B^{\max} = \frac{3,6 * 0,26 * 10}{4,19 * (150 - 70)} = 2,8 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_{ГВ} = \frac{3,6 * 0,61}{4,19 * (55 - 5)} * 10^3 = 10,5 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_{ГВ}^{\max} = 2,4 * 10,5 = 25,2 \text{ м}^3/\text{ч}$$

31, 35 кварталы:

$$G_0^{\max} = \frac{3,6 * 0,43 * 10}{4,19 * (150 - 70)} = 4,6 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_B^{\max} = \frac{3,6 * 0,052 * 10}{4,19 * (150 - 70)} = 0,56 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_{ГВ} = \frac{3,6 \cdot 0,12}{4,19 \cdot (55-5)} * 10^3 = 2,1 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_{ГВ}^{\text{max}} = 2,4 * 2,1 = 5,04 \text{ м}^3/\text{ч}$$

32 квартал:

$$G_0^{\text{max}} = \frac{3,6 * 1,03 * 10}{4,19 * (150-70)} = 11,1 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_B^{\text{max}} = \frac{3,6 * 0,12 * 10}{4,19 * (150-70)} = 1,29 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_{ГВ} = \frac{3,6 * 0,26}{4,19 * (55-5)} * 10^3 = 5 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_{ГВ}^{\text{max}} = 2,4 * 5 = 12 \text{ м}^3/\text{ч}$$

36, 37, 39 кварталы:

$$G_0^{\text{max}} = \frac{3,6 * 0,8 * 10}{4,19 * (150-70)} = 8,6 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_B^{\text{max}} = \frac{3,6 * 0,1 * 10}{4,19 * (150-70)} = 1,07 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_{ГВ} = \frac{3,6 * 0,22}{4,19 * (55-5)} * 10^3 = 3,78 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_{ГВ}^{\text{max}} = 2,4 * 3,78 = 9,1 \text{ м}^3/\text{ч}$$

36, 37, 39, 40 кварталы:

$$G_0^{\text{max}} = \frac{3,6 * 0,69 * 10}{4,19 * (150-70)} = 7,4 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_B^{\text{max}} = \frac{3,6 * 0,08 * 10}{4,19 * (150-70)} = 0,86 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_{ГВ} = \frac{3,6 * 0,19}{4,19 * (55-5)} * 10^3 = 3,26 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_{ГВ}^{\text{max}} = 2,4 * 3,26 = 7,8 \text{ м}^3/\text{ч}$$

38 квартал:

$$G_0^{\text{max}} = \frac{3,6 * 1,99 * 10}{4,19 * (150-70)} = 21,4 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_B^{\text{max}} = \frac{3,6 * 0,24 * 10}{4,19 * (150-70)} = 2,58 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_{ГВ} = \frac{3,6 * 0,55}{4,19 * (55-5)} * 10^3 = 9,45 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_{ГВ}^{\text{max}} = 2,4 * 9,45 = 22,7 \text{ м}^3/\text{ч}$$

41 квартал:

$$G_0^{\max} = \frac{3,6 * 0,9 * 10}{4,19 * (150 - 70)} = 9,9 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_B^{\max} = \frac{3,6 * 0,11 * 10}{4,19 * (150 - 70)} = 1,18 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_{ГВ} = \frac{3,6 * 0,25}{4,19 * (55 - 5)} * 10^3 = 4,47 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_{ГВ}^{\max} = 2,4 * 9,45 = 10,7 \text{ м}^3/\text{ч}$$

42 квартал:

$$G_0^{\max} = \frac{3,6 * 0,66 * 10}{4,19 * (150 - 70)} = 7,1 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_B^{\max} = \frac{3,6 * 0,08 * 10}{4,19 * (150 - 70)} = 0,86 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_{ГВ} = \frac{3,6 * 0,18}{4,19 * (55 - 5)} * 10^3 = 1,8 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_{ГВ}^{\max} = 2,4 * 1,8 = 4,32 \text{ м}^3/\text{ч}$$

43, 44 кварталы:

$$G_0^{\max} = \frac{3,6 * 0,73 * 10}{4,19 * (150 - 70)} = 7,84 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_B^{\max} = \frac{3,6 * 0,09 * 10}{4,19 * (150 - 70)} = 0,97 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_{ГВ} = \frac{3,6 * 0,2}{4,19 * (55 - 5)} * 10^3 = 3,44 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_{ГВ}^{\max} = 2,4 * 3,44 = 8,25 \text{ м}^3/\text{ч}$$

45, 46, 47, 48 кварталы:

$$G_0^{\max} = \frac{3,6 * 0,9 * 10}{4,19 * (150 - 70)} = 9,7 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_B^{\max} = \frac{3,6 * 0,11 * 10}{4,19 * (150 - 70)} = 1,18 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_{ГВ} = \frac{3,6 * 0,25}{4,19 * (55 - 5)} * 10^3 = 4,29 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_{ГВ}^{\max} = 2,4 * 4,29 = 10,3 \text{ м}^3/\text{ч}$$

49 квартал:

$$G_0^{\max} = \frac{3,6 * 1,24 * 10}{4,19 * (150 - 70)} = 13,3 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_B^{\max} = \frac{3,6 * 0,15 * 10}{4,19 * (150 - 70)} = 1,6 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_{\text{ГВ}} = \frac{3,6 \cdot 0,34}{4,19 \cdot (55 - 5)} * 10^3 = 5,84 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_{\text{ГВ}}^{\text{max}} = 2,4 * 5,84 = 14 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Гидравлический расчёт

Определение расхода теплоносителя по участкам.

При гидравлическом расчете тепловых сетей определяют потери давления на участках трубопроводов для последующей разработки гидравлического режима и выявления располагаемых напоров и тепловых пунктах потребителей. Расчет производится в следующем порядке:

1. Выбираем на трассе тепловых сетей расчет магистрали наиболее протяженную и загруженную, соединяем источник теплоты с дальнейшим потребителем.

2. Разбиваем тепловую сеть на расчетные участки и ответвления и определяем для них расчетные расходы теплоносителя и заносим в таблицу. Измеряем по ген плану длину участков и ответвлений и заносим в таблицу

3. Исходя из расходов теплоносителя задаёмся удельными потерями давления на трение. Для участков

$$R \leq 5 \frac{\text{кг}^2}{\text{м}} \cdot \text{м} \text{ или } 50 \text{ Па, а отвлениях } R \leq 30 \frac{\text{кг}^2}{\text{м}} \cdot \text{м} \text{ или } 30 \text{ Па.}$$

4. Находим диаметр трубопровода и скорость теплоносителя по номограммам для расчета гидравлических потерь.

5. Определяем эквивалентную длину участков и ответвлений по формуле:

$$l_{\text{экв}} = l_{\text{геом}} \times \alpha, \text{ м}$$

где α -принимается от принятого диаметра трубопровода.

6. Определяем приведенную длину по формуле:

$$l_{\text{прив}} = l_{\text{геом}} + l_{\text{экв}}, \text{ м}$$

7. Определяем потери давления на участке или ответвлениях по формуле:

$$\Delta H = R \times l_{\text{прив}}, \text{ мм.вод.ст}$$

8. Определяем полные потери давления, т.е. сумму потерь на участке или ответвлениях.

1. Магистрали:

$$G_1 = 10.9 + 11.1 = 22 \text{ т/час}$$

$$G_2 = 10.9 + 22 + 10.9 = 43.8 \text{ т/час}$$

$$G_3 = 10.9 + 10.9 + 43.8 = 65.6 \text{ т/час}$$

$$G_{IV} = 10.9 + 65.6 + 24 = 100.5 \text{ т/час}$$

$$G_V = 9.7 + 100.5 + 8.81 = 119 \text{ т/час}$$

$$G_{VI} = 119 + 8.81 + 14.9 = 142.7 \text{ т/час}$$

$$G_{VII} = 142.7 + 7.96 + 9.7 = 160.4 \text{ т/час}$$

$$G_{VIII} = 160.4 + 5.2 + 26.4 + 12.4 + 5.2 + 26.4 + 9.3 + 9.3 + 11.1 + 7.5 + 8.3 + 18 + 8.32 + 0.4 + 17.9 + 8.3 + 26.4 + 26.4 + 7.5 + 8.3 + 11.1 = 434.1 \text{ т/час}$$

$$G_{IX} = 434.1 + 6 + 8.3 + 8.3 + 8.3 + 11.3 + 11.3 + 11.3 + 15.8 + 27.1 + 12.7 + 11.3 + 15.8 + 6 + 11.3 + 11.3 = 610.2 \text{ т/час}$$

2. Ответвления:

$$G_{10} = 26.4 + 5.2 = 31.6 \text{ т/час}$$

$$G_{11} = 31.6 + 12.4 = 44 \text{ т/час}$$

$$G_{12} = 44 + 5.2 + 26.4 = 75.6 \text{ т/час}$$

$$G_{13} = 75.6 + 9.3 = 84.9 \text{ т/час}$$

$$G_{14} = 84.9 + 11.1 + 9.3 = 105.3 \text{ т/час}$$

$$G_{15} = 105.3 + 7.5 + 8.3 = 121.1 \text{ т/час}$$

$$G_{16} = 121.1 + 8.3 + 17.9 = 147.3 \text{ т/час}$$

$$G_{17} = 147.3 + 20.4 = 167.7 \text{ т/час}$$

$$G_{18} = 167.7 + 8.3 + 17.9 = 193.9 \text{ т/час}$$

$$G_{19} = 193.9 + 26.4 + 26.4 = 246.7 \text{ т/час}$$

$$G_{20} = 246.7 + 7.5 + 8.3 = 262.5 \text{ т/час}$$

$$G_{21} = 262.5 + 11.1 = 273.6 \text{ т/час}$$

$$G_{22} = 11,1+9,3=20,4 \text{ т/час}$$

$$G_{23} = 8,3+6=14,3 \text{ т/час}$$

$$G_{24} = 14,3+8,3+8,3=30,9 \text{ т/час}$$

$$G_{25} = 30,9+11,3+11,3=53,5 \text{ т/час}$$

$$G_{26} = 53,5+11,3+15,8=80,6 \text{ т/час}$$

$$G_{27} = 80,6+27,1+12,7=120,4 \text{ т/час}$$

$$G_{28} = 120,4+11,3=131,7 \text{ т/час}$$

$$G_{29} = 131,7+15,8+6=153,5 \text{ т/час}$$

$$G_{30} = 153,5+11,3+11,3=176,1 \text{ т/час}$$

$$G_{31} = 8,3+8,3=16,6 \text{ т/час}$$

$$G_{32} = 6 \text{ т/час}$$

$$G_{33} = 6+15,8+11,3=33,1 \text{ т/час}$$

$$G_{34} = 26,4 \text{ т/час}$$

$$G_{35} = 26,4+26,4=52,8 \text{ т/час}$$

Полученные данные заносим в таблицу:

Построение пьезометрического графика:

1. Принимая за нуль отметку самой низкой точки тепловой сети, наносят профиль местности на трассе основной магистрали ответвлений, отметки земли, которые отличаются от отметок магистрали. На профиле проставляют высоты присоединенных зданий.
2. Наносим линию S-S , определяющий статический напор в системе. Если давление в отдельных точках системы превышает пределы прочности, необходимо предусмотреть подключение отдельных потребителей по независимой схеме или деление тепловых сетей на зоны с выбором для

каждой зоны своей линии статического напора. В узлах деления устанавливают автоматические устройства рассечки и подпитки тепловой сети.

3. Наносим линию пьезометрического графика напоров обратной магистрали. Уклон линии определяют на основании гидравлического расчета тепловой сети. Линия пьезометрического графика обратного трубопровода магистрали в точке пересечения с ординатой, соответствующей началу теплосети определяет необходимый напор в обратном трубопроводе, обеспечиваемый подпиточным насосом.

4. Наносим линию пьезометрического графика подающей магистрали. Уклон линии определяют на основании гидравлического расчета тепловой сети. Линия пьезометрического графика подающего трубопровода в точке пересечения с ординатой, соответствующая началу теплосети определяет требуемый напор на выходе из подогревательной установки.

Тепловой расчёт водоподогревателей.

Расчёт ведётся по инструкции «Сантехпроект - Водоподогреватели»

I. Водоподогреватели 1 ступени:

1. Расчётный расход тепла - 0,63 МВт (1 квартал)
2. Температура греющей воды на входе в водоподогреватель – $t_1 = 42.5$ °С.
3. Температура греющей воды на выходе из водоподогревателя – $t_2 = 31$ °С.
4. Температура нагреваемой воды на входе в водоподогреватель $\tau_1 = 5$ °С.
5. Тоже на выходе из водоподогревателя $\tau_2 = t_1 - 10 = 32.5$ °С.
6. Внутренний диаметр корпуса водоподогревателя принимаем $d = 150$ мм.
7. Наружный и внутренний диаметр латунных трубок водоподогревателя – 16/14.
8. Число трубок в живом сечении $n = 37$ штук.

9. Площадь живого сечения трубок $f_{тр} = 0,00477 \text{ м}^2$.

10. Площадь живого сечения межтрубного пространства $f_{мт} = 0,0115 \text{ м}^2$.

11. Эквивалентный диаметр межтрубного пространства $d_{экв} = 0,012 \text{ м}$.

Греющая вода проходит в межтрубном пространстве, нагреваемая вода проходит по трубам.

1. Определяем расход греющей воды:

$$G_T = \frac{3,6 Q_{hi}^{max} * 10^3}{c(t_1 - t_2)} = \frac{3,6 * 0,63 * 10^3}{4,19(42,5 - 31)} = 47 \text{ т/час}$$

2. Определяем расход нагреваемой воды:

$$G_T = \frac{3,6 Q_{hi}^{max} * 10^3}{c(\tau_1 - \tau_2)} = \frac{3,6 * 0,63 * 10^3}{4,19(32,5 - 5)} = 19,7 \text{ т/час}$$

3. Задавшись ориентировочно типом и номером водоподогревателя с диаметром корпуса $d = 150 \text{ мм}$ находим:

а) Скорость греющей воды в межтрубном пространстве

$$W_T = \frac{G_T}{3600 f_{мт}} = \frac{47}{3600 * 0,0115} = 1,14 \text{ м/сек}$$

б) Скорость нагреваемой воды в трубках

$$W_T = \frac{G_{н.в}}{3600 f_{тр}} = \frac{19,7}{3600 * 0,00477} = 1,15 \text{ м/сек}$$

4. Средняя температура греющей воды:

$$T = \frac{t_1 + t_2}{2} = \frac{42,5 + 31}{2} = 36,75 \text{ }^\circ\text{C}$$

5. Средняя температура нагреваемой воды:

$$T = \frac{\tau_1 + \tau_2}{2} = \frac{32,5 + 5}{2} = 18,75 \text{ }^\circ\text{C}$$

6. Определяем коэффициент теплопередачи от греющей воды, проходящей в межтрубном пространстве к стенкам труб:

$$\alpha_1 = (1400 + 18 * T - 0,035 * T^2) \frac{w^{0,8}}{d^{0,2}}, \text{ ккал/м}^2 \text{ час гр}$$

$$\alpha_1 = (1400 + 18 * 36,75 - 0,035 * 36,75^2) \frac{1,14^{0,8}}{0,012^{0,2}} = 5037 \text{ ккал/м}^2 \text{ час гр.}$$

7. Определяем коэффициент теплопередачи от стенок труб к нагреваемой воде, проходящей по трубкам:

$$\alpha_1 = (1400 + 18 * t - 0.035 * t^2) \frac{w^{0.8}}{d_{\text{ЭКВ}}^{0.2}}, \text{ ккал/м}^2 \text{ час гр}$$

$$\alpha_1 = (1400 + 18 * 18.75 - 0.035 * 18.75^2) \frac{1.15^{0.8}}{0.012^{0.2}} = 4308 \text{ ккал/м}^2 \text{ час гр}$$

8. Определяем коэффициент теплопередачи

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\alpha} + \frac{\delta_{\text{ст}}}{\lambda_{\text{ст}}}} = 2267 \text{ ккал/м}^2 \text{ час гр}$$

9. Определяем поверхность нагрева подогревателя:

$$F = \frac{Q_{hi}^{max}}{\mu * k * \Delta t_{\text{ср}}}$$

где μ – коэффициент учитывающий загрязнение трубок и образования накипи, $\mu=0.75$

$$F = \frac{541300}{0.75 * 2267 * 11.1} = 28.7 \text{ м}^2$$

Поверхность нагрева одной секции водоподогревателя типа ВВП – 150 составляет 6,95 м²

$$\text{Количество секций: } m = \frac{28.7}{6.95} = 4.1$$

К установке принимаем водоподогреватель типа ВВП – 150, состоящий из четырёх секций.

Гидравлический расчёт.

Потери напора складываются в водоподогревателях из потери напора на трение и потери напора на местных сопротивлениях.

Определяем потери напора внутри трубок:

$$\Delta h = 0.75 * W_T * n, \text{ мм.вод.ст}$$

$$\Delta h = 0.75 * 1.14 * 37 = 31.6 \text{ мм.вод.ст}$$

Определяем потери напора в межтрубном пространстве:

$$\Delta h = A * W_{\text{НВ}} * n, \text{ мм.вод.ст}$$

A – постоянная величина, принимаемая от диаметра и длины трубок, в нашем случае $A = 0,906$

$$\Delta h = 0,906 * 1,15 * 37 = 38,5 \text{ мм.вод.ст}$$

II. Водоподогреватели 2 ступени:

1. Расчётный расход тепла - 0,63 МВт (1 квартал)
2. Температура греющей воды на входе в водоподогреватель – $t_1 = 70^\circ\text{C}$.
3. Температура греющей воды на выходе из водоподогревателя – $t_2 = 42,5^\circ\text{C}$.
4. Температура нагреваемой воды на входе в водоподогреватель $\tau_1 = 32,5^\circ\text{C}$.
5. Тоже на выходе из водоподогревателя $\tau_2 = 55^\circ\text{C}$.
6. Внутренний диаметр корпуса водоподогревателя принимаем $d = 150 \text{ мм}$.
7. Наружный и внутренний диаметр латунных трубок водоподогревателя – 16/14.
8. Число трубок в живом сечении $n = 37$ штук.
9. Площадь живого сечения трубок $f_{\text{тр}} = 0,00477 \text{ м}^2$.
10. Площадь живого сечения межтрубного пространства $f_{\text{мт}} = 0,0115 \text{ м}^2$.
11. Эквивалентный диаметр межтрубного пространства $d_{\text{экв}} = 0,012 \text{ м}$.

Греющая вода проходит в межтрубном пространстве, нагреваемая вода проходит по трубам.

1. Определяем расход греющей воды:

$$G_T = \frac{3,6 Q_{hi}^{max} * 10^3}{c(t_1 - t_2)} = \frac{3,6 * 0,63 * 10^3}{4,19(70 - 42,5)} = 19,7 \text{ т/час}$$

2. Определяем расход нагреваемой воды:

$$G_T = \frac{3,6 Q_{hi}^{max} * 10^3}{c(\tau_1 - \tau_2)} = \frac{3,6 * 0,63 * 10^3}{4,19(55 - 32,5)} = 24 \text{ т/час}$$

3. Задавшись ориентировочно типом и номером водоподогревателя с диаметром корпуса $d = 150 \text{ мм}$ находим:

- а) Скорость греющей воды в межтрубном пространстве

$$W_T = \frac{G_T}{3600 f_m} = \frac{19,7}{3600 * 0,0115} = 0,47 \text{ м/сек}$$

- б) Скорость нагреваемой воды в трубках

$$W_T = \frac{G_{н.в}}{3600 f_{тр}} = \frac{24}{3600 * 0.00477} = 1.4 \text{ м/сек}$$

4. Средняя температура греющей воды:

$$T = \frac{t_1 + t_2}{2} = \frac{70 + 42.5}{2} = 56 \text{ }^\circ\text{C}$$

5. Средняя температура нагреваемой воды:

$$T = \frac{\tau_1 + \tau_2}{2} = \frac{32.5 + 55}{2} = 44 \text{ }^\circ\text{C}$$

6. Температурный напор:

$$\Delta t_{ср} = T - t = 56 - 44 = 12 \text{ }^\circ\text{C}$$

7. Определяем коэффициент теплопередачи от греющей воды, проходящей в межтрубном пространстве к стенкам труб:

$$\alpha_1 = (1400 + 18 * T - 0.035 * T^2) \frac{W^{0.8}}{d_{ЭКВ}^{0.2}}, \text{ ккал/м}^2 \text{ час гр}$$

$$\alpha_1 = (1400 + 18 * 56 - 0.035 * 56^2) \frac{0.47^{0.8}}{0.012^{0.2}} = 3082.9 \text{ ккал/м}^2 \text{ час гр.}$$

8. Определяем коэффициент теплопередачи от стенок труб к нагреваемой воде, проходящей по трубкам:

$$\alpha_1 = (1400 + 18 * t - 0.035 * t^2) \frac{W^{0.8}}{d_{ЭКВ}^{0.2}}, \text{ ккал/м}^2 \text{ час гр}$$

$$\alpha_1 = (1400 + 18 * 44 - 0.035 * 44^2) \frac{1.15^{0.8}}{0.012^{0.2}} = 6787 \text{ ккал/м}^2 \text{ час гр}$$

9. Определяем коэффициент теплопередачи

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\alpha} + \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}}} = 2073 \text{ ккал/м}^2 \text{ час гр}$$

10. Определяем поверхность нагрева подогревателя:

$$F = \frac{Q_{нл}^{max}}{\mu * k * \Delta t_{ср}}$$

где μ – коэффициент учитывающий загрязнение трубок и образования накипи, $\mu = 0.75$

$$F = \frac{541300}{0.75 * 2073 * 12} = 29 \text{ м}^2$$

Поверхность нагрева одной секции водоподогревателя типа ВВП – 150 составляет 6,95 м²

$$\text{Количество секций: } m = \frac{29}{6.95} = 4$$

К установке принимаем водоподогреватель типа ВВП – 150, состоящий из четырёх секций.

Гидравлический расчёт.

Потери напора складываются в водоподогревателях из потери напора на трение и потери напора на местных сопротивлениях.

Определяем потери напора внутри трубок:

$$\Delta h = 0.75 * W_T * n, \text{ мм.вод.ст}$$

$$\Delta h = 0.75 * 0.47 * 37 = 13 \text{ мм.вод.ст}$$

Определяем потери напора в межтрубном пространстве:

$$\Delta h = A * W_{HB} * n, \text{ мм.вод.ст}$$

A – постоянная величина, принимаемая от диаметра и длины трубок, в нашем случае $A = 0,908$

$$\Delta h = 0,908 * 1,4 * 37 = 47 \text{ мм.вод.ст}$$

Разработка монтажной схемы

Разработка монтажной схемы начинается с разработки трассы, т.е. вычерчиваем две линии, причем подачу располагаем с правой стороны от источника теплоты. На трассе предусматриваем один ввод тепловых сетей в каждом квартале. В местах присоединения вводов с главной магистралью устанавливаем тепловые камеры, нумерующиеся с конца магистрали. При этом рядом расположенные кварталы целесообразно подключать из одного теплового узла. На участках между узловыми камерами размещаем неподвижные опоры, расстояние между ними выбираем в зависимости от диаметра теплопровода участка, типа компенсатора, способа прокладки. Между опорами устанавливаем компенсаторы причем повороты трассы на 90° - 120° используем для самокомпенсации тепловых удлинений в соответствии **3.1. При окончательном вычерчивании** для каждого участка теплопровода указывают диаметр и длину трубопровода, расчетный расход данного участка и тип сварного железобетонного канала.

Конструктивные элементы тепловых сетей

Определение усилия на неподвижные опоры

Усилия воспринимаемые неподвижными опорами, складываются из неуравновешенных сил внутреннего давления, сил трения в сальниковых компенсаторах, в подвижных опорах и сил упругой деформации. П-образных компенсаторов и самокомпенсации. При определении усилий на неподвижные опоры учитывается схема участка трубопровода, тип неподвижных опор и компенсирующих устройств, расстояние между неподвижными опорами и наличие запорных органов и ответвлений.

Сила трения в сальниковых компенсаторах N_f^c , Н, определяем по формулам:

$$N_f^c = \frac{4000n}{A_c} L_c * Dec * \mu_c * \pi, \text{ Н}$$

$$N_f^c = 2P_p * L_c * Dec * \mu_c * \pi, \text{ Н}$$

где:

P_p - рабочее давление теплоносителя п. 10.6 [2], Па, (но не менее $1 \cdot 10^6$ Па)

L_c - длина слоя набивки по оси сальникового компенсатора, м ($65 \text{--} 70$) мм у компенсаторов с $D_y < 175$ мм и 120 мм у компенсаторов с $D > 175$ мм)

d_{ec} - наружный диаметр патрубка сальникового компенсатора, 0,325 м

μ_c - коэффициент трения набивки о металл, принимаем равным 0,15

n - число болтов компенсатора, $n=8$ болтов.

A_c - площадь поперечного сечения набивки сальникового компенсатора, м²

$$N_f^c = 1 \cdot 10^6 * 0,12 * 0,325 * 0,15 * 3,14 = 18369 \text{ Н}$$

$$N_f^c = 2 \cdot 10^6 * 0,12 * 0,325 * 0,15 * 3,14 = 36738 \text{ Н}$$

Для расчетов примем большее значение силы трения $N_f^c = 36738 \text{ Н}$

Величина теплового удлинения трубопровода определяется по формуле

$$\Delta L = \alpha l (t_1 - t_2), \text{ мм}$$

где:

a - коэффициент линейного расширения углеродистых трубных сталей, мм/м*°C

l - длина рассматриваемого участка трубопровода, м

t_1 - максимальная температура стенки трубы, принимаемая равной максимальной температуре теплоносителя, °C

t_2 - минимальная температура стенки трубы, принимаемая равной расчетной температуре наружного воздуха для отопления

$$\Delta L = 1,242 \cdot 10^{-2} * 132 * (140 - (-14)) = 252 \text{ мм}$$

Расчетное тепловое удлинение с учетом предварительной растяжки в размере 50% (температура теплоносителя до 250°C) составит

$$\Delta L_{\text{расч}} = 0,5 \Delta L$$

$$\Delta L_{\text{расч}} = 0,5 * 252 = 126 \text{ мм}$$

Рассчитаем усилия на неподвижные опоры

$$H_0 > 0,3 N_f^c + \mu * Gh * (L_1 - 0,7 * L_2)$$

где: Gh - вес одного метра трубопровода в рабочем состоянии, включающий вес трубы, теплоизоляционной конструкции и воды для водяных сетей, Н/м

$$H > 0,3 * 36738 + 0,3 * 1637,71 * (0,09 - 0,7 * 0,071) = 11041,2 \text{ Н}$$

Расчет компенсации тепловых удлинений трубопровода

Для компенсации тепловых удлинений трубопроводов используются повороты трассы, и применяются сальниковые, а также П-образные компенсаторы.

Расчет ведем для компенсаторов находящихся в УТ-2

Расчетная компенсирующая способность компенсатора:

$$L_{\text{расч}} = L_k - z, \text{ мм}$$

где:

l_k - наибольшая компенсирующая способность сальникового компенсатора, мм

z - величина учитывающая возможное смещение неподвижных опор и неточность изготовления (для односторонних компенсаторов $z = 40 - 50$ мм, для двусторонних компенсаторов $z = 100$ мм).

$$L_{расч} = 600 - 100 = 500, \text{ мм}$$

При определении габаритов камер в случаи неполного использования компенсирующей способности компенсатора, установочную длину находят по формуле:

$$L_{уст} = A_M - Z - (L_{расч} - \Delta l), \text{ мм}$$

где:

A_M - максимальная длина компенсатора, мм

Z - величина учитывающая возможное смещение неподвижных опор и неточность изготовления мм

$L_{расч}$ - расчетная компенсирующая способность компенсатора мм

Δl - величина теплового удлинения трубопровода мм

$$L_{уст} = 1170 - 100 - (500 - 1274,89) = 1844,89 \text{ мм}$$

Монтажная длина сальникового компенсатора определяется с учетом наружного воздуха при монтаже трубопровода по формуле:

$$L_M = L_{уст} - 0,0125 - (t_M - t_0) * l, \text{ мм}$$

где:

t_M - температура воздуха, при которой производится монтаж трубопровода, °С

$$L_M = 1844,89 - 0,0125 * (10 + 14) * 611 = 1661,6 \text{ мм}$$

Техника безопасности и охрана труда.

Магистральные и распределительные трубопроводы систем теплоснабжения часто работают при значительных напряжениях, возникающих в стенках труб из-за внутренних давлений. Поэтому любые дефекты в стыках или в теле труб представляют большую опасность. Надежность работы трубопроводов обеспечивается высоким качеством строительных работ. Качество строительства определяется степенью соответствия проложенного трубопровода требованиям проекта, ТУ и СНиПа. Для их соблюдения организуют контроль качества применяемых материалов, изделий, конструкций, а также контроль соблюдения технологии

строительно-монтажных работ. Качество материалов и изделий проверяют в подготовительный период строительства трубопровода в лабораториях и на трубозаготовительных предприятиях, сопоставляя данные сертификатов поставщиков с требованиями ГОСТа, ТУ и проекта, а при отсутствии сертификатов — лабораторными испытаниями. Качество строительно-монтажных работ определяют путем систематического контроля качества каждой операции: соединения труб (сборки и уплотнения стыков, наложения сварных швов и т.п.), их изоляции и укладки, соблюдения проектных уклонов и др. Применяют три вида контроля: текущий, периодический и приемочный (по окончании работ). Важнейшим из них является текущий, который может быть сплошным (пооперационным) и выборочным. Применяемые при этом методы контроля качества могут быть визуальными (непосредственный осмотр выполненных работ), инструментальными (с применением инструментов и приборов) и лабораторными, требующими испытания взятых проб.

При монтаже стальных водоводов самыми ответственными операциями являются сварочные и изоляционно-укладочные. От качества сборки и сварки стыков в основном зависит эксплуатационная надежность трубопроводов, поскольку большинство аварий происходит вследствие разрывов стыков, а не самих труб. Контроль качества сварочно-монтажных работ обычно начинают с проверки условий выгрузки, перевозки и складирования труб, чтобы исключить при этом их повреждение. Затем производят пооперационный контроль по текущей проверке соблюдения установленной технологии производственного процесса. Причем вначале на трубосварочной базе и в последующем при потолочной сварке на трассе проверяют качество (состояние) труб и применяемых материалов, а потом качество сборки и сварки стыков. В заключение производят внешний осмотр сварных стыков и проверяют исправление выявленных дефектов. Пооперационным контролем определяют внешние дефекты сборки и сварки труб, а прочность сварных соединений или наличие внутренних дефектов

проверяют механическими и физическими методами контроля. При необходимости осуществляют металлографические испытания образцов. Окончательную проверку прочности и герметичности (водонепроницаемости) трубопроводов производят приемочными гидравлическими и пневматическими испытаниями. Качество изоляционных покрытий трубопроводов проверяют по мере их нанесения, перед и после укладки трубопроводов в траншею. Выявленные дефекты и повреждения должны быть исправлены. Для обеспечения водонепроницаемости стыков соединений нельзя допускать эллипсности гладких концов труб, раструбов и муфт, а также плохого качества поверхности труб. Надо добиваться обжатия резинового кольца в щели раструбных и муфтовых соединений на 40—50 % толщины его поперечного сечения. Для заделки стыков следует применять качественные резиновые кольца, у которых удельная остаточная деформация при испытании на старение и морозоустойчивость не превышает 45 %, а гладкая, без трещин, пузырей и посторонних включений поверхность не имеет выступов и углублений размером более 1 мм.

Безопасность труда при прокладке трубопроводов обеспечивается прежде всего правильным выбором и технологически обоснованными размерами рабочих мест и их соответствующей организацией. Важное значение имеет содержание в исправности машин, механизмов, инструментов и приспособлений. Все рабочие места, а также соединяющие их транспортные зоны и крепления траншей необходимо содержать в порядке, обеспечивающем безопасность выполнения работ и перемещение машин и кранов в монтажной зоне. Во избежание обрушения стенок траншей и возникновения угрозы устойчивости крана при его работе и передвижении необходимо выдерживать установленные расстояния от него до бровки траншеи. Трубы на берме укладывают и укрепляют так, чтобы предотвратить их скатывание в траншею. Траншеи и котлованы на улицах и дворовых участках необходимо ограждать и освещать в ночное время, в местах переходов через траншеи устраивают мосты с ограждениями. Инженерные

коммуникации (особенно высоковольтные кабели), пересекающие траншеи, во избежание их повреждения и возникновения аварий защищают оплеткой, коробами, подвешивают к балкам, уложенным поперек траншеи. К работе на кране допускаются машинисты не моложе 18 лет, прошедшие специальные курсы обучения, получившие соответствующее удостоверение и практическую стажировку. Кран, закрепленный за машинистом, ежегодно подвергают испытанию, дата которого указывается на кране. При соединении труб особое внимание уделяют безопасной организации рабочих мест электро- и газосварщиков; сварочные кабели защищают от повреждений, ежедневно проверяют заземление электросварочных агрегатов и свариваемых труб. При просвечивании стыков надо строго соблюдать установленную дистанцию между ампулой и техником - радиографом, который должен иметь при себе индикатор для контроля степени облучения. При подъеме трубопровода особое внимание обращают на общую устойчивость кранов-трубоукладчиков. Если нагрузка на крюке резко возрастает и возникает угроза опрокидывания крана, подъем необходимо прекратить и трубопровод опустить на землю. При подъеме и укладке трубопровода в траншею необходимо соблюдать следующие требования безопасности и охраны труда: следить за состоянием механизмов крана-трубоукладчика и его контрольными приборами; не поднимать груз массой, превышающей максимальную грузоподъемность крана при данном вылете крюка; поднимать и опускать трубопровод без рывков, изолированная часть при опускании в траншею не должна задевать ее стенок; при наложении полотна на трубопровод выполнять сигналы такелажника (зацепщика), не допуская преждевременного натяжения грузовых канатов; во время опускания плети в траншею работать согласованно с машинистом других кранов-трубоукладчиков. Если машинист заметил, что другой кран перегружен, он должен немедленно подъемом стрелы или грузового крюка выровнять плеть. В случае выхода из строя одного из кранов-трубоукладчиков колонны плети надо немедленно опустить на землю. При

опускании трубопровода в траншею запрещается кому-либо находиться под поднятой и перемещаемой плетью, между траншеей и трубопроводом, в траншее и в зоне возможного падения стрелы. При работе очистной и изоляционной машин действия машинистов трубоукладчиков и этих машин должны быть строго согласованы. В процессе очистки трубопровода трубоукладчики должны передвигаться вдоль трубопровода при минимальном вылете крюка. Высота подъема плети должна быть также минимальной, достаточной для прохода очистной машины. Трубы и трубные секции массой, близкой к предельной грузоподъемности крана, необходимо поднимать в два приема: сначала на высоту 0,2—0,3 м, после чего проверить состояние грузозахватных устройств и тормозов крана, а затем уже на необходимую высоту.

Опускание труб в траншею с креплениями требует особой осторожности, вызванной необходимостью оградить крепления и распоры от ударов. До начала гидравлического испытания необходимо проверить надежность работы опрессовочного агрегата или гидравлического пресса. Пневматическое испытание по сравнению с гидравлическими является более опасным из-за возможности разрыва труб, поэтому к проведению их предъявляются более строгие требования. На весь период испытания устанавливается охранная зона, вход в которую при нагнетании воздуха в трубопровод и выдерживании его под давлением категорически запрещается. Ширина этой зоны принимается от 7 до 25 м (в обе стороны от оси трубопровода) в зависимости от материала и диаметра труб. Перед укладкой трубопровода проверяют глубину и уклоны дна траншеи, а также крутизну откосов. Если траншея устроена с креплениями, то проверяют правильность их установки, обращая особое внимание на плотность прилегания щитов к стенкам траншей. Необходимым условием для надежной эксплуатации трубопровода является укладка его на проектную отметку с обеспечением плотного его опирания на дно траншеи по всей длине, а также сохранность труб и их изоляции при укладке. Поэтому подготовке траншей к укладке

труб следует уделять особое внимание. При прокладке трубопроводов в городских условиях траншею часто пересекают действующие подземные коммуникации (трубопроводы, кабели). Если они находятся ниже строящегося трубопровода, то это не осложняет его прокладку, а если выше, то необходимо принимать меры по заключению их в специальные короба с надежным креплением. Пряжки в траншеях для заделки раструбных и муфтовых стыковых соединений, а также сварки неповоротных стыков стальных труб отрывают для труб диаметром до 300 мм непосредственно перед их укладкой, а для труб больших диаметров — за 1—2 дня до их укладки. Трубопроводы в системах водоснабжения и водоотведения укладывают на естественное или искусственное основание. При естественном основании трубы укладывают непосредственно на грунт ненарушенной структуры, обеспечивая поперечный и продольный профиль основания по проекту. При несущей способности грунтов оснований менее 0,1 МПа (1 кгс/см²) необходимо устраивать искусственные основания — бетонные или железобетонные, сборные лекальные, свайные. Для увеличения плотности грунтов оснований широко применяют метод уплотнения. Несущая способность труб в значительной мере зависит от характера опирания их на основании. Так, трубы, уложенные в грунтовое ложе с углом охвата 120°, выдерживают нагрузку на 30—40 % большую, чем трубы, уложенные на плоское основание. При укладке труб на искусственное бетонное основание с углом охвата 120° несущая способность труб повышается в 1,7 раза и более. Кроме того, величина угла охвата для одних и тех же условий влияет на несущую способность труб. Как и в случае выбора кранов для монтажа строительных конструкций, краны для прокладки трубопроводов также выбирают в два этапа. Вначале, на I этапе выбирают несколько технически пригодных типов или марок кранов по вылету их крюка и грузоподъемности, а на II этапе по технико-экономическим показателям вариантов кранов выбирают наиболее экономичный, который и принимают для трубоукладочных работ. Но еще до I этапа выбора кранов

необходимо в принципе уточнить тип необходимых кранов, который определяют по способу прокладки труб. При этом следует иметь в виду, что для прокладки стальных магистральных трубопроводов, особенно больших диаметров, удлиненными секциями или плетями, целесообразно использовать краны-трубоукладчики, главной особенностью которых является жесткое крепление грузоподъемной стрелы сбоку. Такие краны являются неповоротными. Для прокладки трубопроводов отдельными трубами из чугуновых, а также железобетонных, керамических и асбестоцементных труб с раскладкой их на берме траншеи, когда в процессе их укладки требуется поворот стрелы крана с трубой к траншее, применять краны-трубоукладчики практически невозможно. В этом случае следует избирать мобильные стреловые краны — автомобильные, пневмоколесные или гусеничные нужной грузоподъемности. При выборе типа применяемых кранов необходимо также учитывать, что вылет крюка у кранов-трубоукладчиков по сравнению со стреловыми ограничен (5,0-7,5 м), что затрудняет их использование даже при прокладке стальных магистральных трубопроводов плетями при большой глубине траншей, когда требуются краны с большими вылетами крюка (до 10-14 м и более). Выбрав для каждого конкретного случая прокладки трубопроводов с учетом вышеуказанных рекомендаций тип кранов, переходят к I этапу их непосредственного выбора по техническим показателям.

Расчет рабочих параметров для выбора крана (I этап). Вначале определяют возможную схему его работы, т.е. положение крана относительно траншеи, а затем минимальный вылет крюка, т.е. наименьшее расстояние от оси его вращения (для кранов-трубоукладчиков - от крайней гусеницы) до оси трубопровода.

Наиболее сложными работами при строительстве трубопроводов в зимний период являются отрывка и обратная засыпка траншей, а также нанесение изоляции и укладка трубопроводов. Поэтому зимой целесообразно выполнять такие работы, производство которых облегчается в этот период, а

также те из них, осуществление которых осложняется несущественно. Сварочные работы зимой могут успешно выполняться при проведении необходимых мероприятий, обеспечивающих высокое качество сварочных соединений в условиях низких температур. Технологические операции по нанесению на трубы изоляционного покрытия в зимних условиях практически не отличаются от операций, применяемых в обычных условиях. При этом рациональнее осуществлять нанесение изоляции на специальных трубозаготовительных базах, но иногда изоляционные работы в зимнее время выполняют непосредственно на трассе. Применяемые битумные мастики при этом должны удовлетворять повышенным требованиям, так как битумное покрытие должно сохранять пластические свойства при отрицательных температурах. Для этого в состав битумной мастики вводят пластифицирующие добавки. Особое внимание при производстве изоляционных работ зимой обращают на необходимость тщательной очистки труб от снега и инея с помощью передвижных обогревательных устройств. В зимний период вместо горячего процесса изоляции труб битумными мастиками целесообразнее применять изоляцию их полимерными липкими лентами (холодный процесс).

Для обеспечения сохранности изоляционного покрытия, а также создания наиболее благоприятных условий для укладки труб изоляционно-укладочные работы зимой следует производить так, чтобы трубные секции или плети опускались в свежееотрытую траншею. Недопустимо оставлять зимой на длительное время изолированные трубы на берме траншеи. Поэтому комплексное выполнение сварочных и изоляционно-укладочных работ является основным условием зимней прокладки трубопроводов. Операции по подготовке траншей, укладке трубопровода и обратной засыпке при этом выполняют одну за другой без перерыва во времени. Трубопровод в траншею при отрицательных температурах следует опускать с особой осторожностью, учитывая пониженные пластические свойства изоляции и материала труб. Во избежание обвалов снега в траншею при укладке

трубопровода рабочую зону предварительно очищают от снега. Неуложенный в траншею трубопровод, во избежание его примерзания к грунту на берме или вмерзания в снег, укладывают на высокие лежки (деревянные подкладки) или земляные призмы.

Литература:

1. ҚМҚ 2.01.01-94. «Климатические и физико-геологические данные для проектирования».
2. ҚМҚ 2.04.08-96. Ионин А.А. Теплоснабжение Учебник для вузов.-М.: Стройиздат,1989. Козин В.Е.Теплоснабжение. Учебное пособие М: Высш. школа, 1980-408 с.
3. Турсунова У.Х, Т.Мамажонов “Иссиқлик таъминоти” Ўқув қўлланма., ТАҚИ 2000 й 86 бет.
4. ҚМҚ 2.04.07-99. «Иссиқлик тармоқлари». Ўзбекистон Республикаси давлат архитектура ва қурилиш қўмитаси. Тошкент. 1999.-127 бет.
5. ҚМҚ 3.05.03-2000. “Иссиқлик тармоқлари”. ЎзР Давархитектқурилиш-Тошкент, 2000. - 49 бет.
6. Манюк В.И. и др. Справочник по наладке и эксплуатации водяных и тепловых сетей. 3-е изд.Стойиздат, 1982.-215 стр.