

АННОТАЦИЯ

Данный дипломный проект выполнен в объеме расчетно-пояснительной

записке на 60-ти листах, с содержанием 21-ой таблицы, 9-ти рисунков; а также 6-ти листов графической части.

В проекте выполнен анализ и результаты работы расчетов по проектированию системы теплоснабжения района Железнодорожный в городе Подольск, а также разработаны технические решения по эффективному использованию энергетических ресурсов в системах энергоснабжения.

Источником тепла является ТЭЦ- филиал «Мосэнерго»

Рассмотрены меры по безопасности при проектных решениях, а также вопросы по защите окружающей среды.

Приведены технико-экономические показатели проектного варианта, который повышает эффективность использования энергетических ресурсов.

Проект теплоснабжения района выполнен на основе утвержденного задания на проектирование.

Ключевые слова: теплоноситель, анализ, эффективное использование.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 4 |
| 1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ..... | 6 |
| 2 ТЕПЛОВЫЕ НАГРУЗКИ И РЕГУЛИРОВАНИЕ ОТПУСКА ТЕПЛА ... | 9 |
| 2.1 Графики годового и часового потребления тепла..... | 9 |
| 2.2 Методика регулировки отпусков теплоты..... | 12 |
| 3 РАСЧЁТ ТЕПЛОВОЙ СЕТИ..... | 14 |
| 3.1 Расчет расхода теплофикационной воды..... | 14 |
| 3.2 Выбор конструирования и расчёт механических нагрузок, построение монтажной схемы..... | 19 |
| 3.3 Выполнение гидравлического расчета..... | 20 |
| 3.4 Подбор теплоизоляционных материалов..... | 26 |
| 4 АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕПЛОВОГО ПУНКТА..... | 39 |
| 5 ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ..... | 42 |
| 6 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА..... | 51 |
| 6.1 Технологическая характеристика объекта..... | 51 |
| 6.2 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта..... | 52 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ..... | 56 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ..... | 57 |

ВВЕДЕНИЕ

Основой в направлении развития теплоснабжения в России на протяжении нескольких лет являлось теплоснабжение от крупных котельных и теплоэлектроцентралей (ТЭЦ). Централизованное по сравнению с децентрализованным теплоснабжением имеет ряд преимуществ. Исходя из социальных и экономических преимуществ.

Переходя на рыночные отношения централизованного теплоснабжения, было выявлено ранее известные и некоторые новые недостатки, что привело в последние одиннадцать лет к некоторому увеличению процента децентрализованного теплоснабжения, однако некоторая часть этих недостатков является временным событием. Под влиянием этих недостатков, присущих данному виду теплоснабжения, будет существенно уменьшаться благодаря прогрессу в технической сфере. Поэтому теплоснабжение от крупных котельных и ТЭЦ останется в будущем, как основной вид обеспечения тепла всех потребителей.

Возводящиеся сети запроектированы с учётом новейших разработок в области конструирования и изоляции сетей, в следствии чего значительно увеличится экономия в ходе эксплуатации на обслуживание и ремонт тепловых сетей.

Чаще всего применяются стальные, трубопроводы в пенополиуретановой (ППУ) изоляции. Для компенсации теплового расширения труб используются П-образные или сильфонные компенсаторы. Несколько реже применяются гибкие трубопроводы с самокомпенсацией, «Касафлекс», «Изопрофлекс» и им подобные. Срок службы гибких трубопроводов больше, чем у стальных, однако их применение ограничено максимальной температурой теплоносителя (110 град. С), максимальным диаметром (до 160 мм), более высокой стоимостью. Кроме тепломеханической части, согласно СП 41-105-2002, проектом необходимо предусмотреть оперативный диспетчерский контроль (система ОДК) и, в

отдельных случаях, электрохимическую защиту. Мы также выполняем эти разделы проекта, или обеспечиваем снятие требования Теплоснабжающей организации об их разработке, когда применение систем не целесообразно.

Параллельно с проектированием и монтажом теплосети, как правило, выполняются проектирование и монтаж индивидуального теплового пункта (ИТП)

Эффективность в работе тепловых сетей и их технических показателях, в частности зависят от качества монтажа, изготовления, проведения пусковых наладочных работ, в том числе обслуживания сетей во время их эксплуатации.

Основные задачи, которые нужно решить для достижения цели является разработка рабочей схемы ЦТП и ИТП, проектирование участков тепловой сети, организация монтажных работ, а также безопасной и экологичной работы данного объекта.

1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Настоящий проект рассчитан базируясь на нижепредставленных материалах:

Расчётных тепловых нагрузках на энергопотребление отдельных зданий (Таблица 1.2); фрагмент Генплана.

Предусматривается проектом расчёт наружной сети теплоснабжения из-за строительства и подключения жилых и общественных зданий.

Геологическое строение района: грунтовые воды до глубины 25 м, не вскрыты, тип грунта – суглинок. Рельеф местности спокойный.

Источником тепла является Подольская ТЭЦ филиала ПАО «Мосэнерго» и Муниципальное Унитарное Предприятие «Подольская теплосеть».

Сфера деятельности - коммунальное теплоснабжение. Имеет восемь энергетических участков, собственную газовую и аварийно-диспетчерскую службы, ремонтные подразделения тепловых сетей и тепломеханического оборудования, грузоподъемной, оснащенные землеройной, и специализированной автотехникой, складское хозяйство. Перегретая вода с параметрами в точке присоединения к ТК-12/3 (данные «Мосэнерго»):

$$T_1 = 130 \text{ }^\circ\text{C}; \quad P_1 = 69\text{м вод.ст.}$$

$$T_2 = 70 \text{ }^\circ\text{C}; \quad P_2 = 26\text{м вод.ст.}$$

Климатические данные по Московской области [2]:

$$t_{p.o} = -29 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$t_{p.v} = -29 \text{ }^\circ\text{C};$$

отопление работает на протяжении $n_o = 213$ сут;

внутри помещений требуется поддерживать $t_{вн} = 18 \text{ }^\circ\text{C}$;

$$t_{ср.сут.} = -5,4 \text{ }^\circ\text{C};$$

температура грунта среднегодовая $t_{гр} = 8,9$

В таблице 1.1 данные приведены по [7] о продолжительности стояния температур.

Таблица 1.1 – Прод-ность стояния т-тур.

| t° С | Т-ра нар., °С | | | | | | | |
|------|---------------|------|------|------|------|------|------|-----|
| | - 30 | - 25 | - 20 | - 15 | - 10 | - 5 | 0 | + 8 |
| п,ч | 31 | 121 | 237 | 470 | 800 | 1253 | 1333 | 660 |

В таблице 1.2 приведены МАХ тепловые нагрузки зданий.

Таблица 1.2 – Тепловые нагрузки зданий

| № Дома | Наимен-е потребителя | Расч-ый тепловой поток (МВт) | | | | |
|--------|----------------------|------------------------------|--------------|---------------|---------------|----------------|
| | | Отоп-е | Вент-я | ГВС | Всего | ГВС, Лето |
| 1 | Жил. дом | 2,427 | | 1,984 | 4,411 | 1,587 |
| 2 | Дет. сад | 0,141 | 0,08 | 0,21 | 0,43 | 0,168 |
| 3 | Жил. дом | 1,982 | | 1,547 | 3,529 | 1,238 |
| 4 | Жил.дом | 1,982 | | 1,547 | 3,529 | 1,238 |
| 5 | Жил. дом | 3,768 | | 3,013 | 6,781 | 2,410 |
| 6 | Школа | 1,052 | 0,874 | 0,24 | 2,166 | 0,192 |
| 7 | Жил. дом | 1,254 | | 1,203 | 2,457 | 0,962 |
| 8 | Адм-ное | 0,665 | 1,15 | 0,04 | 1,855 | 0,032 |
| 9 | Жил. дом | 0,714 | | 0,581 | 1,295 | 0,465 |
| 10 | Жил. дом | 1,306 | | 1,108 | 2,414 | 0,886 |
| 11 | Жил. дом | 1,754 | | 1,543 | 3,297 | 1,234 |
| 12 | Жил. дом | 0,348 | | 0,266 | 0,614 | 0,213 |
| 13 | Жил. дом | 2,281 | | 2,072 | 4,353 | 1,658 |
| 14 | Жил. дом | 0,348 | | 0,266 | 0,614 | 0,213 |
| 15 | Магазин | 0,342 | 0,805 | 0,145 | 1,292 | 0,116 |
| 16 | Жил. дом | 0,348 | | 0,266 | 0,614 | 0,213 |
| 17 | Жил. дом | 0,984 | | 1,02 | 2,004 | 0,816 |
| 18 | Жил. дом | 3,912 | | 3,417 | 7,329 | 2,734 |
| | ИТОГО | 25,607 | 2,909 | 20,468 | 48,984 | 16,3744 |

Настоящий проект предписывает по утверждённому тех. заданию подземную прокладку двухтрубной теплосети, прокладываемую в непроходных лотках. Наиболее высокие дома в районе проектирования – 9-

тиэтажные жил. дома. Система гор. водоснабжения проектируется – закрытой. Теплофикационная вода, подаваемая в системе отопления имеет параметры 95-70°С.

2 ТЕПЛОВЫЕ НАГРУЗКИ И РЕГУЛИРОВАНИЕ ОТПУСКА ТЕПЛА

2.1 Графики годового и часового потребления тепла

Расходы тепловой энергии на нужды отопление $Q_o^p = 25,607$ МВт,

$$Q_o = Q_o' \cdot \frac{t_g - t_n}{t_g - t_{n.o.}}; \quad (2.1)$$

$$Q_o = 25,607 \cdot \frac{18-8}{18+30} = 5,33 \text{ МВт}$$

Результаты расчёта Q_o (рис. 2.1). по формуле 2.1 приведены в таблице 2.1.

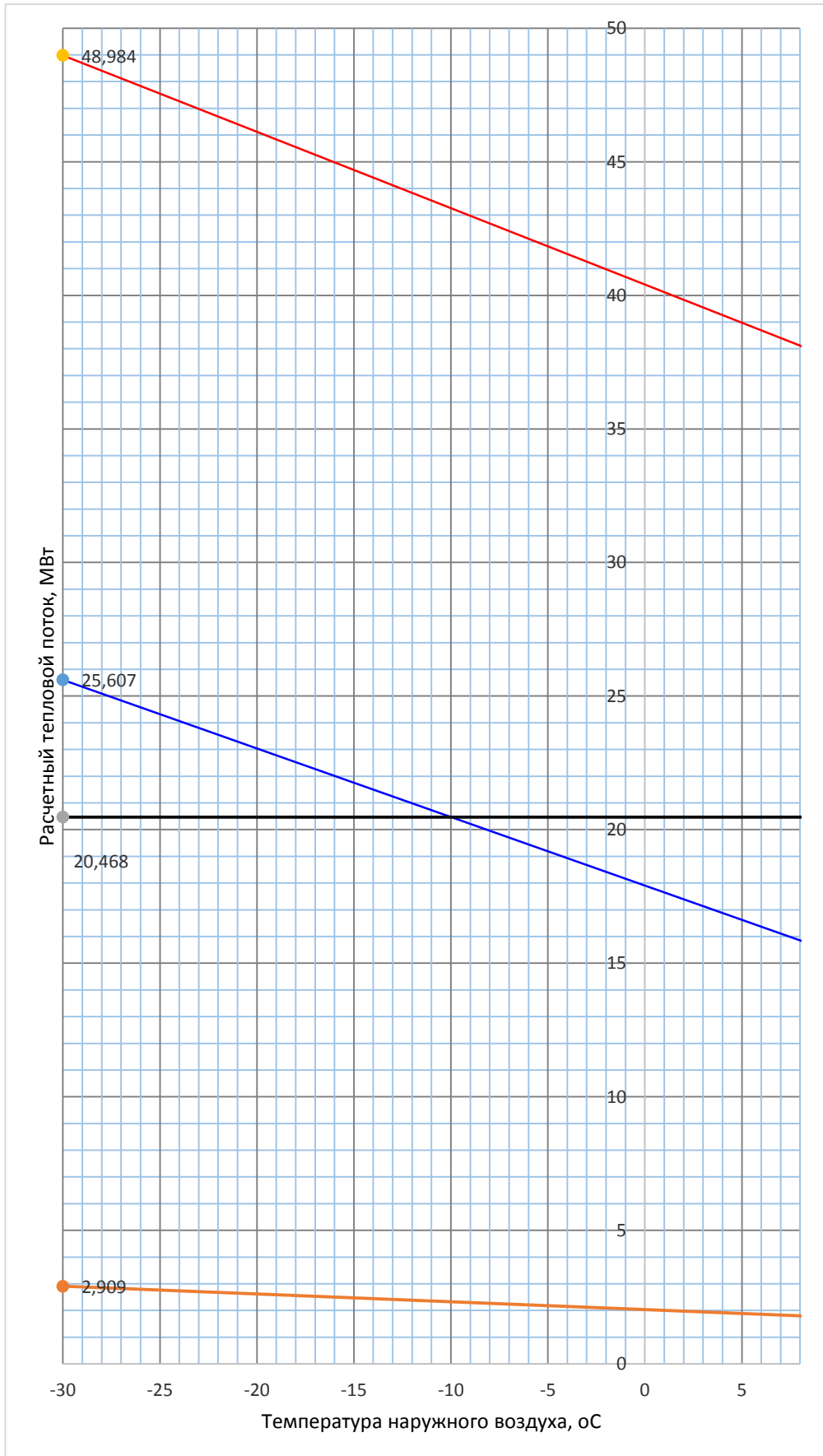
График для часового расхода теплоты на отопление строится методом сложения ординат при $t_n = +8, -30^\circ\text{C}$ (линия $Q_{\text{сум}}$).

Отопление в г. Москвы находится по [7] и продолжается на протяжении, $n_o = 4920$ ч. Сколько времени держится температура в интервале 5°C записано в в таблице 1.1. и оисполняется в графическом виде график годовых тепловых нагрузок (рисунок 2.1)

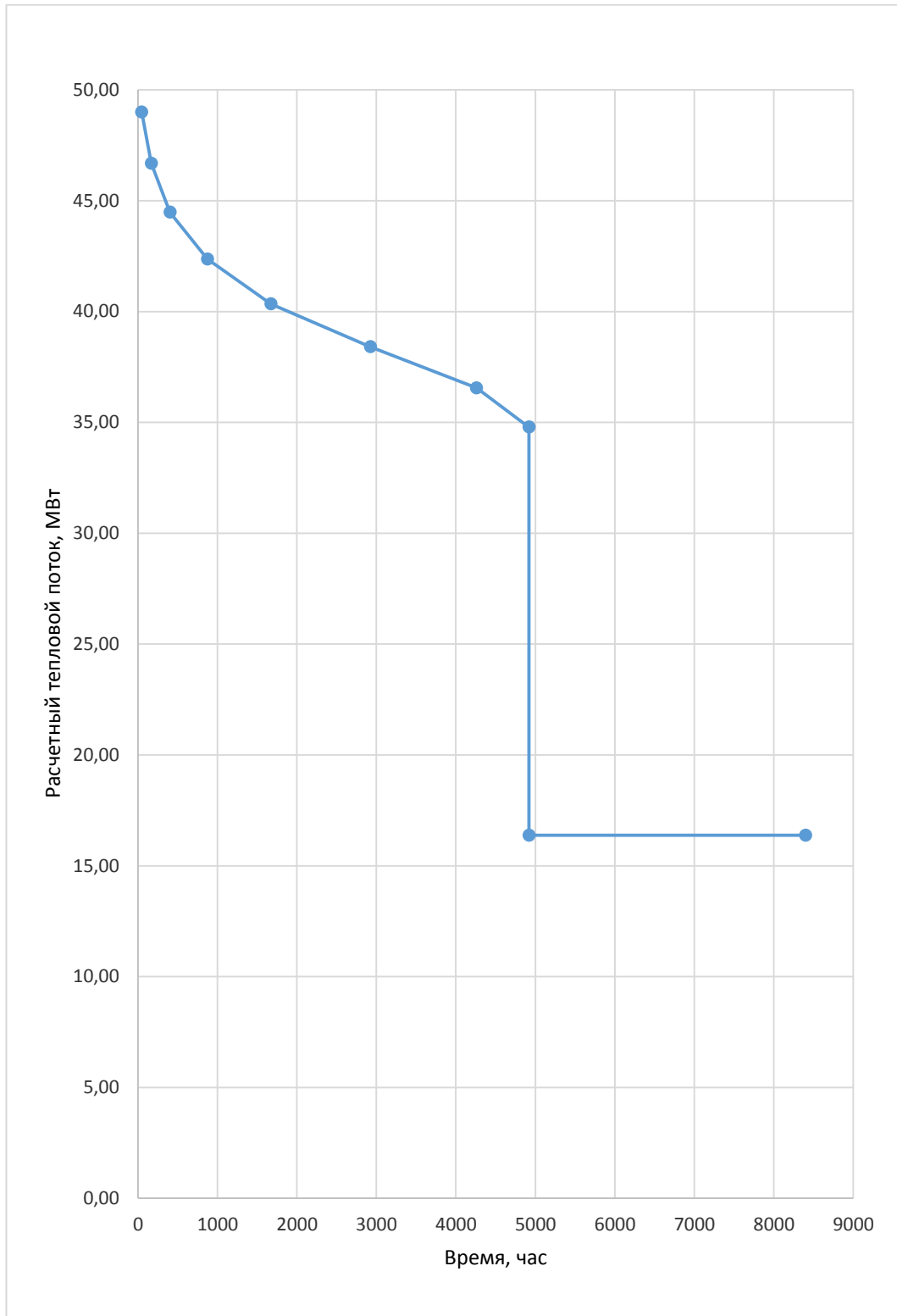
Таблица 2.1 – Зависимость Q от температуры наружного воздуха

| $t^\circ\text{C}$ | t наруж-го воздуха, $^\circ\text{C}$ | | | | | | | |
|-------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | -30 | -25 | -20 | -15 | -10 | -5 | 0 | 8 |
| N | 31 | 121 | 237 | 470 | 800 | 1253 | 1333 | 660 |
| Σn | 46 | 167 | 404 | 874 | 1674 | 2927 | 4260 | 4920 |
| Q_o | 48,99 | 46,68 | 44,48 | 42,36 | 40,34 | 38,41 | 36,56 | 34,78 |

A



Б



А – годовых; Б – часовых

Рисунок 2.1 – Графики расходов тепла

2.2 Методика регулировки отпусков теплоты

За весь период работы отопительной системы температура тепловой воды напрямую зависит от $t_n + 8$ до -30°C :

$$\tau_{1,0} = t_g + \Delta t' \left(\frac{t_g - t_n}{t_g - t_{n,0}} \right)^{0,8} + \tau' - 0,5\theta' \frac{t_g - t_n}{t_g - t_{n,0}}, \text{ } ^\circ\text{C}; \quad (2.2)$$

$$\tau_{2,0} = t_g + \Delta t' \left(\frac{t_g - t_n}{t_g - t_{n,0}} \right)^{0,8} - 0,5\theta' \frac{t_g - t_n}{t_g - t_{n,0}}, \text{ } ^\circ\text{C}; \quad (2.3)$$

$$\Delta t' = \frac{\tau'_3 + \tau_{2,0}}{2} - t_g; \quad (2.4)$$

$$\Delta t' = \frac{95 + 70}{2} - 18 = 64,5^\circ\text{C}$$

$$\Delta \tau' = \tau'_{1,0} - \tau'_{2,0}; \quad (2.5)$$

$$\Delta \tau' = 150 - 70 = 80^\circ\text{C};$$

$$\theta' = \tau'_3 - \tau'_{2,0}; \quad (2.6)$$

$$\theta' = 95 - 70 = 25^\circ\text{C};$$

$$\tau_{1,0} = 18 + 64,5 \left(\frac{18 - 8}{18 + 30} \right)^{0,8} + 150 - 0,5 \cdot 35 \frac{18 - 8}{18 + 30} = 50,5, \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$\tau_{2,0} = 18 + 64,5 \left(\frac{18 - 8}{18 + 30} \right)^{0,8} - 0,5 \cdot 25 \left(\frac{18 - 8}{18 + 30} \right) = 33,8, \text{ } ^\circ\text{C};$$

Вычисляя цифровые величины $\tau_{1,0}$ и $\tau_{2,0}$ можно перейти к построению отопительного и бытового графика температур $\tau_{1,0} = f(t_{om})$ и $\tau_{2,0} = f(t_{om})$ (рис. 2.2).

Таблица 2.2 – Температура сетевой воды в подающем и обратном трубопроводах в зависимости от температуры наружного воздуха

| $t_n, ^\circ\text{C}$ | 8 | 5 | 0 | -5 | -10 | -15 | -20 | -25 | -30 |
|-----------------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| $\tau_{1,0}$ | 50,5 | 59,0 | 72,7 | 86,1 | 99,3 | 112,2 | 124,9 | 137,5 | 150,0 |
| $\tau_{2,0}$ | 33,8 | 37,3 | 42,7 | 47,8 | 52,6 | 57,2 | 61,6 | 65,9 | 70,0 |

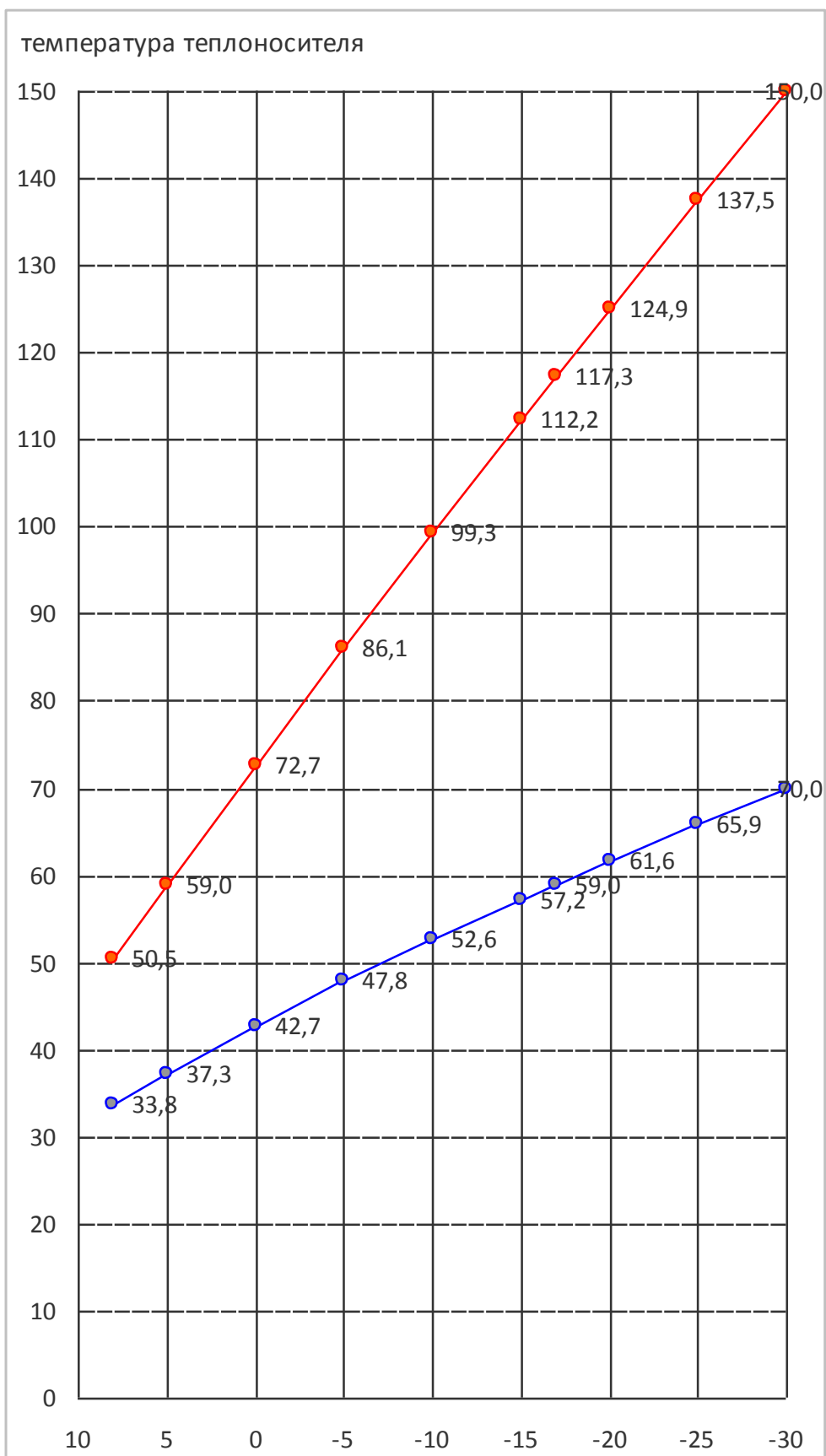


Рисунок 2.2 – Отопительный температурный график

3 РАСЧЁТ ТЕПЛОВОЙ СЕТИ

3.1 Расчет расхода теплофикационной воды

По ТЗ, полученному при выдаче задания предусмотрена 2-х трубная сеть теплового снабжения.

Расчет ведется по методике, приведённой в [10-12], с учётом требований [1] и др. нормативных документов [26-28].

Расчет расходов теплофикационной воды на отопительные нужды:

$$G_o = \frac{3,6Q_o}{c(\tau'_{1,0} - \tau'_{2,0})}, \text{ т/ч}, \quad (3.1)$$

Например, рассматривая жилой дом №1:

$$G_o = \frac{3,6 \cdot 2,427}{4,19 \cdot (130 - 70)} = 34,75, \text{ т/ч},$$

Например, рассматривая Детский сад:

$$G_o = \frac{3,6 \cdot 0,14}{4,19 \cdot (130 - 70)} = 2,00, \text{ т/ч},$$

Например, рассматривая жилой дом №3:

$$G_o = \frac{3,6 \cdot 1,982}{4,19 \cdot (130 - 70)} = 28,38, \text{ т/ч},$$

Например, рассматривая жилой дом №4:

$$G_o = \frac{3,6 \cdot 1,982}{4,19 \cdot (130 - 70)} = 28,38, \text{ т/ч},$$

Например, рассматривая жилой дом №5:

$$G_o = \frac{3,6 \cdot 1,982}{4,19 \cdot (130 - 70)} = 28,38, \text{ т/ч},$$

Например, рассматривая школу:

$$G_o = \frac{3,6 \cdot 1,052}{4,19 \cdot (130 - 70)} = 15,06, \text{ т/ч},$$

Например, рассматривая жилой дом №9:

$$G_o = \frac{3,6 \cdot 1,982}{4,19 \cdot (130 - 70)} = 28,38, \text{ т/ч},$$

Например, рассматривая Административное сооружение:

$$G_o = \frac{3,6 \cdot 0,665}{4,19 \cdot (130 - 70)} = 9,52, \text{ т/ч,}$$

Например, рассматривая жилой дом №9:

$$G_o = \frac{3,6 \cdot 1,982}{4,19 \cdot (130 - 70)} = 28,38, \text{ т/ч,}$$

Например, рассматривая жилой дом №10:

$$G_o = \frac{3,6 \cdot 1,982}{4,19 \cdot (130 - 70)} = 28,38, \text{ т/ч,}$$

Например, рассматривая жилой дом №11:

$$G_o = \frac{3,6 \cdot 1,982}{4,19 \cdot (130 - 70)} = 28,38, \text{ т/ч,}$$

Например, рассматривая жилой дом №12:

$$G_o = \frac{3,6 \cdot 1,982}{4,19 \cdot (130 - 70)} = 28,38, \text{ т/ч,}$$

Например, рассматривая жилой дом №13:

$$G_o = \frac{3,6 \cdot 1,982}{4,19 \cdot (130 - 70)} = 28,38, \text{ т/ч,}$$

Например, рассматривая жилой дом №14:

$$G_o = \frac{3,6 \cdot 1,982}{4,19 \cdot (130 - 70)} = 28,38, \text{ т/ч,}$$

Например, рассматривая магазин:

$$G_o = \frac{3,6 \cdot 0,342}{4,19 \cdot (130 - 70)} = 4,90, \text{ т/ч,}$$

Например, рассматривая жилой дом №15:

$$G_o = \frac{3,6 \cdot 1,982}{4,19 \cdot (130 - 70)} = 28,38, \text{ т/ч,}$$

Например, рассматривая жилой дом №16:

$$G_o = \frac{3,6 \cdot 1,982}{4,19 \cdot (130 - 70)} = 28,38, \text{ т/ч,}$$

Например, рассматривая жилой дом №17:

$$G_o = \frac{3,6 \cdot 0,984}{4,19 \cdot (130 - 70)} = 14,10, \text{ т/ч,}$$

Например, рассматривая жилой дом №18:

$$G_o = \frac{3,6 \cdot 3,912}{4,19 \cdot (130 - 70)} = 56,02, \text{ т/ч,}$$

Результаты, проведённого выше расчета см. таблицу - 3.1.

Определяются расходы для расчета сетевой воды на вентиляционную нагрузку общественных зданий при $t_{н.в.}$:

$$G_g = \frac{3,6 \cdot Q_g''}{c \cdot (t_{1,0}'' - t_{2,0}'')}$$

Например, рассматривая Детский сад:

$$G_g = \frac{3,6 \cdot 0,08}{4,19 \cdot (130 - 70)} = 1,15, \text{ т/ч,}$$

Например, рассматривая школу:

$$G_g = \frac{3,6 \cdot 0,874}{4,19 \cdot (130 - 70)} = 12,52, \text{ т/ч,}$$

Например, рассматривая магазин:

$$G_g = \frac{3,6 \cdot 0,805}{4,19 \cdot (130 - 70)} = 11,53, \text{ т/ч,}$$

Например, рассматривая Административное сооружение:

$$G_o = \frac{3,6 \cdot 1,15}{4,19 \cdot (130 - 70)} = 16,47, \text{ т/ч,}$$

Мах часовой расход сетевой воды на горячее водоснабжение жилого дома 1, т/ч

$$G_{г.в.}^{\max} = \frac{3,6 \cdot 0,55 \cdot Q_{г.в.}^{\max}}{c \cdot (t_{1,0}'' - t_{2,0}'')}$$

где $Q_{г.в.}$ - Мах расход теплоты на горячее водоснабжение, кВт;

$$t_{1,0}'' = 70^\circ\text{C}, \quad t_{2,0}'' = 40^\circ\text{C}$$

Например, рассматривая жилой дом №1:

$$G_{г.в.} = \frac{3,6 \cdot 1,984}{4,19 \cdot (70 - 40)} = 31,25, \text{ т/ч,}$$

Например, рассматривая Детский сад:

$$G_{г.в.} = \frac{3,6 \cdot 0,14}{4,19 \cdot (70 - 40)} = 3,31, \text{ т/ч,}$$

Например, рассматривая жилой дом №3:

$$G_{z.6} = \frac{3,6 \cdot 1,547}{4,19 \cdot (70 - 70)} = 24,27, \text{ т/ч,}$$

Например, рассматривая жилой дом №4:

$$G_{z.6} = \frac{3,6 \cdot 1,547}{4,19 \cdot (70 - 70)} = 24,27, \text{ т/ч,}$$

Например, рассматривая жилой дом №5:

$$G_{z.6} = \frac{3,6 \cdot 1,547}{4,19 \cdot (70 - 70)} = 24,27, \text{ т/ч,}$$

Например, рассматривая школу:

$$G_{z.6} = \frac{3,6 \cdot 0,24}{4,19 \cdot (70 - 70)} = 3,78, \text{ т/ч,}$$

Например, рассматривая жилой дом №9:

$$G_{z.6} = \frac{3,6 \cdot 1,23}{4,19 \cdot (70 - 70)} = 18,95, \text{ т/ч,}$$

Например, рассматривая Административное сооружение:

$$G_{z.6} = \frac{3,6 \cdot 0,14}{4,19 \cdot (70 - 70)} = 3,31, \text{ т/ч,}$$

Например, рассматривая жилой дом №9:

$$G_{z.6} = \frac{3,6 \cdot 1,23}{4,19 \cdot (70 - 70)} = 18,95, \text{ т/ч,}$$

Например, рассматривая жилой дом №10:

$$G_{z.6} = \frac{3,6 \cdot 1,23}{4,19 \cdot (70 - 70)} = 18,95, \text{ т/ч,}$$

Например, рассматривая жилой дом №11:

$$G_{z.6} = \frac{3,6 \cdot 1,23}{4,19 \cdot (70 - 70)} = 18,95, \text{ т/ч,}$$

Например, рассматривая жилой дом №12:

$$G_{z.6} = \frac{3,6 \cdot 1,23}{4,19 \cdot (70 - 70)} = 18,95, \text{ т/ч,}$$

Например, рассматривая жилой дом №13:

$$G_{z.6} = \frac{3,6 \cdot 1,23}{4,19 \cdot (70 - 70)} = 18,95, \text{ т/ч,}$$

Например, рассматривая жилой дом №14:

$$G_{z.6} = \frac{3,6 \cdot 1,23}{4,19 \cdot (70 - 70)} = 18,95, \text{ т/ч,}$$

Например, рассматривая магазин:

$$G_{z.6} = \frac{3,6 \cdot 0,14}{4,19 \cdot (70 - 70)} = 3,31, \text{ т/ч,}$$

Например, рассматривая жилой дом №15:

$$G_{z.6} = \frac{3,6 \cdot 1,23}{4,19 \cdot (70 - 70)} = 18,95, \text{ т/ч,}$$

Например, рассматривая жилой дом №16:

$$G_{z.6} = \frac{3,6 \cdot 1,23}{4,19 \cdot (70 - 40)} = 18,95, \text{ т/ч,}$$

Например, рассматривая жилой дом №17:

$$G_{z.6} = \frac{3,6 \cdot 1,23}{4,19 \cdot (70 - 40)} = 18,95, \text{ т/ч,}$$

Например, рассматривая жилой дом №18:

$$G_{z.6} = \frac{3,6 \cdot 3,14}{4,19 \cdot (70 - 40)} = 53,82, \text{ т/ч,}$$

Таблица 3.1 – Расч. расходы сет. воды

| № Дома | Наим. потребителя | Расч. расход сетевой воды, т/ч | | | |
|--------|-------------------|--------------------------------|------------|---------------------|----------------|
| | | на отоп-е | на вент-ию | на горячее водосн-е | Сумар-й расход |
| | | G_o^p | G_B^p | $G_{ГВ}$ | $G_{сум}$ |
| 1 | Жил. дом | 34,75 | 0,00 | 31,25 | 66,01 |
| 2 | Дет. сад | 2,00 | 1,15 | 3,31 | 6,46 |
| 3 | Жил. дом | 28,38 | 0,00 | 24,37 | 52,75 |
| 4 | Жил. дом | 28,38 | 0,00 | 24,37 | 52,75 |
| 5 | Жил. дом | 53,96 | 0,00 | 47,46 | 101,42 |
| 6 | Школа | 15,06 | 12,52 | 3,78 | 31,36 |
| 7 | Жил. дом | 17,96 | 0,00 | 18,95 | 36,91 |
| 8 | Админ. здание | 9,52 | 16,47 | 0,63 | 26,62 |
| 9 | Жил. дом | 10,22 | 0,00 | 9,15 | 19,38 |
| 10 | Жил. дом | 18,70 | 0,00 | 17,45 | 36,15 |
| 11 | Жил. дом | 25,12 | 0,00 | 24,31 | 49,42 |
| 12 | Жил. дом | 4,98 | 0,00 | 4,19 | 9,17 |
| 13 | Жил. дом | 32,66 | 0,00 | 32,64 | 65,30 |
| 14 | Жил. дом | 4,98 | 0,00 | 4,19 | 9,17 |

| № Дома | Наим. потребителя | Расч. расход сетевой воды, т/ч | | | |
|--------|-------------------|--------------------------------|------------|---------------------|----------------|
| | | на отоп-е | на вент-ию | на горячее водосн-е | Сумар-й расход |
| | | G_o^p | G_B^p | $G_{ГВ}$ | $G_{сум}$ |
| 15 | Магазин | 4,90 | 11,53 | 2,28 | 18,71 |
| 16 | Жил. дом | 4,98 | 0,00 | 4,19 | 9,17 |
| 17 | Жил. дом | 14,09 | 0,00 | 16,07 | 30,16 |
| 18 | Жил. дом | 56,02 | 0,00 | 53,82 | 109,84 |
| | ИТОГО: | 366,69 | 41,66 | 322,41 | 730,75 |

3.2 Выбор конструирования и расчёт механических нагрузок, построение монтажной схемы

Выбирая тип прокладки теплосетей учитывают рекомендации [1] и [10-12]. Принимая подземную 2-х трубную укладку трубопровода в непроходимых лотках марки КЛ 90-45, КЛс150-90 [6], учитывая местные условия по застройке, а ровни и расположение дорог и прочих коммуникаций.

Лотки изготавливаются длиной 3м, плоские плиты – длиной 3м, при ширине каналов, не превышающей 2,4 м, и массе до 1,6 т.

Дно каналов укладывают с уклоном не менее 0,002 в сторону тепловых камер, где оборудован приямок сборный для воды. Спускание вод производят до колодцев дренажных, собранные из железобетонных колец КС-15-10 с дальнейшим ее отводом в систему канализации.

Запроектированы тепловые камеры следуя трассе сети по местам монтажа запорно-регулирующей аппаратуры, воздушников и дренажей. Для того чтобы обслуживать сальниковые компенсаторы устроены группы колодцев из железобетонных колец КС-15-10 Ду=3м, Н=2,8 м. ТК (имеется в виду тепловые камеры) из сборных ж/б элементов: стеновых блоков да и ребристых плит покрытия. Переход Д х д труб осуществляется только в тепловых камерах.

Предусмотрены подвижные опоры скользящего типа для опирания трубопроводов. В зависимости от диаметра трубопровода принимаем

расстояние между подвижными опорами [6]. Как неподвижные опорки трубных проводов, предложены 2-х упорные опоры защищенные электрокоррозией по ГОСТ 30732-2006 “Трубы и фасонные изделия стальные с тепловой изоляцией из пенополиуретана с защитной оболочкой. Технические условия”.

По проектируемой системе теплоснабжения трубопроводы относятся к IV категории, исходя из этого заложены трубы Дхs: 57х2,5; 89х3,5; 108х4,0; 159х4,5 219х6; 325х8; 377х9 мм с тепловой изоляцией из пенополиуретана с защищённой сшитой полиэтиленовой трубкой по ГОСТ 30732-2006 “Трубы и фасонные изделия стальные с тепловой изоляцией из пенополиуретана с защитной оболочкой. Технические условия”.

Применены переходы сварные листовые концентрические при изменении диаметра трубопроводов по ГОСТ 17378-83

Компенсации удлинений трубопроводов при температурных перепадах заложены самокомпенсационные участки – сальниковые компенсаторы, а также участки трубопроводов с поворотом на 90°,

3.3 Выполнение гидравлического расчета

Прежде чем выполнить гидравлический расчет разрабатывается расчетная схема тепловых сетей. Определяем расход теплоносителя на расчетном участке, зная расчетные расходы отдельных участков (по таблице 3.1). Длины участков принимаем по генплану. Расчетная схема показана на рисунке 3.1.

В результате первого этапа гидравлического расчета, предварит. определив диаметры трубопроводов, размещаем по схеме монтажной, НО. Далее между двух неподвижных опор устанавливается сальниковый компенсатор. Для самокомпенсации температурных удлинений трубопроводов используются повороты трассы тепловой сети под углом 90°.

Схема монтажная представляет изображения неподвижных опор,

компенсаторов сальниковых с колодцами, в которых они установлены, трубопроводы, запорная арматура, по местам изменения диаметров трубных проводов, воздухоотводчики и дренажного спуска, теплокамеры.

На втором этапе гидротехнического расчета высчитываются Ду труб на участках, принятых в качестве расчётных запорной, а равно и регулирующей арматуры, да и прочего оборудования, а также на всех элементах сети потери давления теплоносителя.

Изменение давлений по каждому из участков теплосети высчитываются по методике приведённых длин и потерь давления удельных на трение в внутри труб.

Закрытая система использует гидравлический расчет подающего теплопровода, где расходы теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах одинаковы, принимая потери давления в обратном теплопроводе тем же самым, как и в подающем.

Шероховатость $k_s = 0,0005$ м [6], а скорость протекания теплового носителя $< 3,5$ м/с.

Эквивалентная длина местных сопротивлений вычисляется по справочнику [6].

$$P = R \cdot l_{np} = R (l_{\phi} + l_s), \text{ Па} \quad (3.2)$$

Увязка потерь давлений на второстепенных ответвлениях должна быть $< 10\%$. Если надо, то на ИТП устанавливают дроссельные шайбы либо регуляторы давления [13].

Расчеты проведены для зимнего и летнего отрезков годового времени, т.к. ГВС имеет круглогодичный цикл работы, а затем представлены в таблицах 3.2 и 3.3.

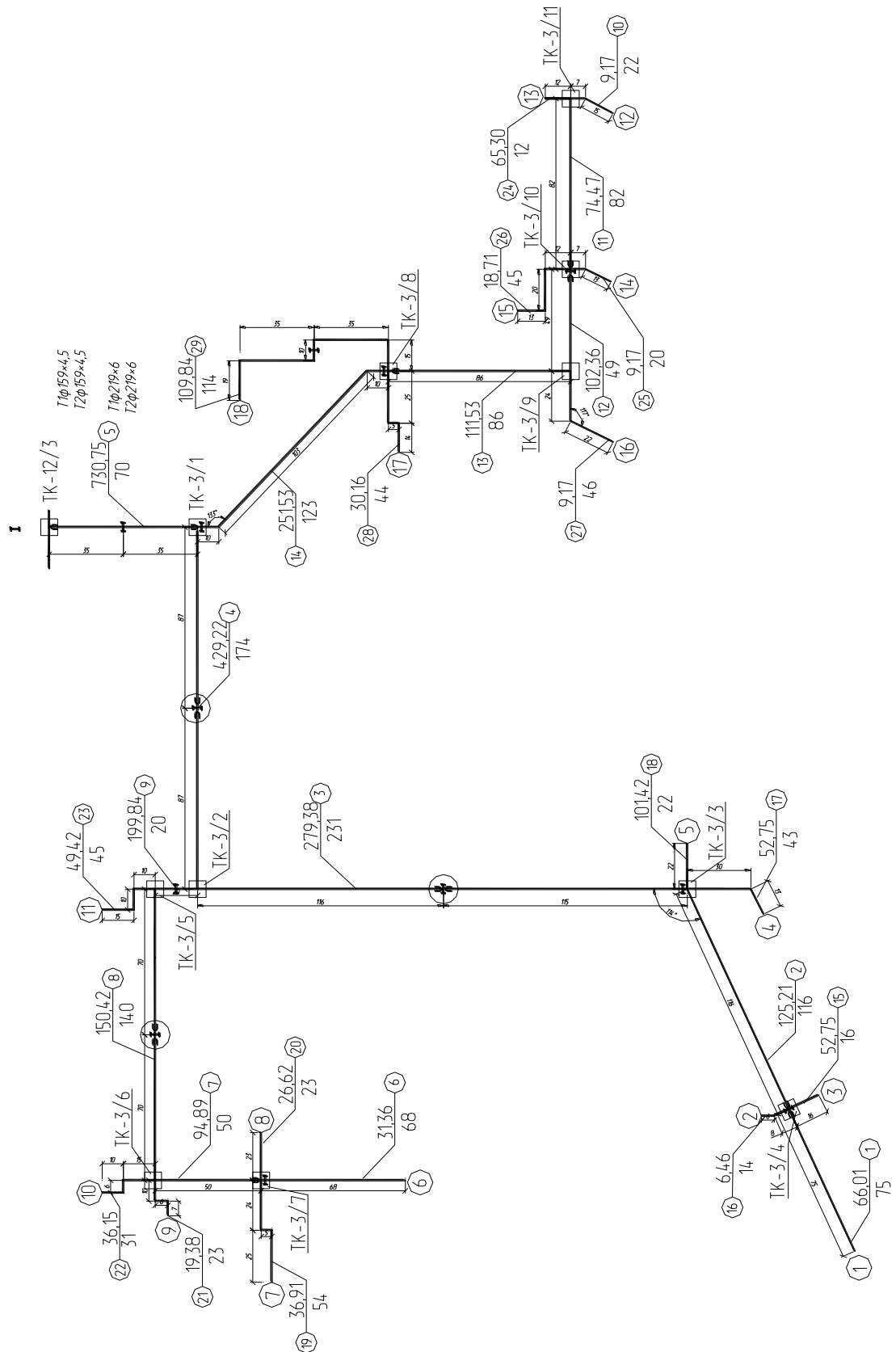


Рисунок 3.1 – Схема расчетная теплосети

Далее, согласно методике изложенной в нормативной документации ведётся расчёсывание гидравлического режима теплосети:

Таблица 3.2 – Расчёт гидравлический для зимнего периода года

| № уч-ка | Расход воды, G, м³/ч | Д _у , м | S, м² | Фактическая длина уч-ка, ℓ _ф , м | Эквивалентная длина уч-ка ℓ _э , м | Приведенная длина уч-ка, м ℓ _{пр} = ℓ _ф + ℓ _э | Скорость воды v, м/с | $Re = \frac{v d}{\nu} = \frac{\rho v d}{\mu}$ | $h_{тр} = \lambda \frac{l v^2}{d 2g}$ | Удельные потери давления R, Па/м | Потери давления на уч-ке R·ℓ _{пр} , Па | Потери напора на уч-ке H, м | Суммарные потери давления ∑R·ℓ _{пр} , Па |
|---------|----------------------|--------------------|-----------|---|--|--|----------------------|---|---------------------------------------|----------------------------------|---|-----------------------------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 1 | 66,01 | 0,15 | 0,0176625 | 75 | 2,3 | 77,25 | 1,04 | 346024 | 0,0219 | 87,2 | 6737,33 | 0,67 | 6737,33 |
| 2 | 125,21 | 0,2 | 0,0314 | 116 | 12,0 | 128,0 | 1,11 | 492309 | 0,0200 | 68,2 | 8729,00 | 0,87 | 15466,33 |
| 3 | 279,38 | 0,3 | 0,07065 | 230 | 18,0 | 248,0 | 1,10 | 732303 | 0,0181 | 40,5 | 10039,80 | 1,00 | 25506,13 |
| 4 | 479,22 | 0,3 | 0,07065 | 174 | 9,0 | 183,0 | 1,88 | 1256116 | 0,0158 | 104,1 | 19046,63 | 1,90 | 44552,76 |
| 5 | 730,75 | 0,35 | 0,0961625 | 70 | 18,2 | 88,2 | 2,11 | 1641787 | 0,0148 | 104,7 | 9236,29 | 0,92 | 53789,05 |
| | | | | | | | | | | | | ΔP | 0,02 |
| 6 | 31,36 | 0,1 | 0,00785 | 68 | 7,0 | 75,0 | 1,11 | 246602 | 0,0238 | 162,7 | 12203,48 | 1,22 | 12203,48 |
| 7 | 94,89 | 0,15 | 0,0176625 | 50 | 9,0 | 59,0 | 1,49 | 497430 | 0,0200 | 164,6 | 9711,54 | 0,97 | 21915,03 |
| 8 | 150,42 | 0,3 | 0,07065 | 140 | 18,0 | 158,0 | 0,59 | 394270 | 0,0212 | 13,7 | 2164,52 | 0,22 | 24079,55 |
| 9 | 199,84 | 0,3 | 0,07065 | 20 | 21,0 | 41,0 | 0,79 | 523814 | 0,0197 | 22,5 | 923,44 | 0,09 | 25002,99 |
| | | | | | | | | | | | | ΔP | 0,02 |
| 10 | 9,17 | 0,05 | 0,0019625 | 22 | 3,0 | 25,0 | 1,30 | 144268 | 0,0272 | 509,4 | 12735,18 | 1,27 | 12735,18 |
| 11 | 74,47 | 0,15 | 0,0176625 | 82 | 9,0 | 91,0 | 1,17 | 390419 | 0,0212 | 107,7 | 9803,38 | 0,98 | 22538,56 |
| 12 | 102,36 | 0,15 | 0,0176625 | 49 | 9,0 | 58,0 | 1,61 | 536587 | 0,0196 | 187,9 | 10900,65 | 1,09 | 33439,21 |
| 13 | 111,53 | 0,2 | 0,0314 | 86 | 12,0 | 98,0 | 0,99 | 438507 | 0,0206 | 55,7 | 5457,87 | 0,55 | 38897,08 |
| 14 | 251,53 | 0,3 | 0,07065 | 123 | 21,0 | 144,0 | 0,99 | 659302 | 0,0186 | 33,7 | 4850,93 | 0,49 | 43748,00 |
| | | | | | | | | | | | | ΔP | |
| 15 | 52,75 | 0,1 | 0,00785 | 16 | 0,3 | 16,3 | 1,87 | 414798 | 0,0209 | 404,2 | 6602,64 | 0,66 | 6602,64 |
| 16 | 6,46 | 0,05 | 0,0019625 | 14 | 0,7 | 14,7 | 0,91 | 101569 | 0,0297 | 275,6 | 4042,76 | 0,40 | 4042,76 |
| 17 | 52,75 | 0,1 | 0,00785 | 43 | 0,3 | 43,3 | 1,87 | 414798 | 0,0209 | 404,2 | 17517,21 | 1,75 | 17517,21 |
| 18 | 101,42 | 0,15 | 0,0176625 | 22 | 2,0 | 24,0 | 1,59 | 531662 | 0,0196 | 184,9 | 4438,42 | 0,44 | 4438,42 |
| 19 | 36,91 | 0,08 | 0,005024 | 54 | 1,1 | 55,1 | 2,04 | 362767 | 0,0216 | 624,5 | 34387,09 | 3,44 | 34387,09 |

| № уч-ка | Расход воды, G, м ³ /ч | D _y , м | S, м ² | Фактическая длина уч-ка, ℓ _ф , м | Эквивалентная длина уч-ка ℓ _э , м | Приведенная длина уч-ка, м ℓ _{пр} = ℓ _ф + ℓ _э | Скорость воды v, м/с | $Re = \frac{v d}{\nu} = \frac{\rho v d}{\mu}$ | $h_{тр} = \lambda \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g}$ | Удельные потери давления R, Па/м | Потери давления на уч-ке R·ℓ _{пр} , Па | Потери напора на уч-ке H, м | Суммарные потери давления ∑R·ℓ _{пр} , Па |
|---------|-----------------------------------|--------------------|-------------------|---|--|--|----------------------|---|---|----------------------------------|---|-----------------------------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 20 | 26,62 | 0,08 | 0,005024 | 23 | 0,3 | 23,3 | 1,47 | 261663 | 0,0234 | 352,5 | 8202,40 | 0,82 | 8202,40 |
| 21 | 19,38 | 0,08 | 0,005024 | 23 | 1,9 | 24,9 | 1,07 | 190455 | 0,0254 | 202,2 | 5028,20 | 0,50 | 5028,20 |
| 22 | 36,15 | 0,08 | 0,005024 | 31 | 1,9 | 32,9 | 2,00 | 355377 | 0,0217 | 602,4 | 19797,98 | 1,98 | 19797,98 |
| 23 | 49,42 | 0,1 | 0,00785 | 45 | 2,3 | 47,3 | 1,75 | 388629 | 0,0212 | 360,7 | 17071,91 | 1,71 | 17071,91 |
| 24 | 65,30 | 0,1 | 0,00785 | 12 | 0,3 | 12,3 | 2,31 | 513495 | 0,0198 | 587,3 | 7243,49 | 0,72 | 7243,49 |
| 25 | 9,17 | 0,05 | 0,0019625 | 20 | 0,7 | 20,7 | 1,30 | 144268 | 0,0272 | 509,4 | 10527,75 | 1,05 | 10527,75 |
| 26 | 18,71 | 0,08 | 0,005024 | 15 | 1,9 | 16,9 | 1,03 | 183896 | 0,0256 | 190,2 | 3207,66 | 0,32 | 3207,66 |
| 27 | 9,17 | 0,05 | 0,0019625 | 46 | 0,7 | 46,7 | 1,30 | 144268 | 0,0272 | 509,4 | 23772,33 | 2,38 | 23772,33 |
| 28 | 30,16 | 0,08 | 0,005024 | 44 | 1,9 | 45,9 | 1,67 | 296429 | 0,0227 | 438,6 | 20114,87 | 2,01 | 20114,87 |
| 29 | 109,84 | 0,15 | 0,0176625 | 114 | 6,5 | 120,5 | 1,73 | 575833 | 0,0192 | 212,7 | 25624,78 | 2,56 | 25624,78 |

Таблица 3.3 – Расчёт гидравлический для летнего периода года

| № | G _p тонн/час | H _{зима} м | S·10 ⁻⁵ , м·ч ² /м ⁶ | G _{лето} , тонн/час | H _{лето} , м |
|----|----------------------------|------------------------|--|---------------------------------|--------------------------|
| 1 | 66,01 | 0,67 | 15,46 | 27,3 | 0,12 |
| 2 | 125,21 | 0,87 | 5,57 | 51,43 | 0,15 |
| 3 | 279,38 | 1,00 | 1,29 | 114,11 | 0,17 |
| 4 | 479,22 | 1,90 | 0,83 | 178,93 | 0,27 |
| 5 | 730,75 | 0,92 | 0,17 | 281,37 | 0,14 |
| | | | | | |
| 10 | 9,17 | 1,27 | 1513,41 | 3,66 | 0,20 |
| 11 | 74,47 | 0,98 | 17,68 | 32,14 | 0,18 |
| 12 | 102,36 | 1,09 | 10,40 | 37,79 | 0,15 |
| 13 | 111,53 | 0,55 | 4,39 | 41,45 | 0,08 |
| 14 | 251,53 | 0,49 | 0,77 | 102,44 | 0,08 |
| | | | | | |
| 6 | 31,36 | 1,22 | 124,09 | 3,30 | 0,01 |
| 7 | 94,89 | 0,97 | 10,79 | 20,39 | 0,04 |
| 8 | 150,42 | 0,22 | 0,96 | 56,83 | 0,03 |
| 9 | 199,84 | 0,09 | 0,23 | 78,04 | 0,01 |

Построение пьезометрического графика

Пьезометрический график строится для рассчитанных направленностей в холодный и тёплый отрезки времени года на основе гидростатического расчета [6, 9], [1]. На пьезометрическом графике можно определить располагаемый напор, а так-же потери напора в любой точке тепловой сети; учитывать взаимное влияние рельефа местности, высоту присоединенных потребителей и потери напора в сети (при разработке гидравлического режима); определить систему соединений потребителей; выбрать автоматические регуляторы (и др).

Строя график, за начало координат принимаем отметку 60,28, высота этажа принимается 3 метра, так как заглубление трубопровода приблизительно 1,5 метра ось теплотрассы принимается совпадающей с отметкой рельефа местности. Принимаем 39 метра величины полного статического напора (для температурного графика 130–70°C) для обеспечения не вскипания воды, так как расчётное значение составляет:

$$H_{\text{стат.}} = H_{\text{здание}} + H_{\text{доп}} + Z_{\text{тк2}}, \quad (3.3)$$

$$H_{\text{стат.}} = 27 + 5 + 7 = 39 \text{ м. вод. ст.}$$

По исходным данным напор в точке подключения подающего трубопровода 69,16 м. вод. ст. и 26,4 м. вод. ст. обратного трубопровода. Зная пот. нап. на расч. участке (таблица 2.4, графа 11), узнаем значения напоров в обратной магистрали:

$$H_5=68,23+0,92=69,16 \text{ м}; H_4=66,33+1,9=68,23 \text{ м}; H_3=65,33+1,0=66,33 \text{ м};$$

$$H_2=64,45+0,87=65,33 \text{ м}; H_1=63,78+0,67=64,45 \text{ м};$$

значение напора в подающей магистрали:

$$H_5=31,11+0,67=31,78 \text{ м}; H_4=30,23+0,87=31,11 \text{ м}; H_3=29,23 +1,0=30,23 \text{ м};$$

$$H_2=27,32 +1,9=29,23 \text{ м}; H_1=26,4+0,92=27,32 \text{ м}.$$

Так-же рассчитываем ответвления от расчётного направления для тёплого периода года.

Исходя из этого, потребителя присоединяем к тепловым сетям по зависимой схеме, согласно СП 41-101-95 пункта 3.3. В установке повысительных насосов у подключаемых объектов нет нужды, давление в подающем трубопроводе превышает 60 м. вод. ст. (предела прочности чугунных радиаторов), по этому устанавливаем регуляторы давления в ИТП. Пьезометрический график показан графической частью (лист 4, 5).

Разработка продольного профиля

Разрабатываем продольный профиль тепловых сетей от точки присоединения в ТК12/3 до ж/д 1; от ТК3/1 до ж/д 12; от ТК3/2 до ж/д 6. Разрабатывая продольный профиль учитывается необходимое сокращение расходов на зем. работы. Для этого принимаем минимально возможное заглубление каналов и тепловых камер. А так-же, при его разработке стоит задача на уменьшение расхода на строительно-монтажные работы. Этому содействует уменьшение количества переломов профиля. Они удорожают строительство тепловых сетей и добавляют сложности в их эксплуатации по причине сооружения доп. ТК для obsługi воздушников и дренажей.

Высоту камеры рассчитываем в зависимости от размещения в них оборудования и специфике ответвлений трубопроводов. Из справочной

литературы [6-9] выбираем размеры железобетонных конструкций, арматуры, а так-же фасонных частей. На рисунке 3.2 дан разрез теплофикационной камеры с указанными отметками высоты.

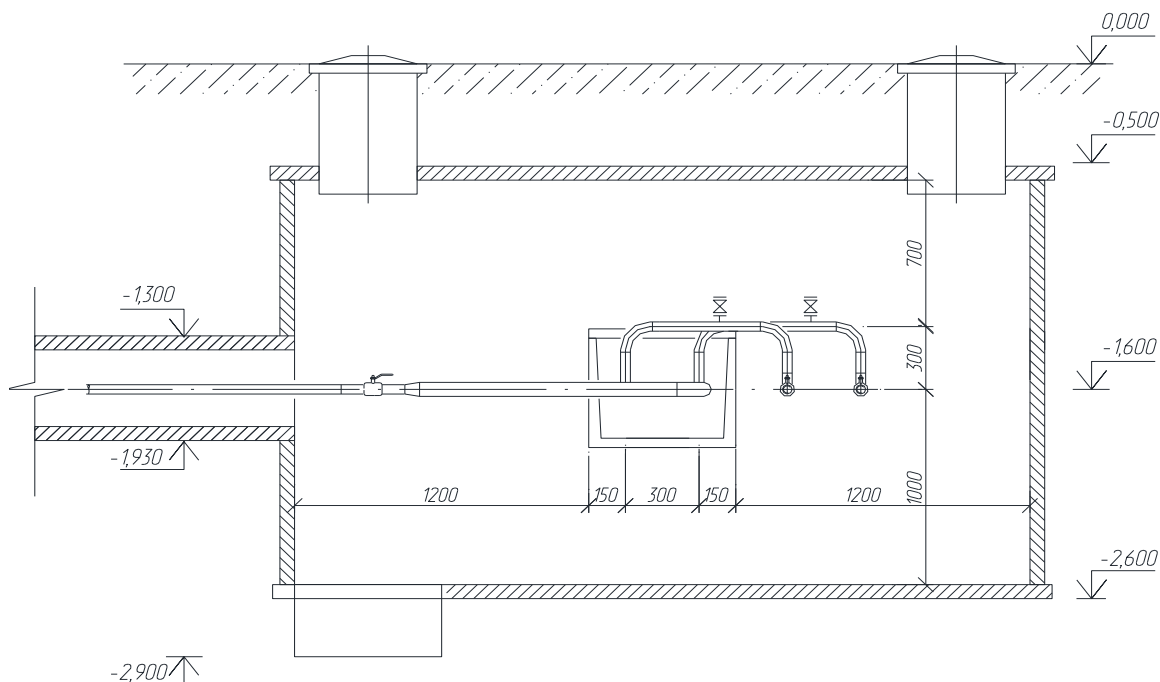


Рисунок 3.2 – Разрез тепловой камеры

3.4 Подбор теплоизоляционных материалов

Вопросы состояния трубопроводов системы ЖКХ пока не находят эффективного решения – проблемы на некоторое время уходят из поля зрения средств массовой информации и внимания общественности до начала очередного отопительного сезона, после чего начинается вал информации о массовых прорывах теплотрасс и аварийных ситуациях во многих регионах страны.

Стандартные трубы с пенополиуретановой (ППУ) изоляцией имеют двухслойное покрытие, состоящее из вспененного изолятора с содержанием воздуха около 98% и наружной прочной оболочки из полиэтилена (ПНД) в качестве защиты. Иногда технология производства предусматривает трехслойное покрытие из двух ПНД оболочек, между которыми расположен пенополиуретановый изолятор.

Промышленностью выпускаются трубы в изоляции, помещенные в другой вид наружной оболочки — оцинкованную изоляционную сталь, позволяющую обеспечить более высокую прочность покрытия. Некоторые оцинкованные и полиэтиленовые оболочки дополнительно оснащаются ребрами жесткости, еще более увеличивающими их прочность. В маркировке для оболочек вводится дополнительное обозначение — ПЭ для полиэтилена и ОЦ для оцинковки.

В ответственных магистралях применяются трубы со встроенным электрическим кабелем системы контроля (СОДК), выполняющим функции индикаторного диагностического проводника. Это позволяет осуществлять контроль целостности линии на всем протяжении и легко находить проблемные участки во время эксплуатации оборудования.

Трубы в ППУ — сферы использования и технические характеристики:

ГОСТ 30732-2006 регламентирует тех-условия на трубы с пенополиуретановой изоляцией и оговаривает их область применения в следующих условиях:

Трубы в ПЭ оболочке рассчитаны на подземную укладку теплосетей бесканальным (опускание в земляные траншеи) методом.

Трубы в защитной металлической оболочке рассчитаны на укладку в проходных каналах, туннелях и на поверхности земли.

Рабочее давление в системе не должно превышать 1,6 бар.

Температура носителя — до +140° С., или +150° С. при эксплуатации в магистралях с ее значениями в пределах от +70° до +150° С.

Допускается использование трубопроводных магистралей для водоснабжения и канализации, подачи нефти и газа, в инженерных сетях производств при перемещении жидкостей из цистерн, крупных емкостей и хранилищ.

Преимущества ППУ теплоизоляции

Изоляция из пенополиуретана на трубах и их использование имеет следующие преимущества перед другими технологиями:

В быту широко используется в качестве утеплителя поролон из пенополиуретана, вспененный материал его твердый аналог, относится к классу пенопластов — материалов, имеющих в своей структуре воздушные ячейки.

Качественное заводское изготовление продукции позволяет опускать трубопроводы непосредственно в грунт, под воду без дополнительных приспособлений.

Среди аналогов — поливинилхлоридных, фенол-формальдегидных, карбамидно-формальдегидных и полистирольных пенопластов полиуретановый имеет наименьшую теплопроводность (0,02 Вт./м.*К.) — почти в два раза меньшую, чем у пенопласта.

При монтаже трубопровода с готовой теплоизоляцией существенно возрастает скорость работ, предприятия изготавливают готовые фасонные изделия в теплоизоляции (тройники, отводы, переходы, ответвления) для упрощения монтажа.

Теплоизолирующий слой, нанесенный в заводских условиях, является герметичным и качественно выполненным, одним из его важных дополнительных свойств является обеспечение надежной защиты от коррозии.

Наличие встроенных индикаторных проводников из меди позволяет обнаруживать участки теплоизоляции с высокой влажностью — это упрощает ремонтно-восстановительные работы в случае повреждения линии.

Трубопроводы ППУ рассчитаны на длительную эксплуатацию без технического обслуживания в течение минимального срока в 30 лет. Для его увеличения оцинкованную оболочку часто покрывают специальными защитными составами (лаками, красками, полимерами), которые в процессе

эксплуатации выполняет антикоррозионные функции и могут неоднократно возобновляться.

Пенополиуретановая (ППУ) изоляция для теплосетей – это покрытие, позволяющее модернизировать существующие или проложить новые теплотрассы, для соответствия современным нормам строительства. В зависимости от предназначения, укрывной слой может быть однослойным, с внешними защитными покрытиями из полиэтилена или металла, с ребрами жесткости. Пенополиуретан — вспененный изоляционный материал, имеющий небольшой вес, устойчив к гниению, долговечный и лучше других подходит для работы с тепловыми магистралями.

Характеристики

Рабочее давление – до 1.6 бар.

Температура носителя – до 150° С.

Эксплуатационные температуры – от -60° до +150° С.

Коэффициент теплопроводности — не более 0.025

Толщина изоляции – от 25 до 100 (и более) мм.

Срок службы – 40 лет.

Преимущества ППУ изоляции

Использование ППУ покрытия позволяет снизить теплотери на 30%.

В разы снижаются расходы на обслуживание и ремонт теплотрасс.

Простой монтаж позволяет ускорить строительство.

Эксплуатационные показатели пенополиуретана в разы превосходят любые аналоги.

Магистрали с внешним металлическим контуром, рассчитаны на работу без обслуживания на протяжении 30 лет.

Одной из разновидностей ППУ изоляции для теплосетей, является – оцинкованная. Ее отличие состоит в том, что пенополиуретановый слой укрывают специальной металлической тонкостенной трубой, которая в свою

очередь покрыта слоем цинка. Обработанная таким способом магистраль, считается максимально защищенной и подходит для любых условий эксплуатации.

Особенности покрытия

Для дополнительной жесткости конструкции в слое ППУ устанавливают центрирующие опоры.

Для обеспечения контроля за магистралью в слое изоляции прокладывается специальный кабель, служащий индикатором утечек.

Соединение труб с ППУ «скорлупой» осуществляется с применением специальных муфт.

Также мы готовы покрыть защитой ваш материал. Беспроблемная эксплуатация покрытых магистралей возможна только при работе с качественными материалами. Мы гарантируем высокий уровень исполнения и работаем только с проверенными изоляциями.

Вспененный полиуретан имеет $\lambda = 0,018 - 0,039 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, согласно [3, 29, 30]. По методике [3] основной слой имеет толщину принятую по [3, 30].

Для запроектированных лотов КЛ 90-45/1, КЛс150-90/1. При $\tau_1 = 92 \text{ }^\circ\text{C}$, $\tau_2 = 51 \text{ }^\circ\text{C}$. $h_{\text{лотка}} = 1,51 \text{ м}$, а $t_0 = 6,72 \text{ }^\circ\text{C}$. Теплоизоляция, применяя вспененный полиуретан, имеет $\lambda_{\text{изоляция}} = 0,02 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$. Парковочная обертка исполнена полиэтиленом $\delta = 0,01 \text{ м}$.

$$d_{\text{в.э.}} = \frac{4 \cdot F}{P}; \quad (3.4)$$

$$d_{\text{в.э.}} = \frac{4 \cdot 0,9 \cdot 0,46}{2 \cdot (0,9 + 0,46)} = 0,61 \text{ м}; \quad d_{\text{н.э.}} = \frac{4 \cdot 0,78 \cdot 0,63}{2 \cdot (0,78 + 0,63)} = 0,67 \text{ м}.$$

$$R_{\text{н.к.}} = \frac{1}{\pi \cdot d_{\text{в.э.}} \cdot \lambda}; \quad (3.5)$$

$$R_{\text{н.к.}} = \frac{1}{3,14 \cdot 0,61 \cdot 8,15} = 0,0641 \text{ м} \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт};$$

$$R_{\text{к}} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{\text{к}}} \cdot \ln \frac{d_{\text{н.э.}}}{d_{\text{в.э.}}}; \quad (3.6)$$

$$R_k = \frac{1}{6,28 \cdot 1,92} \ln \frac{0,67}{0,61} = 0,033 \text{ м} \cdot \text{°} \text{ K} / \text{Вт}$$

Имея $\lambda_{\text{тр}} = 1,92 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°} \text{ К})$:

$$R_{\text{сп}} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{\text{сп}}} \cdot \ln \frac{4 \cdot h}{d_{\text{н.э.}}}; \quad (3.7)$$

$$R_{\text{сп}} = \frac{1}{6,28 \cdot 1,92} \ln \frac{4 \cdot 1,5}{0,63} = 0,0713 \text{ м} \cdot \text{°} \text{ K} / \text{Вт};$$

$$R_o = R_k + R_{\text{н.к}} + R_{\text{сп}}; \quad (3.8)$$

$$R_o = 0,033 + 0,0641 + 0,0713 = 0,139 \text{ м} \cdot \text{°} \text{ K} / \text{Вт}.$$

Вычисляя термосопротивление для трубы 159x4,5:

$$R_u = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_u} \cdot \ln \frac{d_u}{d_n}; \quad (3.9)$$

$$R_u = \frac{1}{6,28 \cdot 0,005} \ln \frac{0,201}{0,159} = 0,814 \text{ м} \cdot \text{°} \text{ K} / \text{Вт};$$

Вычисляя термосопротивление для каждой трубы:

$$R_{\text{nc}} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{\text{nc}}} \cdot \ln \frac{d_{\text{nc}}}{d_u}; \quad (3.10)$$

$$R_{\text{nc}} = \frac{1}{6,28 \cdot 0,08} \ln \frac{0,206}{0,201} = 0,0213 \text{ м} \cdot \text{°} \text{ K} / \text{Вт}$$

Вычисляя итоговое термосопротивление труб Т1, Т2 159x4,5:

$$\sum R = R_u + R_{\text{nc}}; \quad (3.11)$$

$$\sum R = 0,814 + 0,021 = 0,836 \text{ м} \cdot \text{°} \text{ K} / \text{Вт}$$

$$t_k = \frac{\frac{\tau_1}{\sum R} + \frac{\tau_2}{\sum R} + \frac{t_o}{R_o}}{\frac{1}{\sum R} + \frac{1}{\sum R} + \frac{1}{R_o}}; \quad (3.12)$$

$$t_k = \frac{\frac{90}{0,836} + \frac{50}{0,836} + \frac{6,7}{0,139}}{\frac{1}{0,836} + \frac{1}{0,836} + \frac{1}{0,139}} = 21,94 \text{ °C};$$

$$q_1 = \frac{\tau_1 - t_k}{\sum R}; \quad (3.13)$$

$$q_2 = \frac{\tau_2 - t_{\kappa}}{\sum R}; \quad (3.14)$$

$$q_1 = \frac{90 - 21,94}{0,836} = 59,9 \text{ Вт/м};$$

$$q_2 = \frac{50 - 21,94}{0,836} = 12,1 \text{ Вт/м};$$

$$q_u = q_1 + q_2; \quad (3.15)$$

$$q_u = 59,9 + 12,1 = 71,92 \text{ Вт/м}.$$

$$R_u = \frac{1}{\pi \cdot d_u \cdot \lambda}; \quad (3.16)$$

$$R_u = \frac{1}{3,14 \cdot 0,67 \cdot 8,15} = 0,246 \text{ м} \cdot \text{°К} / \text{Вт}$$

$$t_{\kappa}'' = \frac{\frac{90}{0,246} + \frac{50}{0,246} + \frac{6,7}{0,139}}{\frac{1}{0,246} + \frac{1}{0,246} + \frac{1}{0,139}} = 39,95 \text{ °С};$$

$$q_1'' = \frac{90 - 39,95}{0,246} = 277,34 \text{ Вт/м};$$

$$q_2'' = \frac{50 - 39,95}{0,246} = 114,34 \text{ Вт/м}.$$

$$q'' = q_1'' + q_2''; \quad (3.17)$$

$$q'' = 277,34 + 114,34 = 319,67 \text{ Вт/м}$$

На последнем этапе вычисляется эффект теплоизоляции:

$$\eta = \frac{q'' - q_u}{q''} \cdot 100\%; \quad (3.18)$$

$$\eta = \frac{334,27 - 59,52}{334,72} \cdot 100\% = 93,7\%$$

эффект теплоизоляции – удовлетворителен.

Описанным выше образом исполняют вычисления по определению эффекта теплоизоляции трубных проводов, уложенных по лоткам КЛ90-45/1 да и по лоткам КЛст150-90/1 (см. таблицу 3.4 и таблицу 3.5).

Таблица 3.4 – Термические сопротивления ж/б лотка

| a | b | F | P | d_v | d_n | λ_{лоток} | R_{лоток} |
|--------------------------|----------|----------------|----------|----------------------|----------------------|--------------------------|--------------------------|
| м | м | м ³ | м | м | м | Вт/(м·°К) | (м·°К)/Вт |
| канал КЛ190-45/1 | | | | | | | |
| 0,9 | 0,46 | 0,414 | 2,72 | 0,61 | 0,67 | 2,04 | 0,0032 |
| канал КЛс150-90/1 | | | | | | | |
| 1,5 | 0,9 | 1,35 | 4,8 | 1,13 | 1,24 | 2,04 | 0,0032 |

Таблица 3.5 – Толщина теплоизоляции

| DxS, | S_{изо} , | D_{ext} | D_{ext} + S_{изо} | L | V_{изо} | F_{покр} |
|-------------------------|--------------------------|------------------------|--|----------|------------------------|-------------------------|
| мм | м | м | м | м | куб.м | кв.м |
| подающий DxS 57x3,5 | 0,15 | 0,057 | 0,357 | 102 | 9,94 | 114,34 |
| обратный DxS 57x3,5 | 0,15 | 0,057 | 0,357 | 102 | 9,94 | 114,34 |
| подающий DxS 89x4 | 0,2 | 0,089 | 0,489 | 190 | 34,48 | 291,74 |
| обратный DxS 89x4 | 0,2 | 0,089 | 0,489 | 190 | 34,48 | 291,74 |
| подающий DxS 108x4 | 0,2 | 0,108 | 0,508 | 184 | 35,59 | 293,50 |
| обратный DxS 108x4 | 0,2 | 0,108 | 0,508 | 184 | 35,59 | 293,50 |
| подающий DxS 159x4,5 | 0,25 | 0,157 | 0,657 | 392 | 125,24 | 808,69 |
| обратный DxS 159x4,5 | 0,25 | 0,157 | 0,657 | 392 | 125,24 | 808,69 |
| подающий DxS 219x6 | 0,25 | 0,219 | 0,719 | 202 | 74,37 | 456,05 |
| обратный DxS 219x6 | 0,25 | 0,219 | 0,719 | 202 | 74,37 | 456,05 |
| подающий DxS 325x8 | 0,3 | 0,325 | 0,925 | 687 | 404,47 | 1995,39 |
| обратный DxS 325x8 | 0,3 | 0,325 | 0,925 | 687 | 404,47 | 1995,39 |
| подающий DxS 377x9 | 0,3 | 0,377 | 0,977 | 70 | 44,64 | 214,74 |
| обратный DxS 377x9 | 0,3 | 0,377 | 0,977 | 70 | 44,64 | 214,74 |

Расчёт компенсаторов

Использование самых разнообразных трубопроводов подразумевает не только установку их внутри помещений, но и на открытых участках. Но любой знает об основных свойствах металла под воздействием внешних температур – сжатию и расширению, поэтому необходимо использование

специальных устройств, которые помогут «спасти» трубопровод. Одним из таких устройств является сальниковый компенсатор.

Это дополнительное оборудование позволяет компенсировать расширение трубопроводов больших диаметров, особенно это касается трубопроводов большой длины. Компенсатор сальниковый представляет собой достаточно простую конструкцию, которая включает в себя несколько труб различного диаметра. Для того, чтобы обеспечить герметичность устройства используется сальниковая набивка высокого качества.

Очень важно помнить о том, что устанавливать подобное оборудование следует сразу же после монтажа трубопровода, так как это позволит избежать многих неприятных ситуаций, которые могут возникнуть при перепадах температур. Стоимость компенсатора значительно ниже затрат, возникающих при ремонте трубопровода и замене магистралей большого диаметра.

Основным предназначением сальниковых компенсаторов является сглаживание эффекта действия температур, и недопущение возможной деформации трубопровода от воздействия на него посторонних факторов. Основной сферой применения данного вида конструкций являются трубопроводы тепловых сетей для пара и воды. Возможность поддержки значительных температурных показателей и существенную разницу давления.

По своей структуре данный компенсатор представляет собой два патрубка, один из которых вставлен в другой. Принцип такого соединения напоминает стандартный телескоп. Название напрямую связано с историей их возникновения, являясь одним из самых старых способов достигнуть герметичности и создать компенсаторные функции. Первоначально в зазор между трубами набивалась стандартная пакля, смазываемая салом для создания эффекта герметичности, благодаря чему возник термин сальника. В

зазоре между этими патрубками предусмотрено уплотнение в виде сальников с грундбуксой.

Главным преимуществом данной конструкции является сравнительно простое устройство, сравнительно небольшие размеры и достаточно высокую способность компенсирующего действия. Основным недостатком является сложность установки абсолютной герметизации в месте расположения сальника, из-за чего их применение в технологических трубопроводах встречается чрезвычайно редко, а в случае использования горючих и токсических жидкостей для транспортировки по трубам, вообще является неприемлемой.

Среди других проблемных мест у сальникового компенсатора следует причислить необходимость в системном наблюдении и тщательном уходе в процессе всего периода эксплуатации. При интенсивном использовании системы, значительных нагрузках и температурных перепадах возникает быстрый износ сальников, что в свою очередь приводит к разгерметизации.

Основными местами применения сальниковый компенсаторов являются трубопроводы обеспечивающие тепло- и водо- обеспечение, а также в других случаях исключая горючие жидкости. Благодаря своим компактным габаритам они легко могут размещаться в проходных тоннелях и камерах. Материалом для изготовления данной конструкции, как правило, является нержавеющая сталь, имеющая повышенные показатели надежности. Используемый сальник может быть одно- и двухсторонний, в зависимости от необходимости используемых нагрузок.

Компенсатор сальниковый односторонний – одна из наиболее распространенных моделей, которую используют для компенсации продольного расширения в трубопроводах теплотрасс. Компенсатор сальниковый односторонний применяют в сетях с водой или паром.

Перемена температур в нашей стране негативно сказывается не только на здоровье, но и функционировании оборудования. Особенно это касается

магистральных трубопроводов большой длины. Чтобы избежать деформации труб применяется сальниковый компенсатор. Сальниковый компенсатор представляет собой устройство, состоящие из двух труб различного диаметра, которые вставлены друг в друга. Для герметизации применяется сальниковая набивка, получившая большую популярность в промышленном оборудовании. Принцип работы достаточно прост – при изменении температуры для компенсации теплового расширения трубы труба меньшего диаметра входит в трубу большего. При этом сальниковая набивка не дает возможности утечки жидкости или газа, протекающего по трубе. В многокилометровых магистральных линиях не обойтись без подобного дополнительного оборудования, так как коэффициент расширения на больших расстояниях достаточно велик. Существует два основных вида компенсаторов – одно и двусторонний, разница между которыми только в особенностях конструкции и максимальных расстояниях магистрали и использовании нескольких типов сальниковой набивки.

$$l_p = l - z, \quad (3.19)$$

Установочная длина компенсатора, необходимая для определения потребной длины камеры, определяется как:

$$l_y = A - z(l - \Delta l_1) \quad (3.20)$$

Монтажная длина компенсатора устанавливается по (2.28)

$$l_M = l_y - \alpha (t_M - t_o) L \quad (3.21)$$

Тепловое удлинение теплопроводов рассчитывают:

$$\Delta l_1 = \alpha \cdot L \cdot (t - t_{н.о.}) \quad (3.22)$$

Пример расчета удлинения теплопроводов представлен на пятом участке:

$$\Delta l_1 = 0,0000012 \cdot 70 \cdot (130 - (-30)) = 0,013 \text{ м}$$

Результат расчёта приведён в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Расчёт сальниковых компенсаторов

| № компенсатора | dy м | A м | ℓ м | ℓp м | ℓ1 | Δl ₁ м | ℓy | ℓm |
|----------------|---------|--------|--------|---------|----|----------------------|----|----|
|----------------|---------|--------|--------|---------|----|----------------------|----|----|

| | | | | | | | | |
|-----|------|------|------|------|-----|-------|-------|------|
| K1 | 0,35 | 0,53 | 0,28 | 0,23 | 35 | 0,007 | 0,511 | 0,51 |
| K2 | 0,35 | 0,53 | 0,28 | 0,23 | 35 | 0,007 | 0,511 | 0,51 |
| K3 | 0,3 | 0,45 | 0,24 | 0,19 | 87 | 0,017 | 0,439 | 0,43 |
| K4 | 0,3 | 0,45 | 0,24 | 0,19 | 116 | 0,022 | 0,439 | 0,43 |
| K5 | 0,2 | 0,30 | 0,16 | 0,11 | 116 | 0,022 | 0,293 | 0,29 |
| K6 | 0,15 | 0,23 | 0,12 | 0,07 | 75 | 0,014 | 0,220 | 0,22 |
| K7 | 0,3 | 0,45 | 0,24 | 0,19 | 70 | 0,013 | 0,439 | 0,43 |
| K8 | 0,15 | 0,23 | 0,12 | 0,07 | 50 | 0,010 | 0,219 | 0,22 |
| K9 | 0,1 | 0,15 | 0,08 | 0,03 | 68 | 0,013 | 0,147 | 0,14 |
| K10 | 0,15 | 0,23 | 0,12 | 0,07 | 49 | 0,009 | 0,219 | 0,22 |
| K11 | 0,15 | 0,23 | 0,12 | 0,07 | 82 | 0,016 | 0,220 | 0,21 |

Расчёт усилий, действующих на неподвижные опоры

Для схемы I

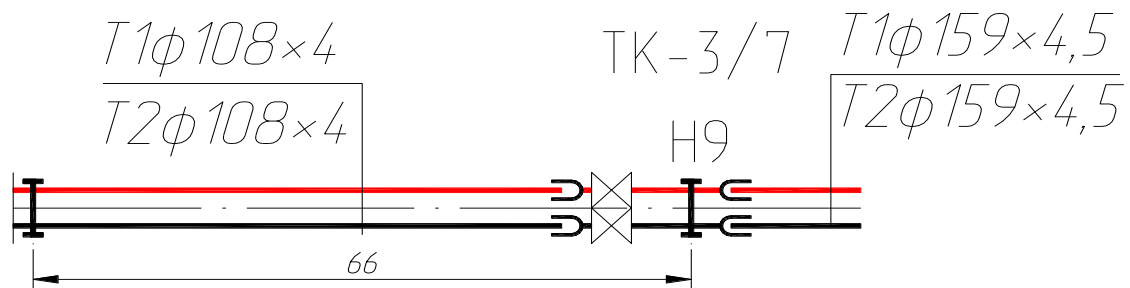


Рисунок 3.3 – Расчётная механическая схема I

$$\pm P = \pm 0.5 \cdot P_k + \frac{p\pi}{4} (D_2^2 - D_1^2)$$

$$\pm P = \pm 0.5 \cdot 23 + \frac{1,6 \cdot 3,14}{4} (0,025 - 0,012) = 23,02 \text{ кН}$$

Для схемы II

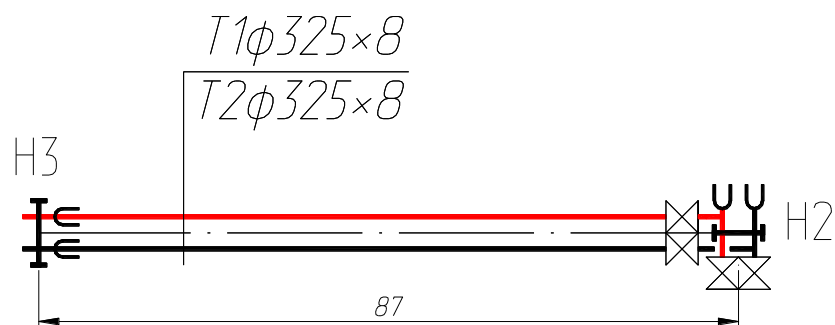


Рисунок 3.4 – Расчётная механическая схема II

$$P = \frac{p\pi D_2^2}{4} + P_k$$

$$P = \frac{1,6 \cdot 3,14 \cdot 0,106}{4} + 27 = 27,13 \text{ кН}$$

Для схемы III

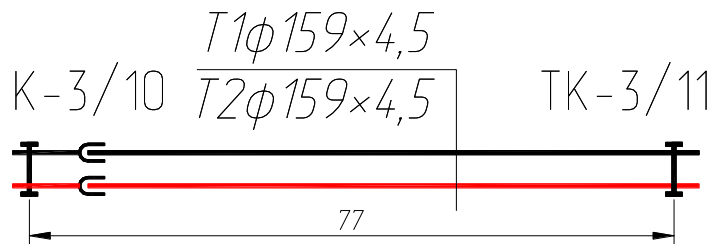


Рисунок 3.5 – Расчётная механическая схема III

$$\pm P = \frac{p\pi D_1^2}{4} \pm q\mu l_1 \pm P_k$$

$$P = \frac{1,6 \cdot 3,14 \cdot 0,106}{4} + 0,625 \cdot 0,15 \cdot 87 + 27 = 35,35 \text{ кН.}$$

4 АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕПЛООВОГО ПУНКТА

Индивидуальный тепловой пункт жилого дома (ИТП) есть комплекс устройств, расположенный в обособленном помещении, состоящий из элементов тепловых энергоустановок, обеспечивающих присоединение этих установок к тепловой сети, их работоспособность, управление режимами теплоснабжения, преобразование, регулирование параметров теплоносителя и распределение теплоносителя по видам потребителей.

Автоматизированная система управления ИТП предназначена:

для обеспечения автоматизированного режима работы регулирующих клапанов и циркуляционных насосов систем отопления и вентиляции, электромагнитных клапанов и насоса подпитки;

для дистанционного контроля и управления по заданным алгоритмам;

для улучшения качества регулирования технологических параметров;

для оптимизации эксплуатационной деятельности;

для обеспечения противоаварийных защит, блокировок и сигнализации.

Автоматизированная система управления индивидуальным тепловым пунктом состоит из следующих уровней:

первый уровень: полевые контрольно-измерительные приборы (КИП), шкаф управления электродвигателями технологического оборудования, исполнительные механизмы;

второй уровень: контроллер системы управления ИТП;

третий уровень: сенсорная панель оператора с разработанной системой визуализации технологического процесса. Система визуализации представляет собой наглядное графическое представление технологического процесса ИТП. Автоматизированная система управления реализует следующие основные функции:

ручной/автоматический режим работы технологического оборудования (насосы, клапаны);

работа ИТП по температурному графику

настройка режимных параметров, таких как:

интервал смены (ротации) насосов системы отопления - для равномерного износа насосов автоматика управляет ими поочередно;

включение экономичного режима (например, день/ночь) для системы отопления и системы вентиляции;

отображение графиков технологических параметров;

отображение предупредительных и аварийных состояний системы.

Настройка регуляторов

Отдельное технологическое оборудование оснащено техническими средствами, позволяющими регулировать выходной параметр системы по требуемому алгоритму. Применительно к насосному оборудованию – это преобразователи частоты, применительно к арматуре – это регуляторы положения затвора. Регулирование выходных параметров осуществляется на основе программно-реализуемых ПИД регуляторов, которые позволяют производить ручную настройку качества переходных процессов. В качестве обратной связи используется значение сигнала аналогового датчика.

ПИД-регулятор насоса контуров позволяет регулировать перепад давления на насосах, т. е. перепад давления теплоносителя между прямым и обратным трубопроводами контура.

ПИД-регулятор клапана контура позволяет регулировать температуру теплоносителя в прямом трубопроводе контура системы отопления. Требуемое значение уставки температуры рассчитывается автоматически по температурному графику отопления.

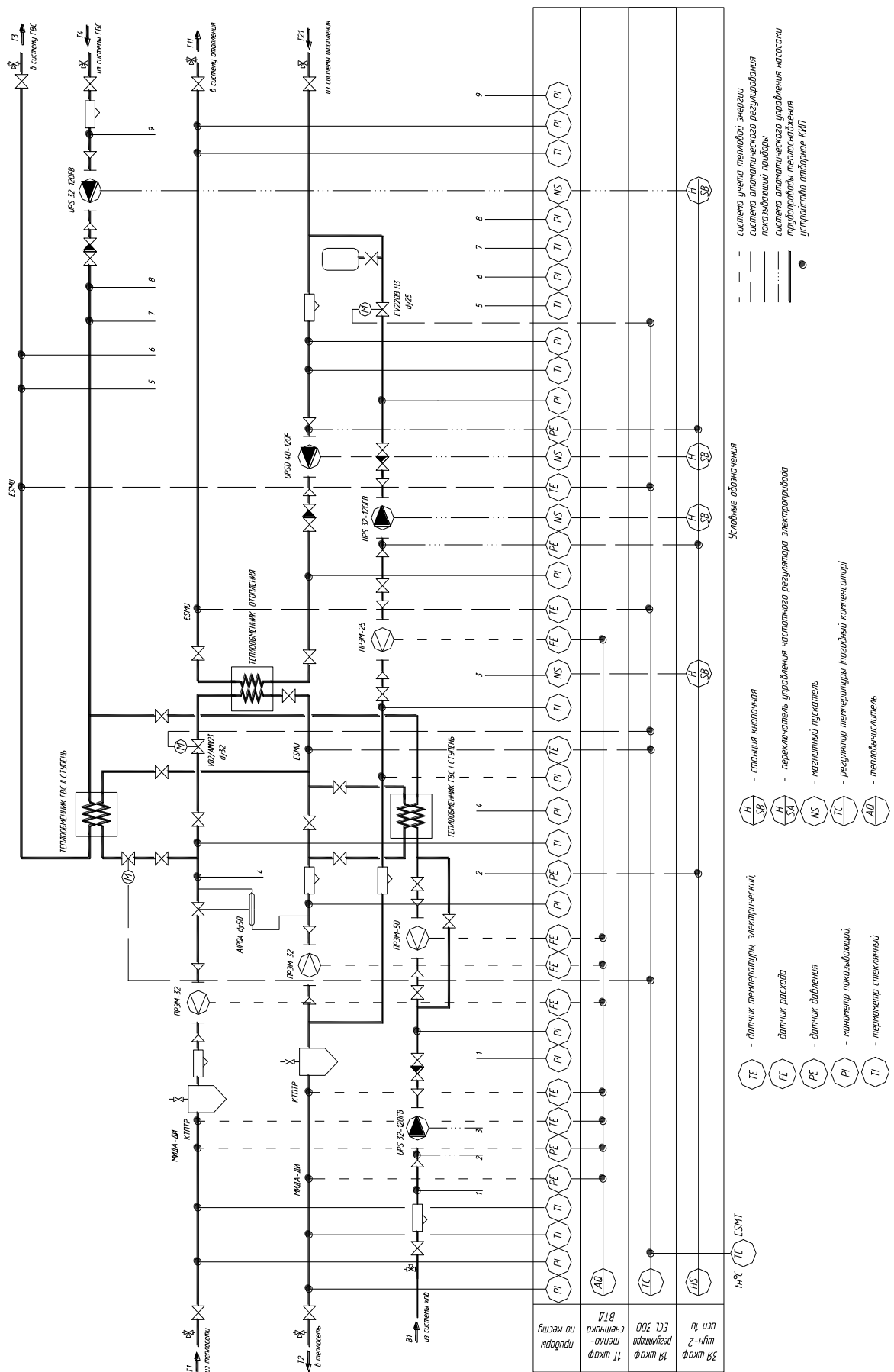


Рисунок 4.1 – Схема функциональная ИТП

5 ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ

Определение объёмов земляных работ

Различают сети в воздушном, подземном, подвальном исполнениях. Прокладка подземных тепловых сетей может быть канальной, или бесканальной, при этом канальную прокладку сопровождает попутный дренаж, выполненный на основе перфорированных трубопроводов, или пластовый. Способ прокладки определяется проектом и зависит от характеристик грунта, уровня грунтовых вод, требований ТУ, пожеланий Заказчика. Трубопроводы применяются стальные, в пенополиуретановой (ППУ) изоляции, или гибкие, с самокомпенсацией, «Касафлекс», «Изопрофлекс» и им подобные. Срок службы гибких трубопроводов больше, чем у стальных, однако их применение ограничено максимальной температурой теплоносителя (110 град. С), максимальным диаметром (до 160 мм), более высокой стоимостью. Воздушная прокладка теплосетей на низких (до 1 м), или высоких опорах (эстакады, кронштейны) применяется, как правило, на территории предприятий, в промзонах, за городом. В этих случаях применяется ППУ-изоляция, кашированная, или в алюминиевой оболочке, а также (с целью удешевления) – минераловатная изоляция с оболочкой из стеклоткани.

При монтаже наружных тепловых сетей Заказчику следует принять во внимание и держать под контролем подготовительные и обеспечивающие виды работ:

Открытие (и последующее закрытие) ордера на производство земляных работ

Заключение договора на технадзор с организацией, выдавшей ТУ.

Поставку комплектующих со входным контролем Теплоснабжающей организации (в обоснованных случаях)

Устройство временных тепловых сетей.

Монтаж и пуско-наладку системы ОДК (оперативный диспетчерский контроль)

Необходимость оформления акта-допуска при работе на сетях, находящихся на балансе Теплоснабжающей организации.

Оформление и согласование графика переключений с организациями, теплоснабжение и обеспечение ГВС которых прерывается на период врезки.

Запрет на врезки при отрицательных температурах, который может быть установлен Теплоснабжающей организацией

Устройство видимого разрыва теплосети до первых фланцев ИТП, если ИТП не принят Теплоснабжающей организацией

Необходимость промывки теплосети с предоставлением заключения лаборатории

Проведение испытаний и оформление исполнительной документации в соответствии с требованиями Теплоснабжающей организации

Заключение договора на постоянное (временное) теплоснабжение.

Оформление допуска Ростехнадзора в постоянную эксплуатацию (в обоснованных случаях)

Оформление лицензии на эксплуатацию системы теплоснабжения (в обоснованных случаях)

Из этого списка видно, что собственно монтаж теплосети – далеко не единственное мероприятие во всем комплексе работ. При планировании работ следует обязательно учитывать:

Полноту, актуальность и правильность оформления проектно-разрешительной документации

Сезонность выполнения работ

Рассматривать монтаж теплосети в комплексе с монтажом и пуско-наладкой ИТП, УУТЭ, внутренних систем теплопотребления.

Для определения объёмов земляных работ определяются наружные размеры лотков каналов (таблица 5.1)

Таблица 5.1 – Типы, размеры, количество лотков каналов

| тип канала | длина | Размеры наружные | | | количество | | |
|------------|-------|------------------|----------|---------|------------|--------|----------|
| | | ширина А | высота В | длина L | длина Lд | станд. | доборные |
| | м | м | м | м | м | шт | шт |
| КЛ90-45 | 868 | 1,15 | 0,46 | 3 | 1 | 289 | 1 |
| Лс150-90 | 959 | 1,64 | 1,06 | 3 | 2 | 319 | 1 |

$$l = l_{\text{ЗАХ}} - l_{\text{КАМ}} - lk \cdot n \quad (5.1)$$

Захватка: $l = 1827 - 3 \cdot 11 - 2 \cdot 3 = 1788. \dot{\text{и}}$

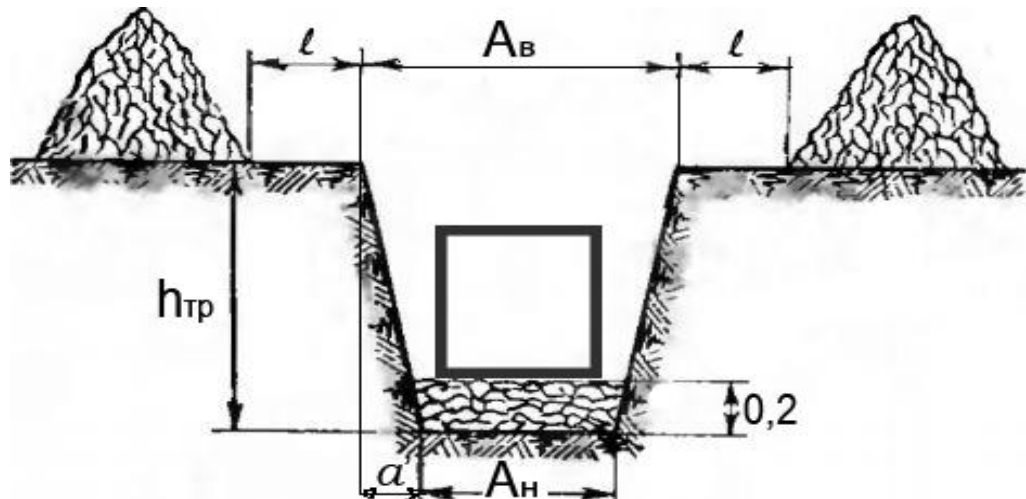


Рисунок 5.1 – Монтажное расположение канала КЛ 90-45 в траншее

Средняя глубина траншеи на захватке (рисунок 5.1) определяется по формуле (4.2), м:

$$h_{\text{ср}} = \frac{\sum_1^n h}{n}, \quad h_{\text{н\ddot{o}}} = \frac{0,95 + 1,75}{2} = 1,35 \dot{\text{и}} \quad (5.2)$$

Объём траншеи с откосами определяется по формуле (5.3), м³:

$$V_{\text{ТР}} = (h_{\text{ТР}} \cdot (A_{\text{Н}} + 0,2) + m \cdot h_{\text{ТР}}^2) \cdot l, \quad (5.3)$$

Ширина траншеи по верху определяется по формуле (5.4), м:

$$A_{\text{в}} = A_{\text{н}} + 0,2 + 2 \cdot a' \quad (5.4)$$

$$a' = h_{mp} \cdot m \quad (5.5)$$

$$a' = 1,55 \cdot 0,5 = 0,8 \text{ м}$$

$$A_{\text{в}} = 1,15 + 0,2 + 2 \cdot 0,8 = 2,95 \text{ м для КЛ90-45}$$

$$A_{\text{д}} = 1,64 + 0,2 + 2 \cdot 0,8 = 3,44 \text{ м для КЛс150-90}$$

$$V_{\text{ТР}} = (0,95 \cdot (1,15 + 0,2) + 0,5 \cdot 0,95^2) \cdot 868 = 2388,1 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{ТР}} = (1,75 \cdot (1,64 + 0,2) + 0,5 \cdot 1,75^2) \cdot 959 = 4556,5 \text{ м}^3$$

Определяются объёмы котлованов для камер:

Длина дна котлована камеры определяется по формуле (5.6):

$$A_{\text{н}} = a_{\text{кам}} + 0,5 \quad (5.6)$$

Ширина дна котлована камеры определяется по формуле (5.7):

$$B_{\text{н}} = b_{\text{кам}} + 0,5 \quad (5.7)$$

Длина верха котлована камеры определяется по формуле (5.8):

$$A_{\text{в}} = A_{\text{н}} + 2 \cdot a' \quad (5.8)$$

Ширина верха котлована камеры определяется по формуле (5.9):

$$B_{\text{в}} = B_{\text{н}} + 2 \cdot b' \quad (5.9)$$

Площадь камеры по низу определяется по формуле (5.10):

$$F_{\text{н}} = A_{\text{н}} \cdot B_{\text{н}} \quad (5.10)$$

Площадь камеры по верху определяется по формуле (5.11):

$$F_{\text{в}} = A_{\text{в}} \cdot B_{\text{в}} \quad (5.11)$$

Объём котлована камеры определяется по формуле (5.12):

$$V_{\text{КОТ}} = \frac{1}{3} H_{\text{к}} (F_{\text{в}} + F_{\text{н}} + \sqrt{F_{\text{в}} \cdot F_{\text{н}}}) \quad (5.12)$$

где $H_{\text{к}}$ – глубина заложения камеры, определяется по формуле (5.13),

м:

$$H_{\text{к}} = h + h_{\text{КАМ}}^{\text{НАР}} + 0,2 \quad (5.13)$$

$$A_{\text{н}} = 3,2 + 0,5 = 3,7 \text{ м}$$

$$B_{\text{н}} = 3,2 + 0,5 = 3,7 \text{ м}$$

$$A_{\text{в}} = 3,7 + 2 \cdot 0,5 \cdot 0,77 = 5,24 \text{ м}$$

$$B_{\text{в}} = 3,7 + 2 \cdot 0,5 \cdot 0,77 = 5,24 \text{ м}$$

$$F_H = 3,7 \cdot 3,7 = 13,69 \text{ м}^2$$

$$F_B = 5,24 \cdot 5,24 = 27,46 \text{ м}^2$$

$$V_{КОТ} = \frac{1}{3} \cdot 2,4 \cdot (27,46 + 13,69 + \sqrt{27,46 + 13,69}) = 38,1 \text{ м}^3$$

Суммарный объем 11 котлованов составляет 419,1 м³.

Суммарный объем дренажных колодцев составляет

$$V_{КОЛ} = \pi(R+0,2)^2 \cdot h_{КОЛ} \cdot n \quad (5.14)$$

$$V_{КОЛ} = 9,1 \cdot 3 \cdot 3 = 81,9 \text{ м}^3$$

Определяются объемы строительных конструкций:

$$V_{1КАН}' = (1,15 \cdot 0,68) \cdot 868 = 678,8 \text{ м}^3$$

$$V_{2КАН}' = (1,64 \cdot 1,06) \cdot 959 = 1667,1 \text{ м}^3$$

$$V_{КАМ}' = (3,2 \cdot 3,2 \cdot 2,4) \cdot 11 = 270 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{Біі}}' = 7,1 \cdot 3 \cdot 3 = 63,9 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{обр}}^{\text{зас}} = (V_O - V_K) \cdot K_P \quad (5.16)$$

$$V_O = V_{TP} + V_{КОТЛ} + V_{КОЛ} + V_{КОУП} \quad (5.17)$$

$$V_{ИЗБ} = V_O \cdot K_P - V_{\text{обр}}^{\text{зас}} \quad (5.18)$$

$$V_i = 2388 + 4556 + 419 + 82 = 7445 \text{ м}^3$$

$$\Sigma V' = 679 + 1667 + 270 + 64 = 2680 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{іід}}^{\text{зас}} = (7445 - 2680) \cdot 1,24 = 5908 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{ЕСА}} = 7445 \cdot 1,24 - 5908 = 3323 \text{ м}^3$$

Площадь планировки определяется по формуле (5.19), м²:

$$F_{пл} = (A_{cp} + 4)l_{зах} \quad (5.19)$$

$$A_{cp} = \frac{A_B^{TP} + A_B^{КОТЛ}}{2} \quad (5.20)$$

$$A_{cp} = \frac{5,24 + 1,27}{2} = 3,25 \text{ м}$$

$$F_{\text{іі}} = (3,25 + 4) \cdot 1827 = 13245,75 \text{ м}^2$$

$$F_o = (A_g^{TP} + 0,2)l_{\text{дор}} \cdot n \quad (5.21)$$

$$F_{\dot{a}} = (5,24 + 0,2) \cdot 312 = 1697,28 \text{ м}^2$$

Данные расчётов сводятся в таблицу 5.2.

Таблица 5.2-Ведомость земляных работ

| № захватки | Общий $V_{\text{о}}, \text{м}^3$ | Объем конструкций, $V_{\text{к}}, \text{м}^3$ | Объем обратной засыпки, $V_{\text{обр}}, \text{м}^3$ | Объем избыточного грунта, $V_{\text{изб}}, \text{м}^3$ | Площадь планировки, $F_{\text{пл}}, \text{м}^2$ | Площадь дорожного покр. $F_{\text{дор}}, \text{м}^2$ |
|------------|----------------------------------|---|--|--|---|--|
| I | 7445 | 2680 | 5908 | 3323 | 13245,75 | 1697,28 |

В соответствии правилами монтажа, разработаны и утверждены инструкции, рекомендации и информационные заметки для каждого вида деятельности и специальности, с учетом местных условий.

Все новоприбывшие сотрудники, которые выполняют работы по установке трубопровода получают вводное обучение по технике безопасности и обучение во время работы для безопасного выполнения работ. Не должно быть никаких открытых ям и котлованов на рабочем месте и на подходе к оборудованию.

Посторонние лица не могут присутствовать в зоне, где выполняются работы по сборке трубопроводов. Опасные зоны должны быть ограждены и иметь предупреждающие знаки.

Если выполняется работа на высоте 1,5 м или более, без использования лесов, все работники снабжаются ремнями безопасности и специальными ботинками с нескользящей подошвой. Каждый работник на высоте, должен иметь страховочный пояс, связав его с надежно и прочно с элементами зданий или конструкций.

Корпус инструмента, который работает под напряжением питания свыше 40 В должен быть изолированный с высокой надежностью. Все вспомогательное электрическое оборудование для электрических инструментов (преобразователи частоты, трансформаторы малой мощности) должно также быть заземлены. При работе с электрическим инструментом, используются для личной защиты от поражения электрическим током.

При установке внутренних проводников, контролирует надежное соединение в любом месте в соединений. Установка внешней трубы во время грозы и ветра выше точки 6 м, не допускается. Нельзя поместить трубы одновременно на нескольких этажах или вертикально. При необходимости эти операции выполняются, только если внешние стропила обеспечивают безопасность работников на нижних этажах.

Работник должны использовать только один инструмент, который хранится в специальном переносном ящике. Инструменты, материалы, рабочая одежда и другие предметы не разрешается оставаться в пределах или за пределами собранном участка трубопровода, даже на короткое время.

Работы вблизи линии передачи электроэнергии производиться только по допуску под непосредственным наблюдением главного производителя работ. Для того, чтобы избежать поражения человека электрическим током, необходимо строго соблюдать все стандарты, от крайней точки стрелы кранов от кабелей высокого напряжения.

Работа в колодце, камере и тоннели выполняется из по крайней мере двумя работниками, один из которых будет оставаться выше, прежде, чем спустится в колодец, камеру и тоннель, необходимо, проверить, что они не содержат вредных газов.

Для определения трудоёмкости земляных, строительных и монтажных работ определяется объём строительно-монтажных работ, результат заносится в таблицу 5.3.

Таблица 5.3 – Ведомость объемов строительно-монтажных работ

| № | Производимые работы | Ед. изм. | Кол-во |
|----------|---------------------------------|-------------------|---------------|
| 1 | Отрывка траншей экскаватором | 100м ³ | 69,44 |
| 2 | Отрывка котлованов экскаватором | 100м ³ | 0,419 |
| 3 | Устройство песчаного основания | м ³ | 514,2 |
| 4 | Монтаж ж/б лотков каналов | м | 1827 |
| 5 | Устройство тепловых камер | шт | 11 |
| 6 | Сборка труб в секции на бровке | м | 3654 |
| 7 | Монтаж неподвижных опор | стык | 422 |
| 8 | Монтаж подвижных опор | шт | 30 |

| № | Производимые работы | Ед. изм. | Кол-во |
|----|--|--------------------|--------|
| 9 | Укладка секций труб в каналы | шт | 225 |
| 10 | Установка арматуры (задвижек, кранов) | м | 3654 |
| 11 | Монтаж фасонных частей отводы | шт | 44 |
| 12 | тройники | шт | 66 |
| | переходы | шт | 44 |
| | Монтаж компенсаторов | шт | 12 |
| 13 | Неповоротная сварка труб в канале | шт | 30 |
| 14 | Первичное испытание труб на | стык | 124 |
| 15 | прочность и плотность | м | 3654 |
| | Гидроизоляция сварных стыков | | |
| 16 | Тепловая изоляция трубопроводов | стык | 546 |
| 17 | Укладка плит перекрытий каналов | м | 3654 |
| 18 | камер | м | 1827 |
| | Устройство гидроизоляции перекрытий | шт | 11 |
| 19 | каналов, камер | | |
| | Устройство защитного слоя по гидроизоляции | 100м ² | 26,3 |
| 20 | каналов, камер | | |
| | Окончательное испытание труб, | 100м ² | 92,15 |
| 21 | промывка и хлорирование | м | 3654 |
| | Обратная засыпка траншей и котлованов | | |
| 22 | бульдозером | 100м ³ | 59,1 |
| | Планировка площадей бульдозером | | |
| 23 | Отрывка траншей экскаватором | 1000м ² | 13,25 |

Определение трудоёмкости строительных и монтажных работ

1. Монтаж подземного теплового ввода –канальная прокладка, двухтрубная теплосеть, сталь в ППУ-изоляции протяженностью 1827 п.м. с системой ОДК и узлом внекамерной врезки. Все работы на внутренней территории Заказчика. Сдача работ Заказчику и Теплоснабжающей организации.

2. Монтаж теплофикационной камеры 3х3 м. на действующей тепловой сети 2х219, сталь в ППУ-изоляции, ОДК, канальная прокладка с устройством «временки». Выполнение работ в отопительный период.

Монтаж теплового ввода 2хД108, 35 п.м. трассы, бесканальная прокладка, сталь в ППУ. ОДК. Сдача работ Заказчику и Теплоснабжающей организации. Открытие и закрытие ордера. Восстановление благоустройства – асфальт - 90 кв.м., газон – 50 кв.м., плитка – 20 п.м.

3. Монтаж камеры 2,5х2,5 с тепломеханической частью.

4. Монтаж теплосети 2хД89, 30 п.м., подземная бесканальная прокладка. Обратная засыпка местным грунтом. Сдача работ Теплоснабжающей организации.

6 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

6.1 Технологическая характеристика объекта

Таблица 6.1 – Техпаспорт объекта строительства

| Процесс возведения объекта строительства | Виды операция и выполняемых работ | Специализация работника | Применимое устройство монтажа | Вещества, употребляемые монтажником |
|--|--|---|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Монтаж подземной теплосети | Монтаж ж/б конструкций для последующего монтажа трубопровода | Монтажник металлоконструкций Монтажник ж/б конструкций | Бетономешалка, уплотнитель бетона | Железобетон |

Таблица 6.2 – Меры уменьшения действия опасностей

| Источник Производственной опасности | Меры уменьшения действия опасностей | Применяемые работниками средства индивидуальной защиты |
|--|---|---|
| Автомобильная техника, вибрационные установки, | Исполнение техники безопасной работы и охраны труда | Костюм защитный; очки защитные; каска строительная; перчатки с полимерным покрытием, ботинки кожаные с жестким подмостком |
| Шум на производстве | Технические средства, мероприятия по устранению шума | |
| Опасность обсыпки края земли | Уплотнение обсыпки края земли | |
| Напряжённая работа | Исполнение требований по соблюдению технических перерывов | |

Таблица 6.3 – Классификация профессионального риска

| Процесс возведения объекта строительства | Производственная опасность | Источник Производственной опасности |
|--|--------------------------------|--|
| Монтаж подземной теплосети | Объекты, приводимые в движение | Автомобильная техника, вибрационные установки, |
| | Шум на производстве | |
| | Напряжённая работа | Неадекватные начальники |

6.2 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Чтобы полностью убрать продукты горения из помещений после пожара, необходимо специальное оборудование и профессиональные средства. Пожары на строительных объектах возникают по разным причинам — неосторожное обращение с огнем, курение в неположенных местах, несоблюдение требований пожарной безопасности при проведении строительно-монтажных и электросварочных работ. Улучшение противопожарных мероприятий в быту и на предприятии позволят снизить риск возникновения пожара. Ликвидацию последствий следует доверять опытным мастерам клининговой компании.

Что становится причиной пожара на стройке и дома

Природные, техногенные, социальные факторы — причины возникновения пожара на производстве или в быту. Самовозгорание легковоспламеняющейся ветоши, пропитанной огнеопасными составами происходит от прямого воздействия солнечных лучей, при неправильной утилизации отходов, от искры при проведении сварочных работ. Огонь может появиться при несоблюдении безопасности на работе, неисправном или изношенном оборудовании, неграмотном монтаже газовых, электрических, отопительных приборов.

Пожар возникает в результате следующих факторов:

источник открытого огня — горелка, костер;

компоненты, помогающие образованию огня — тепло, кислород;

безответственность, халатность со стороны работников.

Промышленные и строительные объекты входят в зону риска. Причиной пожара становятся нарушение норм техники безопасности и неправильные действия при наличии открытого огня. Велика вероятность возникновения чрезвычайной ситуации при повреждении электропроводки, проведении сварочных работ, аварийной утечки взрывоопасных веществ.

Захламленность рабочих участков, неправильное складирование огнеопасных материалов в местах, не оборудованных средствами пожаротушения. Важное значение для предотвращения случаев возгорания играет строгое соблюдение норм пожарной безопасности со стороны сотрудников строительных организаций и предприятий. Контроль за соблюдением методов профилактики осуществляется сотрудниками специальных отделов, имеющих на каждом предприятии.

Защитные мероприятия

С целью профилактики на строительных площадках и производственных помещениях должно проводиться регулярное удаление огнеопасных отходов: стружки, опилок, замасленной ветоши. Доступ пожарных машин и спецтехники должен обеспечиваться к любому месту на площадке. Сети водоснабжения должны быть в исправном состоянии, доступными для водозабора с целью огнетушения.

Оборудование для борьбы с пожаром, включая огнетушители, ведра, багры, ящики с песком, лопаты, топоры, должны размещаться в специальных местах и находиться в исправном состоянии. Монтаж отопительных приборов, разведение огня, курение допускается в строго отведенных местах.

Сварочные работы относятся к числу наиболее пожароопасных. Грамотная организация рабочего места сварщика позволит предупредить пожар от раскаленных остатков электродов, искр, электрической дуги. Тушение огнеопасных веществ проводится различными средствами. Горящий керосин, бензин, нефть, масло накрывают брезентом, засыпают песком, дерево — заливают водой. При помощи углекислотных и пенных огнетушителей проводится ликвидация начального очага и небольшого количества горючих материалов.

Сотрудники пожарной охраны предприятий или строительной площадки контролируют выполнение сотрудниками правил ПБ. Для своевременного принятия мер и эвакуации людей в безопасное место при

возникновении пожара предусмотрен сигнал уведомления, подаваемый колоколом, электрической сигнализацией, по телефонной связи.

Устранение последствий пожара

Уборка результатов воздействия огня в помещении проводится с помощью эффективной технологии «мягкий бластинг». Вариант чистки помогает быстро избавиться от последствий открытого огня, устранения сажи, запаха гари. Поверхности очищаются с применением специальных чистящих реагентов, которые подаются под высоким давлением. Универсальность метода заключается в доступности и мобильности. Он подходит для обработки любых поверхностей: кирпичной кладки, бетонных и деревянных стен, металла. Въевшаяся копоть без труда удаляется с керамики, стекла.

Таблица 6.4 – Классификация опасных факторов при пожаре

| Материалы, Оборудование | Класс пожара | Огнеопасные факторы | второстепенные факторы при пожаре |
|--|--------------|--|---|
| Электроинструмент, сварочное оборудование, автоспецтехника | D | Негативные термохимические воздействия, Повышенная температура, Продукты сгорания. | В случае взрыва, возможен разлёт осколков |

Таблица 6.5 – Меры по обеспечению пожарной безопасности

| Первичные средства пожаротушения | Мобильные средства пожаротушения | Пожарное оборудование | СИЗ, применяемый для людей | Пожарный инструментари | Телефоны |
|----------------------------------|--|------------------------------|----------------------------|---|---------------------|
| Огнетушитель, песок, вода | Пожарные автомобили, механическая лопата | Огнетушитель, пожарные краны | Перчатки, куртки. | Лом, топор, ведро, клещи, лопата, багор | 01, 112 Сотовый. |

Вывод: Состав работ по обследованию сетей, систем, сооружений определяется конкретными условиями и может включать в себя: визуальное обследование, обмеры, инструментальное обследование, телеметрию, испытания, комплексное опробование и иные виды работ. В состав отчета по результатам выполненных работ входят разделы «Выводы»,

«Заключение», «Рекомендации». Приложения содержат фотографии с комментариями, таблицы, отчеты по телеметрическому и иным специальным видам исследований. Правильно выполненный отчет представляет собой самостоятельную ценность. На его основе специалисты могут составить представление о стоимости и продолжительности последующих этапов работ – проектирование, монтаж, пусконаладка. При наличии нескольких вариантов решения конечной задачи готовится Технико-экономическое обоснование (ТЭО) вариантов. Такого рода предпроектные работы позволяют выбрать оптимальное техническое решение и сберечь средства Заказчика.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проектирования системы теплоснабжения Железнодорожного района города Подольска разработаны наружные тепловые сети, проведён гидравлический расчёт, на основании которого, построены пьезометрический график, продольный профиль, рассчитан КПД тепловой изоляции, на основании чего приняты технические решения по эффективному использованию энергетических ресурсов в системах энергоснабжения.

Рассмотрены меры по безопасности при проектных решениях, а также вопросы по защите окружающей среды.

Приведены технико-экономические показатели проектного варианта, который повышает эффективность использования энергетических ресурсов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 124.13330.2012 Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003. Тепловые сети / Госстрой СССР-М: ЦНТП, 2013.
2. СП 131.13330.2011 Актуализированная редакция СНиП 23.01-99*. Строительная климатология / М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2012.
3. СП 61.13330.2012 Актуализированная редакция СНиП 41-03-2003. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов / Госстрой России. - М.: ГУП ЦПП, 2013.
4. СП 77.13330.2011 Актуализированная редакция СНиП 3.05.07-85 Системы автоматизации / Госстрой России. - М.: ГУП ЦПП, 2012.
5. ГОСТ 21605-82 Система проектной документации для строительства (СПДС). Сети тепловые (тепломеханическая часть). Рабочие чертежи (с Изменением № 1). МНТКС – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 1997.
6. Справочник проектировщика. Проектирование тепловых сетей // Под ред. А.А.Николаева - М: Стройиздат, 1985. - 359 с.
7. Справочник по наладке и эксплуатации водяных тепловых сетей // Под ред. Манюка В.И., Каплинского Я.И - М.: Стройиздат, 1982. - 215 с.
8. Справочник монтажника сетей теплогазоснабжения // Под ред. Мельниковова О.Н., Ежова В.Т. 2-е изд. - Л.: Стройиздат, 1980. -208с.
9. Водяные тепловые сети: Справочное пособие по проектированию. / Под ред. Н.К.Громова, Е.П.Шубина. - М.: Энергоатомиздат, 1988. -315с.
- 10.Ионин А.А. и др. Теплоснабжение. - М.: Стройиздат, 1982. - 336 с.
- 11.Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети.- М.: Энергоиздат, 1982. - 360 с.
- 12.Козин В.Е. Теплоснабжение. Уч.пособие. - М.: Высшая школа, 1980. - 408 с.
- 13.Зингер Н.М. Гидравлические и тепловые режимы теплофикационных сетей. - М.: Энергоатомиздат, 1986, - 319 с.

14. Мухин О.А. Автоматизация систем теплогазоснабжения: Учебное пособие для вузов. - М.: Высшая школа, 1986.-304 с.
15. Автоматика и автоматизация систем теплогазоснабжения и вентиляции: Учебник для вузов / Калмаков А. А., Кувшинов Ю. Я., Романова С. С., Щелкунов С. А.; Под ред. Богословского В. Н.–Москва: Стройиздат, 1986.-479 с.
16. Пырков В. В. Современные тепловые пункты. Автоматика и регулирование.– К.: П ДП «Такі справи», 2007.– 252 с.
17. Андреев С.В., Ефимова О.С. Охрана труда. - М.:Альфа-Пресс, 2003.-288с.
18. Пчелинцев В.А. Охрана труда в строительстве. - М.: Высшая школа., 1991.- 272с.
19. Белецкий Б.Ф. Технология прокладки трубопроводов и коллекторов различного назначения. - М.: Стройиздат, 1992.-336 с.
20. Организация работ по монтажу систем вентиляции: Методические указания/Сост. Маслова Н.В.- Тольятти: ТолПИ, 1995.
21. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник Е1. Земляные работы Выпуск 1 Механизированные и ручные земляные работы / Госстрой России. - М.: ГУП ЦПП, 2013.
22. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник Е2. Сооружение систем теплоснабжения, водоснабжения, газоснабжения и канализации. Наружные сети и сооружения / Госстрой России. - М.: ГУП ЦПП, 2013.
23. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник Е22. Сварочные работы. Выпуск 1 Конструкции зданий и промышленных сооружений / Госстрой России. - М.: ГУП ЦПП, 2013.
24. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник Е9. Сооружение систем теплоснабжения,

- водоснабжения, газоснабжения и канализации Выпуск 1 Санитарно-техническое оборудование зданий и сооружений. / Госстрой России. - М.: ГУП ЦПП, 2013.
25. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник Е11. изоляционные работы / Госстрой России. - М.: ГУП ЦПП, 2013.
26. Федеральный Закон №190 «О теплоснабжении» от 27.07.2010 г.
27. Постановление Правительства РФ № 154 «О требованиях к схемам теплоснабжения, порядку их разработки и утверждения» от 22.02.2012 г.
28. Методика определения потребности в топливе, электрической энергии и воде при производстве и передаче тепловой энергии и теплоносителей в системах коммунального теплоснабжения МДК 4-05.2004.
29. Инструкция по организации в Минэнерго России работы по расчету и обоснованию нормативов технологических потерь при передаче тепловой энергии, утвержденной приказом Минэнерго России 30.12.2008 г. № 235
30. Нормы проектирования тепловой изоляции для трубопроводов и оборудования электростанций и тепловых сетей. – М.: Государственное энергетическое издательство, 2009.