

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

(наименование института полностью)

Центр «Центр инженерного оборудования»

(наименование)

08.03.01 Строительство

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Теплогазоснабжение и вентиляция

(направленность (профиль)/ специализации)

## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему г. Тольятти. Учебно-производственные мастерские ТГУ. Отопление

Обучающийся

Д.М. Карданова

(инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Старший преподаватель, В.А. Писарев

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти, 2023

## Аннотация

В дипломном проекте была спроектирована система отопления учебно-производственных мастерских ТГУ расположенного в центральном районе г. Тольятти, по адресу: Белорусская, 14В.

Проектом предусматривается присоединение к тепловым сетям систем отопления, вентиляции и приготовления горячей воды для бытовых нужд здания учебно-производственных мастерских ТГУ и обеспечение заданного температурного графика в системах отопления в зависимости от температуры наружного воздуха и учета потребляемой тепловой энергии.

Отопление в здании учебно-производственных мастерских осуществляется системой водяного отопления. Теплоноситель системы отопления - вода с расчетным перепадом температур 80-60 °С. Для компенсации теплотерь в холодный период запроектированы четыре контура системы двухтрубного отопления с тупиковым движением теплоносителя. В качестве отопительных приборов приняты регистры из гладких труб и радиаторы алюминиевые стенового исполнения, фирмы «Русский Радиатор». Подобрано оборудование ИТП.

## Содержание

Введение.....	4
1 Исходные данные для проектирования .....	5
1.1 Расчетные параметры наружного климата района строительства.....	5
1.2 Расчетные параметры внутреннего микроклимата помещений.....	5
1.3 Архитектурно-строительная характеристика здания .....	6
1.4 Источники теплоснабжения .....	7
2 Теплотехнический расчет ограждений .....	8
2.1 Наружная стена.....	8
2.2 Кровля.....	9
2.3 Окна и двери .....	10
2.4 Стена внутренняя .....	11
2.5 Пол .....	12
2.6 Расчет основных потерь тепла .....	13
2.3 Расчет тепла на нагревание инфильтрующего воздуха.....	14
2.4 Расчет теплопоступлений .....	16
3 Конструирование системы отопления .....	27
3.1 Выбор схемы системы отопления и ее обоснование .....	27
3.2 Гидравлический расчет системы отопления .....	30
3.3 Тепловой расчет отопительных приборов .....	57
3.4 Подбор оборудования .....	62
4 Автоматизация ИТП .....	66
4.1 Цели и задачи автоматизации .....	66
4.2 Описание применяемой системы.....	67
Список используемой литературы и список используемых источников.....	69
Приложение А Паспорт на алюминиевый секционный, литой радиатор отопления .....	74
Приложение Б Паспорт на алюминиевый секционный, литой радиатор отопления .....	76

## Введение

Основное назначение систем отопления состоит в обеспечении заданных условий микроклимата в помещениях зданий в холодный период года.

Поддержание определенных параметров среды в течение года важно в целях обеспечения долговечности строительных конструкций и сохранения здоровья персонала.

«Факторы, влияющие на микроклимат, можно разделить на две группы: нерегулируемые (комплекс климатообразующих факторов данной местности) и регулируемые (особенности и качество строительства зданий и сооружений, интенсивность теплового излучения от нагревательных приборов, кратность воздухообмена, количество людей в помещении и др.)» [11].

Важнейшими способами нормализации микроклимата в производственных помещениях и в зонах рабочих мест являются: кондиционирование, отопление и вентиляция воздуха помещений.

«Отоплению подлежат здания, сооружения и помещения любого назначения с постоянным или длительным (более 2 ч) пребыванием людей в них во время проведения основных и ремонтно-восстановительных работ» [34, 36].

В «связи с тенденцией роста цен на энергоноситель остро встает вопрос о применении новых энергосберегающих технологий и экономии топлива.

Необходимость разработки данного проекта появилась в связи с строительством мех мастерских ТГУ в сочетании с ужесточением технико-экономических требований к теплопередаче ограждающих конструкций.

Основная цель проекта заключается в проектировании систем отопления учебно-производственных мастерских ТГУ в соответствии всем современным нормам и требованиям.

Для реализации поставленной цели следует спроектировать и произвести расчет систем отопления» [25].

## 1 Исходные данные для проектирования

### 1.1 Расчетные параметры наружного климата района строительства

«Принимаются в соответствии со СП 131.13330.

Расчетная географическая широта: 52°с.ш.

Продолжительность отопительного периода: 196 сут.

Средняя температура за отопительный период: -4,7 °С

Температура холодной пятидневки: -27°С

Зона влажности: сухая.

Скорость ветра 2,9 м/с» [20, 22].

### 1.2 Расчетные параметры внутреннего микроклимата помещений

Параметры воздуха внутри помещения определяются согласно ГОСТ 30494 [3] и др. нормативной литературе, приведены в таблице 1 [1, 21].

Таблица 1 – Параметры внутреннего воздуха

Наименование помещения	Температура воздуха, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Водомерный узел, насосная	12	55	0,2
Комната инструктажа	18	55	0,2
Лестничная клетка 1	16	55	0,2
Тамбур и вестибюль	16	55	0,2
Пост охраны	18	55	0,2
Склад вспомогательных материалов	18	55	0,2
Кладовая полимеров	18	55	0,2
Инструментальная кладовая	18	55	0,2
Стоянка погрузчика	17	нн	0,2
Компрессорная	15	55	0,2
ЛК2	16	нн	0,2
Участок контрольных измерений	18	55	0,2

## Продолжение таблицы 1

Участок лазерных технологий	18	55	0,2
Тепловой узел	12	нн	0,2
Коридор	16	нн	0,2
Электрощитовая	5	нн	0,2
Учебно-производственная зона	18	55	0,2
Санузлы	16	60	0,2
Венткамера (приточная)	16	55	0,2
Венткамера (вытяжная)	16	55	0,2
Кладовая	18	нн	0,2
Коридор	16	нн	0,2
ЛК2	16	нн	0,2
Комната лабораторного инвентаря	18	55	0,2
Учебная аудитория	18	55	0,2
Гардероб	18	нн	0,2
Душевая	25	65	0,2
Гардероб при душевых	23	60	0,2
Участок 3D печати	18	55	0,2
Литейный участок	18	55	0,2
Операторская	17	55	0,2
Комната отдыха	20	55	0,2
Офисные помещения	18	55	0,2
Приемная	18	55	0,2
Кабинет директора	18	55	0,2
Служебное помещение	18	нн	0,2
Участок промэлектроники	18	55	0,2
Зал совещаний	18	55	0,2

### 1.3 Архитектурно-строительная характеристика здания

В проекте рассмотрен объект – Учебно-производственные мастерские (УПМ) ТГУ.

Здание УПМ отапливаемое, двухэтажное без подвала. Состав помещений, их площадь и функциональная взаимосвязь определена технологической необходимостью. За условную отметку 0.000 принята отметка чистого пола первого этажа.

На первом этаже предусмотрены помещения учебно-производственной зоны (участки) в два света, тамбур, вестибюль, складские помещения, служебные помещения, бытовые помещения, стоянка погрузчика. Высота первого этажа переменная 3,000 м, 7,500м.

На отметке +3,000 имеется промежуточный этаж для наблюдения за производственными процессами, происходящими в учебно-производственной зоне на первом этаже.

Высота промежуточного этажа 4,500м. На промежуточном этаже предусмотрены помещения гардеробов, складские помещения, служебные помещения, бытовые помещения.

На втором этаже предусмотрены помещения учебных аудиторий, помещения учебно-производственной зоны (участки), офисные помещения, складские помещения, служебные помещения, бытовые помещения. Более подробная экспликация помещений с наименованием, площадью. Высота второго этажа 3,700м.

Здание в плане имеет прямоугольную форму размерами 62,40×30,00 м. Высота переменная 7,890 м (до парапета первого этажа), 12,450 м (до парапета второго этажа), 14,950 м (до кровли лифтовой шахты), 15,190 м (до парапета лестничной клетки). Отметка площадок перед входами в УПМ выше отметки земли на 0,15 м.

Ориентация главного фасада север.

Конструкции наружных ограждений приведены в разделе теплотехнического расчета.

#### **1.4 Источники теплоснабжения**

Источником теплоснабжения является: тепловые сети, проложенные до помещения теплового пункта здания учебно-производственных мастерских ТГУ. Присоединения осуществляется через ИТП, расположенное в здании мастерских на отметке 0.000 в осях Д-Е/9-10: Температура теплоносителя – 95–70°C. Температурный график систем отопления – 80–60°C. Горячее водоснабжение – 65°C.

Выводы по разделу 1

Выполнен анализ исходных данных. По нормативной литературе определены расчетные параметры наружного климата района строительства и параметры воздуха внутри каждого помещения. Проведена оценка архитектурно-планировочных решений здания и технологических процессов. Получены данные по источнику теплоснабжения и температурный график для систем отопления здания учебно-производственных мастерских ТГУ.

## 2 Теплотехнический расчет ограждений

«Теплотехнический расчет выполняется на основании СП [23]. Требуемое сопротивление теплопередачи  $R_{отр}$  дверей и ворот должно быть не менее  $0,6 R_{отр}$  стен зданий и сооружений, определяемого по формуле (2.1) [23] при расчетной зимней температуре наружного воздуха, равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью  $0,92$ » [13, 16].

Градусо–сутки отопительного периода (ГСОП) следует определять по формуле:

$$\text{ГСОП} = (t_{в} - t_{от.п.}) \cdot z_{от.п.}, \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{сут.} \quad (1)$$

$$\text{ГСОП} = (18 - (-4,7)) \cdot 196 = 4449,2^\circ\text{C} \cdot \text{сут.}$$

«Нормируемые значения сопротивления теплопередачи:

стен –  $R_{ст} = 2,53 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$  (с учетом  $r R_{ст} = 2,735 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ )

$t_{в}$  ,  $z_{от.п.}$  – средняя температура и продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной  $8^\circ\text{C}$  по СП» [1].

### 2.1 Расчет теплотехнических характеристик наружной стены

Наружные стены выполнены многослойной конструкцией рисунок 1.



Рисунок 1 – Состав конструкции наружной стены



Несущий слой из керамического полнотелого кирпича пластического формования марки КР 250x120x65 ГОСТ 530-2012 на цементно-песчаном растворе М100 толщиной  $b=380$  мм теплопроводность.  $\lambda = 0,7$  Вт/м<sup>°С</sup> с утеплением снаружи базальтовыми плитами «ISOVER Вентфасад Оптима» по ГОСТ 30244-94 толщиной  $b=120$  мм  $\lambda = 0,052$  Вт/м<sup>°С</sup> с устройством навесной вентилируемой фасадной системой с облицовкой керамогранитными плитами 600x600мм с коэффициентом неоднородности  $r = 0,925$ . С внутренней стороны стены на нанесена цементно-песчаная штукатурка  $b=20$  мм  $\lambda = 0,76$  Вт/м<sup>°С</sup> [12, 26]:

$$R_o^{mp} = 2,735, \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт},$$

Определим сопротивление стены:

$$R_o^{np} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{0,38}{0,7} + \frac{0,12}{0,052} + \frac{1}{23} = 3,9705 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт},$$

Полученное  $R_o^{np}$  удовлетворяет условию, что  $R_o^{mp} \leq R_o^{np}$

$$k = \frac{1}{3,9705} = 0,252 \text{ (Вт} / \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C)}.$$

## 2.2 Расчет теплотехнических характеристик кровли

Кровля является многослойной конструкцией рисунок 2.

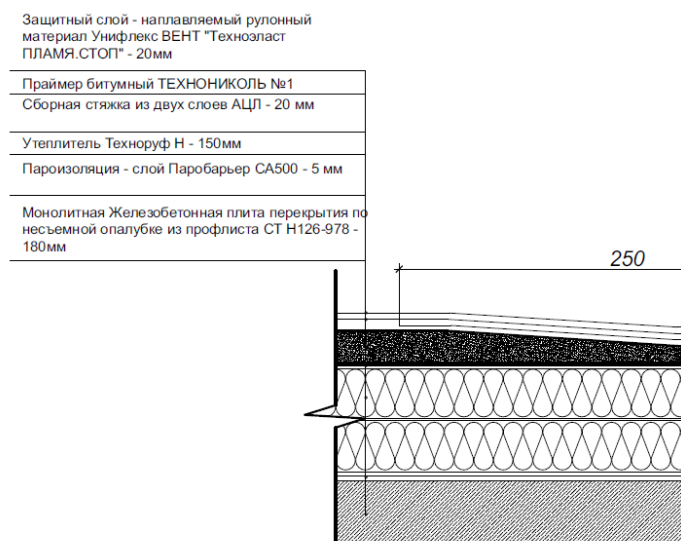


Рисунок 2 – Состав конструкции кровли

Кровля – плоская, с внутренним водостоком, неэксплуатируемая. Несущее основание кровли монолитная железобетонная плита по несъёмной опалубке из профлиста СТ Н126-978 толщиной 180мм и  $\lambda = 1,92$  Вт/м<sup>°С</sup> над всем зданием и ж/б плиты перекрытия над лестничными клетками. В качестве кровельного материала предусмотрен наплавливаемый рулонный материал Унифлекс ВЕНТ «Техноэласт ПЛАМЯ СТОП». Утепление кровли из негорючих гидрофобизированных тепло-, звукоизоляционных плиты из минеральной ваты на основе горных пород базальтовой группы Технориф Н, толщиной 150мм  $\lambda = 0,049$  Вт/м<sup>°С</sup>.

$$R_o^{mp} = 3,379, \text{ м}^2 \text{ C} / \text{ Вт},$$

Определим сопротивление кровли :

$$R_o^{np} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,18}{1,92} + \frac{0,05}{0,23} + \frac{0,15}{0,049} + \frac{0,02}{0,47} + \frac{0,02}{0,17} + \frac{1}{23} = 4,005 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{ Вт},$$

Полученное  $R_o^{np}$  удовлетворяет условию, что  $R_o^{mp} \leq R_o^{np}$

$$k = \frac{1}{4,005} = 0,249 \text{ (Вт} / \text{ м}^2 \text{°C)}.$$

### 2.3 Расчет теплотехнических характеристик окна и двери

Проектом приняты внутренние, наружные и специальные двери по ГОСТ. Наружные двери в системе витража, с противоударным остеклением. На путях движения МГН двери дополнительно оборудуются противоударной полосой в нижней части полотен.

«Определение термического сопротивления теплопередачи входной двери Приведенное сопротивление теплопередаче,  $R_0, \text{ м}^2 \text{ C} / \text{ Вт}$ , для наружных дверей (кроме балконных) согласно [5] пункт 5.7, должно быть не менее  $0,6 \cdot R_o^{mp}, \text{ м}^2 \text{ C} / \text{ Вт}$ , для стен зданий, определяемого при расчете» [27].

«Принимаем фактическое общее сопротивление теплопередаче наружных дверей  $R_{o.дв.}^{\phi} = R_0^{mp}$  тогда фактическое общее сопротивление теплопередаче дверей  $R_{o.дв.}^{\phi}$  определяется из выражения» [24]:

$$R_{o.дв.}^{\phi} = 0,6 \cdot \frac{n \cdot (t_g - t_{x5})}{\Delta t^n \cdot \alpha_g}; \quad (2)$$

$$R_o^{mp} = 0,6 \cdot \frac{1 \cdot (18 - (-27))}{4,0 \cdot 8,7} = 0,7 \text{ м}^2 \text{С / Вт}$$

$$k = \frac{1}{0,7} = 1,538 \text{ (Вт / м}^2 \text{С)}$$

Заполнение наружных оконных проемов предусматривается окнами из ПВХ-профилей по ГОСТ 30674-99 с двухкамерным стеклопакетом согласно паспорту  $R_o=0,65 \text{ м}^2 \text{С/Вт}$ . Окна внутри здания на промежуточном этаже противопожарные глухие EI30. Окна внутренние в учебных аудиториях из ПВХ-профилей по ГОСТ 30674-99 с однокамерным стеклопакетом [4].

$R_{тр o} = 0,534 \text{ м}^2 \text{С/Вт}$  (факт.  $R_o = 0,65 \text{ м}^2 \text{С /Вт}$ );

Полученное  $R_o^{np}$  удовлетворяет условию, что  $R_o^{mp} \leq R_o^{np}$ .

$$k = \frac{1}{0,65} = 1,538 \text{ (Вт / м}^2 \text{С)}.$$

## 2.4 Расчет теплотехнических характеристик внутренней стены

Внутренние стены, стены вентшахты ВШ1 и шахты лифта выполнены из керамического полнотелого кирпича пластического формования КР-р-по 250x120x65 1НФ/150/2,0/50/ГОСТ 530-2012 на растворе марки М100 толщиной  $b=380\text{мм}$  и  $b=250\text{мм}$ . Кладку армировать сеткой из Ф5 Вр500 с ячейкой 50x50 в каждом 8 ряду.

Определим сопротивление внутренних стен  $b=380\text{мм}$ :

$$R_o^{np} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,38}{0,7} + \frac{1}{8,7} = 0,773 \text{ м}^2 \cdot \text{С/Вт},$$

$$k = \frac{1}{0,773} = 1,294 \text{ (Вт / м}^2\text{·}^\circ\text{С)}$$

и  $b=250$ мм:

$$R_o^{np} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,25}{0,7} + \frac{1}{8,7} = 0,587 \text{ м}^2\text{·}^\circ\text{С/Вт},$$

$$k = \frac{1}{0,587} = 1,704 \text{ (Вт / м}^2\text{·}^\circ\text{С)}$$

## 2.5 Расчет теплотехнических характеристик пола

«Сопrotивление теплопередачи для полов, расположенных на грунте, определяем по зонам, как для утепленного пола» [27].

Полы во всем здании УПМ принимаются – полимерные наливные полы из бетона марки 300 по монолитному железобетонному фундаментному ростверку 500 мм.

Принимаем  $R_0$  равным:

- для 1 зоны –  $2,1 \text{ м}^2\text{·}^\circ\text{С/Вт}$ ;
- для 2 зоны –  $4,3 \text{ м}^2\text{·}^\circ\text{С/Вт}$ ;
- для 3 зоны –  $8,6 \text{ м}^2\text{·}^\circ\text{С/Вт}$ ;
- для 4 зоны –  $14,2 \text{ м}^2\text{·}^\circ\text{С/Вт}$ .

«Устройство полов производить согласно требований "Полы. Технические требования и правила проектирования, устройства, приемки, эксплуатации и ремонта" (в развитие СНиП 2.03.13-88 "Полы" и СНиП 3.04.01-87 "Изоляционные и отделочные покрытия"). Наружные стены возводят на фундаментные балки и могут образоваться "мостики холода", поэтому согласно СНиП 2.03.13-88 "Полы" [5] устраивается тепловая изоляция по периметру наружных стен внутри помещения из Пеноплэкс» [23].

## 2.6 Расчет основных потерь тепла

Расчет ведется по методике [6].

Основные и добавочные потери теплоты следует определять суммируя потери теплоты через отдельные ограждающие конструкции  $Q$ , Вт с округлением до 10 Вт по формуле:

$$Q = A \cdot (t_e - t_n) \cdot (1 + \Sigma\beta) \cdot n/R, \quad (3)$$

где  $R$  – сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции,  $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$ ;

$A$  – расчетная площадь ограждающей конструкции,  $\text{м}^2$ ;

$t_e$  – расчетная температура воздуха в помещении,  $\text{°C}$ , с учетом повышения ее в зависимости от высоты для помещений высотой более 4 м;

$t_n$  – расчетная температура наружного воздуха для холодного периода года;

$n$  – коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху по [7];

$\beta$  – добавочные потери теплоты в долях от основных потерь.

Добавочные теплотопотери через ограждающие конструкции следует принимать в долях от основных потерь:

а) в помещениях любого назначения через наружные вертикальные и наклонные стены, двери, окна, обращенные на север, восток, северо-восток и северо-запад в размере 0,1; на юго-восток и запад – 0,05; в угловых помещениях дополнительно по 0,05 на каждую стену, дверь и окно.

г) через наружные двери, не оборудованные воздушными или воздушно-тепловыми завесами при высоте зданий  $H$ , м, от средней планировочной отметки земли до верха карниза, центра вытяжных отверстий фонаря или устья

шахты в размере: 0,22Н – для одинарных дверей; 0,27Н – для двойных дверей с тамбурами между ними.

## 2.7 Расчет тепла на нагревание инфильтрующего воздуха

Расчет делается согласно методике [8].

Расход теплоты на нагревание инфильтрующего воздуха следует определять по формуле:

$$Q_{инф} = 0,28 \cdot \Sigma G_i \cdot c \cdot (t_в - t_n) \cdot k , \quad (4)$$

где  $G_i$  – расход инфильтрующегося воздуха, кг/ч, через ограждающие конструкции помещения;

$c$  – удельная теплоемкость воздуха, равная 1,005 кДж/кг<sup>°</sup>С;

$t_в, t_n$  – расчетные температуры воздуха соответственно в помещении и наружного воздуха в холодный период года;

$k$  – коэффициент учета влияния встречного теплового потока в конструкциях, равный 0,85.

Расход инфильтрующего воздуха, кг/ч, в помещении через неплотности наружных ограждений следует определять по формуле:

$$G_i = 0,216 \cdot \Sigma A_l \cdot \Delta p_i^{0,67} / R_H , \quad (5)$$

где  $A_l$  – площадь, м<sup>2</sup>, наружных ограждающих световых проемов (окон, балконных дверей, фонарей) и других ограждений;

$\Delta p_i, \Delta p_l$  – расчетная разность между давлениями на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций соответственно на расчетном этаже при  $\Delta p_l = 10 \text{ Па}$ ;

$R_H$  – сопротивление воздухопроницанию, м<sup>2</sup>ч·Па / кг;

$G_H$  – нормативная воздухопроницаемость наружных ограждающих конструкций, кг/(м<sup>2</sup>·ч).

Расчетная разность давлений определяется по формуле:

$$\Delta p_i = (H - h_i) \cdot (\gamma_n - \gamma_v) + 0,5 \cdot \rho_n \cdot v^2 \cdot (c_n - c_v) \cdot k_l, \quad (6)$$

где  $H$  – высота здания, м, от уровня средней планировочной отметки земли до верха карниза;

$h_i$  – расчетная высота, м, от уровня земли до верха окон, балконных дверей, ворот и проемов;

$\gamma_n, \gamma_v$  – удельный вес, Н/м, соответственно наружного воздуха и воздуха в помещении, определяемый по формуле:

$$\gamma = 3463 / (t + 273), \quad (7)$$

$$\gamma_v = 3463 / (18 + 273) = 11,9 \text{ Н/м.}$$

$$\gamma_n = 3463 / (273 - 30) = 14,25 \text{ Н/м.}$$

$\rho_n$  – плотность наружного воздуха определяется по формуле:

$$\rho_n = 353 / (273 - t_n), \quad (8)$$

$$\rho_n = 353 / (273 - 30) = 1,453 \text{ кг/м}^3$$

$v$  – скорость ветра, м/с, принимаемая по [1];

$c_n, c_v$  – аэродинамические коэффициенты соответственно для наветренной и подветренной поверхностей ограждений здания и равны соответственно 0,8 и – 0,6

$k_l$  – коэффициент учета изменения скоростного давления ветра в зависимости от высоты здания принимаемый по СНиП 2.01.07-85 [9].

1 этаж:

$$\Delta p_{\text{инф}}^1 = (7,1 - 2,35) \cdot (14,251 - 11,9) + 0,5 \cdot 1,453 \cdot 5^2 \cdot (0,8 + 0,6) \cdot 0,85 = 32,8 \text{ Па.}$$

2 этаж:

$$\Delta p_{\text{инф}}^2 = (7,1 - 5,05) \cdot (14,251 - 11,9) + 0,5 \cdot 1,453 \cdot 5^2 \cdot (0,8 + 0,6) \cdot 0,85 = 26,4 \text{ Па.}$$

Сопротивление воздухопроницанию,  $(\text{м}^2 \cdot \text{ч})/\text{кг}$ , определяется по формуле:

$$R_u^{mp} = \frac{1}{G^u} \cdot \left( \frac{\Delta P}{\Delta P_0} \right)^{2/3}, \quad (9)$$

$$G^H = 6,0 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$$

$$\Delta P = 0,55 \cdot H \cdot (\gamma_n - \gamma_в) + 0,03 \cdot \gamma_n \cdot v^2, \quad (10)$$

$$\Delta P = 0,55 \cdot 7,1 \cdot (14,251 - 11,9) + 0,03 \cdot 14,251 \cdot 5^2 = 19,87 \text{ Па}$$

$$R_u^{mp} = \frac{1}{6} \cdot \left( \frac{19,87}{10} \right)^{2/3} = 0,26 (\text{м}^2 \cdot \text{ч})/\text{кг}$$

Количество инфильтрационного воздуха:

1 этаж

$$G_{\text{инф}}^1 = 0,216 \cdot 1 \cdot 32,8^{0,67} / 0,26 = 8,5 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$$

2 этаж

$$G_{\text{инф}}^2 = 0,216 \cdot 1 \cdot 26,4^{0,67} / 0,26 = 7,45 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$$

Расчет основных потерь сводится в таблицу 2.

## 2.8 Расчет теплоступлений

Теплоступления от искусственного освещения

«Расчет проведен по методике, изложенной в [3].

$$Q_{\text{осв}} = E \cdot F \cdot q_{\text{осв}} \cdot \eta_{\text{осв}}, \text{ Вт}, \quad (11)$$

где  $E$  – освещённость, лк;

$F$  – площадь пола помещения, м<sup>2</sup>;

$q_{\text{осв}}$  – удельные тепловыделения, Вт/м<sup>2</sup>лк;

$\eta_{\text{осв}}$  – доля тепла поступающего в помещение.

$$Q_{\text{осв}} = 200 \cdot 850 \cdot 0,087 \cdot 0,45 = 6655,5 \text{ Вт} \gg [27].$$

Выводы по разделу 2

Выполнен теплотехнический расчет наружных и внутренних ограждений в результате чего определены толщины утеплителя и коэффициенты теплопроводности конструкций. Для каждого помещения составлен тепловой баланс определены теплотери в холодный период при расчетных температурах наружного и внутреннего воздуха.



Таблица 2 – Расчет теплопотерь

1	2	3	4	5	6	7	8	9	Дополнительные теплопотери, z			13	14
									10	11	12		
1 этаж, отм.+ 0,000													
101	Водомерный узел,		3	НС	18,75	12	39	3,9705	0,05	0,05	1,1	202,6	
	насосная	41,85	3	ВХ	2,1	12	39	0,7	0,05	2,69	3,74	437,6	
			Ю	НС	17,55	12	39	3,9705	0	0,05	1,05	181,0	
			Ю	ОК5	5,1	12	39	0,65	0	0,05	1,05	321,3	
			1 зона	Пл	26,1	12	39	2,1	0	0	1	484,7	
			2 зона	Пл	14,1	12	39	4,3	0	0	1	127,9	
			3 зона	Пл	6,1	12	39	8,6	0	0	1	27,7	
			4 зона	Пл	0,2	12	39	14,2	0	0	1	0,5	
												1783	2240
102	Комната инструктажа	15,38		ВС	7,5	18	6	0,773	0	0	1	58,2	
			2 зона	Пл	1,8	18	45	4,3	0	0	1	18,8	
			3 зона	Пл	12,09	18	45	8,6	0	0	1	63,3	
			4 зона	Пл	1,3	18	45	14,2	0	0	1	4,1	
												144	329
126	ЛК 1	20,76	Ю	НС	19,95	16	43	3,9705	0	0	1	216,1	
			Ю	ОК5	5,1	16	43	0,65	0	0	1	337,4	
			1 зона	Пл	12,5	16	43	2,1	0	0	1	256,0	
			2 зона	Пл	8,4	16	43	4,3	0	0	1	84,0	
												893	1108

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
103,104	Гамбур и вестибюль	21,71	Ю	НС	10,5	16	43	3,9705	0	0	1	113,7	
			Ю	НД	7,41	16	43	0,65	0	2,64	3,64	1784,3	
			1 зона	Пл	6,3	16	43	2,1	0	0	1	129,0	
			2 зона	Пл	6,5	16	43	4,3	0	0	1	65,0	
			3 зона	Пл	6,5	16	43	4,3	0	0	1	65,0	
			4 зона	Пл	1	16	43	4,3	0	0	1	10,0	
												2167	2167
106	Пост охраны	18,47	Ю	НС	13,62	18	45	3,9705	0	0	1	154,4	
			Ю	ОК5	2,55	18	45	0,65	0	0	1	176,5	
			1 зона	Пл	1,3	18	45	2,1	0	0	1	27,9	
			2 зона	Пл	1,4	18	45	4,3	0	0	1	14,7	
			3 зона	Пл	8,5	18	45	4,3	0	0	1	89,0	
			4 зона	Пл	0,9	18	45	4,3	0	0	1	9,4	
												472	760
108	Склад вспомогательных материалов	86,56	Ю	НС	42,6	18	45	3,9705	0	0	1	482,8	
			Ю	ОК1	2,7	18	45	0,65	0	0	1	186,9	
			Ю	ОК5	2,55	18	45	0,65	0	0	1	176,5	
			1 зона	Пл	28	18	45	2,1	0	0	1	600,0	
			2 зона	Пл	28,1	18	45	4,3	0	0	1	294,1	
			3 зона	Пл	28,1	18	45	8,6	0	0	1	147,0	
			4 зона	Пл	3,1	18	45	14,2	0	0	1	9,8	
												1897	2675
110	Кладовая полимеров	23,43	Ю	НС	11,88	18	45	3,9705	0	0	1	134,6	
			Ю	ОК1	0,9	18	45	0,65	0	0	1	62,3	
			1 зона	Пл	7,7	18	45	2,1	0	0	1	165,0	
			2 зона	Пл	7,7	18	45	4,3	0	0	1	80,6	
			3 зона	Пл	7,7	18	45	8,6	0	0	1	40,3	
			4 зона	Пл	0,8	18	45	14,2	0	0	1	2,5	
												485	695

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
111	Инструментальная кладовая	18,02	Ю	НС	9,6	18	45	3,9705	0	0	1	108,8	
			Ю	ОК5	2,55	18	45	0,65	0	0	1	176,5	
			1 зона	Пл	5,9	18	45	2,1	0	0	1	126,4	
			2 зона	Пл	5,9	18	45	4,3	0	0	1	61,7	
			3 зона	Пл	5,9	18	45	8,6	0	0	1	30,9	
			4 зона	Пл	0,6	18	45	14,2	0	0	1	1,9	
												506	726
107	Стоянка	21,21	Ю	НС	10,8	17	44	3,9705	0	0	1	119,7	
	погрузчика		Ю	ОК5	2,55	17	44	0,65	0	0	1	172,6	
			1 зона	Пл	6,9	17	44	2,1	0	0	1	144,6	
			2 зона	Пл	6,9	17	44	4,3	0	0	1	70,6	
			3 зона	Пл	6,9	17	44	8,6	0	0	1	35,3	
			4 зона	Пл	0,8	17	44	14,2	0	0	1	2,5	
												545	770
109	Компрессорная	15,38		ВС	24	15	6	0,773	0	0	1	186,3	
			2 зона	Пл	1,8	15	42	4,3	0	0	1	17,6	
			3 зона	Пл	12,09	15	42	8,6	0	0	1	59,0	
			4 зона	Пл	1,4	15	42	14,2	0	0	1	4,1	
												267	336
127	ЛК 2	20,64	Ю	НС	18	16	43	3,9705	0	0	1	194,9	
			Ю	ОК5	5,1	16	43	0,65	0	0	1	337,4	
			1 зона	Пл	12,5	16	43	2,1	0	0	1	256,0	
			2 зона	Пл	8,4	16	43	4,3	0	0	1	84,0	
												1120	1120
112,113	Тамбур и вестибюль	15,2	Ю	НС	8,1	16	43	3,9705	0	0	1	87,7	
			Ю	НД	4,45	16	43	0,65	0	2,64	3,64	1070,6	
			1 зона	Пл	4,6	16	43	2,1	0	0	1	94,2	
			2 зона	Пл	4,9	16	43	4,3	0	0	1	49,0	
			3 зона	Пл	4,9	16	43	8,6	0	0	1	24,5	
			4 зона	Пл	0,5	16	43	14,2	0	0	1	1,5	
												1731	1731

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
114	Участок контрольных измерений	86,81	Ю	НС	21,0	18	45	3,9705	0	0,05	1,05	249,9	
			Ю	ОК5	2,55	18	45	0,65	0	0,05	1,05	185,4	
			В	НС	42,9	18	45	3,9705	0,1	0,05	1,15	559,1	
			1 зона	Пл	40,8	18	45	2,1	0	0	1	874,3	
			2 зона	Пл	28,8	18	45	4,3	0	0	1	301,4	
			3 зона	Пл	20,8	18	45	8,6	0	0	1	108,8	
			4 зона	Пл	2,2	18	45	14,2	0	0	1	7,0	
												2286	2323
115	Участок лазерных технологий	47,73	В	НС	23,7	18	45	3,9705	0,1	0	1,1	295,5	
			1 зона	Пл	15,4	18	45	2,1	0	0	1	330,0	
			2 зона	Пл	15,4	18	45	4,3	0	0	1	161,2	
			3 зона	Пл	15,4	18	45	8,6	0	0	1	80,6	
			4 зона	Пл	2,1	18	45	14,2	0	0	1	6,7	
												874	987
116	Тепловой узел	37,28	С	НД	2	12	39	0,7	0,1	2,69	3,79	422,3	
			С	НС	20,4	12	39	3,9705	0,1	0,05	1,15	230,4	
			В	ВН	19,8	12	39	3,9705	0,1	0,05	1,15	223,7	
			1 зона	Пл	24,7	12	39	2,1	0	0	1	458,7	
			2 зона	Пл	12,7	12	39	4,3	0	0	1	115,2	
			3 зона	Пл	4,7	12	39	8,6	0	0	1	21,3	
												1472	1472
117	Коридор	21,05	З	ОК4	3,06	16	43	0,65	0,05		1,05	212,6	
			З	НС	9,0	16	43	3,9705	0,05		1,05	102,3	
			1 зона	Пл	4,4	16	43	2,1	0	0	1	90,1	
			2 зона	Пл	4,4	16	43	4,3	0	0	1	44,0	
			3 зона	Пл	4,4	16	43	8,6	0	0	1	22,0	
			4 зона	Пл	8,4	16	43	14,2	0	0	1	25,4	
												496	672

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
125	Электрощитовая	42,04	3	НС	18,6	5	32	3,9705	0,05	0	1,05	157,4	
			3	ОК4	3,06	5	32	0,65	0,05	0	1,05	158,2	
			1 зона	Пл	11,8	5	32	2,1	0	0	1	179,8	
			2 зона	Пл	11,8	5	32	4,3	0	0	1	87,8	
			3 зона	Пл	11,8	5	32	8,6	0	0	1	43,9	
			4 зона	Пл	7,2	5	32	14,2	0	0	1	16,2	
												866	976
119	Учебно-производственная зона	1209,74	С	НС	423,75	18	45	3,9705	0,1	0,1	1,2	5763,1	
			С	ОК7	61,74	18	45	0,65	0,1	0,1	1,2	5129,2	
			С	ВР	18	18	45	1,13	0,1	3	4,1	2938,9	
			3	НС	90	18	45	3,9705	0,05	0,05	1,1	1122,0	
			3	ОК7	17,64	18	45	0,65	0,05	0,05	1,1	1343,4	
			3	НС	18,75	18	45	3,9705	0,05	0,05	1,1	233,8	
			3	ОК4	3,06	18	45	0,65	0,05	0,05	1,1	233,0	
			1 зона	Пл	134,9	18	45	2,1	0	0	1	2890,7	
			2 зона	Пл	123	18	45	4,3	0	0	1	1287,2	
			3 зона	Пл	115	18	45	8,6	0	0	1	601,7	
			4 зона	Пл	845,3	18	45	14,2	0	0	1	2678,8	
												35907	39897
120-124	Санузлы, ПУИ	26,71	3	НС	9,6	16	43	3,9705	0,05	0	1,05	109,2	
			1 зона	Пл	17,2	16	43	2,1	0	0	1	352,2	
			2 зона	Пл	14,4	16	43	4,3	0	0	1	144,0	
			3 зона	Пл	11,8	16	43	8,6	0	0	1	59,0	
			4 зона	Пл	13,6	16	43	14,2	0	0	1	41,2	
												672	672
												54089	58664
ИТОГО 1 этаж, отм.+ 0,000												58664	
отм. +3,000													

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
150	Венткамера (приточная)1	68,97	С	НС	28,0	16	43	3,9705	0,1	0,1	1,2	363,9	
			В	ВН	46	16	6	3,9705	0,1	0,1	1,2	83,4	
				Пт	73,45	16	43	3,749			1	842,5	
												1290	1677
149	Венткамера (вытяжная) 3	13,08	В	ВН	12,8	16	6	3,9705	0,1		1,1	21,3	
				Пт	15,04	16	43	3,749			1	172,5	
												194	252
148	Кладовая	42,11	В	ВН	39,2	16	6	3,9705	0,1		1,1	65,2	
				Пт	46,06	16	43	3,749			1	528,3	
												593	771
147	Кладовая	25,74	В	ВН	24,8	18	8	3,9705	0,1	0,05	1,15	57,5	
			Ю	НС	18,8	18	45	3,9705	0	0,05	1,05	223,7	
				Пт	29,14	18	45	3,749			1	349,8	
												631	820
134	Коридор	31,41	Ю	НС	8,0	16	43	3,9705	0		1	86,6	
			Ю	ОК5	2,55	16	43	0,65	0		1	168,7	
				Пт	38,0	16	43	3,749			1	435,8	
												691	899
146	ЛК2	20,64	Ю	НС	30,15	16	43	3,9705	0		1	326,5	
			Ю	ОК5	5,1	16	43	0,65	0		1	337,4	
												664	863
144	Комната лабораторного инвентаря	8,24	Ю	НС	11,7	18	45	3,9705	0		1	132,6	
			Ю	ОК5	2,55	18	45	0,65	0		1	176,5	
				Пт	9,62	18	45	3,749			1	115,5	
												425	552
143	Учебная аудитория	40,15	Ю	НС	52,7	18	45	3,9705	0		1	596,7	
			Ю	ОК5	7,65	18	45	0,65	0		1	529,6	
												1126	1464
145	Коридор	135,6	Ю	НС	12,15	16	43	3,9705	0		1	131,6	
			Ю	ОК5	2,55	16	43	0,65	0		1	168,7	
												300	390

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
142	Гардероб (уличная одежда)	31,22	Ю	НС	40,5	18	45	3,9705	0		1	459,0	
			Ю	ОК5	5,1	18	45	0,65	0		1	353,1	
												812	1056
141	Кладовая СИЗ	9,42	Ю	НС	14,4	18	45	3,9705	0		1	163,2	
			Ю	ОК5	2,55	18	45	0,65	0		1	176,5	
												340	442
140	Зона безопасности	13,72	Ю	НС	29,3	18	45	3,9705	0		1	331,5	
			Ю	ОК5	5,1	18	45	0,65	0		1	353,1	
												685	890
139	ЛК 1	20,64	Ю	НС	30,15	16	43	3,9705	0		1	326,5	
			Ю	ОК5	5,1	16	43	0,65	0		1	337,4	
												664	863
135,136	Душевая, преддушевая	5,69	З	НС	10,35	25	52	3,9705	0,05		1,05	142,3	
												142	185
137	Мужской гардероб при душевых	28,11	Ю	НС	34,2	23	50	3,9705	0	0,1	1,1	473,7	
			Ю	ОК5	5,1	23	50	0,65	0	0,1	1,1	431,5	
			З	НС	17,78	23	50	3,9705	0,05	0,1	1,15	257,4	
												1163	1512
128,129	Душевая, преддушевая	7,84	З	НС	9,45	25	52	3,9705	0,05		1,05	130,0	
												130	169
130	Женский гардероб при душевых	18,59	З	НС	16,88	23	50	3,9705	0,05		1,05	223,1	
			З	ОК4	3,06	23	50	0,65	0,05		1,05	247,2	
												470	611
ИТОГО отм. 3,000:												13416	
2 этаж, отм.+ 7,500													
201	Участок прототипирования	41,94	С	НС	31,2	18	45	3,9705	0,1	0,05	1,15	406,6	
			С	ОК3	3,57	18	45	0,65	0,1	0,05	1,15	284,2	
			З	ОК4	3,06	18	45	0,65	0,05	0,05	1,1	233,0	
			З	НС	26,0	18	45	3,9705	0,05	0,05	1,1	324,1	
				Пг	45,99	18	45	4,005			1	516,7	
												1765	2294

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
202	Участок 3D печати	59,57	3	НС	26	18	45	3,9705	0,05		1,05	309,4	
			3	ОК4	3,06	18	45	0,65	0,05		1,05	222,4	
				Пг	63,7	18	45	4,005			1	715,7	
												1248	1622
223	Кладовая полимеров	14,17	С	НС	10,8	16	43	3,9705	0,1		1,1	128,7	
			С	ОК5	2,55	16	43	0,65	0,1		1,1	185,6	
				Пг	16,2	16	43	4,005			1	173,9	
												488	635
203	Литейный участок	54,88	3	НС	23,6	18	45	3,9705	0,05		1,05	280,8	
			3	ОК4	3,06	18	45	0,65	0,05		1,05	222,4	
				Пг	57,82	18	45	4,005			1	649,7	
												1153	1499
224	Коридор	168,95	С	НС	13,6	16	43	3,9705	0,1		1,1	162,0	
			С	ОК5	2,55	16	43	0,65	0,1		1,1	185,6	
			3	НС	10,0	16	43	3,9705	0,05		1,05	113,7	
			3	ОК4	3,06	16	43	0,65	0,05		1,05	212,6	
				Пг	169,5	16	43	4,005			1	1819,9	
												2494	2618
204,205,206,207,207a	Санузлы и ПУИ	27,06	3	НС	12,8	16	43	3,9705	0,05		1,05	145,6	
				Пг	31,68	16	43	4,005			1	340,1	
												486	631
217	Операторская	29,63	С	НС	14,0	17	44	3,9705	0,1		1,1	170,7	
			С	ОК5	2,55	17	44	0,65	0,1		1,1	189,9	
				Пг	32,55	17	44	4,005			1	357,6	
												718	934
218	Комната отдыха	35,52	С	НС	16,0	20	47	3,9705	0,1		1,1	208,3	
			С	ОК5	2,55	20	47	0,65	0,1		1,1	202,8	
				Пг	38,0	20	47	4,005			1	445,9	
												857	1114



Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
219	Офисное помещение	197,65	С	НС	86,4	18	45	3,9705	0,1		1,1	1077,1	
			С	ОК5	15,3	18	45	0,65	0,1		1,1	1165,2	
				Пг	205,2	18	45	4,005			1	2305,6	
												4548	5912
224а	Коридор	269,05	С	НС	14,8	16	43	3,9705	0,1		1,1	176,3	
			С	ОК5	2,55	16	43	0,65	0,1		1,1	185,6	
			В	НС	32,4	16	43	3,9705	0,1		1,1	386,0	
			В	ОК5	7,65	16	43	0,65	0,1		1,1	556,7	
			Ю	НС	12	16	43	3,9705	0		1	130,0	
			Ю	ОК5	2,55	16	43	0,65	0		1	168,7	
				Пг	274	16	43	4,005			1	2941,8	
												4545	6363
220	Приемная	31,68	С	НС	14,4	18	45	3,9705	0,1		1,1	179,5	
			С	ОК5	2,55	18	45	0,65	0,1		1,1	194,2	
				Пг	34,2	18	45	4,005			1	384,3	
												758	985
221	Кабинет директора	36,15	С	НС	26,4	18	45	3,9705	0,1	0,05	1,15	344,1	
			С	ОК3	3,57	18	45	0,65	0,1	0,05	1,15	284,2	
			В	НС	27,2	18	45	3,9705	0,1	0,05	1,15	354,5	
			В	ОК5	2,55	18	45	0,65	0,1	0,05	1,15	203,0	
				Пг	41,58	18	45	4,005			1	467,2	
												1653	2149
222	Службное помещение	17,95	В	НС	13,2	18	45	3,9705	0,1		1,1	164,6	
			В	ОК5	2,55	18	45	0,65	0,1		1,1	194,2	
				Пг	19,8	18	45	4,005			1	222,5	
												581	756
214	Участок промэлектроники	84,31	В	НС	36,8	18	45	3,9705	0,1		1,1	458,8	
			В	ОК5	7,65	18	45	0,65	0,1		1,1	582,6	
				Пг	87,4	18	45	4,005			1	982,0	
												2023	2630
215	Зал совещаний	196,06		Пг	200,56	18	45	4,005			1	2253,5	
												2253	2930

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
216	Венткамера (вытяжная) 2	47,2		Пг	53,82	16	43	4,005			1	577,8	
												578	751
216а	Венткамера 4	10,0		Пг	12,04	16	43	4,005			1	129,3	
												129	168
209	ЛК2	20,68	Ю	НС	40,8	16	43	3,9705	0		1	441,9	
			Ю	ОК5	10,2	16	43	0,65	0		1	674,8	
				Пг	23,8	16	43	4,005			1	255,5	
												1372	1784
212	Учебная аудитория	67,3	Ю	НС	46,0	18	45	3,9705	0		1	521,3	
			Ю	ОК5	7,65	18	45	0,65	0		1	529,6	
				Пг	72,45	18	45	4,005			1	814,0	
												1865	2425
211	Учебная аудитория	85,6	Ю	НС	55,6	18	45	3,9705	0		1	630,1	
			Ю	ОК5	10,2	18	45	0,65	0		1	706,2	
				Пг	88,96	18	45	4,005			1	999,6	
												2336	3037
210	Зона безопасности	15,42	Ю	НС	28,6	18	45	3,9705	0		1	324,1	
			Ю	ОК5	5,1	18	45	0,65	0		1	353,1	
				Пг	22,88	18	45	4,005			1	257,1	
												934	1215
213	ЛК1	20,64	Ю	НС	40,8	16	43	3,9705	0		1	441,9	
			Ю	ОК5	10,2	16	43	0,65	0		1	674,8	
				Пг	24,48	16	43	4,005			1	262,8	
												1379	1793
208	Кабинет директора	43,92	Ю	НС	30,8	18	45	3,9705	0	0,1	1,1	384,0	
			Ю	ОК5	5,1	18	45	0,65	0	0,1	1,1	388,4	
			3	НС	27,6	18	45	3,9705	0,1	0,1	1,2	375,4	
				Пг	51,75	18	45	4,005			1	581,5	
												1729	2248
												ИТОГ2 этаж:	46492,2
												ИТОГ	118572

### **3 Конструирование системы отопления**

#### **3.1 Выбор схемы системы отопления и ее обоснование**

Основные решения по отоплению и теплоснабжению [17].

«Отопление в здании учебно-производственных мастерских осуществляется системой водяного отопления. Теплоноситель системы отопления – вода с расчетным перепадом температур 95-70 °С и 80-60°С. Запроектированы следующие системы отопления» [18]:

Система отопления №1 обеспечивает отопление участков мастерских на отм. 0,000 в осях В-Е/1-10. Система отопления №1 проектируется двухтрубная, горизонтальная с тупиковым движением теплоносителя. В качестве нагревательных приборов приняты регистры из гладких труб. Выпуск воздуха из систем отопления осуществляется через автоматические воздухоотводчики, размещаемые в верхних точках нагревательных приборов. Трасса системы отопления проходит вдоль наружных стен и окон» [18, 19, 31].

Система отопления №2 обеспечивает отопление участков мастерских на отм. 0,000 в осях В-Е/1-5. Система отопления №2 проектируется двухтрубная, горизонтальная с тупиковым движением теплоносителя. В качестве нагревательных приборов приняты регистры из гладких труб. Выпуск воздуха из систем отопления осуществляется через автоматические воздухоотводчики, размещаемые в верхних точках нагревательных приборов. Трасса системы отопления проходит вдоль наружных стен и окон» [18].

Система отопления №3 обеспечивает отопление вспомогательных помещений и учебных аудиторий (на отм. 0,000; 3,000; 7,550) в осях А-В/1-10. Система отопления №3 проектируется двухтрубная, вертикальная с верхней разводкой по стоякам, с тупиковым движением теплоносителя. В качестве нагревательных приборов приняты радиаторы алюминиевые настенного исполнения, фирмы «Русский Радиатор». Регулирование теплоотдачи нагревательных приборов осуществляется встроенными термостатическими

клапанами. Выпуск воздуха из систем отопления осуществляется через автоматические воздухоотводчики, размещаемые в верхних точках нагревательных приборов и трассы. Трасса системы отопления проходит вдоль стен и под потолком и разводится по стоякам, расположенных вдоль наружных стен» [18].

Система отопления № 4 обеспечивает отопление вспомогательных помещений и учебных аудиторий на отм. 7,500 в осях В-Е/1-10. Система отопления №4 проектируется двухтрубная, горизонтальная с тупиковым движением теплоносителя. В качестве нагревательных приборов приняты радиаторы алюминиевые настенного исполнения, фирмы «Русский Радиатор». Регулирование теплоотдачи нагревательных приборов осуществляется встроенными термостатическими клапанами. Выпуск воздуха из систем отопления осуществляется через автоматические воздухоотводчики, размещаемые в верхних точках нагревательных приборов. Трасса системы отопления проходит вдоль наружных стен и окон. В лестничных клетках и на путях эвакуации установка отопительных приборов на высоте 2,2 от уровня чистого пола» [18].

Система отопления № 5 обеспечивает отопление участков мастерских на отм. 0,000 в осях В-Е/1-10. В качестве отопительных приборов приняты агрегаты воздушные отопительные АВО- 42 фирмы «ВЕЗА» работающие на полную рециркуляцию. Выпуск воздуха из системы отопления осуществляется через автоматические воздухоотводчики, размещаемые в верхних точках трубопроводов. Трасса системы отопления проходит вдоль стен» [23].

Для обеспечения безопасности при эксплуатации систем теплоснабжения предусмотрено:

- магистральные трубопроводы для предотвращения ожогов покрыты теплоизоляцией.

Для гидравлической увязки и наладки системы отопления устанавливаются ручные регулирующие клапаны фирмы «Valtec». Отключение веток осуществляется шаровыми кранами.

Трубопроводы систем отопления и теплоснабжения завес диаметром до 50мм предусматриваются из водогазопроводных обыкновенных труб ГОСТ 3262-75\*, диаметром больше 50мм - из электросварных труб ГОСТ 10704-91. Прокладка трубопроводов - открытая по стенам и скрытая в пространстве подшивного потолка. Трубопроводы систем отопления и теплоснабжения завес, не подлежащие изоляции окрасить масляной краской; магистральные трубопроводы изолировать «K-Flex ST», цилиндрами из минеральной ваты типа Rockwool по антикоррозионному покрытию из краски БТ 177 и грунта ГФ 021.

Приготовление воды для систем отопления производится в ИТП. Регулирование температуры теплоносителя, подаваемого в систему отопления, производится автоматически в зависимости от температуры наружного воздуха.

Предусмотрена установка воздушных завес над производственными воротами (зона мастерских) в осях Е/5-6 – системы У1, У2;

Над центральными входными дверями в осях А/3-4 и А/8-9-соответственно системы У3, У4; Воздушно-тепловые завесы, фирмы «КАЛАШНИКОВ» соответственно вертикальные завесы типа KVC-D20W50-11 (системы У1,У2) и бытовые горизонтальные завесы типа KVC-C15W20-11 (У4), KVC-C20W30-11 (У3), Воздушно-тепловые завесы с водяным источником тепла, отсекающие. При понижении температуры в районе дверей ниже +14 С, завесы включаются автоматически [32].

Приготовление воды для систем теплоснабжения производится в ИТП. Регулирование температуры теплоносителя, подаваемого в систему теплоснабжения завес, производится автоматически в комплектных смесительных узлах.

Для систем №1,2,3,4. «предусматриваем установку радиаторов под световыми проемами, причем приборы могут быть смещены относительно оси проемов. Отопительные приборы размещаем на расстоянии 100 мм от низа прибора до поверхности пола, так, чтобы были обеспечены их осмотр, очистка и ремонт. Присоединение труб к приборам одностороннее» [23].

### 3.2 Гидравлический расчет системы отопления

«На основе аксонометрической схемы составляем расчетную схему для всех систем отопления. Для этого разбиваем аксонометрическую схему на участки с одинаковым расходом, нумеруем и подписываем их длины и расходы. Расчетные схемы систем приведены на рисунках 3.1-3.5.

По расчетной схеме определяем основное циркуляционное кольцо, в котором установлено наименьшее значение отношения расчетного циркуляционного давления к длине кольца. В нашем случае это система отопления №3 наиболее удаленный стояк №12 наиболее нагруженный прибор первого этажа» [23].

В системе отопления расчетное давление для создания циркуляции воды определяется по формуле:

$$\Delta P_{pc} = \Delta P_n + \Delta P_e, \text{ Па.} \quad (12)$$

Насосное циркуляционное давление принимаем по формуле

$$\Delta P_n = 100 \cdot \sum \ell_{цик}, \text{ Па.}$$

Естественное циркуляционное давление  $\Delta P_e$ , возникающее в расчетном кольце системы вследствие охлаждения воды в отопительных приборах, определяется по формуле:

$$\Delta P_e = g \cdot h \cdot \beta_t \cdot (t_2 - t_0) \cdot 0,4, \text{ Па} \quad (13)$$

где  $h$  – вертикальное расстояние между условными центрами охлаждения в приборе и нагревания в системе, м;

$\beta_t$  – среднее приращение плотности при понижении температуры воды на 1 °С. Для расчетной разности температуры 80-60°С примем  $\beta_t=0,6$ .

«Потери давления в циркуляционном кольце системы при последовательном соединении участков складываются, при параллельном соединении двух участков потери на этих участках должны быть равны, допускается невязка до 15%.

$$\Delta P_{уч} = R \cdot \ell_{уч} + \sum \xi_{уч} \cdot \frac{\rho \cdot w^2}{2} = R \cdot \ell_{уч} + Z, \text{ Па} \quad (14)$$

где  $R$  – удельные потери давления на трение на длине 1 м, Па/м, определяется по [7];

$\ell_{уч}$  – длина расчётного участка, м;

$\sum \xi_{уч}$  – сумма коэффициентов местного сопротивления на участке;

$\frac{\rho \cdot w^2}{2}$  – динамическое давление, Па, принимается по [7];

$Z$  – потери давления на местные сопротивления, Па» [28].

Развертки систем отопления представлены на рисунках 3, 4, 5, 6.

Гидравлический расчёт систем отопления сведён в таблицы 3, 4, 5, 6.

Эпюры систем отопления представлены на рисунках 7, 8, 9, 10, 11, 12.

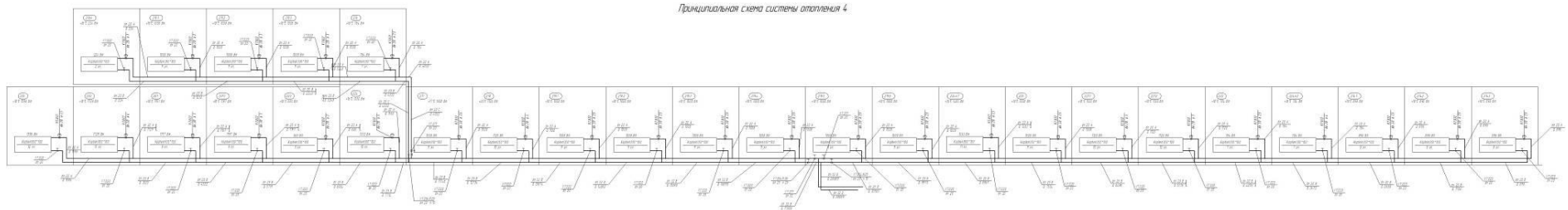


Рисунок 3 – Развертка системы отопления №4

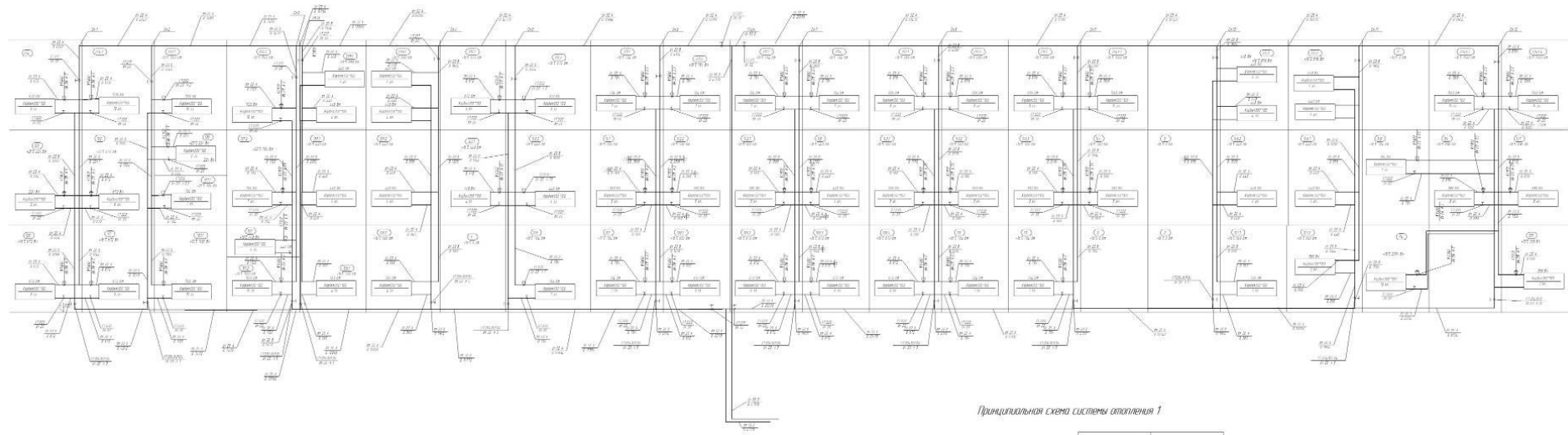


Рисунок 4 – Развертка системы отопления №3



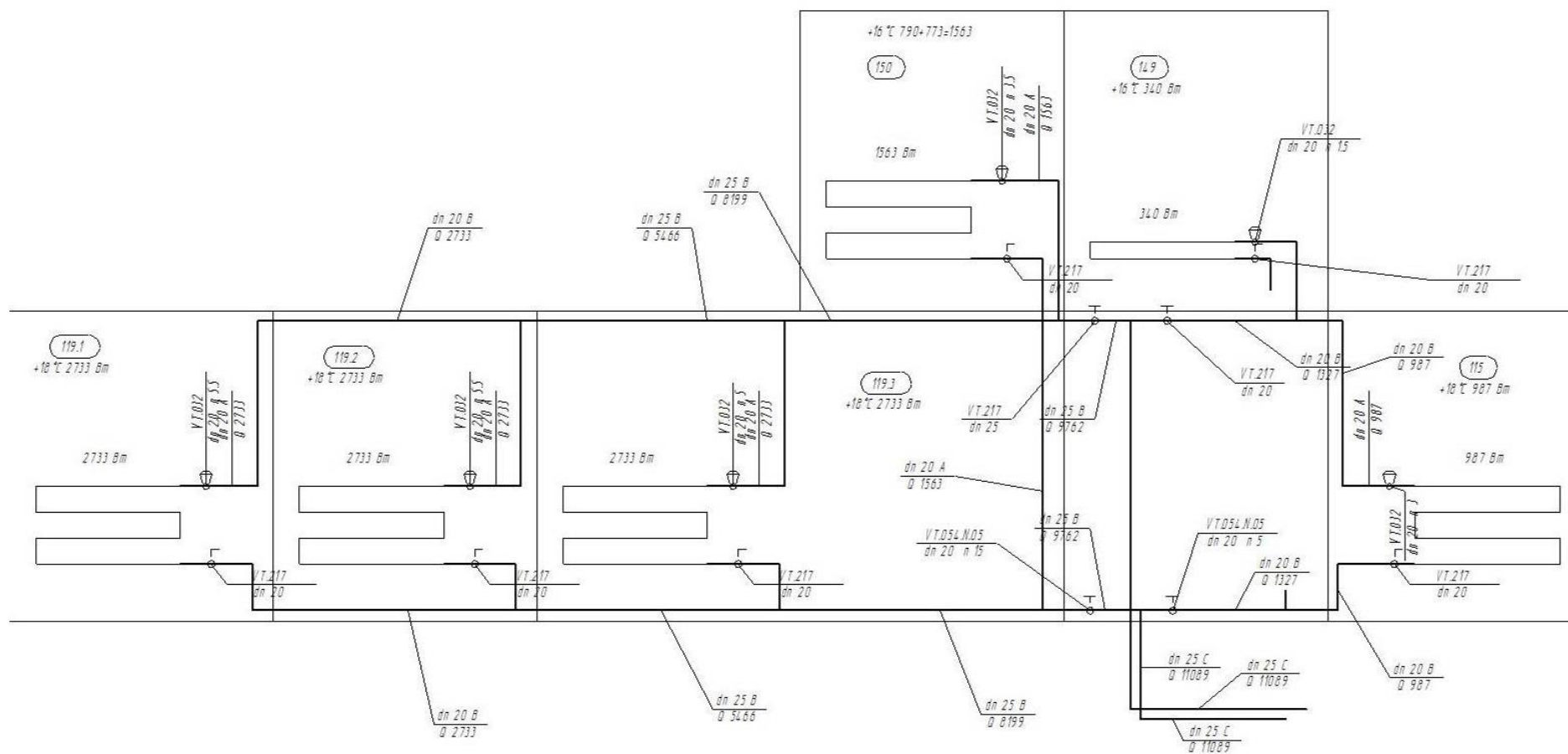


Рисунок 5 – Развертка системы отопления №1

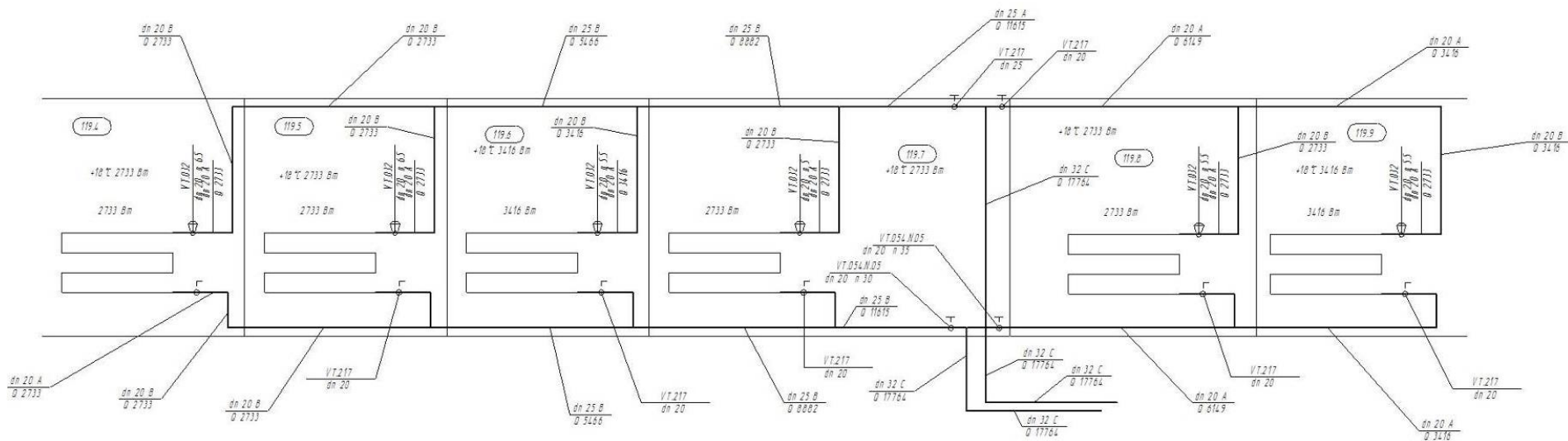


Рисунок 6 – Развертка системы отопления №2

Таблица 3 – Гидравлический расчет системы отопления СО№3 ГЦК

Участки СОЗ	Тепловая нагрузка Вт	Расход участка G, кг/ч	Длина участка ℓ, м	Рср Па/м	Диаметр дн, мм	Удельные потери давления R, Па/м	Потери давления на трение R×ℓ, Па	Скорость воды W, м/с	Динамическое давление (r×w <sup>2</sup> )/2, Па	Сумма КМС ∑x	Потери давления на местное сопротивление Z, Па	Потери давления на участке R×ℓ+Z, Па	Примечания
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1-2	105278	4844	1,5	61,7	50	100	150	0,611	182,9	17,0	3110	3260	
2-3	47516	2186	60		50	22	1320	0,278	37,9	17,0	644	1964	
3-4	25398	1169	3,5		32	50	175	0,329	53,0	1,0	53	228	
4-5	21478	988	6,6		32	34	224	0,269	35,5	1,0	35	260	
5-6	17110	787	7,4		25	90	666	0,371	67,4	1,0	67	733	
6-7	12742	586	3,1		25	50	155	0,272	36,3	1,0	36	191	
7-8	10838	499	9,2		25	38	350	0,236	27,3	1,0	27	377	
8-а	8934	411	2,1		20	90	189	0,312	48	1,0	48	237	
а-9	8934	411	4,6		20	90	414	0,312	47,7	1,0	48	462	
9-10	5798	267	2,8		20	40	112	0,204	20,4	1,0	20	132	
10-11	5014	231	4,2		20	32	134	0,181	16,1	1,0	16	150	
11-12	3222	148	3,8		20	14	53	0,116	6,6	1,0	7	60	
12-112	2394	110	17,3		20	8	138	0,084	3,5	24,0	83	2721	2500
112-6	8934	411	3,8		20	90	342	0,312	47,7	1,0	48	390	
6-13	8934	411	1,0		20	90	90	0,312	47,7	1,0	48	138	
13-14	10838	499	7,2		25	38	274	0,236	27,3	1,0	27	301	
14-15	12742	586	3,5		25	50	175	0,272	36,3	1,0	36	211	
15-16	17110	787	7,3		25	90	657	0,371	67,4	1,0	67	724	
16-17	21478	988	6,6		32	34	224	0,269	35,5	1,0	35	260	
17-18	25398	1169	5,7		32	50	285	0,329	53,0	1,0	53	338	
18-19	47516	2186	50,0	50	22	1100	0,278	37,9	17,0	644	3744	2000	
19-1ш	105278	2186	1,5	20	100	150	0,611	182,9	17,0	3110	3260		
		Сумма	212,7								Сумма	20141	

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Увязка параллельного участка 8-13 дРрасп=									4290	Па			
8-20	1904	88	5,7	102	20	5,5	31	0,069	2,3	17,5	41	72	
20-21	1456	67	3,5		20	2,4	8	0,052	1,3	1	1	10	
21-22	1008	46	3,1		20	1,3	4	0,037	0,7	1	1	5	
22-23	560	26	4,5		20	0,7	3	0,020	0,2	21	4	2507	2500
23-13	1904	88	7,9		20	5,5	43	0,069	2,3	25	58	1696	1594
			25									4290	
Невязка=												0	%
Увязка параллельного участка 7-14 дРрасп=									4968	Па			
7-24	1904	88	5,0	117	20	5,5	28	0,069	2,3	19,0	44	72	
24-25	1456	67	3,5		20	2,4	8	0,052	1,3	1	1	10	
25-26	1008	46	3,1		20	1,3	4	0,037	0,7	1	1	5	
26-27	560	26	4,5		20	0,7	3	0,020	0,2	21	4	2507	2500
27-14	1904	88	8,7		20	5,5	48	0,069	2,3	19	44	2374	2282
			25									4968	
Невязка=												0	%
Увязка параллельного участка 6-15 дРрасп=									5370	Па			
6-28	4368	201	4,0	143	20	24,0	96	0,155	11,8	17,5	206	302	
28-29	1904	88	3,3		20	5,5	18	0,069	2,3	1	2	20	
29-30	784	36	6,1		20	3,2	20	0,050	1,2	21	26	2545	2500
30-15	4368	201	8,6		20	24,0	206	0,155	11,8	19	224	2502	2072
			22									5370	
Невязка=												0	%
Увязка параллельного участка 5-16 дРрасп=									6828	Па			
5-31	4368	201	4,0	178	20	24,0	96	0,155	11,8	17,5	206	302	
31-32	2576	119	3,3		20	9,0	30	0,091	4,1	1	4	34	
32-33	1456	67	4,7		20	2,2	10	0,051	1,3	1	1	12	
33-34	784	36	1,7		20	3,2	5	0,050	1,2	21	26	2531	2500
34-16	4368	201	8,8		20	24,0	211	0,155	11,8	19	224	3950	3515

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
			23									6828	
											Невязка=	0	%
Увязка параллельного участка 4-17 дРрасп=									7348	Па			
4-35	3920	180	4,0	191	20	19,0	76	0,137	9,2	17,5	161	237	
35-36	2352	108	3,3		20	7,5	25	0,082	3,3	1	3	28	
36-37	1344	62	4,7		20	1,9	9	0,048	1,1	1	1	10	
37-38	672	31	1,7		20	0,9	1	0,025	0,3	21	6	1258	1250
38-17	3920	180	8,8		20	19,0	167	0,137	9,2	19	175	5815	5473
			23									7348	
											Невязка=	0	%
Увязка параллельного участка через прибор верхнего этажа 20-23 дРрасп=									3676	Па			
20-39	448	21	4,1	207	20	0,6	2	0,017	0,1	25,0	4	3665	3659
39-40	896	41	3,1		20	1,1	3	0,032	0,5	1	1	4	
40-23	1344	62	3,2		20	1,9	6	0,048	1,1	1	1	7	
			10									3676	
											Невязка=	0	%
Увязка параллельного участка через прибор верхнего этажа 24-27 дРрасп=									3676	Па			
24-41	448	21	4,1	207	20	0,6	2	0,017	0,1	25,0	4	3665	3659
41-42	896	41	3,1		20	1,1	3	0,032	0,5	1	1	4	
42-27	1344	62	3,2		20	1,9	6	0,048	1,1	1	1	7	
			10									3676	
											Невязка=	0	%
Увязка параллельного участка через прибор верхнего этажа 28-30 дРрасп=									3520	Па			
28-43	1568	72	4,1	198	20	2,8	11	0,055	1,5	25,0	37	3446	3397
43-44	2464	113	3,1		20	8,5	26	0,088	3,8	1	4	30	
44-30	3024	139	3,2		20	12,0	38	0,106	5,5	1	6	44	
			10									3520	
											Невязка=	0	%

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Увязка параллельного участка через прибор верхнего этажа 31-34 дРрасп=									3531	Па				
31-45	896	41	4,1	199	20	1,1	5	0,032	0,5	25,0	13	3474	3457	
45-46	1792	82	3,1		20	4,5	14	0,062	1,9	1	2	16		
46-34	2912	134	3,2		20	11,0	35	0,101	5,0	1	5	40		
			10									3530		
											Невязка=		0	%
Увязка параллельного участка через прибор верхнего этажа 35-38 дРрасп=									2250	Па				
35-47	784	36	4,1	127	20	1,0	4	0,027	0,4	25,0	9	2199	2186	
47-48	1568	72	3,1		20	2,8	9	0,055	1,5	1	1	10		
48-38	2912	134	3,2		20	11,0	35	0,101	5,0	1	5	40		
			10									2249		
											Невязка=		0	%

### Эпюра СО№3 ГЦК

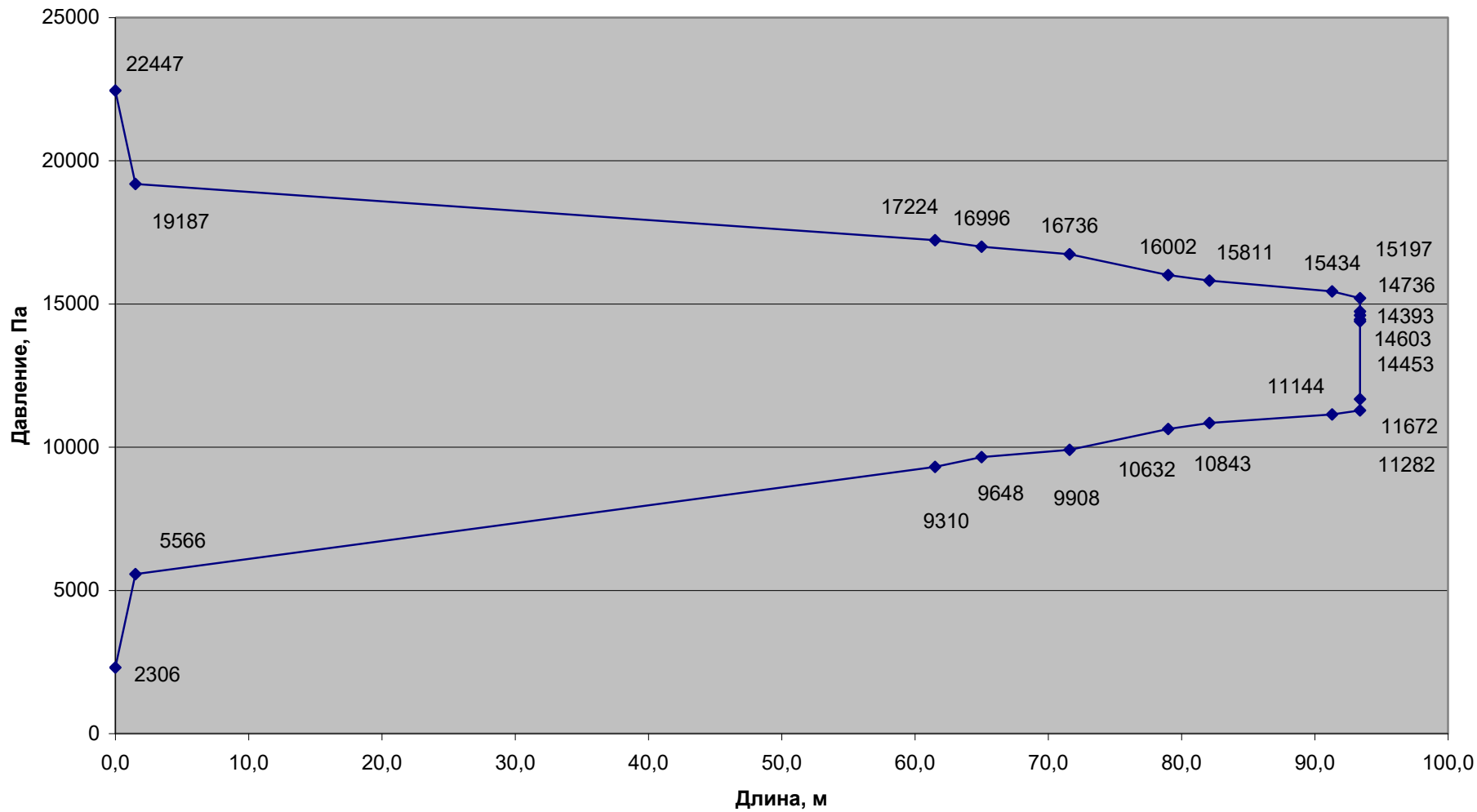


Рисунок 7 – Эпюра СО№3 ГЦК

Таблица 4 – Гидравлический расчет системы отопления СО№1

Участки СОЗ	Тепловая нагрузка Вт	Расход участка G, кг/ч	Длина участка ℓ, м	R <sub>ср</sub> Па/м	Диаметр dн, мм	Удельные потери давления R, Па/м	Потери давления на трение R×ℓ, Па	Скорость воды W, м/с	Динамическое давление (r×w <sup>2</sup> )/2, Па	Сумма КМС ах	Потери давления на местное сопротивление Z, Па	Потери давления на участке R×ℓ+Z, Па	Примечания
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1-2	11089	510	12,1	118,0	25	38	460	0,236	27,3	12,5	341	801	
2-3	9762	449	2,7		25	30	81	0,208	21,2	10	212	293	
3-4	8199	377	2,7		25	22	59	0,179	15,7	5	79	138	
4-5	5466	251	7,8		25	10	78	0,115	6,5	5	32	110	
5-а	2733	126	7,5		20	10	75	0,096	4,5	7,5	34	109	
а-б	2733	126	1,9		20	10	19	0,096	4,5	22,5	102	2621	2500
б-6	2733	126	7,5		20	10	75	0,096	4,5	7,5	34	109	
6-7	5466	251	7,8		25	10	78	0,115	6,5	5,0	32	110	
7-8	8199	377	2,7		25	22	59	0,179	15,7	5,0	79	138	
8-9	9762	449	2,7		25	30	81	0,208	21,2	10,0	212	387	94
9-1	11089	510	12,1	25	38	460	0,236	27,3	12,5	341	8805	8004	
		Сумма	67,5								Сумма	13621	
Увязка параллельного участка 5-6 дР <sub>расп</sub> =									2839	Па			
5-6	2733	126	1	1660	20	10	10	0,096	4,5	22,5	102	2839	2727
											Невязка=	0	%
Увязка параллельного участка 4-7 дР <sub>расп</sub> =									3059	Па			
4-7	2733	126	1	1789	20	10	10	0,096	4,5	22,5	102	3059	2947
											Невязка=	0	%
Увязка параллельного участка 3-8 дР <sub>расп</sub> =									3923,6	Па			
3-8	1563	72	9,2	249	20	3	27,6	0,056	1,5	25,5	39	3924	3857
											Невязка=	0	%



Продолжение таблицы4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Увязка параллельного участка Ветки Б дРрасп=									4015	Па			
2-10	1327	61	21,2	53,9	15	12	254,4	0,086	3,6	14	51	305	
10-В	987	45	0,2		15	4,5	0,9	0,061	1,8	1,5	3	4	
В-Г	987	45	0,8		15	4,5	3,6	0,061	1,8	22,5	41	3245	3200
Г-11	987	45	0,2		15	4,5	0,9	0,061	1,8	1,5	3	4	
11-9	1327	61	21,2		15	12	254,4	0,086	3,6	14	51	458	153
			43,6									4015	
										Невязка=		0	%
Увязка параллельного участка 10-11 дРрасп=									3722,88	Па			
10-11	340	16	7	311,1	15	1,4	9,8	0,022	0,2	25,5	6	3723	3707
										Невязка=		0	%

Эпюра давлений CON№1

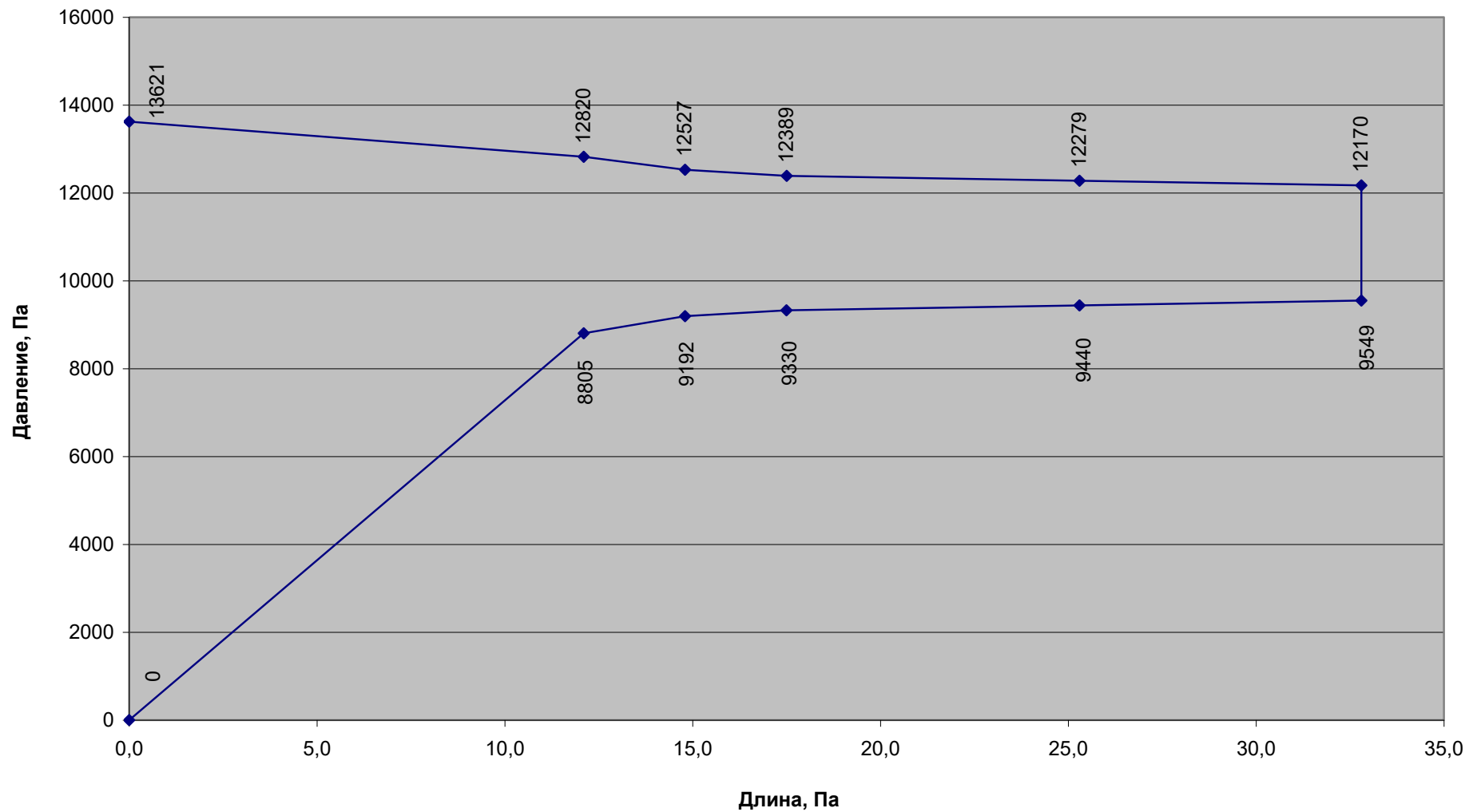


Рисунок 8 – Эпюра CON№1

Таблица 5 – Гидравлический расчет системы отопления СО№2

Участки СОЗ	Тепловая нагрузка Вт	Расход участка G, кг/ч	Длина участка ℓ, м	Rcp Па/м	Диаметр dn ,мм	Удельные потери давления R, Па/м	Потери давления на трение R×ℓ, Па	Скорость воды W, м/с	Динамическое давление (r×w <sup>2</sup> )/2, Па	Сумма КМС ах	Потери давления на местное сопротивление Z, Па	Потери давления на участке R×ℓ+Z, Па	Примечания
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1-2	17764	817	57,4	49,4	32	24	1378	0,224	24,6	15,5	381	1759	
2-3	11615	534	2,4		25	45	108	0,257	32,4	10	324	432	
3-4	8882	409	7,5		25	26	195	0,193	18,3	5	91	286	
4-5	5466	251	6,8		25	11	75	0,121	7,2	6,5	47	121	
5-a	2733	126	5,9		20	10	59	0,096	4,5	7,5	34	93	
a-6	2733	126	1,2		20	10	12	0,096	4,5	22,5	102	2614	2500
6-6	2733	126	5,9		20	10	59	0,096	4,5	7,5	34	93	
6-7	5466	251	6,8		25	11	75	0,121	7,2	6,5	47	121	
7-8	8882	409	7,5		25	26	195	0,193	18,3	5,0	91	286	
8-9	11615	534	2,4		25	45	108	0,257	32,4	10,0	324	526	94
9-1	17764	817	57,4		32	24	1378	0,224	24,6	15,5	381	7290	5531
		Сумма	161,2								Сумма	13620	
Увязка параллельного участка 5-6 дРрасп=									2799	Па			
5-6	2733	126	1	1637,4	20	10	10	0,096	4,5	22,5	102	2799	2687
											Невязка=	0	%
Увязка параллельного участка 4-7 дРрасп=									3042	Па			
4-7	3416	157	1	1779,6	20	15	15	0,12	7,1	22,5	159	3042	2868
											Невязка=	0	%
Увязка параллельного участка 3-8 дРрасп=									3615	Па			
3-8	2733	126	9,2	229,9	20	10	92	0,096	4,5	25,5	115	3615	3408
											Невязка=	0	%

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Увязка параллельного участка Ветки Б дРрасп=										4572	Па		
2-10	6149	283	1,1	155,5	20	45	49,5	0,216	22,9	14	320	370	
10-В	3416	157	7		20	15	105	0,12	7,1	1,5	11	116	
В-Г	3416	157	1		20	15	15	0,12	7,1	22,5	159	3174	3000
Г-11	3416	157	7		20	15	105	0,12	7,1	1,5	11	116	
11-9	6149	283	1,1		20	45	49,5	0,216	22,9	14	320	798	428
			17,2									4572	
											Невязка=	0	%
Увязка параллельного участка 10-11 дРрасп=										3405	Па		
10-11	2733	126	1	1991,9	20	10	10	0,096	4,5	25,5	115	3405	3280
											Невязка=	0	%

### Эпюра давлений СО№2

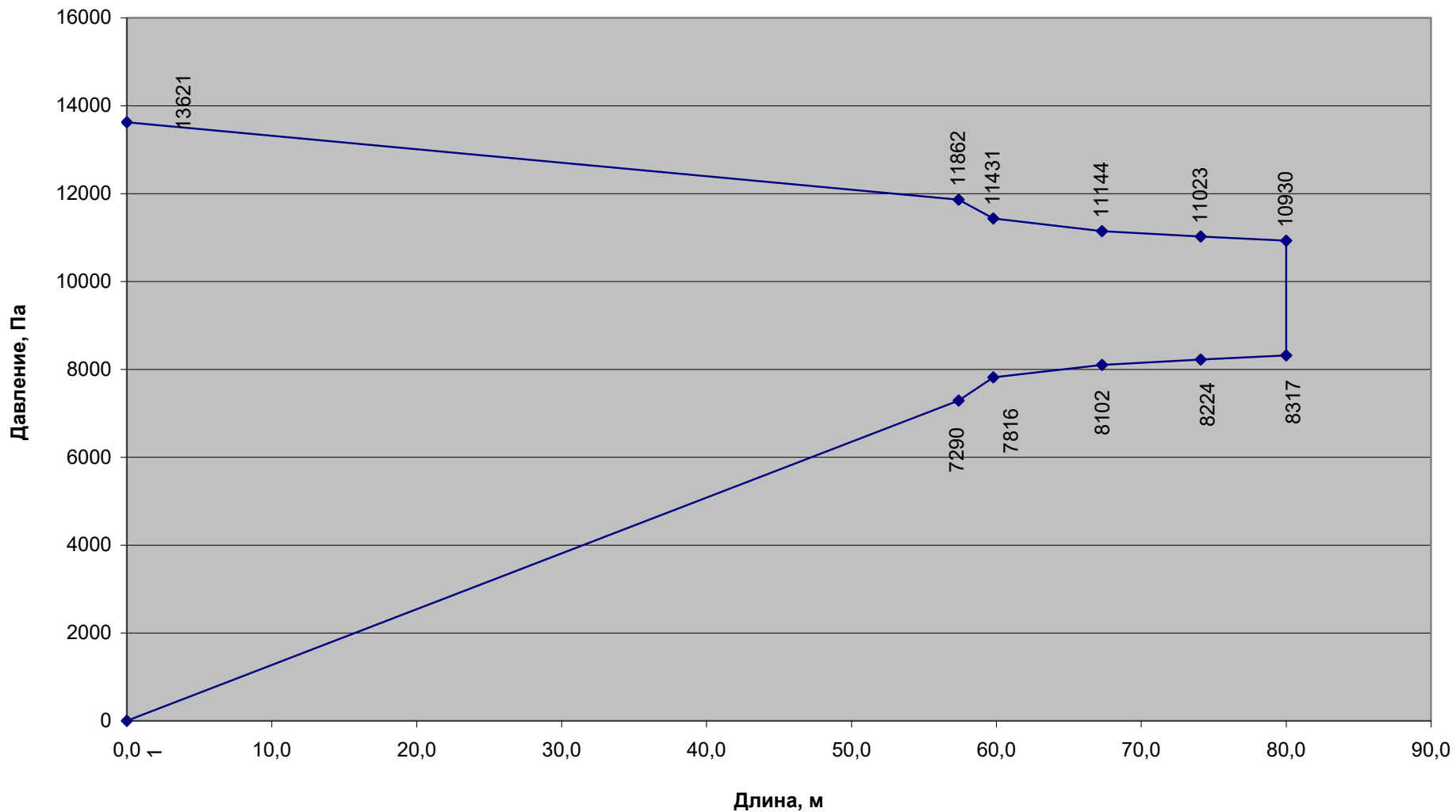


Рисунок 9 – Эпюра СО№2

Таблица 6 – Гидравлический расчет системы отопления СО№4

Участки СОЗ	Тепловая нагрузка Вт	Расход участка G, кг/ч	Длина участка $\ell$ , м	Rcp Па/м	Диаметр dn ,мм	Удельные потери давления R, Па/м	Потери давления на трение $R \times \ell$ , Па	Скорость воды W, м/с	Динамическое давление $(r \times w^2)/2$ , Па	Сумма КМС $\sum x$	Потери давления на местное сопротивление Z, Па	Потери давления на участке $R \times \ell + Z$ , Па	Примечания
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1-2	28889	1329	36,1	50,9	32	60	2166	0,362	64,2	17,0	1092	3258	
2-3	17906	824	1,2		32	24	29	0,224	24,6	10,0	246	275	
3-4	16898	777	2,5		32	22	55	0,214	22,4	1,0	22	77	
4-5	15890	731	2,6		32	19	49	0,198	19,2	1,0	19	69	
5-6	14882	685	2,5		32	17	43	0,186	17,0	1,0	17	59	
6-7	13874	638	3,6		32	15	54	0,174	14,8	1,0	15	69	
7-8	12754	587	3,5		25	50	175	0,272	36,3	1,0	36	211	
8-9	11746	540	2,5		25	45	113	0,257	32	1,0	32	145	
9-10	7714	355	0,8		25	20	16	0,168	13,8	1,0	14	30	
10-11	6384	294	3,6		25	14	50	0,138	9,3	1,0	9	60	
11-12	5719	263	3,6		25	12	43	0,127	7,9	1,0	8	51	
12-13	4522	208	5,3		20	26	138	0,162	12,9	2,5	32	170	
13-14	3325	153	4,9		20	14	69	0,116	6,6	1,0	7	75	
14-a	1596	73	4,6		20	3	14	0,056	1,5	1,0	2	15	
a-б	1596	73	2,1		20	3	6	0,056	1,5	24,0	37	1293	1250
б-15	1596	73	4,6		20	3	14	0,056	1,5	1,0	2	15	
15-16	3325	153	4,9		20	14	69	0,116	6,6	1,0	7	75	
16-17	4522	208	5,3		20	26	138	0,162	12,9	2,5	32	170	
17-18	5719	263	3,6		25	12	43	0,127	7,9	1,0	8	51	
18-19	6384	294	3,6		25	14	50	0,138	9,3	1,0	9	60	
19-20	7714	355	0,8		25	20	16	0,168	13,8	1,0	14	30	
20-21	11746	540	2,5		25	45	113	0,257	32,4	1,0	32	145	
21-22	12754	587	3,5	25	50	175	0,272	36,3	1,0	36	211		

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
22-23	13874	638	3,6		32	15	54	0,174	14,8	1,0	15	69	
23-24	14882	685	2,5		32	17	43	0,186	17,0	1,0	17	59	
24-25	15890	731	2,6		32	19	49	0,198	19,2	1,0	19	69	
25-26	16898	777	2,5		32	22	55	0,214	22,4	1,0	22	77	
26-27	17906	824	1,2		32	24	29	0,224	24,6	10,0	246	475	200
27-1'	28889	1329	36,1		32	60	2166	0,362	64,2	17,0	1092	6258	3000
		Сумма	156,7								Сумма	13621	
Увязка параллельного участка 14-15 дРрасп=									1324	Па			
14-15	1729	80	2,5	309,8	20	3,8	9,5	0,061	1,8	24	44	1324	1271
										Невязка=		0	%
Увязка параллельного участка 13-16 дРрасп=									1474	Па			
13-16	1197	55	2,5	344,9	20	1,5	3,75	0,044	0,9	24	23	1474	1447
										Невязка=		0	%
Увязка параллельного участка 12-17 дРрасп=									1814	Па			
12-17	1197	55	2,5	424,5	20	1,5	3,75	0,044	0,9	24	23	1814	1787
										Невязка=		0	%
Увязка параллельного участка 11-18 дРрасп=									1915	Па			
11-18	665	31	2,5	448,1	20	0,85	2,125	0,025	0,3	24	7	1915	1906
										Невязка=		0	%
Увязка параллельного участка 10-19 дРрасп=									2035	Па			
10-19	1330	61	2,5	476,2	20	1,8	4,5	0,047	1,1	24	26	2035	2005
										Невязка=		0	%
Увязка параллельного участка 8-21 дРрасп=									2385	Па			
8-21	1008	46	2,5	558,1	20	1,3	3,25	0,037	0,7	24	16	2385	2366
										Невязка=		0	%
Увязка параллельного участка 7-22 дРрасп=									2808	Па			
7-22	1120	52	2,5	657,1	20	1,4	3,5	0,04	0,8	24	19	2808	2786
										Невязка=		0	%

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Увязка параллельного участка 6-23 дРрасп=									2945	Па			
6-23	1008	46	2,5	689,1	20	1,3	3,25	0,037	0,7	24	16	2945	2926
Невязка=												0	%
Увязка параллельного участка 5-24 дРрасп=									3064	Па			
5-24	1008	46	2,5	717,0	20	1,3	3,25	0,037	0,7	24	16	3064	3045
Невязка=												0	%
Увязка параллельного участка 4-25 дРрасп=									3201	Па			
4-25	1008	46	2,5	749,0	20	1,3	3,25	0,037	0,7	24	16	3201	3182
Невязка=												0	%
Увязка параллельного участка 3-26 дРрасп=									3356	Па			
3-26	1008	46	2,5	785,3	20	1,3	3,25	0,037	0,7	24	16	3356	3337
Невязка=												0	%
Увязка параллельного участка Ветка Б дРрасп=									4105	Па			
2-28	10983	505	1,4	35,6	25	38	53	0,236	27,3	10,0	273	326	
28-29	9975	459	1,9		25	32	61	0,215	22,7	1,0	23	83	
29-30	8967	413	2,6		25	28	73	0,200	19,6	1,0	20	92	
30-31	7504	345	2,5		25	19	48	0,163	13,0	1,0	13	61	
31-32	6496	299	4,4		25	14	62	0,138	9,3	1,0	9	71	
32-33	5376	247	6,2		20	36	223	0,192	18,1	2,5	45	268	
33-34	4256	196	1,9		20	24	46	0,155	11,8	1,0	12	57	
34-35	3472	160	1,9		20	16	30	0,124	8	1,0	8	38	
35-36	2688	124	2,5		20	9,5	24	0,094	4,3	1,0	4	28	
36-37	1792	82	2,2		20	4,5	10	0,062	1,9	1,0	2	12	
37-В	896	41	2,4		20	1	3	0,032	0,5	1,0	1	3	
В-Г	896	41	2,6		20	1,1	3	0,032	0,5	24,0	12	1025	1010
Г-38	896	41	2,4		20	1	2	0,032	0,5	1,0	1	3	
38-39	1792	82	2,2		20	4,5	10	0,062	1,9	1,0	2	12	
39-40	2688	124	2,5		20	9,5	24	0,094	4,3	1,0	4	28	
40-41	3472	160	1,9		20	16	30	0,124	7,5	1,0	8	38	



Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
41-42	4256	196	1,9		20	24	46	0,155	11,8	1,0	12	57	
42-43	5376	247	6,2		20	36	223	0,192	18,1	2,5	45	268	
43-44	6496	299	4,4		25	14	62	0,138	9,3	1,0	9	71	
44-45	7504	345	2,5		25	19	48	0,163	13,0	1,0	13	61	
45-46	8967	413	2,6		25	28	73	0,200	19,6	1,0	20	92	
46-47	9975	459	1,9		25	32	61	0,215	22,7	1,0	23	83	
47-27	10983	505	1,4		25	38	53	0,236	27,3	10,0	273	1326	1000
		Сумма	67,4								Сумма	4105	
Увязка параллельного участка 37-38 дРрасп=									1031	Па			
37-38	896	41	2,5	241,3	20	1,1	3	0,032	0,5	24	12	1031	1016
											Невязка=	0	%
Увязка параллельного участка 36-39 дРрасп=									1055	Па			
36-39	896	41	2,5	246,9	20	1,1	3	0,032	0,5	24	12	1055	1040
											Невязка=	0	%
Увязка параллельного участка 35-40 дРрасп=									1111	Па			
35-40	784	36	2,5	260,0	20	0,95	2	0,027	0,4	24	9	1111	1100
											Невязка=	0	%
Увязка параллельного участка 34-41 дРрасп=									1187	Па			
34-41	784	36	2,5	277,8	20	0,95	2	0,027	0,4	24	9	1187	1176
											Невязка=	0	%
Увязка параллельного участка 33-42 дРрасп=									1301	Па			
33-42	1120	52	2,5	304,4	20	1,4	4	0,04	0,8	24	19	1301	1279
											Невязка=	0	%
Увязка параллельного участка 32-43 дРрасп=									1838	Па			
32-43	1120	52	2,5	430,1	20	1,4	4	0,04	0,8	24	19	1838	1816
											Невязка=	0	%
Увязка параллельного участка 31-44 дРрасп=									1980	Па			
31-44	1008	46	2,5	463,3	20	1,3	3	0,037	0,7	24	16	1980	1961
											Невязка=	0	%

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Увязка параллельного участка 30-45 дРрасп=									2101	Па			
30-45	1463	67	2,5	491,6	20	2,2	6	0,051	1,3	24	31	2101	2065
											Невязка=	0	%
Увязка параллельного участка 29-46 дРрасп=									2286	Па			
29-46	1008	46	2,5	534,9	20	1,3	3	0,037	0,7	24	16	2286	2267
											Невязка=	0	%
Увязка параллельного участка 28-47 дРрасп=									2452	Па			
28-47	1008	46	2,5	573,8	20	1,3	3	0,037	0,7	24	16	2452	2433
											Невязка=	0	%
Увязка параллельного участка Ветка В дРрасп=									2095	Па			
9-48	4032	186	29,6	16,6	20	20	592	0,114	6,4	10,0	64	656	
48-49	3248	149	0,5		20	14	7	0,116	6,6	1,0	7	14	
49-50	2240	103	3,4		20	7	24	0,079	3,1	1,0	3	27	
50-51	1232	57	1		20	1,5	2	0,044	0,9	1,0	1	2	
51-д	224	10	1,2		20	0,5	1	0,014	0,1	1,0	0	1	
д-е	224	10	2,5		20	0,5	1	0,014	0,1	24,0	2	104	100
е-52	224	10	1,2		20	0,5	1	0,014	0,1	1,0	0	1	
52-53	1232	57	1		20	1,5	2	0,044	1	1,0	1	2	
53-54	2240	103	3,4		20	7	24	0,079	3,1	1,0	3	27	
54-55	3248	149	0,5		20	14	7	0,116	6,6	1,0	7	14	
55-20	4032	186	29,6		20	20	592	0,114	6,4	10,0	64	1248	592
		Сумма	73,9								Сумма	2094	
Увязка параллельного участка 51-52 дРрасп=									105	Па			
51-52	1008	46	7,2	8,5	20	1,3	9,36	0,037	0,7	24	16	105	80
											Невязка=	0	%
Увязка параллельного участка 50-53 дРрасп=									110	Па			
50-53	1008	46	2,5	25,7	20	1,3	3,25	0,037	0,7	24	16	110	91
											Невязка=	0	%

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Увязка параллельного участка 49-54 дРрасп=									164	Па			
49-54	1008	46	2,5	38,4	20	1,3	3,25	0,037	0,7	24	16	164	145
											Невязка=	0	%
Увязка параллельного участка 48-55 дРрасп=									191	Па			
48-55	784	36	2,5	44,7	20	0,95	2,375	0,027	0,4	24	9	191	180
											Невязка=	0	%

### Эпюра давлений СО№4

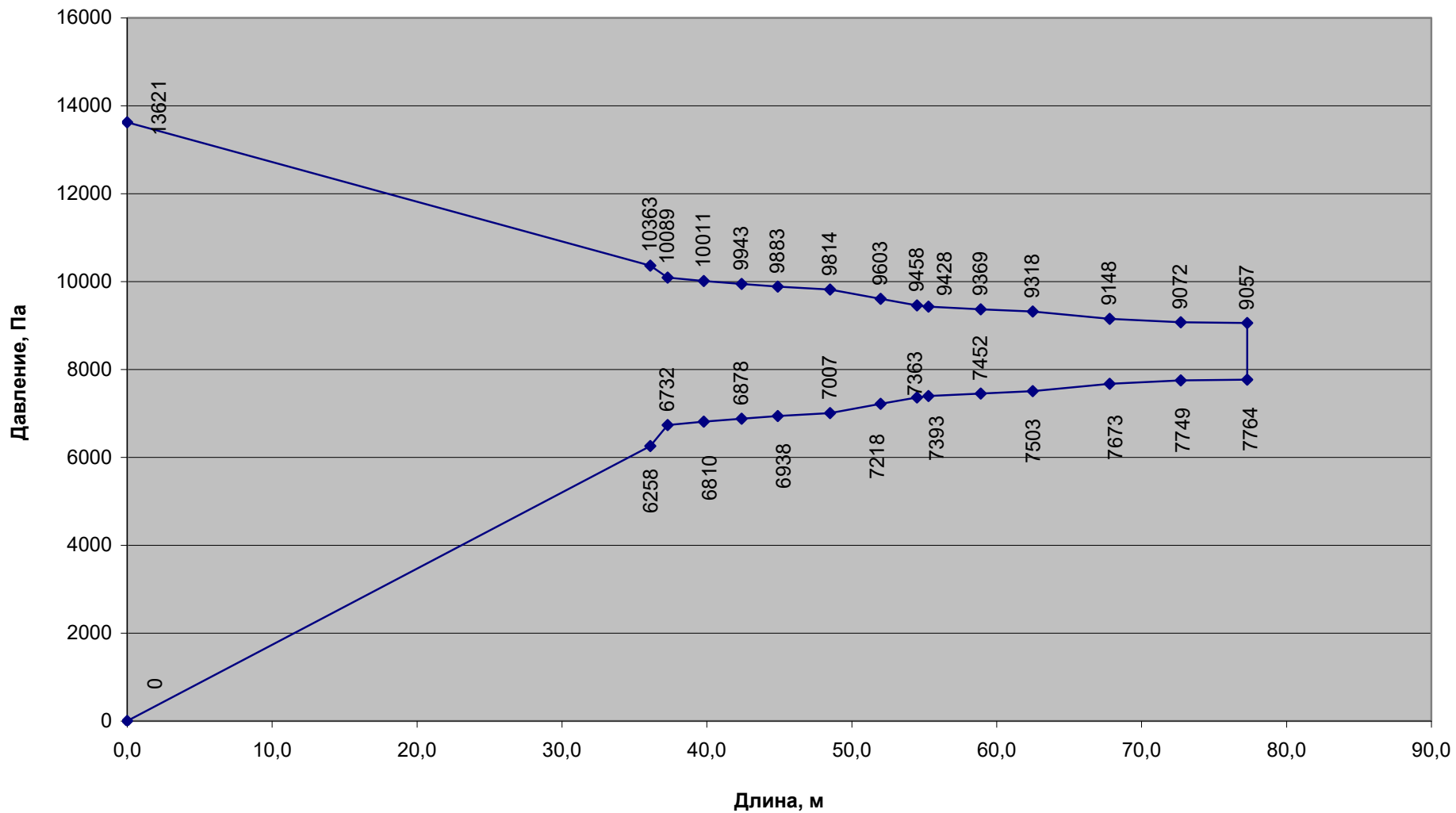


Рисунок 10 – Эпюра СО№4

### Эпюра СО<sub>2</sub> Ветвь Б

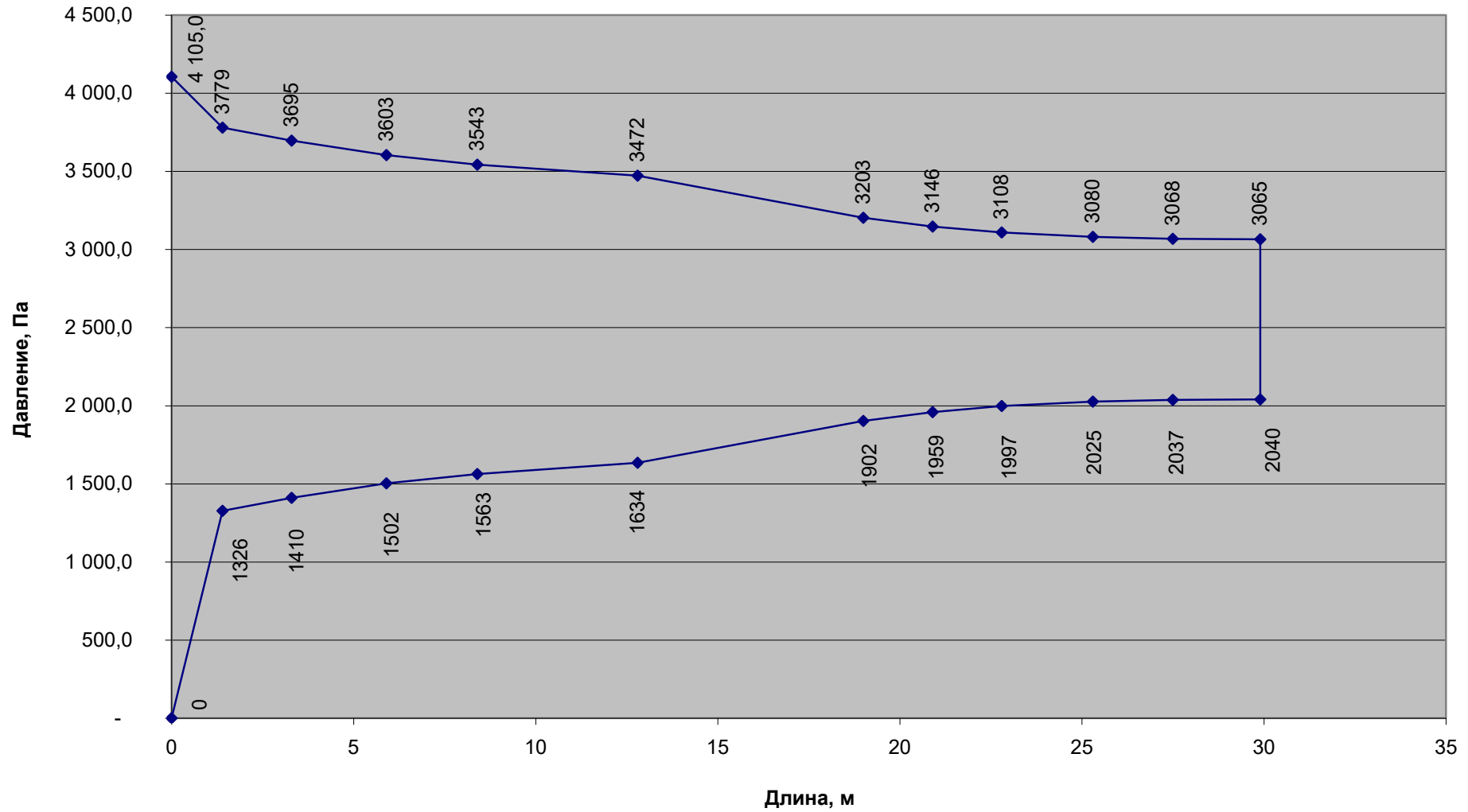


Рисунок 11 – Эпюра СО<sub>2</sub> Ветвь Б

### Эпюра СО№4 Ветвь В

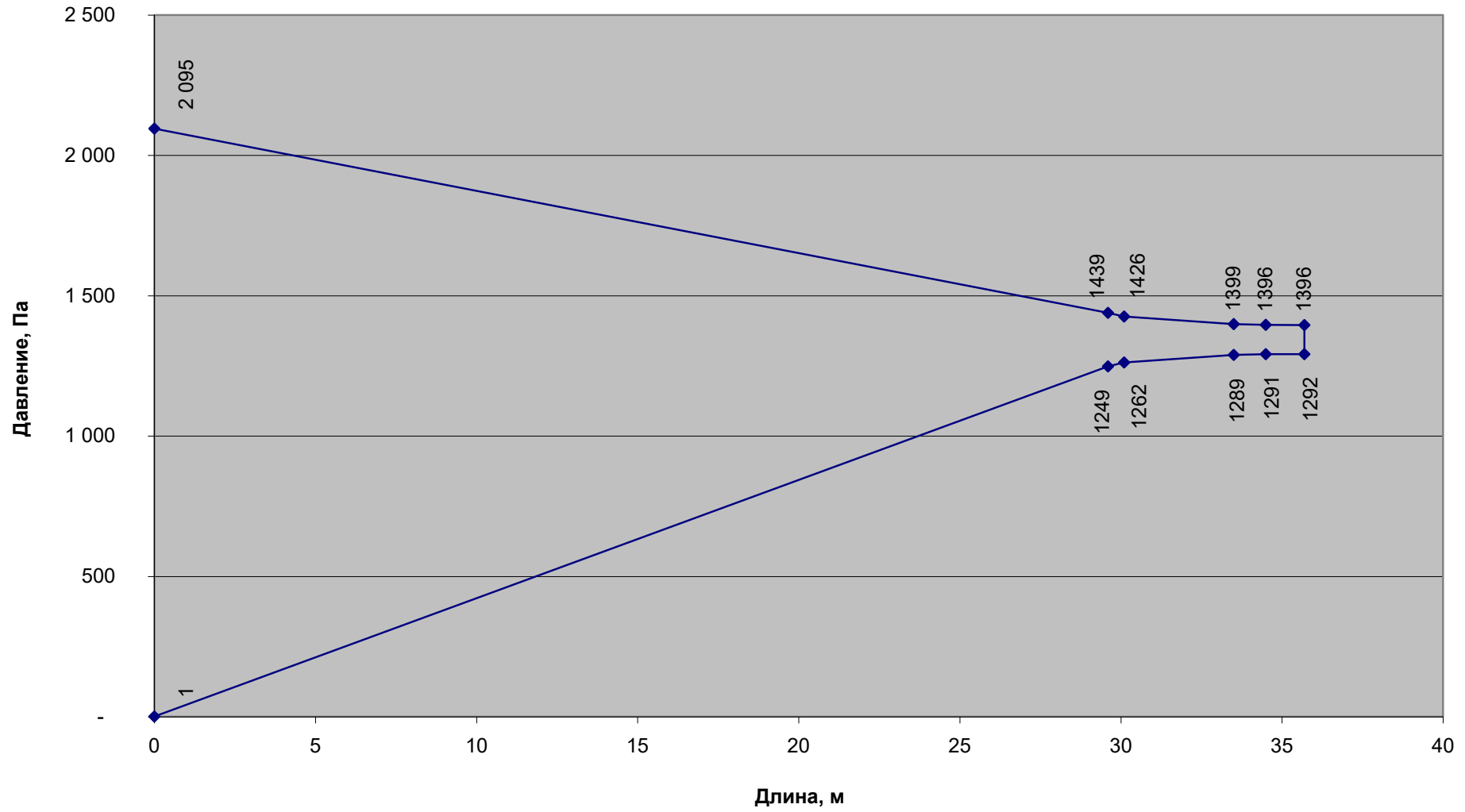


Рисунок 12 – Эпюра СО№4 Ветвь В

### 3.3 Тепловой расчет отопительных приборов

Плотность теплового потока прибора  $q_{np}$ , определяется по формуле:

$$q_{np} = q_{ном} \left( \frac{\Delta t_{cp}}{70} \right)^{1+n} \cdot \left( \frac{G_{np}}{360} \right)^P \cdot b \cdot c \quad (15)$$

где  $q_{ном}$  – номинальная плотность теплового потока для нормальных условий прибора ( $\Delta t_{cp} = 70^\circ\text{C}$  и  $G_{np} = 360$  кг/ч);

$\Delta t_{cp} = 0,5 \cdot (t_e + t_0) - t_g$  – температурный напор прибора,  $^\circ\text{C}$ ;

$G_{np}$  – расход воды в приборе, кг/ч;

$n$  и  $P$  – экспериментальные числовые показатели [9];

$b$  – коэффициент учета атмосферного давления [6],  $b=1$ ;

$c$  – поправочный коэффициент, учитывающий схему движения теплоносителя,  $c=1,039$ .

В двухтрубных системах отопления температура воды по высоте стояка не меняется [10, 15].

Площадь одной секции прибора Global Style  $f = 0,427\text{м}^2$ , номинальный тепловой поток  $q_{ном} = 185$  Вт,  $Q_{ном} = 433,3$  Вт/м<sup>2</sup>

Вычисляем площадь поверхности отопительного прибора:

$$F_{np} = \frac{Q_{np}}{Q_{np}^{фак}} \quad (16)$$

Теплопоступления от прибора находим из выражения:

$$Q_{np} = Q_{ном} - \beta_{mp} \cdot Q_{mp}, \quad (17)$$

где  $\beta_{mp}$  – поправочный коэффициент, учитывающий долю теплоотдачи труб в помещении.

Теплоотдачу труб определяем по формуле

$$Q_{mp} = q_в \cdot \ell_в + q_г \ell_г \quad (18)$$

где  $q_в$  и  $q_г$  – теплоотдача 1 м соответственно вертикальной и горизонтальной труб, Вт/м<sup>2</sup>;

$\ell_в$  и  $\ell_г$  – длина соответственно вертикальной и горизонтальной труб, м.

Расчетная тепловая мощность отопительного прибора с учетом дополнительных теплопотерь вычисляется по формуле:

$$Q_{np.расч} = Q_{np} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2, \text{ Вт.} \quad (19)$$

После определения площади поверхности прибора находим число секций в приборе  $N$  по формуле:

$$N = \frac{F_{np}}{f_{сек}} \cdot \frac{\beta_4}{\beta_3} \quad (20)$$

где  $\beta_4$  – поправочный коэффициент, учитывающий способ установки прибора  $\beta_4=1,03$ ;

$\beta_3$  – поправочный коэффициент, учитывающий число секций в приборе: при  $F_{np} = 2 \text{ м}^2$ ;  $\beta_3 = 1$ ; при  $F_{np} > 2 \text{ м}^2$  коэффициент  $\beta_3$  вычисляется по формуле:

$$\beta_3 = 0,97 + \frac{0,06}{F_{np}}. \quad (21)$$

Расчет отопительных приборов сводим в таблицу 7.



Таблица 7 – Расчет отопительных приборов

Номер помещения	Q пом	Число приборов	Qтр	Qпр	tv	дтср	Kт	h	Qсек ном	Qсек ф	N сек
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
203	1596	1	260	1336	18	52	0,669456	500	181	121	12
202	1729	1	214	1515	18	52	0,669456	500	181	121	13
201	1197	1	221	976	18	52	0,669456	500	181	121	9
201.1	1197	1	116	1081	18	52	0,669456	500	181	121	9
223	665	1	187	478	16	54	0,704448	350	147	104	5
224	1330	1	113	1217	16	54	0,704448	500	181	128	10
217	1008	1	116	892	17	53	0,686895	350	147	101	9
218	1120	1	218	902	20	50	0,634932	350	147	93	10
219.1	1008	1	208	800	18	52	0,669456	350	147	98	9
219.2	1008	1	208	800	18	52	0,669456	350	147	98	9
219.3	1008	1	208	800	18	52	0,669456	350	147	98	9
219.4	1008	1	208	800	18	52	0,669456	350	147	98	9
219.5	1008	1	208	800	18	52	0,669456	350	147	98	9
219.6	1008	1	208	800	18	52	0,669456	350	147	98	9
224А.1	1463	1	112	1351	16	54	0,704448	500	181	128	11
220	1008	1	186	822	18	52	0,669456	350	147	98	9
221.1	1120	1	167	953	18	52	0,669456	350	147	98	10
221.2	1120	1	167	953	18	52	0,669456	350	147	98	10
222	784	1	112	672	18	52	0,669456	350	147	98	7
224А.2	784	1	112	672	16	54	0,704448	350	147	104	7
214.1	896	1	187	709	18	52	0,669456	350	147	98	8
214.2	896	1	187	709	18	52	0,669456	350	147	98	8
214.3	896	1	187	709	18	52	0,669456	350	147	98	8
216А	224	1	111	113	16	54	0,704448	350	147	104	2

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
215.1	1008	1	186	822	18	52	0,669456	350	147	98	9
215.2	1008	1	186	822	18	52	0,669456	350	147	98	9
215.3	1008	1	186	822	18	52	0,669456	350	147	98	9
216	784	1	109	675	16	54	0,704448	350	147	104	7
108.2	672	1	110	562	18	52	0,669456	350	147	98	6
108.3	672	1	110	562	18	52	0,669456	350	147	98	6
108.4	672	1	110	562	18	52	0,669456	350	147	98	6
110	784	1	116	668	18	52	0,669456	350	147	98	7
111	784	1	187	597	18	52	0,669456	350	147	98	7
127.1	560	1	113	447	16	54	0,704448	350	147	104	5
127.2	560	1	116	444	16	54	0,704448	350	147	104	5
114	2394	1	300	2094	18	52	0,669456	500	181	121	18
109	336	1	100	236	15	55	0,722117	350	147	106	3
142.1	560	1	150	410	18	52	0,669456	350	147	98	5
145	448	1	100	348	16	54	0,704448	350	147	104	4
143.1	560	1	150	410	18	52	0,669456	350	147	98	5
143.2	560	1	150	410	18	52	0,669456	350	147	98	5
143.3	560	1	150	410	18	52	0,669456	350	147	98	5
144	560	1	112	448	18	52	0,669456	350	147	98	5
146.2	448	1	100	348	16	54	0,704448	350	147	104	4
146.1	448	1	100	348	16	54	0,704448	350	147	104	4
148	784	1	150	634	16	54	0,704448	350	147	104	7
134	896	1	112	784	16	54	0,704448	350	147	104	8
147	896	1	112	784	18	52	0,669456	350	147	98	8
211.3	784	1	187	597	18	52	0,669456	350	147	98	7
211.4	784	1	187	597	18	52	0,669456	350	147	98	7

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
212.1	896	1	187	709	18	52	0,669456	350	147	98	8
212.2	896	1	111	785	18	52	0,669456	350	147	98	8
212.3	896	1	186	710	18	52	0,669456	350	147	98	8
224А.5	1568	1	186	1382	16	54	0,704448	350	147	104	14
213.1	896	2	109	393,5	16	54	0,704448	350	147	104	4
213.2	896	2	109	393,5	16	54	0,704448	350	147	104	4
224А.3	1568	1	150	1418	16	54	0,704448	350	147	104	14
224А.4	1568	1	150	1418	16	54	0,704448	350	147	104	14

### 3.4 Подбор оборудования

Подбор циркуляционного насоса [36].

Подбор циркуляционного насоса производим по требуемому напору в системе отопления 2,25 м.в.ст. и потерям в ИТП 3 м.в.ст., и расходу теплоносителя 4,844 м<sup>3</sup>/ч. Принимается к установке насос фирмы Wilo типа TOP-S 25/10 (Приложение А).

Расход теплоносителя с учетом запаса – 6,88 м<sup>3</sup>/ч;

Развиваемый напор с учетом запаса – 5,59 м.в.ст.;

Питание – 230 В;

Мощность – 390 Вт;

Максимальное рабочее давление – 10 бар;

Максимальная температура жидкости – 110°C;

Монтажная длина – 180 мм;

Размер трубного соединения – G 1½.

Характеристика циркуляционного насоса представлена на рисунке 13.

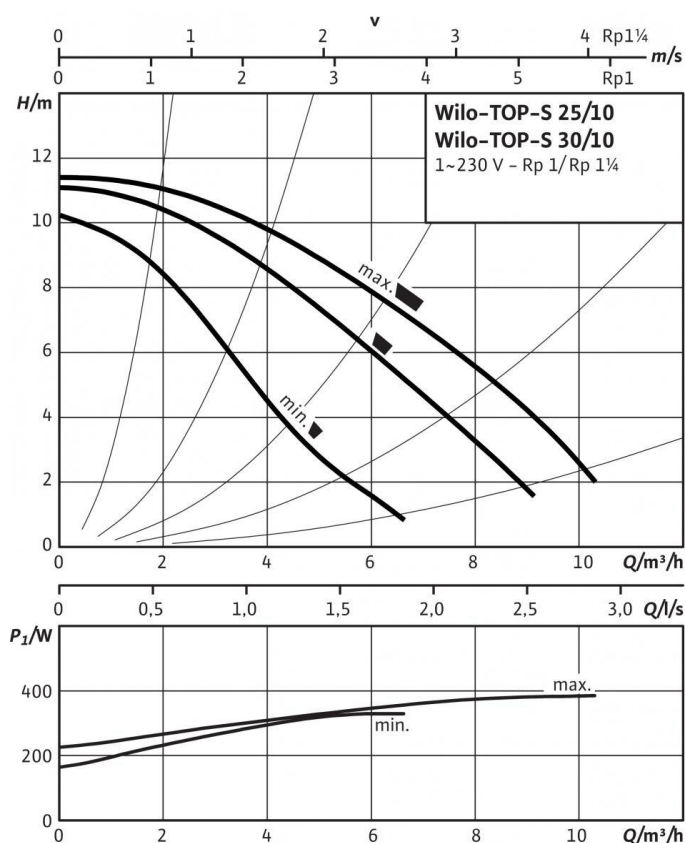
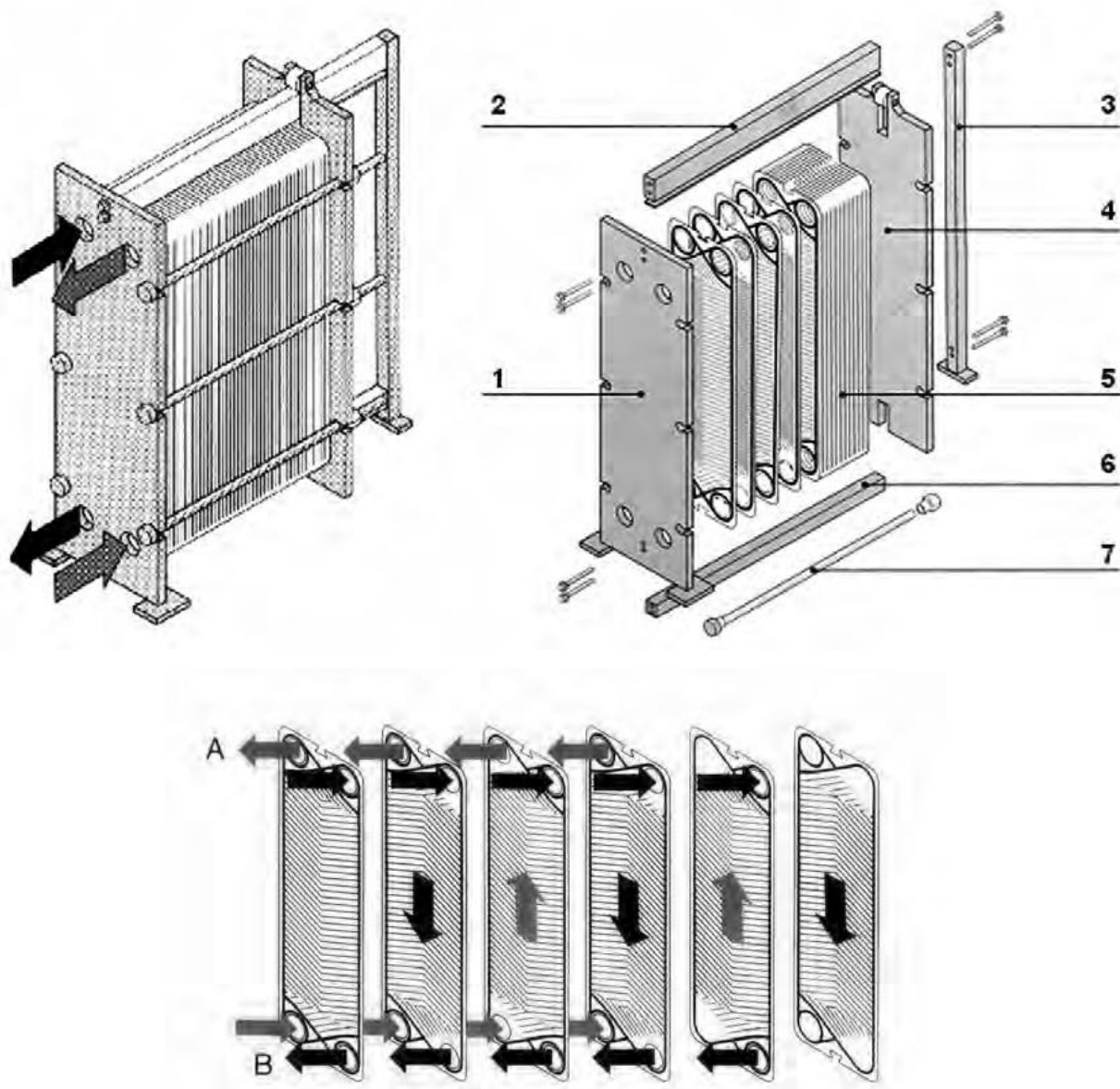


Рисунок 13 – Характеристика циркуляционного насоса Wilo типа TOP-S 25/10



- химическая, нефтяная и газовая промышленность;
- пищевая промышленность;
- технологические системы и установки, использующие процессы теплообмена в других различных отраслях промышленности.

Теплообменник состоит из рамы и пакета теплообменных пластин (далее пластин) с прокладками, размещенного внутри рамы (Рисунок 15)».



1 – Плита неподвижная; 2 – Направляющая верхняя; 3 – Стойка задняя; 4 – Плита прижимная; 5 – Пакет пластин с прокладками; 6 – Направляющая нижняя; 7 – Шпильки стяжные

Рисунок 15 – Конструкция теплообменника

### Выводы по разделу 3

Выполнен выбор схемы системы отопления. Отопление в здании учебно-производственных мастерских осуществляется четырьмя системами водяного отопления. Система отопления №1 обеспечивает отопление участков мастерских на отм. 0,000 в осях В-Е/1-10. Система отопления №2 обеспечивает отопление участков мастерских на отм. 0,000 в осях В-Е/1-5. Система отопления №3 обеспечивает отопление вспомогательных помещений и учебных аудиторий (на отм. 0,000; 3,000; 7,550) в осях А-В/1-10. Система отопления №4 обеспечивает отопление вспомогательных помещений и учебных аудиторий на отм. 7,500 в осях В-Е/1-10. В качестве нагревательных приборов приняты радиаторы алюминиевые настенного исполнения, фирмы «Русский Радиатор» и гладкотрубные регистры. Регулирование теплоотдачи приборов осуществляется встроенными термостатическими клапанами. Теплоноситель системы отопления – вода с расчетным перепадом температур и 80-60 °С. В результате гидравлического расчета систем отопления определены потери давления, диаметры трубопроводов, произведена увязка параллельных участков. Выполнен тепловой расчет отопительных приборов. Осуществлен подбор оборудования. Принимается к установке насос фирмы Wilo типа TOP-S 25/10 и теплообменник фирмы РИДАН НН-04-16/1-30-ТЛ [33].

## **4 Автоматизация ИТП**

### **4.1 Цели и задачи автоматизации**

«Во всяком технологическом процессе имеются физические величины, характеризующие его качество или производительность, так называемые параметры процесса. Для систем ТГВ такими параметрами являются температура, давление, расход, уровень и относительная влажность воздуха. Без точного знания параметров процесса невозможно правил, но, т.е. с учетом величины и знака отклонения этой величины от заданного значения, воздействовать на технологический процесс. Наблюдение за параметрами в системах ТГВ осуществляется с помощью контрольно–измерительных приборов» [1].

«Неотъемлемыми элементами автоматизации являются дистанционное и автоматическое управление сервоприводами регулирующей арматуры и исполнительными механизмами регулирующих органов, технологическая и защитная блокировка, а также световая и звуковая сигнализация. Все эти элементы позволяют централизовать управление автоматизированными устройствами и контроль их состояния [14, 29, 35].

Управление силовыми приводами и электрическими исполнительными механизмами, контроль и сигнализация выполняются с помощью электроаппаратуры, применяемой во всех отраслях промышленности (аппаратура общепромышленного назначения). Наиболее распространенными элементами схем управления и сигнализации являются контакторы, реле разных типов, усилители, переключатели, кнопки управления, концевые выключатели, сигнальные лампы и табло, блинкеры, звонки, гудки и сирены» [1].

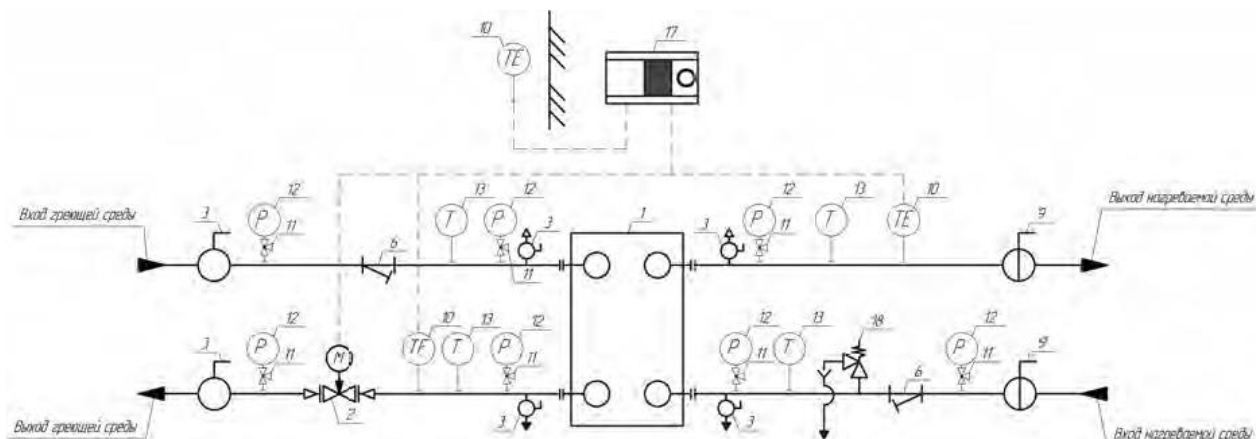
«Управление системами ТГВ можно условно разделить на местное, дистанционное и автоматическое. Местное управление предполагает управление приводами с помощью аппаратуры, которая располагается в



непосредственной близости от механизма. Дистанционное управление обеспечивает управление технологическим оборудованием на расстоянии (например, с центрального щита управления). Автоматическое управление позволяет управлять технологическим оборудованием в зависимости от протекания технологического процесса или по заданной программе» [1].

## 4.2 Описание применяемой системы

Для защиты теплообменника во время запуска в работу и его эксплуатации необходимо предусмотреть комплект пускозащитного оборудования системы, который включает в себя (Рисунок 16) [2]:



- 1 – Теплообменник; 2 – Клапан регулирующий с электроприводом; 3 – Кран шаровой;  
 6 – Фильтр; 9 – Затвор дисковый; 10 – Датчик температуры; 11 – Кран трехходовой;  
 12 – Манометр; 13 – Термометр; 15 – Воздухоотводчик; 17 – Контроллер;  
 18 – Предохранительный клапан

Рисунок 16 – Схема обвязки теплообменника жидкость – жидкость

- защиту от гидравлического удара;
- защиту от пульсации давления;
- защиту от превышения давления выше максимального значения;
- защиту от повышенной вибрации теплообменника;
- защиту от попадания инородных тел во внутренние полости;
- защиту от воздействия солнечных лучей, источников ультрафиолетового излучения (сварки) и озона.

Теплообменник чувствителен к гидравлическому удару. Гидравлический удар может произойти при регулировании, ремонтах, запуске насосов и т.д. Для того чтобы исключить гидравлический удар, рекомендуется использовать дросселирование пневматических клапанов, устанавливать стабилизаторы давления или разрывные мембраны на циркуляционных трубопроводах, устанавливать реле запаздывания в электрической сети управления, организовывать автоматический запуск насосов только при закрытой арматуре (на закрытую задвижку) и т.д.

#### Выводы по разделу 4

Приняты решения по автоматизации ТТП. «Условия эксплуатации насосов, автоматических регуляторов теплогидравлических параметров теплоносителя, терморегуляторов, штампованных стальных радиаторов в большинстве своем требуют применения качественного теплоносителя без твердых примесей, без спуска воды из системы в теплый период года. Обеспечить такие условия возможно лишь при независимом подключении к теплосети. Преимуществом независимого подключения является также тот факт, что система отопления в значительно меньшей мере подвержена влиянию изменения гидравлического режима теплосети со временем и меньше сама влияет на теплосеть. Независимое подключение способствует уменьшению объема теплоносителя в теплосети, а значит снижению затрат на водоподготовку. Особо важным является уменьшение инерционности теплосети, что в итоге приводит к улучшению качества предоставляемой услуги по отоплению зданий за счет своевременного реагирования центрального качественного регулирования на изменение погодных условий. Поэтому независимое подключение является предпочтительным и перспективным техническим решением» [9].

## Список используемой литературы и список используемых источников

1. Автоматика и автоматизация систем теплогазоснабжения и вентиляции: Учеб. для вузов / А.А. Калмаков, Ю.Я. Кувшинов, С.С. Романова, С.А. Щелкунов; Под ред. В.Н. Богословского. – М.: Стройиздат, 1986. – 479 с.: ил.
2. Бобровский С.М. Безопасность труда и технологий : практикум. Тольятти : ТГУ, 2022. 89 с.
3. ГОСТ 30494-2011. Межгосударственный стандарт. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях . Residential and public buildings. Microclimate parameters for indoor enclosures : утв. постановлением №39/пр от 8.12.2011 // Консорциум кодекс: электронный фонд правовых и нормативно-технических документов.
4. ГОСТ 30674-99. Межгосударственный стандарт. Блоки оконные из поливинилхлоридных профилей. Технические условия. Windows of polyvinylchloride profiles. Specifications : утв. постановлением №37 от 06.05.2000 // Консорциум кодекс: электронный фонд правовых и нормативно-технических документов.
5. ГОСТ 5542-2014. Межгосударственный стандарт. Газы горючие природные промышленного и коммунально-бытового назначения. Технические условия. Natural fuel gases for commercial and domestic use. Specifications : утв. постановлением №67-П от 30.05.2014 // Консорциум кодекс: электронный фонд правовых и нормативно-технических документов.
6. ГОСТ 5582-75. Межгосударственный стандарт. Прокат тонколистовой коррозионно-стойкий, жаростойкий и жаропрочный. Технические условия. Stainless and Heat-Resisting Sheet. Specifications : утв. постановлением №3949 от 19.12.75 // Консорциум кодекс: электронный фонд правовых и нормативно-технических документов.
7. ГОСТ 9561-91. Государственный стандарт союза ССР. Плиты перекрытий железобетонные многпустотные для зданий и сооружений.

Технические условия. Reinforced concrete multihollow panels for floors in buildings. Specifications : утв. постановлением №5 от 20.09.91 // Консорциум кодекс: электронный фонд правовых и нормативно-технических документов.

8. Домашенко, К. О. Подсистемы коррозионного мониторинга / К. О. Домашенко // Вестник магистратуры. – 2016. – № 4-1(55). – С. 25-30. – EDN VTNRYP.

9. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник Е9 : утв. постановлением №43/512/29-50 от 5.12.1986 // Консорциум кодекс: электронный фонд правовых и нормативно-технических документов.

10. ЗАО DANFOSS "Техническое описание. Радиаторные терморегуляторы RTD", 2004.

11. Косолапова, Н. В., Безопасность жизнедеятельности : учебник / Н. В. Косолапова, Н. А. Прокопенко. — Москва : КноРус, 2017. — 247 с. — ISBN 978-5-406-04897-9-В-2016. — URL: <https://book.ru/book/921423> (дата обращения: 23.06.2023). — Текст : электронный.

12. Малявина Е.Г. Теплотери здания. Справочное пособие. М. : АВОК-ПРЕСС, 2007. 265 с.

13. Мухин О. А. Автоматизация систем теплогазоснабжения и вентиляции: Учеб. пособие для вузов. – Мн.: Выш. шк., 1986.

14. Новейший справочник сантехника : все виды сантехнических работ своими руками / авт.-сост. В.С. Котельников. – Ростов н/Д : Феникс, 2014. – 271 с. : ил. – (Профессиональное мастерство). URL: <http://bibliotekar.ru/spravochnik-112-santehnika/94.htm>

15. Оборудование фирмы «ДАНФОСС» для систем инженерного обеспечения зданий. Москва 2002г.

16. Огаркова, Т. Г. К определению проектного расхода тепла на отопление / Т. Г. Огаркова, Ю. В. Елистратова, А. С. Семиненко // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 8-1. – С. 44-48. – EDN QYYPZ.

17. Покатилов В.В. Пособие по расчету систем отопления. Вена : HERZ Armaturen, 2006. 145 с.

18. Программа для расчёта воздухораспределения Comfort Air // Арктос.ru : интернет-магазин. 2019. URL: <https://xn--80aumghe.xn--p1acf/12632-2/> (дата обращения: 30.05.2023).

19. Нормативные и справочные данные для расчета и проектирования отопления и вентиляции: Метод. указания к курсовому и дипломному проектированию. Приложения 45-69/Сост. В.В. Сорокин. – Тольятти: ТолПИИ, 1995

20. Сибикин Ю.Д. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. М. : Академия, 2015. 336 с.

21. СП 118.13330.2022. Свод правил. Общественные здания и сооружения. Public buildings and works : утв. постановлением №289/пр от 19.05.2022 // Консорциум кодекс: электронный фонд правовых и нормативно-технических документов.

22. СП 131.13330.2020. Свод правил. Строительная климатология. Building climatology : утв. постановлением №859/пр от 24.12.2020 // Консорциум кодекс: электронный фонд правовых и нормативно-технических документов.

23. СП 257.1325800.2020. Свод правил. Здания гостиниц. Правила проектирования. Buildings of hotels. Regulations of design : утв. постановлением №992/пр от 30.12.2020 // Консорциум кодекс: электронный фонд правовых и нормативно-технических документов.

24. СП 332.1325800.2017. Свод правил. Спортивные сооружения. Правила проектирования. Sports facilities. Rules of design : утв. постановлением №1536/пр от 14.11.2017 // Консорциум кодекс: электронный фонд правовых и нормативно-технических документов.

25. СП 402.1325800.2018. Свод правил. Здания жилые. Правила Проектирования систем газопотребления : утв. постановлением №789 от

05.12.2018 // Консорциум кодекс: электронный фонд правовых и нормативно-технических документов.

26. СП 50.13330.2012. Свод правил. Тепловая защита зданий. Thermal performance of the buildings : утв. постановлением №265/пр от 30.06.2012 // Консорциум кодекс: электронный фонд правовых и нормативно-технических документов.

27. СП 60.13330.2020. Свод правил. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Heating, ventilation and air conditioning : утв. постановлением №921 от 30.12.2020 // Консорциум кодекс: электронный фонд правовых и нормативно-технических документов.

28. Справочное пособие к СНиП 2.08.02-89. Проектирование предприятий общественного питания // Климат в дом URL: <https://www.klimatvdomi.com/pdf/2.08.02-89%20.pdf> (дата обращения: 30.05.2023).

29. СТО НОП 2.1-2014. Требования к содержанию и расчету показателей энергетического паспорта проекта жилого и общественного здания. Requirements for the composition and content of energy passport of the residential and public buildings : утв. постановлением №59 от 04.06.2014 // Консорциум кодекс: электронный фонд правовых и нормативно-технических документов.

30. Технические характеристики полусварных пластинчатых теплообменников «Ридан». / <https://teploobmennik.ridan.ru/products/catalog-rpto/teploobmennik-nn-04/>

31. Технический паспорт изделия. Автоматический регулятор перепада давлений VALTEC // VALTEC URL: <https://valtec.ru/document/technical/VT.041-0122.pdf> (дата обращения: 30.05.2023).

32. Технический паспорт изделия. Тепловая завеса URL: <https://kalashnikov-climate.com/katalog/teplovye-zavesy/seriya-d/teplovaya-zavesa-kalashnikov-kvc-d20w50-11/>.

33. Технический паспорт изделия. Радиатор фирмы «Русский радиатор»:  
<https://rusradiator.ru/>.

34. Типовая технологическая карта на монтаж внутреннего трубопровода систем отопления с запорно-регулирующей арматурой и установкой отопительных приборов // Строительные технологии URL:  
<https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293794/4293794404.pdf> (дата обращения: 30.05.2023).

35. Ткач, Я. А. Исследование методов и разработка системы управления микроклиматом здания / Я. А. Ткач // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. – 2019. – № 1(39). – С. 62-65. – EDN FDEOYA.

36. Циркуляционные бессальниковые насосы. GRUNDFOS каталог 2002 г. URL: <https://www.grundfos.com/ru/support/documentation/catalogs>

## Приложение А

### Паспорт на алюминиевый секционный, литой радиатор отопления



8 800 5 500 140  
rusradiator.ru

#### Гарантийный талон

Радиатор алюминиевый «Русский Радиатор» – «Корвет» \_\_\_\_\_ секций

Продавец (поставщик): \_\_\_\_\_

Адрес: \_\_\_\_\_

Телефон: \_\_\_\_\_ Эл. почта: \_\_\_\_\_

Отв. лицо: \_\_\_\_\_ Ф.И.О. \_\_\_\_\_ Подпись \_\_\_\_\_ М.П. \_\_\_\_\_

Дата продажи: «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

#### Отметка организации, производившей монтаж радиатора:

Название организации: \_\_\_\_\_

Адрес: \_\_\_\_\_

Телефон: \_\_\_\_\_ Эл. почта: \_\_\_\_\_

Отв. лицо: \_\_\_\_\_ Ф.И.О. \_\_\_\_\_ Подпись \_\_\_\_\_ М.П. \_\_\_\_\_

Дата монтажа: «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

#### Отметка организации, производившей приемку:

Название организации: \_\_\_\_\_

Адрес: \_\_\_\_\_

Телефон: \_\_\_\_\_ Эл. почта: \_\_\_\_\_

Отв. лицо: \_\_\_\_\_ Ф.И.О. \_\_\_\_\_ Подпись \_\_\_\_\_ М.П. \_\_\_\_\_

Дата приемки: «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

#### Свидетельство о приемке:

Радиатор алюминиевый «Русский Радиатор» – «Корвет» \_\_\_\_\_ секций, испытан на герметичность давлением 2,45 МПа ( 24 атм.), соответствует требованиям ГОСТ 31311-2005

Я, \_\_\_\_\_ с условиями

монтажа и эксплуатации радиаторов ознакомлен, претензий по товарному виду не имею.

Подпись покупателя: \_\_\_\_\_ Дата покупки: «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.



8 800 5 500 140  
rusradiator.ru

#### Гарантийный талон

Радиатор алюминиевый «Русский Радиатор» – «Корвет» \_\_\_\_\_ секций

Продавец (поставщик): \_\_\_\_\_

Адрес: \_\_\_\_\_

Телефон: \_\_\_\_\_ Эл. почта: \_\_\_\_\_

Отв. лицо: \_\_\_\_\_ Ф.И.О. \_\_\_\_\_ Подпись \_\_\_\_\_ М.П. \_\_\_\_\_

Дата продажи: «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

#### Отметка организации, производившей монтаж радиатора:

Название организации: \_\_\_\_\_

Адрес: \_\_\_\_\_

Телефон: \_\_\_\_\_ Эл. почта: \_\_\_\_\_

Отв. лицо: \_\_\_\_\_ Ф.И.О. \_\_\_\_\_ Подпись \_\_\_\_\_ М.П. \_\_\_\_\_

Дата монтажа: «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

#### Отметка организации, производившей приемку:

Название организации: \_\_\_\_\_

Адрес: \_\_\_\_\_

Телефон: \_\_\_\_\_ Эл. почта: \_\_\_\_\_

Отв. лицо: \_\_\_\_\_ Ф.И.О. \_\_\_\_\_ Подпись \_\_\_\_\_ М.П. \_\_\_\_\_

Дата приемки: «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

#### Свидетельство о приемке:

Радиатор алюминиевый «Русский Радиатор» – «Корвет» \_\_\_\_\_ секций, испытан на герметичность давлением 2,45 МПа ( 24 атм.), соответствует требованиям ГОСТ 31311-2005

Я, \_\_\_\_\_ с условиями

монтажа и эксплуатации радиаторов ознакомлен, претензий по товарному виду не имею.

Подпись покупателя: \_\_\_\_\_ Дата покупки: «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.



ГОСТ 31311-2005

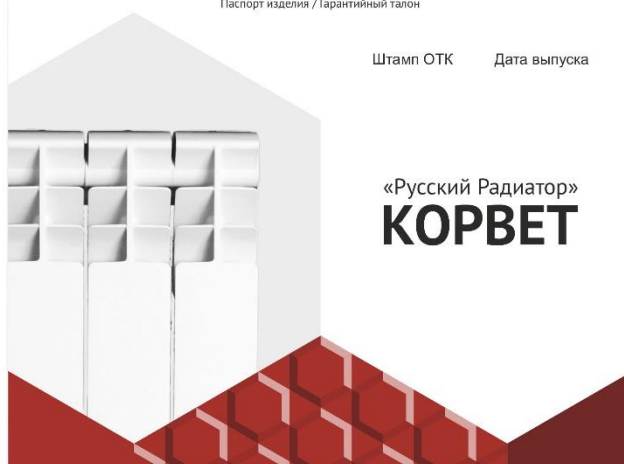


#### РУССКИЙ РАДИАТОР

Алюминиевый секционный,  
литой радиатор отопления

Паспорт изделия / Гарантийный талон

Штамп ОТК      Дата выпуска



«Русский Радиатор»  
**КОРВЕТ**



ГОСТ 31311-2005

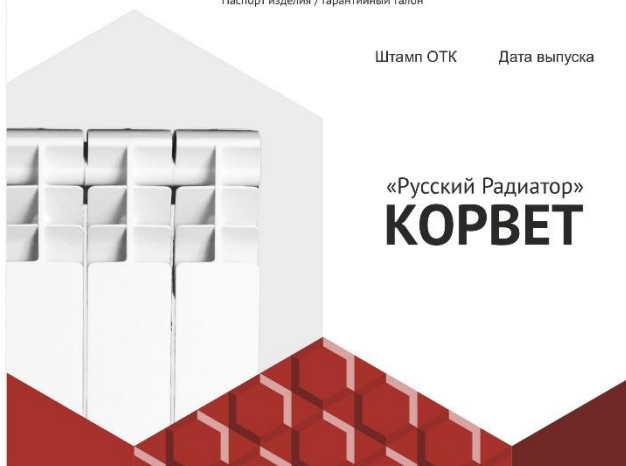


#### РУССКИЙ РАДИАТОР

Алюминиевый секционный,  
литой радиатор отопления

Паспорт изделия / Гарантийный талон

Штамп ОТК      Дата выпуска



«Русский Радиатор»  
**КОРВЕТ**



## Продолжение приложения А

### 1 Монтаж и эксплуатация радиаторов

1.1 Проектирование, монтаж и эксплуатация системы отопления должны осуществляться в соответствии с требованиями ГОСТ 31311-2005, СП 60.13330.2016, СП 73.13330.2016 и СП 124.13330.2012 «Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ» и согласовываться организацией, отвечающей за эксплуатацию данной системы отопления.

Для предотвращения ускоренной коррозии отопительного прибора из-за воздействия постоянного или переменного токов тепловые сети должны соответствовать нормам СТО 17330282.27.060.001-2008.

1.2 Монтаж радиаторов должен осуществляться только:

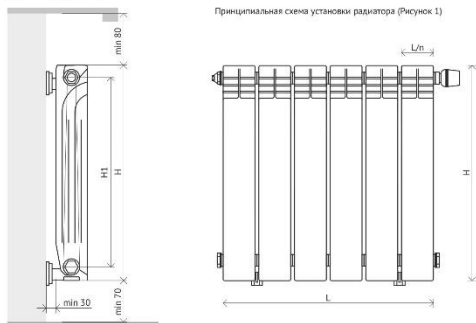
1.2.1 При наличии теплотехнического проекта, созданного лицензированной проектной организацией и заверенного организацией, ответственной за эксплуатацию системы отопления помещения, в котором планируется установка этого радиатора.

1.2.2 Специализированной монтажной организацией, в соответствии со строительными нормами и правилами, утвержденными Минстроем России.

1.2.3 После достижения радиатором комнатной температуры естественным образом, без прямого воздействия нагревательных приборов.

1.2.4 С обязательной возможностью перекрытия входа и выхода.

1.3 Для оптимальной теплоотдачи расстояние между радиатором и полом должно быть не менее 70 мм, а между радиатором и подоконником - не менее 80 мм. Кронштейны должны обеспечивать расстояние от стены не менее 30 мм, а также горизонтальное положение радиатора (рис. 1).



1.4 Изготовитель рекомендует (во избежание внешних механических повреждений, попадания строительного мусора в рабочие полости и т.д.) производить монтаж и подсоединение радиатора к трубопроводам без снятия защитной полиэтиленовой пленки.

1.5 Радиатор должен быть снабжен клапаном для удаления воздуха. В ходе эксплуатации необходимо регулярно удалять воздух из верхнего коллектора с помощью воздушного клапана.

1.6 Радиатор в течение всего периода эксплуатации должен быть заполнен теплоносителем.

1.7 Транспортировку и хранение радиаторов следует осуществлять в соответствии с ГОСТ 31311-2005.



1.8 В случае одностороннего бокового подключения радиатора (рис. 2/рис. 4) с числом секций более 12 шт., для оптимальной теплоотдачи, рекомендуется во впускной коллектор установить направляющую потока длиной 2/3 длины радиатора.

1.9 Завод-изготовитель не рекомендует производить переконфигурацию радиаторов. Гарантийные обязательства на переконфигурованные радиаторы не распространяются.

1.10 Не рекомендуется резкое открывание радиаторных вентилях во избежание гидравлического удара.

1.11 Категорически запрещается:

1.11.1 Подвергать радиатор ударам и чрезмерным нагрузкам, способным повредить или разрушить его.

1.11.2 Использовать радиатор в качестве элемента заземляющего и токоведущего контура.

1.11.3 Использовать радиатор в системах отопления с уровнем водородного показателя pH теплоносителя в диапазоне, отличным от рекомендованного.

1.11.4 Использовать радиатор в контуре горячего водоснабжения (вместо полотенцесушителя).

### 2 Гарантийные обязательства и условия их действия

2.1 Срок эксплуатации радиатора при условии соблюдения требований и рекомендаций, перечисленных в п.1 – не менее 25 лет.

2.2 Гарантия на радиатор «Корвет» действует в течение 15 лет со дня продажи при наличии у покупателя настоящего паспорта с заполненным гарантийным талоном и штампом торгующей организации.

2.3 Гарантия распространяется на все дефекты, возникшие по вине изготовителя.

2.4 Гарантия не распространяется на дефекты, возникшие по вине потребителя или организации, ответственной за эксплуатацию системы отопления, к которой подключен (был подключен) данный радиатор в результате нарушения условий п.1 настоящего паспорта.

2.5 Претензии по качеству продукции принимаются от покупателя при предъявлении следующих документов:

2.5.1 Заявления с указанием паспортных данных заявителя или реквизитов организации, адреса, даты и времени обнаружения дефекта, координат монтажной организации, установившей и испытавшей радиатор после установки.

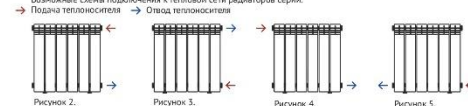
2.5.2 Копии разрешения эксплуатационной организации, отвечающей за систему, в которую был установлен прибор, на изменение данной отопительной системы.

2.5.3 Копии акта о вводе радиатора в эксплуатацию с указанием величины испытательного давления.

2.5.4 Документа, подтверждающего покупку радиатора.

2.5.5 Оригинал паспорта изделия с подписью потребителя.

Возможные схемы подключения к тепловой сети радиаторов серии.



**РУССКИЙ  
РАДИАТОР**



### Уважаемый покупатель

Благодарим Вас за покупку «Русского Радиатора» и просим внимательно ознакомиться со следующими рекомендациями:

Радиатор имеет гарантию на производственные дефекты сроком 15 лет при условии, что установка и эксплуатация соответствовали инструкциям производителя и действующим нормам.

Технические характеристики могут быть изменены без предварительного уведомления.

«Русский радиатор» соответствует самым высоким требованиям и отвечает мировым стандартам. Рекомендуем Вам внимательно прочитать настоящую инструкцию до установки прибора. Соблюдение содержащихся в ней рекомендаций защитит Вас от возможных неприятностей, связанных с неправильным использованием радиатора отопления, а также позволит Вам долгое время эксплуатировать данный прибор.

Наши радиаторы полностью соответствуют основным требованиям безопасности, гигиены и защиты окружающей среды, а также полностью отвечают требованиям ГОСТа России и стандартов других стран, что подтверждается сертификатами соответствия.

	Корвет AL 200x100	Корвет AL 350x100	Корвет AL 500x80	Корвет AL 500x100	Ед. изм.
Межосевое расстояние, H <sub>и</sub>	200	350	500	500	мм
Высота, H	270	420	570	570	мм
Ширина, L/l <sub>п</sub>	81,5	80	80	80	мм
Глубина	100	100	80	100	мм
Номинальный тепловой поток при ΔT=70°C	108	147	173	181	Вт
Вес секции	0,80	0,95	1,10	1,20	кг
Объем секции		0,285	0,294	0,316	л
Интервал водородного показателя теплоносителя	7-8	7-8	7-8	7-8	pH
Максимально допустимая температура	110	110	110	110	°C
Максимальное рабочее давление	16	16	16	16	атм
Испытательное давление	24	24	24	24	атм
Давление разрушения	>60	>60	>72	>60	атм
Присоединительная резьба	G 1"	G 1"	G 1"	G 1"	
Цвет покрытия секций	RAL9016	RAL9016	RAL9016	RAL9016	



### Назначение

Алюминиевый радиатор отопления «Русский Радиатор Корвет» (далее "радиатор") предназначен для применения в системах отопления жилых и административных зданий и соответствует требованиям нормативных документов ГОСТ 31311-2005.

В Радиаторе допускается использование антифризов и незамерзающих теплоносителей.

### Комплектация радиатора «Корвет»

- Радиатор в сборе (от 4 до 14 секций)
- Упаковка
- Технический паспорт изделия
- Монтажный комплект поставляется отдельно

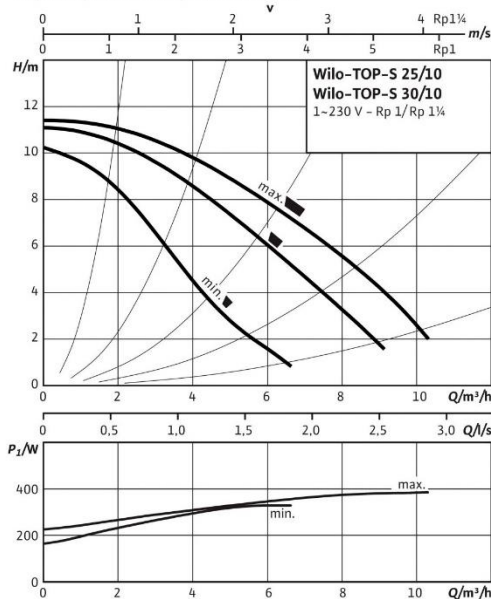
## Приложение Б

# Паспорт на алюминиевый секционный, литой радиатор отопления

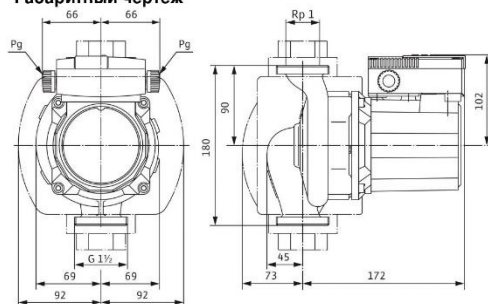


### Технический паспорт: Wilo-TOP-S 25/10 (1~230 V, PN 10)

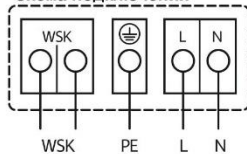
#### Характеристики Переменный ток



#### Габаритный чертёж



#### Схема подключения



Подключение к электросети 1~230 В, 50 Гц

WSK = защитный контакт обмотки

Полная защита электродвигателя на всех ступенях частоты вращения с опциональным устройством отключения SK 602N/SK 622N или другие приборы управления/регулирования, совместимые с WSK

Выключение: выключение по сигналу внешнего прибора управления/внешней системы регулирования

Сброс: Сброс сигнала неисправности выполняется автоматически после охлаждения электродвигателя

#### Допустимая перекачиваемая среда (другие среды по запросу)

Вода систем отопления (согласно VDI 2035)

Водогликолевая смесь (макс. 1:1; при доле гликоля более 20 % необходимо проверять рабочие характеристики)

#### Допустимая область применения

Диапазон температур при макс. температуре окружающей среды +40 °C

Макс. допустимое рабочее давление  $P_{max}$

#### Подсоединения к трубопроводу

Резьбовое соединение труб

Резьба

Габаритная длина  $l_0$

#### Мотор/электроника

Создаваемые помехи

Помехозащитность

Степень защиты

Класс изоляции

Подключение к сети

Номинальная мощность электродвигателя  $P_2$

Частота вращения  $N$

Потребляемая мощность 1~230 В  $P_1$

Ток при 1~230В  $I$

Конденсатор

Резьбовой ввод для кабеля PG

Защита электродвигателя

#### Материалы

Корпус насоса

Рабочее колесо

Вал насоса

Подшипники

#### Минимальный подпор на всасывающем патрубке во избежание кавитации

при температуре перекачиваемой воды

Минимальное давление на входе при температурах жидкости 50/95/110/130 °C

#### Данные для заказа

Изделие

Тип

Арт.-№

Вес, прим.  $m$

\* = имеется, - = отсутствует

•

-20 до +130 (в кратковременном режиме 2 ч: +140) (при использовании с защитным модулем Wilo-C: от -20 до +110) °C

10 бар

Rp 1

G 1½

180 мм

EN 61000-6-3

EN 61000-6-2

IP X4D

H

1~230 В, 50 Гц

180 Вт

2400 / 2550 / 2700 об/мин

335 / 385 / 390 Вт

1,72 / 1,87 / 1,90 А

8,0 мкФ / 400 VDB

2x13,5

Дополнительное устройство отключения SK 602N/622N, защитный модуль C

Серый чугун (EN-GJL-200)

Синтетический материал (полипропилен - 50% GF)

Нержавеющая сталь (X46Cr13)

Металлографит

0,5 / 5 / 11 / 24 м

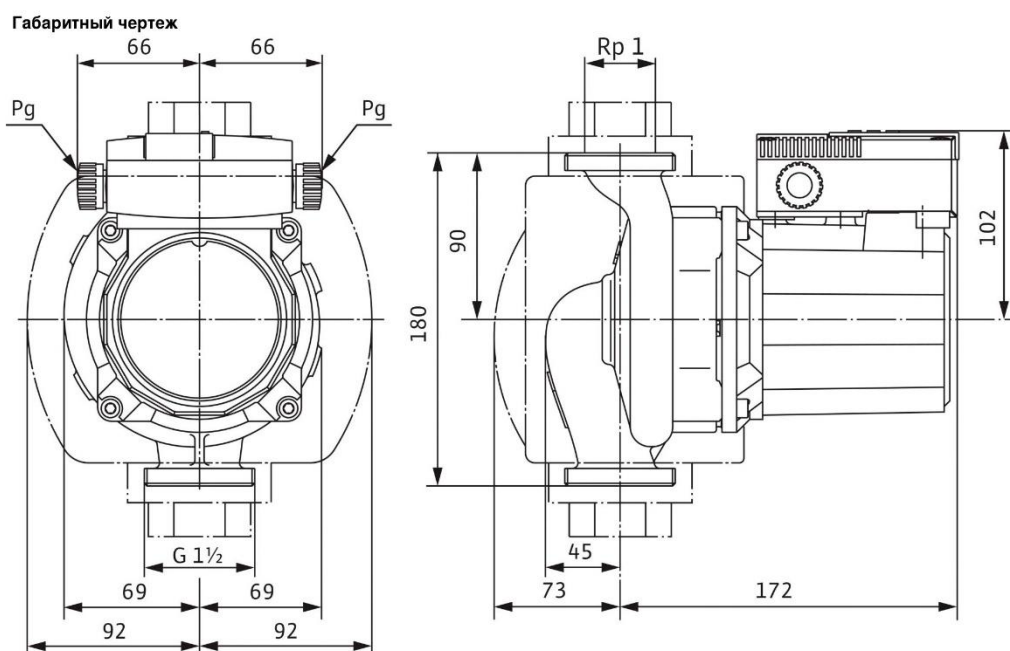
Wilo

TOP-S 25/10

2061962

6,2 кг

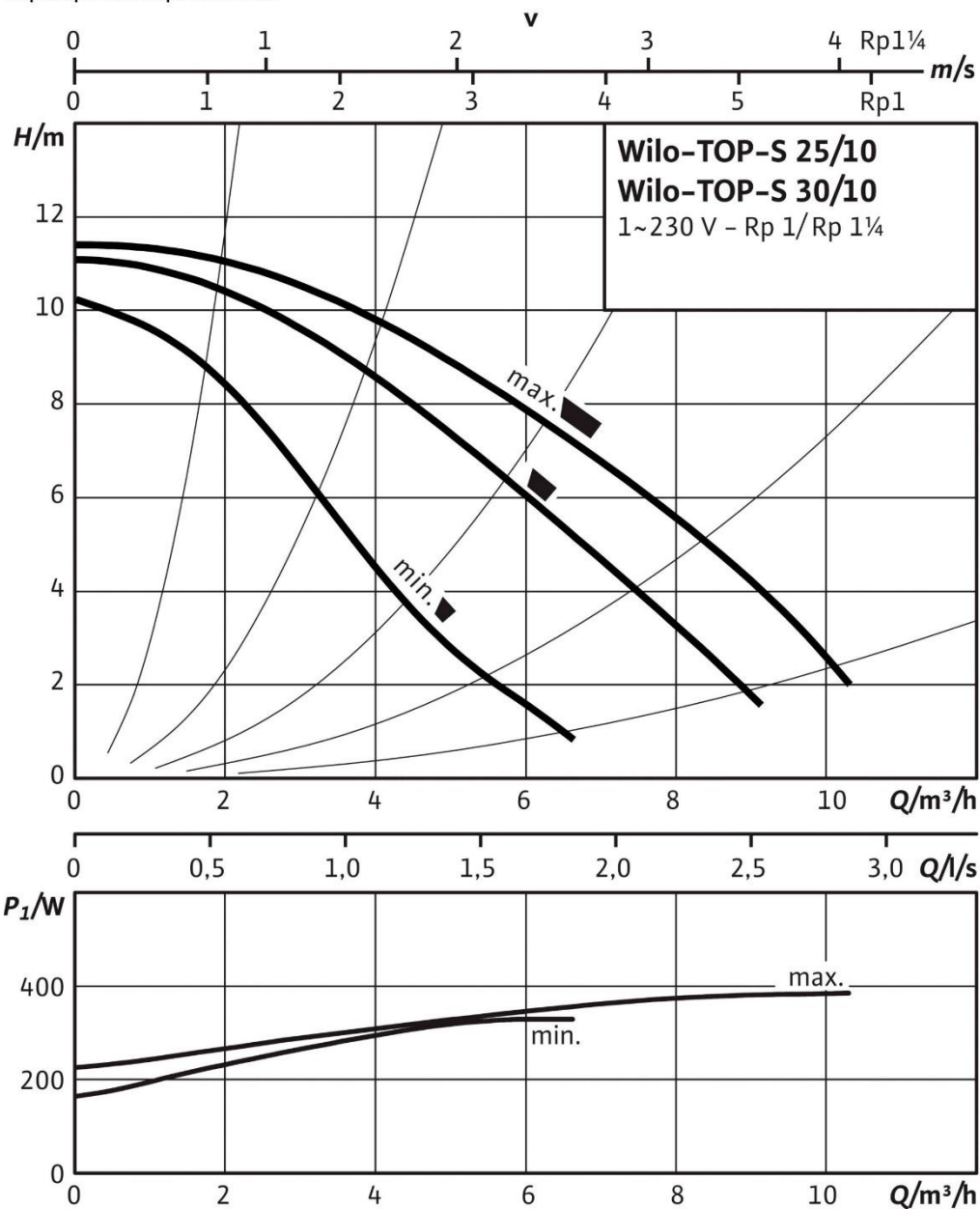
Размеры и габаритные чертежи: Wilo-TOP-S 25/10 (1~230 V, PN 10)





Характеристики: Wilo-TOP-S 25/10 (1~230 V, PN 10)

Характеристики Переменный ток



## Описание изделия: Wilo-TOP-S 25/10 (1~230 V, PN 10)

Возможно применение для любых систем отопления, систем кондиционирования, закрытых контуров охлаждения и промышленных циркуляционных систем.

Не требующий техобслуживания циркуляционный насос с мокрым ротором, с резьбовым или фланцевым подсоединением, возможен выбор ступеней частоты вращения.

### Оснащение и функции

- Ручная регулировка мощности с 3 ступенями частоты вращения
- Насосы с 1-фазным электродвигателем:
  - P2 до 90 Вт: встроенная защита обмотки от перегрева;
  - P2 ≥ 180 Вт: полная защита электродвигателя посредством защитного контакта обмотки в сочетании с устройством отключения (опция: SK 602N/SK 622N)
- Насосы с 3-фазным электродвигателем:
  - P2 до 90 Вт: встроенная защита обмотки от перегрева;
  - P2 ≥ 180 Вт: полная защита электродвигателя посредством защитного контакта обмотки в сочетании с устройством отключения (опция: SK 602N/SK 622N)
  - Электроподключение к сети 3~230 В с опциональным штекером переключения
- Корпус насоса с катафорезным покрытием для оптимальной защиты от коррозии
- Комбинированный фланец PN 6/PN 10 (при DN 40 - DN 65)
- теплоизоляционные кожухи.

### Материалы

Корпус насоса: Серый чугун (EN-GJL-200)  
Рабочее колесо: Синтетический материал (полипропилен - 50% GF)  
Вал насоса: Нержавеющая сталь (X46Cr13)  
Подшипники: Металлографит

### Допустимая перекачиваемая среда (другие среды по запросу)

Макс. расход  $Q_{max}$ : 10,3 м<sup>3</sup>/ч  
Макс. напор  $H_{max}$ : 11,5 М

### Допустимая область применения

Диапазон температур при макс. температуре окружающей среды +40 °C: -20 до +130 (в кратковременном режиме 2 ч: +140) (при использовании с защитным модулем Wilo-C: от -20 до +110) °C

### Подсоединения к трубопроводу

Резьбовое соединение труб: Rp 1  
Резьба: G 1½  
Габаритная длина  $l_b$ : 180 мм

### Мотор/электроника

Создаваемые помехи: EN 61000-6-3  
Помехозащищенность: EN 61000-6-2  
Степень защиты: IP X4D  
Класс изоляции: H  
Подключение к сети: 1~230 В, 50 Гц  
Частота сети  $f$ : 50 Гц  
Номинальная мощность электродвигателя  $P_2$ : 180 Вт  
Частота вращения  $N$ : 2400 / 2550 / 2700 об/мин  
Потребляемая мощность 1~230 В  $P_1$ : 335 / 385 / 390 Вт  
Ток при 1~230В  $I$ : 1,72 / 1,87 / 1,90 А  
Защита электродвигателя: Дополнительное устройство отключения SK 602N/622N, защитный модуль C  
Резьбовой ввод для кабеля PG: 2x13,5

### Данные для заказа

Арт.-№: 2061962  
Номер EAN: 4016322892007  
Вес, прим.  $m$ : 6,2 кг  
Изделие: Wilo  
Тип: TOP-S 25/10