

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)

**08.04.01 Строительство**

(код и наименование направления подготовки)

**Современные системы обеспечения микроклимата зданий и сооружений**

(направленность (профиль))

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)**

на тему **Обеспечение микроклимата в 14-этажном жилом доме с не  
жилыми помещениями в г. Тольятти**

Обучающийся

**И.О.Вергасов**

(инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Научный

руководитель

**канд. техн. наук, доцент, Е.В.Чиркова**

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

Тольятти 2024

## Содержание

Введение .....	4
1 Исходные данные объекта проектирования .....	7
1.1 Параметры наружного и внутреннего воздуха.....	7
1.2 Источники тепло- и холодоснабжения .....	8
1.3 Архитектурно-планировочные решения объекта.....	10
2 Аналитический обзор.....	14
2.1 Обзор нормативных требований, предъявляемых к системам обеспечения микроклимата зданий.....	14
2.2 Обзор существующих инженерных решений по проектированию систем обеспечения микроклимата в зданиях .....	16
2.3 Патентный поиск .....	23
2.3.1 Описание предмета поиска .....	23
2.3.2 Формирование программы исследования .....	27
2.3.3 Выбор патентно-технической документации .....	27
2.3.4 Анализ сущности изобретения .....	28
2.3.5 Оценка преимуществ и недостатков аналогов.....	28
2.3.6 Определение тенденций развития .....	33
3 Расчёт теплопотерь и теплоступлений. Тепловой баланс .....	34
3.1 Теплотехнический расчёт ограждающих конструкций.....	34
3.2 Расчёт теплопотерь помещений .....	49
4 Системы обеспечения микроклимата .....	56
4.1 Отопление.....	56
4.1.1 Конструирование систем отопления и теплоснабжения .....	56
4.1.2 Гидравлический расчёт системы отопления .....	57
4.1.3 Тепловой расчет отопительных приборов.....	62
4.1.4 Расчет и подбор отопительного оборудования.....	64
4.2 Вентиляция .....	67
4.2.1 Определение требуемых воздухообменов. Воздушный баланс.....	67

4.2.2	Конструирование систем вентиляции и кондиционирования воздуха	72
4.2.3	Аэродинамический расчет .....	74
4.2.5	Расчет и подбор вентиляционного оборудования .....	81
5	Автоматизация систем обеспечения микроклимата.....	88
5.1	Автоматизация ИТП.....	88
5.2	Описание оборудования и средств автоматизации.....	89
6	Технико-экономический расчет.....	92
	Заключение .....	107
	Список использованной литературы и использованных источников .....	108
	Приложение А Расчет приборов системы отопления жилого дома .....	111

## Введение

Актуальность работы определяется тем, что из-за широкого применения современных воздухонепроницаемых строительных материалов и, не в последнюю очередь, окон со стеклопакетами все большее значение начинают иметь приточно-вытяжные системы естественной вентиляции с установкой в оконных блоках приточных клапанов для подачи воздуха в жилые помещения.

Здание секционного типа, сблокировано из двух секций, не может обойтись без создания условий требуемого микроклимата.

По своему функциональному назначению относится к жилым зданиям. Вид разрешенного использования объекта капитального строительства – многоквартирные многоэтажные жилые дома с встроенно-пристроенными офисными помещениями.

«Современный городской житель 90% времени проводит в помещении. По оценкам экологов, воздух в доме в 4-6 раз грязнее и в 8-10 раз токсичнее уличного. Около 10% инфекционных и простудных заболеваний приобретается вне стен, а 90% – внутри помещений. В природе происходит естественное обновление среды: большая часть пыли, микробов, токсических соединений разрушается, а в доме почти все способствует их сохранению, накоплению и размножению. По мнению специалистов, загрязненная атмосфера дома способствует заболеванию органов дыхания. Чаще, чем принято думать, загрязненный воздух становится причиной кожных и аллергических заболеваний» [19].

Объект исследования: Жилой дом:

общее количество квартир – 156, в том числе:

- однокомнатных – 91;
- двухкомнатных – 39;
- трехкомнатных – 26.

Технико-экономические показатели жилого дома представлены в табл.

1.

Таблица 1 – Основные технико-экономические показатели

Этажность	14	
Количество этажей	16	
Общая площадь квартир, м <sup>2</sup>	9436,58	
Площадь квартир, м <sup>2</sup>	8235,12	
Жилая площадь квартир, м <sup>2</sup>	3941,2	
Площадь нежилых помещений, м <sup>2</sup>	1301,74	
Площадь жилого здания/ общая площадь, м <sup>2</sup>	15317,1/15317,1	
Площадь застройки здания, м <sup>2</sup>	1318,64	
Строительный объем здания, м <sup>3</sup>		
В том числе	надземной части, м <sup>3</sup>	44313,2
	подземной части, м <sup>3</sup>	5944,5

Предмет исследования: системы обеспечения микроклимата жилого дома.

Цель магистерской диссертации: проектирование систем обеспечения микроклимата в 14-этажном жилом доме с нежилыми помещениями в г.Тольятти.

Задачи исследования:

- Обосновать актуальность данного исследования, выявить проблемы проектирования и их практической реализации;
- Изучить нормативную, научно-техническую литературу, современные проектные решения ОВК, применимые к многоэтажным жилым зданиям многофункционального назначения;
- Провести патентный поиск единицы оборудования – устройства удаления воздуха из системы отопления;
- Разработать проект систем ОВК для объекта проектирования;
- Разработать технико-экономическое обоснование принятого инженерного решения.

Методы исследования: Теоретико-методологической основой работы является комплексный подход. При подготовке и выполнении работы использованы теоретические и практические методы исследования.

Личный вклад автора в организацию и проведение исследования состоит в обобщении материала, расчетах и подборе необходимого оборудования.

Апробация результатов и публикации по теме работы. Результаты докладывались на следующих конференциях и были изложены в следующих публикациях:

- Обоснование применения независимой схемы присоединения системы отопления жилого дома к тепловым сетям/ Е.В. Чиркова, И.О. Вергасов // Сборник студенческих работ «Студенческие дни науки в ТГУ – 2022» – Тольятти, 2023.
- Анциферов, С. А. Расчёт утепления наружного угла на основе цифрового моделирования / С. А. Анциферов, Е. В. Чиркова, И. О. Вергасов // Сурский вестник. – 2024. – № 1(26). – С. 46-51. – DOI 10.36461/2619-1202\_2024\_01\_008. – EDN BAVPRC.

На защиту выносятся:

- Литературный обзор и анализ нормативной документации по обеспечению микроклимата спортивных комплексов.
- Патентный поиск, в качестве объекта исследования которого выбран центробежный (радиальный) вентилятор.
- Проект системы обеспечения микроклимата объекта.
- Техничко-экономический расчет и обоснование проектных решений.

Структура и объем диссертации. Магистерская диссертация состоит из графической части и пояснительной записки. Графическая часть проекта представлена на 12 листах формата А1. Пояснительная записка состоит из введения, 6 глав, заключения, содержит 22 рисунков, 20 таблиц, список использованной литературы 35, 1 приложения. Основной текст работы изложен на 134 страницах.

# 1 Исходные данные объекта проектирования

## 1.1 Параметры наружного и внутреннего воздуха

Климатические параметры для наружного воздуха в г. Тольятти приняты по СП [1] и представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Параметры наружного воздуха [13]

«Наименования района расположения объекта»	Барометрическое давление, гПа	Параметры	Темп-ра воздуха, С	Скорость ветра, м/с	Уд.энтальпия кДж/кг	Период года
Город Тольятти Самарской области	998	Б	-27	2,9	-29,8	Холодный
		А	25	2,3	52,8	Теплый» [13].

«Для холодного периода года параметры наружного воздуха принимаем по СП [1]:

- «Район строительства: Самарская область.
- Ориентация главного фасада здания: на юг.
- средняя температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92:  $t_{н} = -27^{\circ}\text{C}$ ;
- средняя месячная температура наружного воздуха за январь:  $t_{1} = -11,1^{\circ}\text{C}$ ;
- средняя температура наружного воздуха в отопительный период со среднесуточной температурой наружного воздуха меньше  $8^{\circ}\text{C}$ :  $t_{от} = -4,7^{\circ}\text{C}$ ;
- продолжительность отопительного периода:  $z_{от} = 196$  сут.;
- средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца:  $\varphi = 83\%$ ;
- максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь:  $v = 3,5$  м/с;

- зона влажности района строительства определяем по своду правил: зона сухая [1];
- географическая широта: 53,2°с.ш. Для теплого периода года параметры наружного воздуха также принимаем по СП [1];
- температура наружного воздуха с обеспеченностью 0,95:  $t_n=25^{\circ}\text{C}$ ;
- средняя месячная относительная влажность наиболее теплого месяца:  $\varphi=63\%$ ;
- минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль:  $v=2,3$  м/с [13].

## 1.2 Источники тепло- и холодоснабжения

Проектом предусмотрено присоединение к тепловым сетям систем отопления, вентиляции и приготовления горячей воды для бытовых нужд 14-ти этажного двухподъездного жилого дома с нежилыми помещениями и инженерно-техническим обеспечением и обеспечения заданного температурного графика в системах отопления в зависимости от температуры наружного воздуха и учета потребляемой тепловой энергии.

Присоединение осуществляется от тепловых сетей Автозаводского района через ИТП, расположенный в техническом этаже жилого дома на отм. –5,750 в осях В-Д; 10-11. Температура теплоносителя 150-70°С.

Температурный график систем:

- отопление жилого дома – 90-70°С;
- отопление офисов – 90-70°С;
- вентиляция – 150-70°С;
- горячее водоснабжение – 65°С;
- давление в теплосети Р1/Р2 – 6,1/4,7 кгс/см<sup>2</sup>.
- потеря давления в трассе от точки подключения до ИТП – 0,13 м;
- давление в водопроводе на вводе в ИТП – 5,9 кгс/см<sup>2</sup>.

Схема теплоснабжения жилого дома и офисов – закрытая, с независимым присоединением систем отопления через пластинчатые



теплообменники фирмы «ВАРМА», с подачей теплоносителя к системам отопления жилого дома и офисов с  $t = 90-70^{\circ}\text{C}$ . Циркуляция воды в системах отопления осуществляется циркуляционными насосами фирмы «Grundfos».

Схема присоединения горячего водоснабжения жилого дома принята смешанная двухступенчатая, через пластинчатый теплообменник (моноблок) фирмы «ВАРМА».

Схема присоединения офисов принята одноступенчатая, через пластинчатый теплообменник фирмы «ВАРМА».

В схемах горячего водоснабжения предусматриваются циркуляционные насосы фирмы «Grundfos».

Регулирование температуры теплоносителя в системах отопления в зависимости от температуры наружного воздуха и воздуха в помещениях, поддержание требуемой температуры в системах ГВС осуществляется клапанами Н6.S фирмы «Белимо», управляемыми регуляторами «ТРМ-32М».

В системах ГВС предусмотрены аппараты магнитной обработки воды для предотвращения образования накипи на стенках магистралей и теплообменных аппаратов.

Предусматриваются отдельные узлы учета тепла и тепловой энергии на жилую часть и на офисы, расположенные на вводе теплосети в здание.

Учет теплоты выполнен на основе тепловычислителей ТВ-7, с установкой преобразователей расхода Термотроник РС:

- термопреобразователей сопротивления – КТСП-Н;
- преобразователей давления – НТ.

Трубопроводы сетевой воды предусмотрены из стальных электросварных труб по ГОСТ 10704-91 гр. В ст.10., трубопроводы горячего водоснабжения, водопровод и дренажные трубопроводы – из стальных водогазопроводных оцинкованных труб по ГОСТ 3262-75\*. Антикоррозийное покрытие – краской БТ-177 в два слоя по грунтовке ГФ-021. Тепловая изоляция трубопроводов предусмотрена – цилиндры из минеральной ваты «ROKWOOL», армированные алюминиевой фольгой  $\delta = 40$  мм.

### 1.3 Архитектурно-планировочные решения объекта

Объект проектирования – 14-этажный жилой дом с не жилыми помещениями г. Тольятти/

Эскиз здания представлен на рисунке 1.

Отделка фасадов – наружная теплоизоляция стен с отделочным слоем из тонкослойной штукатурки «CERESIT». Цвет – согласно эскизному проекту. Применены вставки фасадной клинкерной плитки на 1-ом и 2-ом этажах.

На первом этаже в МОП размещены колясочные. На типовых этажах – индивидуальные колясочные.



Рисунок 1 – Эскиз 14 этажного жилого дома

Внутренняя отделка квартир:

- стены – улучшенная штукатурка. Потолки – рустованные без отделки;
- полы – механизированная полусухая стяжка. Окна ПВХ с двухкамерным энергосберегающим стеклопакетом согласно ГОСТ;
- двери входные в квартиру – металлические.

Внутренняя отделка офисов:

- стены – без отделки;
- потолки – рустованные без отделки;
- полы – механизированная полусухая стяжка. окна ПВХ с однокамерным энергосберегающим стеклопакетом согласно ГОСТ;
- двери входные – металлические.

#### Отделка МОП:

- стены – улучшенная штукатурка, шпатлевка, окраска водоэмульсионной краской или покраска кирпичных стен, уложенных с расшивкой швов;
- потолки – окраска водоэмульсионной краской с установкой потолочных декоративных решеток. Полы – цементно-песчаная стяжка, керамогранитная плитка;
- двери наружные входные – алюминиевые светопрозрачные и стальные противопожарные;
- двери холлов и незадымляемой лестницы – алюминиевые светопрозрачные.

Высота здания (от отметки поверхности проезда для пожарных машин до нижней границы окна верхнего этажа) составляет 43,25 м.

Под зданием предусмотрено техническое подполье, в котором расположены коммуникации и помещения: ИТП, насосная.

Площадь технического подполья составляет – 945,76 м<sup>2</sup>; секция 1 – 472,88 м<sup>2</sup>; секция 2 – 472,88 м<sup>2</sup>.

Из технического подполья в каждой секции предусмотрены два рассредоточенных выхода. Один выход выполнен непосредственно наружу обособлено от входов в здание. Второй в техническое подполье соседней блок секции через противопожарную дверь.

В цокольном этаже расположены офисные помещения. Из каждой секции цокольного этажа предусмотрены два рассредоточенных выхода непосредственно наружу.

На первом этаже дома расположены: офисные помещения, помещения электроциновых, входные узлы, КУИ, помещение консьержки, калясочные.

Со второго по четырнадцатый этажи расположены квартиры. Состав квартир определен заданием на проектирование.

Площади помещений квартир определены заданием на проектирование. Высота помещений квартир от пола до потолка принята 2,70 м.

Общая площадь квартир на каждом этаже в каждой секции не превышает 500 м<sup>2</sup> и составляет:

- 1 секция 2-4 эт. – 355,67 м<sup>2</sup>; 5-6 эт. – 361,79 м<sup>2</sup>; 7 эт. – 361,77 м<sup>2</sup>; 8эт. – 365,31 м<sup>2</sup>; 9-14эт. – 366,79 м<sup>2</sup>.
- 2 секция 2-4 эт. – 355,09 м<sup>2</sup>; 5-6 эт. – 361,21 м<sup>2</sup>; 7,8 эт. – 365,32 м<sup>2</sup>.; 9-14 эт. – 366,64 м<sup>2</sup>.

В каждой секции жилого дома предусмотрен выход на незадымляемую лестничную клетку (тип Н1) через наружную воздушную зону.

Каждая квартира, расположенная на высоте более 15 м, имеет аварийный выход на лоджию.

Входные узлы в жилую часть дома разработаны с учетом маломобильных группы населения.

На каждом жилом этаже, кроме первого этажа, предусмотрены пожаробезопасные зоны – помещения отделенные воздушной зоной, размещенной перед входом в указанное помещение.

В каждой секции запроектирован лифтовой холл.

В каждой секции здания предусмотрено по два пассажирских лифта грузоподъемностью 630 кг и 400 кг. Остановки лифтов предусмотрены на каждом этаже. Ширина площадки перед лифтами более 2,5 м при глубине кабины 2,1 м.

Лифты (Q=630 кг, V=1.0 м/сек) с размерами кабины 1100×2100×2100(Н) и шириной двери 0,9 м. адаптированы для МНГ, предусматривают возможность транспортировки лежачих больных и обеспечивают транспортирование пожарных подразделений. Данные лифты с двухсторонним расположением дверей в кабине лифта. Нижняя остановка

лифтов предусмотрена с отметки тамбуров входов, расположенных на уровне земли.

Выводы по разделу 1:

- приведены параметры наружного и внутреннего воздуха исходя из рекомендаций нормативной документации и учетом климатических условий г. Тольятти, назначения объекта и функционала помещений;
- определены источники тепло- и холодоснабжения объекта проектирования;
- проанализированы архитектурно-планировочные решения 14-этажного жилого дома с нежилыми помещениями г. Тольятти.

## **2 Аналитический обзор**

### **2.1 Обзор нормативных требований, предъявляемых к системам обеспечения микроклимата зданий**

Обзор существующей нормативно-справочной и рекомендательной документации по проектированию многоквартирного жилого дома позволяет сделать вывод, что полный перечень составляет более 50 документов.

Согласно таблице 1 ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях» для высотных многоквартирных домов принимаются, оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в обслуживаемой зоне помещений жилых зданий и общежитий.

Гигиенические требования к жилым помещениям и помещениям общественного назначения, размещаемых в жилых зданиях представлены в разделе III СанПиН 2.1.2.2645 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях при проектировании высотных многоквартирных домов».

Гигиенические требования к отоплению, вентиляции, микроклимату и воздушной среде помещений приведены в разделе IV СанПиН 2.1.2.2645.

Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха должны обеспечивать или находиться в границах допустимых параметров микроклимата и воздушной среды помещений согласно показателям микроклимата помещений.

Показатели микроклимата помещений, принимаются по приложению к СП 2.1.2.3358-16 "Санитарно-эпидемиологические требования к размещению, устройству, оборудованию, содержанию, санитарно-гигиеническому и противоэпидемическому режиму работы организаций социального обслуживания".

Согласно требованиям СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» при проектировании многоквартирных домов средняя температура наружного воздуха, °С, и продолжительность отопительного периода, сут/год, принимается для периода со среднесуточной температурой наружного воздуха не более 8°С.

СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности» применяется при проектировании и монтаже систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, противодымной вентиляции вновь строящихся и реконструируемых зданий и сооружений [22].

СП 54.13330.2016 «Здания жилые многоквартирные» применяется при проектировании и строительстве вновь строящихся и реконструируемых многоквартирных жилых зданий высотой до 75 м, в том числе общежитий квартирного типа, а также жилых помещений, входящих в состав помещений зданий другого функционального назначения [21].

СП 60.13330.2020 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» устанавливает нормы проектирования и распространяется на системы внутреннего тепло и холодоснабжения, отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха в помещениях зданий и сооружений, вновь возводимых, реконструируемых, модернизируемых или капитально ремонтируемых зданий, а также при восстановительном ремонте [23].

СП 118.13330.2012 «Общественные здания и сооружения» распространяется на проектирование новых, реконструируемых и капитально ремонтируемых общественных зданий и сооружений, в том числе при изменении их функционального назначения, с подземными этажами глубиной не более 15 м от уровня земли.

СП 131.13330.2020 «Строительная климатология» устанавливает климатические параметры, которые применяют при проектировании зданий и сооружений, систем отопления, вентиляции, кондиционирования,

водоснабжения, при планировке и застройке городских и сельских поселений территории Российской Федерации.

СП 484.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования» устанавливает нормы и правила проектирования и последующего содержания систем пожарной сигнализации и автоматизации противопожарной защиты для зданий, сооружений, оборудования, наружных установок различного назначения, в том числе возводимых в районах с особыми климатическими и природными условиями.

СП 54.13330.2022 «Здания жилые многоквартирные» распространяется на проектирование новых и реконструируемых многоквартирных жилых зданий (в том числе блокированных) высотой до 75 м для малоэтажной, среднеэтажной и многоэтажной застройки (согласно СП 42.13330), в том числе общежитий квартирного типа, а также жилых помещений, входящих в состав помещений зданий другого функционального назначения.

## **2.2 Обзор существующих инженерных решений по проектированию систем обеспечения микроклимата в зданиях**

В части проектирования и реализации инженерных решений 14-этажного жилого дома с нежилыми помещениями являются сложными инфраструктурными объектами [6, 18].

«На сегодняшний день существует множество видов систем отопления для жилого здания. Системы отопления могут различаться в зависимости от разных критериев. В зависимости от структуры, характеристик теплоносителя и схем разводки трубопроводов отопление многоквартирного дома подразделяют на следующие типы» [4]:

«По расположению источника тепла:

- Поквартирная система отопления, при которой газовый котёл устанавливается в кухне или отдельном помещении. Некоторые



неудобства и вложения в оборудование компенсируются возможностью включать и регулировать отопление по своему усмотрению, а также низкими эксплуатационными затратами за счёт отсутствия потерь в теплотрассах. При наличии собственного котла практически отсутствуют ограничения по реконструкции системы.

- Индивидуальное отопление, при котором своя котельная обслуживает один дом или жилой комплекс. Такие решения встречаются как в старом жилом фонде, так и в новом элитном жилье, где сообщество жильцов само решает, когда начать отопительный сезон [9].
- Центральное отопление в многоквартирном доме наиболее распространено в типовом жилье. Источником тепловой энергии является теплоэнергоцентр (ТЭЦ).

По характеристикам теплоносителя:

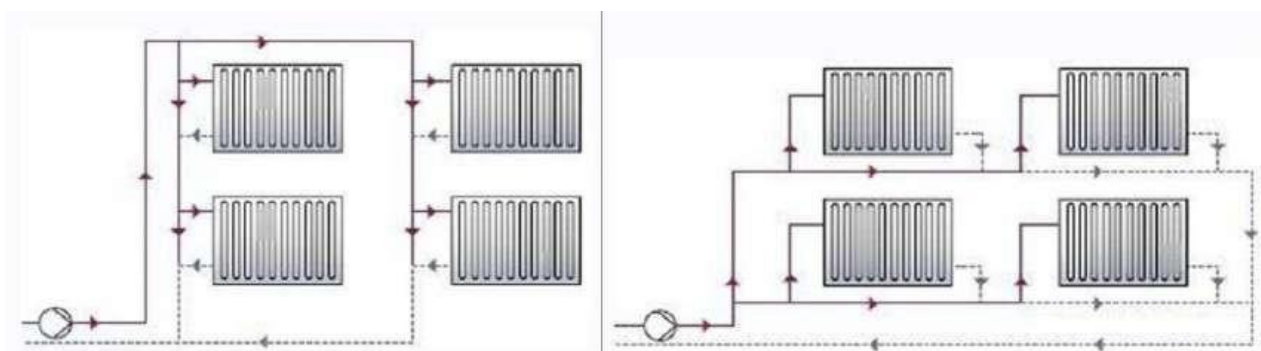
- Водяное отопление, в качестве теплоносителя используется вода. В современном жилье с поквартирным или индивидуальным отоплением встречаются экономичные низкотемпературные (низкопотенциальные) системы, где температура теплоносителя не превышает 65°C. Но в большинстве случаев и во всех типовых домах теплоноситель имеет расчётную температуру в пределах 85-105°C.
- Воздушное отопление квартиры в многоквартирном доме. Такие системы позволяют совмещать отопление с вентиляцией зданий» [7].

«По схеме разводки основные схемы отопления в многоквартирных домах:

- Однотрубная – как подача, так и обратный отбор теплоносителя к отопительным приборам осуществляется по одной магистрали. Такая система встречается в «сталинках» и «хрущёвках». Обладает серьёзным недостатком: радиаторы расположены последовательно и из-за остывания в них теплоносителя температура нагрева батарей падает по мере удаления их от теплопункта. Для того, чтобы

сохранить теплоотдачу, количество секций увеличивается по ходу движения теплоносителя.

- «Ленинградка» (горизонтальная) – усовершенствованный вариант однотрубной системы, который, благодаря подключению тепловых приборов через байпас, снижает их взаимовлияние. Можно установить на радиаторы регулирующие (не автоматические) устройства, заменить радиатор на иной тип, но схожей ёмкости и мощности. На рисунке 2 показаны типы однотрубной системы отопления: *а* – вертикальная, *б* – «Ленинградка» (горизонтальная)» [7].

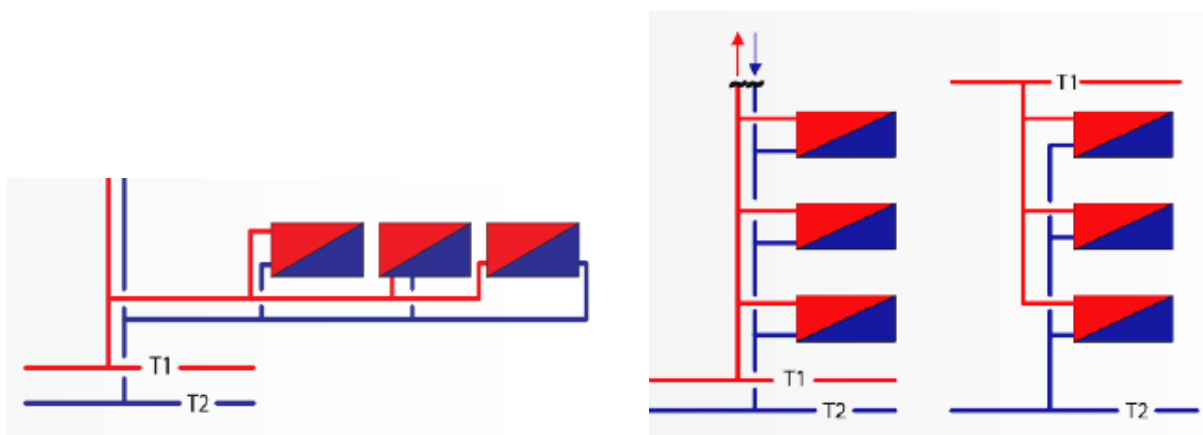


*а* – Вертикальная; *б* – «Ленинградка» горизонтальная

Рисунок 2 – Однотрубная система отопления: вертикальная и горизонтальная разводки

- «Двухтрубная схема отопления многоквартирного дома стала широко использоваться в «брежневках», популярна и по сей день. Подающая и обратная магистрали в ней разделены, поэтому теплоноситель на входах во все квартиры и радиаторы имеет почти одинаковую температуру, замена радиаторов на иной тип и даже объём не оказывает существенного влияния на работу других приборов. На радиаторы можно устанавливать приборы регулирования, в том числе автоматические. Так же, как и однотрубная система отопления, двухтрубная тоже имеет два типа разводки: вертикальную и горизонтальную. Горизонтальные двухтрубные системы бывают с верхней и нижней разводкой. Нижняя разводка дает преимущество:

участки системы отопления можно вводить в строй поэтапно, по мере строительства этажей, а также они позволяют организовать поквартирную разводку тепла с установкой квартирного теплосчетчика, комбинированием различных видов теплоснабжения, отдельным регулированием режимов обогрева в разных помещениях. Вертикальные двухтрубные системы могут использоваться в домах с переменной этажностью. Вертикальная компоновка предусматривает подсоединение устройств к вертикальным стоякам. Его преимущество – отсутствие воздушных пробок. На рисунке 3 представлены примеры вертикальной и горизонтальной разводки двухтрубной системы отопления» [7].



а – горизонтальная (поквартирная); б – вертикальная

Рисунок 3 – Двухтрубная система отопления: горизонтальная и вертикальная разводки

- «Лучевая схема применяется в современном жилье. Подключение приборов параллельное, взаимное влияние их минимально. Разводка, как правило, выполняется в полу, что позволяет освободить стены от труб. При установке приборов регулирования, в том числе автоматических, обеспечивается точное дозирование количества тепла по помещениям. Технически возможна как частичная, так и полная замена системы отопления в многоквартирном доме с лучевой

схемой в пределах квартиры с существенным изменением её конфигурации (Рисунок 4)» [7].

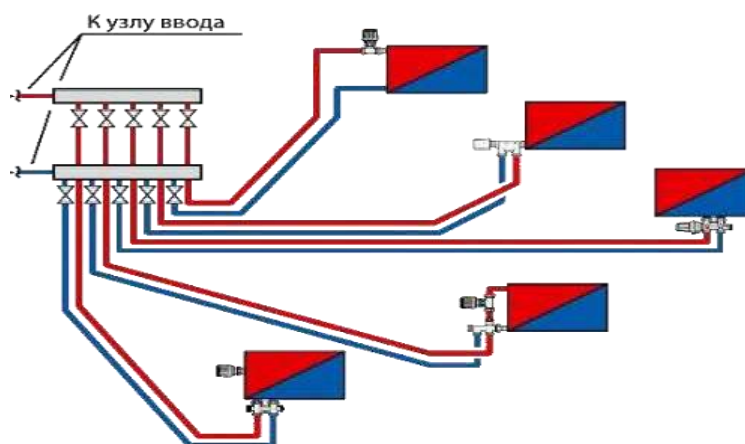


Рисунок 5 – Двухтрубная лучевая разводка квартирных трубопроводов

«Система вентиляции. Вентиляция представляет собой непрерывный воздухообмен в помещении. Системы вентиляции осуществляют поддержание благоприятной для человека воздушной среды в помещении. Приток воздуха организуется в жилые помещения (спальни, гостиные и т.п.). Удаление воздуха в атмосферу происходит через вытяжные устройства-решетки, расположенные в подсобных помещениях (ванная комната, туалет, кухня) [31, 32, 33, 34, 35].

В многоэтажных жилых зданиях в нашей стране обычно применяется система вытяжной вентиляции с естественным побуждением, использующая гравитационный напор. При этом через неплотности оконных проемов или через специальные воздухопропускные устройства (приточные клапаны) для вентиляции квартиры поступает свежий наружный воздух в объеме не менее нормативного, нагрев которого обеспечивается системой отопления. Приточный клапан – это самостоятельное приточное вентиляционное устройство. Устанавливается приточный клапан в окне или на наружной стене.

Так как проектировщики пытаются уменьшить теплопотери зданий с целью сокращения энергопотребления, увеличиваются теплозащитные свойства наружных ограждений. Например, в большинстве зданий

построенных с 2012 года используют пластиковые окна с 5-ти камерным профилем с газонаполнением, а так же другими не «дышащими» воздухонепроницаемыми материалами, инфильтрация полностью отсутствует. Обеспечение требуемого воздухообмена за счет проветривания возможно только в мягком климате (таблица 3) В данной таблице приведены рекомендации по использованию проветривания для вентиляции помещений в различных климатических условиях» [7].

Таблица 3 – Область применения естественной вентиляции помещений в зависимости от климатических условий

Применение естественной вентиляции Помещение	Климат		
	Теплый	Умеренный	Суровый
Туалет	Да	Да	Нет
Подсобные пом.	Да	Да	Нет
Кухня	Нет	Нет	Нет
Ванная	Нет	Нет	Нет
Для здания в целом	Да	Нет	Нет

«Гибридная вентиляция (естественно-механическая вытяжка). Она способна обеспечить хорошее качество воздуха в здании, независимо от погодных условий, времени суток или года. Можно сказать, что гибридная вентиляция заключается в работе попеременно механической и естественной вентиляции. Функции этих двух систем взаимно дополняют друг друга. Это возможно благодаря контролю работы обеих систем, мониторинга состояния окружающей среды и параметров работы системы вентиляции. Датчики, связанные с системой управления, позволяют устройству переключать режимы с естественного на механический, и наоборот. Так называемая гибридная вентиляция работает естественным образом за счет внутренних и внешних условий, и начинает действовать механическим образом, когда эффективного обмена воздуха недостаточно. Или, наоборот, работать естественным образом, как только прекращается механический обмен воздуха.

Использование воздухоприемных установок («Бризер»). Бризер – это компактная вентиляция с подогревом, очисткой воздуха и режимом рециркуляции квартир, офисов и т.д. Данная установка имеет много плюсов, является тихой (тихая работа прибора и плюс защита от шума с улицы), поддержание свежести в помещении (проветривается даже при закрытых окнах). Подключение и монтаж бризера не занимает много времени. Бризер вешается на стену, входное отверстие прибора плотно стыкуется с воздуховодом при помощи уплотнителя, чтобы исключить сквозняки. Монтаж занимает около часа, делается отверстие при помощи алмазного бурения. Внутри отверстие утепляется и шумоизолируется специальным материалом, а со стороны улицы закрывается решеткой. Управляется данная установка с помощью пульта.

Поквартирная приточно-вытяжная система вентиляции. Устройство поквартирной регулируемой механической приточно-вытяжной вентиляции является максимально независимой от внутренних и внешних условий. Обычно в таких установках предусмотрена утилизация тепла вытяжного воздуха для подогрева приточного. Компактная малошумная приточно-вытяжная установка с пластинчатым рекуператором обычно размещается в пространстве подшивного потолка гостевой туалетной комнаты. Для уменьшения энергопотребления системой вентиляции забор наружного воздуха в большинстве квартир осуществляется из пространства застекленной лоджии. В других квартирах, где нет технической возможности забора воздуха с лоджий, воздухозаборные решетки расположены непосредственно на фасаде (Рисунок 5)» [7].

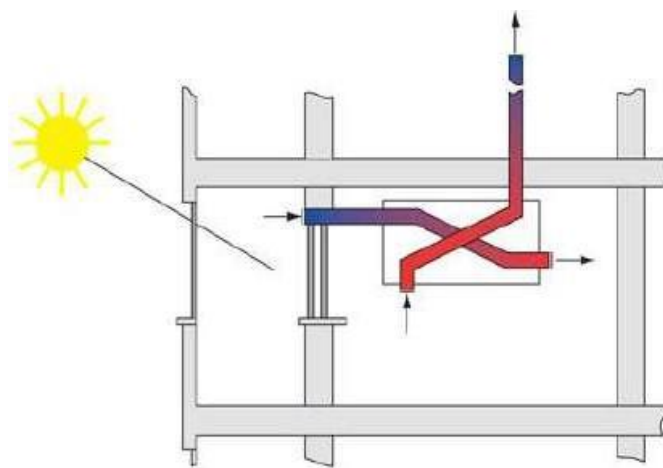


Рисунок 5 – Схема поквартирной системы вентиляции

## 2.3 Патентный поиск

На основании федерального закона «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты российской федерации» [17] многие стремятся использовать средства энергоэффективности. Одним из маркетинговых брендов стал теплообменник пластинчатый.

Многоквартирные дома имеют различные инженерные системы, они обеспечивают комфортное проживание жителей в своих квартирах. Эти системы разрабатываются на стадии проектирования дома.

### 2.3.1 Описание предмета поиска

«Пластинчатые теплообменники представляют собой аппараты, поверхность теплообмена которых образована из тонких гофрированных пластин. Рабочие среды в теплообменнике находятся в щелевых каналах сложной формы между соседними пластинами. Гофрированная поверхность пластины усиливает турбулентность потоков рабочих сред и повышает коэффициент теплопередачи. Размеры, формы и профили рабочей поверхности пластин разнообразны» [22].

Для нормальной работы системы отопления дома требуется пластинчатый теплообменник. Его задача состоит в том, чтобы передавать тепло от греющего теплоносителя, поступающего из тепловых сетей, к нагреваемому теплоносителю, который поступает после теплообменника в приборы отопления (радиаторы).

Наиболее часто греющий теплоноситель поступает в теплообменник с температурой  $80^{\circ}\text{C}$  –  $105^{\circ}\text{C}$ . Его температура зависит от температуры наружного воздуха, чем на улице холоднее, тем выше температура поступающего греющего теплоносителя.

Внутренний теплоноситель, обычно, нагревают до  $70^{\circ}\text{C}$ - $80^{\circ}\text{C}$ , с такой температурой он поступает в приборы отопления (радиаторы).

Принцип работы такого оборудования основан на том, что первичный и вторичный контуры образуют две изолированные друг от друга системы, вода в которых не смешивается. Тепловая энергия передается от горячего носителя через металлические стенки аппарата (Рисунки 6 и 7).

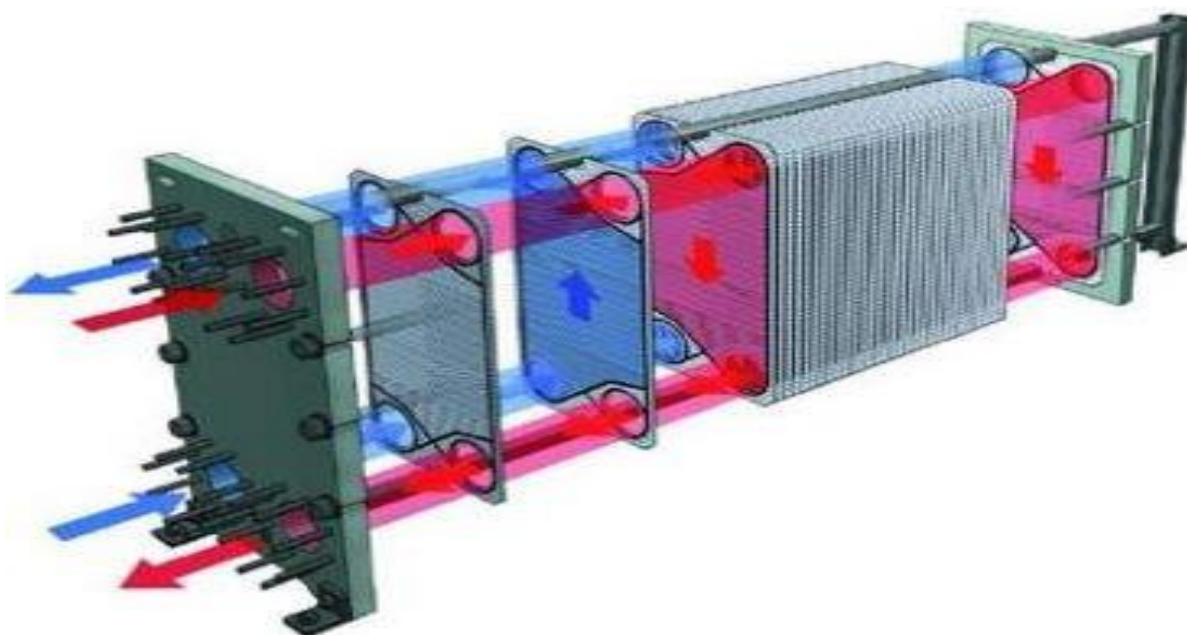


Рисунок 6 – Пластинчатый теплообменник





Рисунок 7 – Установка пластинчатого теплообменника в жилом доме

Преимущества пластинчатого типа теплообменников

Достоинствами данного вида установок считаются:

- компактность и малый вес;
- разборная конструкция, допускающая простоту обслуживания и очистки от отложений;
- легкость ремонта и доступность запасных частей (отдельных пластин и уплотнителей к ним);
- возможность нарастить производительность без замены оборудования путем установки добавочных пластин.

В патентной информации и научно-технической литературе предлагаются различные конструкции пластинчатого теплообменника. Поэтому актуально будет провести патентные исследования пластинчатых теплообменников, чтобы выявить наиболее современный пластинчатый теплообменник, а также установить тенденции их развития. В качестве предмета патентных исследований выбираем объект техники – пластинчатый теплообменник.

Достоинства

Высокая продуктивность.

«Коэффициент полезного действия для этого теплообменного оборудования – 80–85%. Показатель обеспечивается большой полезной площадью пластин – около 99% их поверхности передает тепло. КПД зависит от модели агрегата, а соответственно – от конструкции и материала составляющих (Рисунок 8)» [25].



Рисунок 8 – Пластинчатые теплообменники различных типоразмеров

«Благодаря специальной конструкции агрегата возможно постепенное изменение ширины канала. Уменьшение предельных значений возможных гидравлических потерь обеспечивается увеличением числа каналов. Снижение гидравлического сопротивления позволяет снизить потребление энергии» [23].

«Другие достоинства пластинчатых теплообменников:

Компактность.

Простота монтажа, подключения.

Экономичное потребление теплоносителя, соответственно – низкие энергозатраты (снижение затрат на 20–30%).

Стойкость к вибрациям. Аппараты отличаются хорошей устойчивостью к двухплоскостной вибрации.

Возможность подготовки индивидуальных решений – можно выбрать комплектацию, которая будет соответствовать гидравлическим, температурным режимам конкретного объекта по обоим контурам.

Низкая цена на монтаж. Чаще всего стоимость работ по монтажу примерно 2–4% от цены отопительной системы.

Долговечность – при правильной эксплуатации и регулярном обслуживании устройство может прослужить 15–20 лет» [23].

#### Недостатки

«Недостатков у пластинчатых теплообменников практически нет, однако есть один минус – при некачественном теплоносителе они могут относительно быстро снизить свою производительность. Происходит это из-за быстрого загрязнения внутренних поверхностей теплообменника.

Поэтому нужно применять чистую рабочую среду. Это не всегда возможно, что не позволяет устанавливать аппараты на всех объектах» [23].

#### Вывод

На рынке доступны решения пластинчатых теплообменников по низким ценам, а также более дорогие варианты. Стоимость формируется с учетом материалов, которые используются для производства, применяемых комплектующих и конфигурации системы. Отечественные модели всегда выгоднее, чем теплообменники зарубежных торговых марок.

### **2.3.2 Формирование программы исследования**

Целью исследования объекта техники – пластинчатого теплообменника – выбор наиболее прогрессивного технического решения и определение тенденций развития.

### **2.3.3 Выбор патентно-технической документации**

Просмотрев источники информации [18], выбираем соответствующие такие документы, по названиям которых можно установить их отношение к пластинчатым теплообменникам.

А именно документы позволяющими знакомиться с аннотациями, описанием изобретений, рефератами, чертежами, формулами изобретения.

Информацию об аналогах пластинчатого теплообменника, найденного в научно-технической литературе, вносим в таблицу 4.

#### **2.3.4 Анализ сущности изобретения**

«Изобретение может использоваться в энергетике, в частности в стационарных и транспортных энергетических установках, в системах отопления, охлаждения, кондиционирования и холодильной технике. Изобретение представляет собой пластинчатый теплообменник, содержащий пластины с отверстиями и межпластинчатые каналы для прохода теплоносителей, базовую и нажимную плиты, стягивающие винты и штуцеры для подвода и отвода рабочих сред, в каналах, образованных гладкими пластинами, размещаются пористые вставки с высокой удельной площадью внутренней поверхности каркаса и малыми значениями эквивалентных диаметров внутренних каналов, обеспечивающих высокую интенсивность теплообмена рабочих сред» [24].

#### **2.3.5 Оценка преимуществ и недостатков аналогов**

Известен пластинчатый теплообменник RU2478891C2, содержащий плоские листы, чередующиеся с гофрированными вставками и образующие каналы для холодной и горячей рабочих сред, и распорные элементы с отбортовками, примыкающие к листам [6].

Недостатком теплообменника является недостаточно развитая поверхность теплообмена и недостаточная интенсивность теплообмена.

Оцениваем обеспечение показателей положительного эффекта каждым аналогом в баллах от -4 до +4. Заносим оценки в таблицу 5. Суммируем баллы по каждому аналогу и заносим их в нижнюю строку таблицы.

Таблица 4 – Аналоги пластинчатого теплообменника

Предмет поиска	Страна выдачи, вид и номер охранного документа, классификационный индекс	Автор, страна, дата приоритета, дата публикации, название	Сущность изобретения, цель его создания или технический результат	Предмет поиска
Пластинчатый теплообменник	Россия RU 102252 U1 F28D 9/00	Авторы: Демин Сергей Васильевич Фомин Александр Алексеевич Фирсов Владимир Викторович Россия 02.20. 2011 Пластинчатый теплообменник	Формула полезной модели Пластинчатый теплообменник, содержащий пластины, образующие между собой каналы для теплообменивающихся сред, и распределительные патрубки, отличающийся тем, что в зоне разницы температур теплообменивающихся сред, установлены термоэлектрические преобразователи.	подлежит
Пластинчатый теплообменник	Россия RU 2208753 F28F 3/02	Черных А.В., Черных В.Г. Россия 20.07.2003 Пластинчатый теплообменник	«Устройство содержит пакет пластин с дистанционирующими вставками с образованием каналов для рабочих сред, при этом пакет пластин размещен внутри каркаса, скрепленного стержнями, пластины выполнены П-образными с отбортованными краями и отверстиями 4 на последних и выполнены из алюминия толщиной 0,15-0,3 мм с зазором между собой 3-5 мм для увеличения теплопередачи. Изобретение относится к конструкциям пластинчатых теплообменников и может быть применено для использования тепла вторичных энергоресурсов: - отходящих газов с высокими температурами 100-	подлежит

Продолжение таблицы 4

Предмет поиска	Страна выдачи, вид и номер охранного документа, классификационный индекс	Автор, страна, дата приоритета, дата публикации, название	Сущность изобретения, цель его создания или технический результат	Предмет поиска
			<p>600°C от котельных, технологических печей; - отходящих газов с низкой температурой от системы вентиляции.</p> <p>Цель: предлагаемое техническое решение по сравнению с прототипом позволяет упростить конструкцию, уменьшить вес в 1,5-2 раза, обеспечивает технологичность и герметизацию конструкции, а также увеличивает теплопередачу в 1,5-2 раза за счет снижения толщины используемого металла для изготовления пластин теплообменника и уменьшения высоты газового канала для рабочих сред» [26].</p>	
Пластинчатый теплообменник	Россия RU 2462677 F28F3/02	Анисин Андрей Александрович Россия 27.09.2012 Матрица пластинчатого теплообменника	«Изобретение относится к теплообменной технике и может быть использовано в пластинчатых теплообменниках. Матрица пластинчатого теплообменника содержит между теплоотдающими профильными поверхностями промежуточную профильную пластину-турбулизатор с такой же геометрией рельефа, обеспечивающую существенное увеличение соотношения проходных сечений профилированных каналов для смежных теплоносителей и их высокую теплоэнергетическую эффективность. Цель- использование компоновок пластинчатой	подлежит

Продолжение таблицы 4

Предмет поиска	Страна выдачи, вид и номер охранного документа, классификационный индекс	Автор, страна, дата приоритета, дата публикации, название	Сущность изобретения, цель его создания или технический результат	Предмет поиска
			поверхности с промежуточными пластинами-турбулизаторами с шахматным или коридорным расположением контактирующих элементов рельефа позволяет при существенном увеличении соотношения проходных сечений каналов для смежных теплоносителей варьировать их массовыми расходами, обеспечивая при этом высокие показатели теплоэнергетической эффективности профилированных каналов и сохраняя жесткость, прочность и другие эксплуатационные параметры матрицы пластинчатого теплообменника» [27].	
Пластинчатый теплообменник	Россия RU(11) 2 342 616(13) C1 F28D 9/00	Кирсанов Ю.А. Галиков Б.Ш. Россия 27.12.2008	«Изобретение относится к теплоэнергетике и может быть использовано в стационарных и транспортных энергетических установках, в системах отопления, охлаждения, кондиционирования и холодильной технике. Пластинчатый теплообменник, содержащий пластины с отверстиями и межпластинчатые каналы для прохода теплоносителей, на пластинах имеет отформованные, на равном удалении друг от друга по всей поверхности пластины элементы дискретной шероховатости полусферической формы двух видов, отличающихся радиусами	подлежит

Продолжение таблицы 4

Предмет поиска	Страна выдачи, вид и номер охранного документа, классификационный индекс	Автор, страна, дата приоритета, дата публикации, название	Сущность изобретения, цель его создания или технический результат	Предмет поиска
			сфер, так, что вокруг одного большого элемента находятся восемь равноудаленных друг от друга малых элементов, а вершины больших и малых элементов дискретной шероховатости направлены в разные стороны от плоскости пластины. Цель изобретения - увеличение относительной площади поверхности теплообмена» [24].	



Таблица 5 – Оценка преимуществ и недостатков аналогов

Показатели	Россия RU 102252 U1 F28D 9/00	Россия RU 2208753 F28F 3/02	Россия RU 2462677 F28F3/02	Россия RU(11) 2 342 616(13) C1 F28D 9/00	Пластинчатый теплообменник (моноблок) фирмы «ВАРМА»
Площадь поверхности пластины	+1	+2	+2	+1	+3
Объем воды в канале	+2	+2	+2	+2	+2
Максимальное число пластин в теплообменнике	+2	+3	+3	+2	+3
Коэффициент теплопередачи	+2	+2	+2	+2	+3
Суммарный балл	+7	+9	+9	+7	+11

Из таблицы 6 видим, что наибольшую сумму баллов имеет Пластинчатый теплообменник (моноблок) фирмы «ВАРМА». В этом изобретение достигнута поставленная цель – повышение КПД за счет передачи тепла от горячего (греющего) теплоносителя к холодной (нагреваемой) среде через стальные гофрированные пластины.

### 2.3.6 Определение тенденций развития

Основным направлением развития пластинчатых теплообменников является совершенствование конструкции поверхности и оптимизация размеров пластины, преследующей цель интенсификации теплообмена и как следствие снижения габаритов.

Выводы по разделу 2:

- выполнен обзор нормативных требований, предъявляемых к системам обеспечения микроклимата зданий по результатам которого установлены основные нормы обеспечения микроклимата в помещениях проектируемого 14-этажного жилого дома с нежилыми помещениями г. Тольятти. произведен обзор существующих инженерных решений по проектированию систем обеспечения микроклимата в жилых зданиях выбраны оптимальные варианты с учетом специфики объекта проектирования;
- выполнен патентный поиск одной из единиц оборудования – теплообменника. Оценены достигнутый уровень развития техники и установлены тенденции ее развития.

### 3 Расчёт теплопотерь и теплопоступлений. Тепловой баланс

#### 3.1 Теплотехнический расчёт ограждающих конструкций

«Теплотехнический расчет ограждающих конструкций выполняется согласно СП [2, 15, 20].

Теплотехнический расчет ограждающих конструкций выполняется из условия, что приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций будет не меньше требуемого значения, то есть

$$R_{o \text{ пр}} \geq R_{o \text{ тр}}, \quad (1)$$

где  $R_{o \text{ пр}}$  – приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ ;

$R_{o \text{ тр}}$  – требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , определяется в зависимости от градусо-суток района строительства по СП [37, табл.3].

Градусо-сутки» [37] отопительного периода определяем по формуле:

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{от}}) \cdot z_{\text{от}}, \quad (2)$$

где  $t_{\text{в}}$  – расчетная средняя температура внутреннего воздуха жилого здания,  $\text{°C}$ ;

$t_{\text{от}}$  – средняя температура наружного воздуха отопительного периода,  $\text{°C}$

$z_{\text{от}}$  – продолжительность отопительного периода, сут. Подставив в формулу (3.2) соответствующие значения величин, получим:

$$\text{ГСОП} = (20 - (-4,7)) \cdot 196 = 4841 \text{°C} \cdot \text{сут}/\text{год}.$$

Далее находим требуемое сопротивление теплопередачи  $R_0^{\text{тр}}$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$

$$R_0^{\text{тр}} = a \cdot \text{ГСОП} + b,$$

$$R_0^{\text{TP}} = 0,00035 \cdot 4841 + 1,4 = 3,09 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}.$$

Трансмиссионные потери теплоты через ограждающие конструкции (жилая часть).

Нормируемое значение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций,  $R_0^{\text{норм}}$ , ( $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ ), определяется интерполяцией.

Для входных дверей приведенное сопротивление теплопередачи  $R_0^{\text{норм}}$ , ( $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ ), должно быть не менее произведения  $0,6 R_0^{\text{норм}}$ , определяемого по формуле:

$$R_0^{\text{норм}} = \frac{n \cdot (t_g - t_n)}{\Delta t^H \alpha_g}. \quad (3)$$

Условное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций находится по следующей формуле:

$$R_0^{\text{усл}} = \frac{1}{\alpha_g} + R_K + \frac{1}{\alpha_n}, \quad (4)$$

где  $\alpha_g$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ ;

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

$\alpha_n$  – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ .

Сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции  $R_K$ , ( $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ ), определяют по формуле:

$$R_K = R_1 + R_2 + \dots + R_n, \quad (5)$$

где  $R_1, R_2, R_n$  – сопротивление теплопередаче отдельных слоев ограждающей конструкции, ( $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ ).

Сопротивление теплопередаче  $i$ -го однородного слоя ограждающей конструкции определяется по формуле:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i}, \quad (6)$$

где  $\delta_i$  – толщина  $i$ -го слоя ограждающей конструкции, м,

$\lambda_i$  – расчетный коэффициент теплопроводности материала  $i$ -го слоя ограждающей конструкции, Вт/(м·°C).

Расчетный коэффициент теплопроводности материала  $i$ -го слоя ограждающей конструкции,  $\lambda_i$ , Вт/(м·°C), определяется по нормативной литературе, согласно условиям эксплуатации.

Условия эксплуатации определяются согласно влажностному режиму помещений и зоне влажности района строительства.

Подставив в формулы значение соответствующих величин, получим:

$$G_{СОП} = (20 - (-4,7)) \cdot 196 = 4841 \text{ (}^\circ\text{C} \cdot \text{сут)}.$$

$$\text{Для стены } R_0^{mp} = 3,3 \text{ (м}^2 \cdot \text{}^\circ\text{C)/Вт}.$$

$$\text{Для кровли } R_0^{mp} = 4,96 \text{ (м}^2 \cdot \text{}^\circ\text{C)/Вт}.$$

$$\text{Для окон и балконных дверей } R_0^{mp} = 0,44 \text{ (м}^2 \cdot \text{}^\circ\text{C)/Вт}$$

$$\text{Для потолка подвала } R_0^{mp} = 0,862 \text{ (м}^2 \cdot \text{}^\circ\text{C)/Вт}$$

Состав наружной стены здания представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Состав наружных стен

№ слоя	Наименование материала	Толщина, $\delta$ , м	Плотность, $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Коэффициент теплопроводности, $\lambda$ , Вт/м <sup>2</sup> ·°C
1	Цементно-песчаный раствор	0,02	1800	0,93
2	Вибропрессованные бетонные блоки	0,38	1800	0,81
3	Базальтовая теплоизоляция ROCKWOOL ВЕНТИ БАТТС гидрофобизированные плиты	0,15	90	0,04
4	Воздушный зазор	0,04	1	0,24242
5	Панель экрана	0,76	2600	0,76» [1].

Конструкция наружной стены изображена на рисунке 9. В связи с малой толщиной фасадная отделка утеплителя и финишная штукатурка на рисунке 9 не отображена.

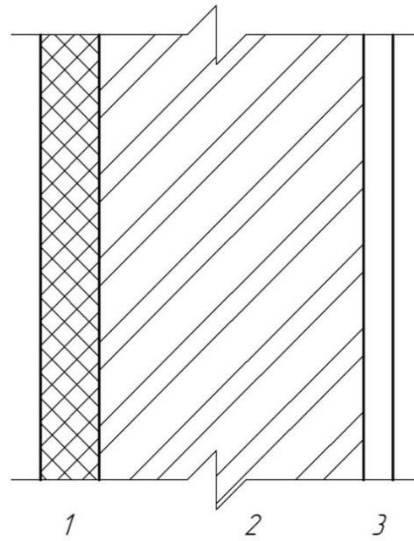


Рисунок 9 – Конструкция стены здания

Преобразовав формулы (4), (5) и (6) получим:

$$R_0^{ysl} = \frac{1}{\alpha_в} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + R_{cm} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_н}, \quad (7)$$

где  $R_0$  – приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций,  $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$ ;

$\alpha_в$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции,  $\alpha_в = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ ,

$\alpha_н$  – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции,  $\alpha_н = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ ,

$R_0^{mp}$  – нормируемое значение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций,  $R_0^{mp} = 3,3 (\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$ .

$$R_0^{ysl} = 1/8,7 + 3,317 + 1/23,0 = 3,475 (\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}.$$

$$R_0^{ysl} \geq R_0^{mp} = 3,475 (\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}.$$

После определения приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций  $R_o^{ysl}$ ,  $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$ , определяем коэффициент теплопередачи ограждающих конструкций  $k$ ,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$  по формуле:

$$k = \frac{1}{R_o^{ysl}}, \quad (8)$$

где  $k$  – коэффициент теплопередачи ограждающих конструкций,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ ;

$R_o$  – сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций,  $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$ .

$$k = \frac{1}{3.475} = 0.29 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

### Окна

К установке принимаем окна из ПВХ с двухкамерным стеклопакетом из обычного стекла с межстекольным расстоянием 6 мм с  $R_o = 0,51 (\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$ .

$$k = \frac{1}{0.51} = 1,96 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

Состав наружной стены подвала представлен в таблице 7.

Таблица 7 – Состав наружной стены подвала

Слой	Наименование материала	Толщина слоя $\delta$ , м	Коэффициент теплопроводности $\lambda$ , $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$
1	Гидроизоляция CERESIT CR 65	0,003	0,27
2	Утеплитель - плиты Rockwool Фасад Баттс Оптима	0,06	0,06
3	Гидроизоляция битумно-полимерным материалом Сейфити	0,005	0,093
4	Железо-бетонная стена	0,3	2,04

$$Ro = \frac{1}{8.7} + \frac{0.3}{2.04} + \frac{0.003}{0.27} + \frac{0.06}{0.06} + \frac{0.005}{0.093} + \frac{1}{23}$$

$$Ro = 1.37 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

$$k = \frac{1}{1.37} = 0.73 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

Конструкция наружной стены подвала изображена на рисунке 10.

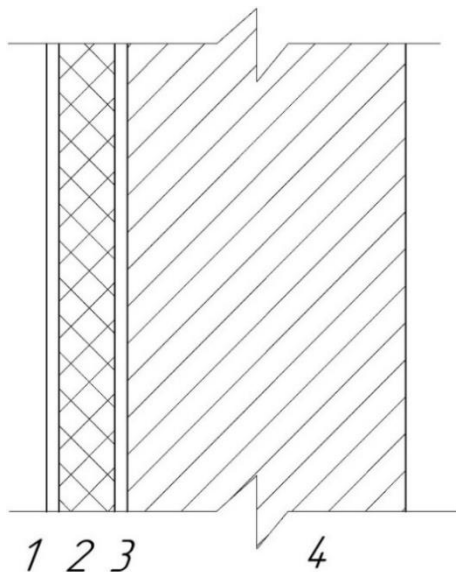


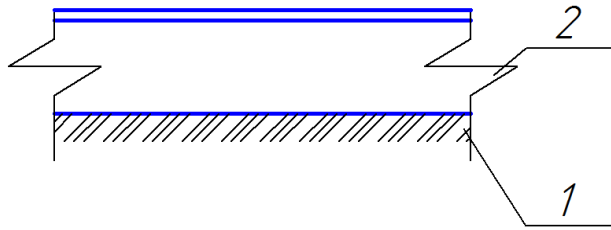
Рисунок 10 – Конструкция стены подвала

Состав пола подвала без утепления по грунту указан в таблице 8.

Таблица 8 – Состав пола подвала на грунте

Слой	Наименование материала	Толщина слоя $\delta$ , м	Коэффициент теплопроводности $\lambda$ , Вт/(м·°C)
1	Грунт	–	–
2	Бетон	0,2	1,74

Конструкция пола подвала изображена на рисунке 11.



1 – грунт; 2 – бетон

Рисунок 11 – Конструкция пола по грунту

Пол не утеплен по грунту, следовательно, сопротивление теплопередачи принимается по нормативным данным.

*I зона – 2,1 м<sup>2</sup>°С / Вт*

*II зона – 4,3 м<sup>2</sup>°С / Вт*

*III зона – 8,6 м<sup>2</sup>°С / Вт*

*IV зона – 14,2 м<sup>2</sup>°С / Вт*

Зная значение сопротивления теплопередачи находим коэффициент теплопередачи:

$$k_I = \frac{1}{R_I} = \frac{1}{2,1} = 0,476 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°С}$$

$$k_{II} = \frac{1}{R_{II}} = \frac{1}{4,3} = 0,233 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°С}$$

$$k_{III} = \frac{1}{R_{III}} = \frac{1}{8,6} = 0,116 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°С}$$

$$k_{IV} = \frac{1}{R_{IV}} = \frac{1}{14,2} = 0,07 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°С}$$

Рассчитаем сопротивление теплопередачи наружной двери:

$$R^{reg} = \frac{1 \cdot (20 - (-27))}{4 \cdot 8,7} = 1,18 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С) / Вт}$$

$$R_0 = 0,6 \cdot 1,18 = 0,708 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С) / Вт}$$

$$k = \frac{1}{0,708} = 1,41 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°С})$$



Состав крыши над помещениями указан в таблице 9, конструкция крыши отображена на рисунке 12.

Таблица 9 – Состав пола крыши над помещениями

Слой	Наименование материала	Толщина слоя $\delta$ , м	Коэффициент теплопроводности $\lambda$ , Вт/(м·°С)
1	Гидроизоляция Техноэласт ЭКП	0,009	0,27
2	Цементно-песчаная стяжка	0,05	0,93
3	Керамзитобетон	0,275	0,31
4	Утеплитель Техно Руф Н30	0,05	0,07
5	Утеплитель Техно Руф В60	0,1	0,07
6	Плита железобетонная	0,2	2,04

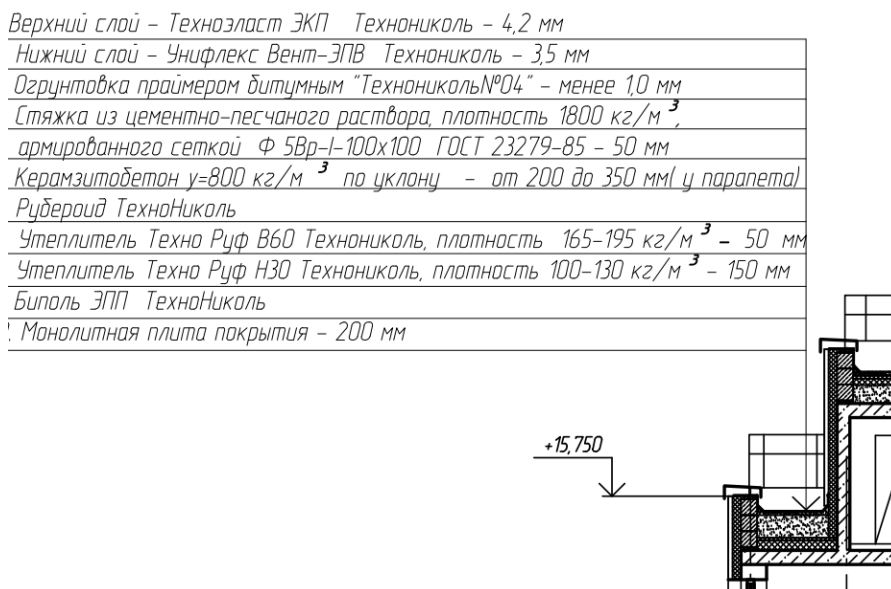


Рисунок 12 – Конструкция кровли

$$R_0 = \frac{1}{8.7} + \frac{0.2}{2.04} + \frac{0.05}{0.07} + \frac{0.275}{0.31} + \frac{0.05}{0.93} + \frac{0.009}{0.27} + \frac{0.05}{0.93} + \frac{1}{23} = 4.968 (\text{м}^2 \cdot \text{°С}) / \text{Вт}$$

$$k = \frac{1}{4.968} = 0.20 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°С})$$

Состав потолка подвала и его конструкция указаны в таблице 10 и на рисунке 13.

Таблица 10 – Состав потолка подвала

Слой	Наименование материала	Толщина слоя $\delta$ , м	Коэффициент теплопроводности $\lambda$ , Вт/(м·°С)
1	Утеплитель Rockwool Лайт Баттс	0,1	0,06
2	Плита железобетонная	0,2	2,04

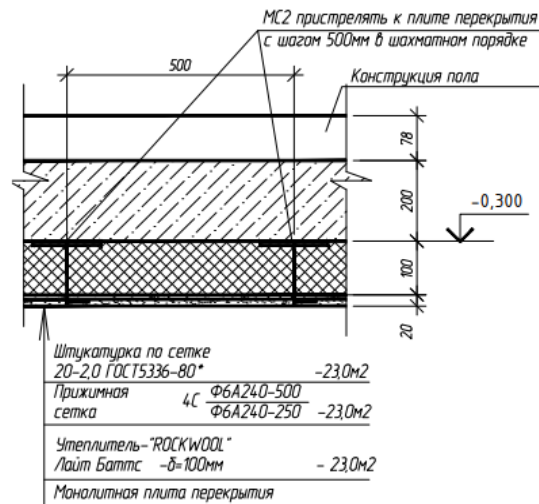


Рисунок 13 – Конструкция потолка подвала

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,2}{2,04} + \frac{0,1}{0,06} + \frac{1}{8,7} = 1,995 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)/Вт}$$

$$k = \frac{1}{1,995} = 0,50 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°С)}$$

Состав пола 14 этажа над балконом и его конструкция указаны в таблице 11 и на рисунке 14.

Таблица 11 – Состав пола 14 этажа над балконом

Слой	Наименование материала	Толщина слоя $\delta$ , м	Коэффициент теплопроводности $\lambda$ , Вт/(м·°С)
1	Цементно-песчаная стяжка	0,04	0,93
2	Керамзитобетон	0,055	0,31
3	Плита железобетонная	0,2	2,04
4	Утеплитель ТеплоЛайт Оптима	0,2	0,06

1. Линолеум на тепло-звукоизолирующей подоснове по прослойке из холодной мастики на водостойких вяжущих – 5 мм
2. Стяжка из цементно-песчаного раствора  $\gamma=1800 \text{ кг/м}^3$  – 40 мм
3. Керамзитобетон  $\gamma=800 \text{ кг/м}^3$  – 55 мм
4. Плита железобетонная монолитная – 200 мм
5. Утеплитель ТехноЛайт Оптима ТехноНиколь, плотность 34–42  $\text{кг/м}^3$  – 200 мм
6. Подшивной потолок по металлическим направляющим (шаг направляющих 600х600 мм)
7. Профилированный настил С10-1000-0,7 (ГОСТ24045-94)

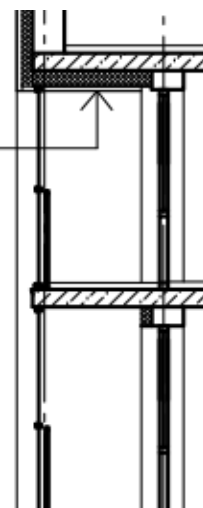


Рисунок 14 – Конструкция пола 14 этажа над балконом

$$R_0 = \frac{1}{8.7} + \frac{0.2}{2.04} + \frac{0.04}{0.93} + \frac{0.055}{0.31} + \frac{0.2}{0.06} + \frac{1}{23} = 3,827 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

$$k = \frac{1}{3,827} = 0.26 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$$

Все результаты сведены в таблицу 12.

Таблица 12 – Теплотехнические характеристики ограждающих конструкций

Наименование ограждающей конструкции	Толщина утепляющего слоя, $\delta_{ут}, \text{ м}$	Приведенное сопротивление теплопередаче $R_0, (\text{м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$	Коэффициент теплопередачи $k, \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$
Наружная стена здания	0,12	3,595	0,28
Подземная стена подвала	0,06	1,37	0,73
Пол над балконом	0,04	3,827	0,26
Крыша	0,15	4,968	0,20
Потолок в подвале утепленный	0,1	1,995	0,50
Пол по зонам	I зона	2,1	0,476
	II зона	4,3	0,233
	III зона	8,6	0,116
	IV зона	14,2	0,07
Окно	Двойное, в пластиковых переплетах	0,51	1,96
Наружная дверь	Двойная с тамбуром	0,708	1,41
Внутренняя стена	-	1,768	0,566

Проверка ограждающих конструкций на вероятность выпадения конденсата на внутренней поверхности.

Расчетный температурный перепад  $\Delta t_0$ , °С, между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции не должен превышать нормируемых величин  $\Delta t_n$ , °С, и определяется по формуле:

$$\Delta t_0 = \frac{n \cdot (t_e - t_n)}{\alpha_e \cdot R_o}, \quad (9)$$

где  $n$  – коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху;

$t_e$  – расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания, °С,

$t_n$  – расчетная температура наружного воздуха в холодный период года, °С;

$R_o$  – приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, (м<sup>2</sup>·°С)/Вт;

$\alpha_e$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, Вт/(м<sup>2</sup>·°С).

$$\text{Наружная стена } \Delta t_n = 1 \cdot \frac{(20 - (-27))}{8,7 \cdot 3,595} = 1,31^\circ\text{C} < 4^\circ\text{C}.$$

$$\text{Перекрытие } \Delta t_n = 1 \cdot \frac{(20 - (-27))}{8,7 \cdot 4,968} = 0,948^\circ\text{C} < 3^\circ\text{C}.$$

Температуру внутренней поверхности  $\tau_B$ , °С, ограждающей конструкции следует определять по формуле:

$$\tau_e^{ок} = t_e - \frac{(t_e - t_n)}{\alpha_e \cdot R_o^{норм}} \geq 3^\circ\text{C}. \quad (10)$$

Температуру внутренней поверхности  $\tau_B$ , °С, ограждающей конструкции (по теплопроводному включению) необходимо принимать на основании расчета температурного поля конструкции.

Окно:

$$\tau_6^{ок} = 10,77^\circ\text{C} \geq 3^\circ\text{C}, \text{ следовательно, конденсат не выпадает.}$$

В расчете теплотерь учтены все ограждающие конструкции, использованные для здания с их площадями, сопротивлениями, температурами. Рассчитаны потери тепла по каждой конструкции, сумма потерь и удельные теплозащитные характеристики (таблица 13).

Таблица 13 – Потери теплоты через ограждающие конструкции (жилая часть)

Фрагмент ограждающих конструкций	$A_{\phi}, \text{ м}^2$	$t_{в}, \text{ }^\circ\text{C}$	$t_{от}, \text{ }^\circ\text{C}$	$n_t$	Конструкция	$R_{пo}, \text{ м}^2\text{ }^\circ\text{C}/\text{Вт}$	$n_{i}A_{\phi i}/R_{пo i}, \text{ Вт}/^\circ\text{C}$	$Q_{\phi}, \text{ Вт}$
фасадов навесной фасадной системы с основанием из бетонных блоков	8702,53	22	-27	1	Вибропрессованные бетонные блоки с утеплением.	3,475	2504,33	130225,16
то же ЛЛУ	969,11	16	-27	1	Вибропрессованные бетонные блоки с утеплением	3,08	314,65	14473,9
покрытий (совмещенных)	944,3	24	-27	1	Кровля. Плита перекрытия с утеплением.	5,38	175,52	22663,2
то же ЛЛУ	28,42	16	-27	1	То же	3,76	7,56	1297,2
перекрытий над техническими подпольями	870,73	18	5	0,75	Плита перекрытия с утеплением.	0,98	888,5	11550,5
ЛЛУ	95,5	16	5	0,61	Плита перекрытия с утеплением.	0,98	97,45	1071,95
окон и балконных дверей	1303,96	22	-27	1	ПВХ с однокамерным энергосберегающим стеклопакетом.	0,56	2328,5	121082
То же ЛЛУ	199,68	22	-27	1	То же	0,56	356,57	18541,64
							6673,08	

Удельная теплозащитная характеристика.

Удельная теплозащитная характеристика – характеристика теплозащитной оболочки здания. Физическая величина численно равная потерям тепловой энергии единицы отапливаемого объема в единицу времени при перепаде температуры в 1°С через теплозащитную оболочку здания.

Проектное значение удельной теплозащитной характеристики здания

$$k_{об} = 1/V_{от} \sum (n_{t,i} \cdot A_{ф,i} / R^{пр}_{0,i}), \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C});$$

$$k_{об} = 5949,13/43730,6 = 0,136 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C});$$

$$K_{общ.} = 5949,13/9671,64 = 0,62 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C}).$$

Бытовые тепловыделения

Для жилых помещений по норме тепловыделений, отнесенной к площади с учетом заселенности квартир. Результаты расчетов приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Расчет удельной характеристики бытовых тепловыделений здания

Отапливаемый объем, м <sup>3</sup> V <sub>от</sub>	43730,6	Высота этажа h <sub>эт</sub> , м	3,0	Количество квартир m <sub>кв</sub>	12
Количество жителей m	293	Количество работников и посетителей m <sub>о</sub>		80	
Площадь жилых помещений A <sub>ж</sub> , м <sup>2</sup>		3941,2		Площадь рабочих помещений A <sub>о</sub> , м <sup>2</sup>	
				755,7	
Освещение	Мощность освещения P <sub>о</sub> , кВт	2,56		Рабочих часов в неделе N <sub>ч.нед</sub>	
	Тепло, Вт Q <sub>осв</sub> = 1000 N <sub>осв</sub> N <sub>ч.нед</sub> / 168		1000 · 2,56 · 40 / 168 = 610		40
Заселенность квартир A <sub>куд</sub> = A <sub>ж</sub> / m		3941,2 / 293			3,21
Жилые помещения	Удельные, Вт/м <sup>2</sup> q <sub>быт.ж</sub>		q <sub>офл</sub>		13,6
	Всего, Вт	Q <sub>ж</sub> = A <sub>ж</sub> · q <sub>быт.ж</sub>		13,6 · 3941,2 = 53600,32	53600,32
От офисной техники и работников	Удельные q <sub>оф</sub> , Вт/м <sup>2</sup>	Техника, Вт/м <sup>2</sup> q <sub>оф</sub>		10,0	Люди, Вт/чел
	Всего, Вт Q <sub>оф</sub> = q <sub>оф</sub> A <sub>о</sub> + q <sub>офл</sub> m <sub>о</sub>		10 · 755,7 + 150 · 80 = 19557		
	Теплопоступления от офисной техники				19557
От технологического оборудования, Вт Q <sub>тех</sub>					

Теплопоступления от солнечной радиации за отопительный период.

Теплопоступления от солнечной радиации рассчитаны по пункту Г.6 СП 50.13330.2012. При расчете учтены площади окон, ориентированных на различные стороны света, площади зенитных фонарей, соответствующие коэффициенты, учитывающие снижение проникания солнечной радиации для светопропускающих заполнений и затенение светового проема соответственно окон и зенитных фонарей непрозрачными элементами заполнения, а также величины солнечной радиации, поступающей за месяцы отопительного периода через вертикальные и горизонтальные поверхности. В результате расчета установлены теплопоступления через окна и фонари от солнечной радиации в течение отопительного периода и удельная характеристика теплопоступлений в здание от солнечной радиации.

Площади по сторонам света:  $A_c = 41,45$ ;  $A_b = 743,18$ ;  $A_{ю} = 41,45$ ;  $A_з = 477,78$ ,  $26, \text{ м}^2$ ,  $A_з=199,68$  (ЛЛУ);

Месяцы отопительного периода: Январь, Февраль, Март, Апрель, Октябрь, Ноябрь, Декабрь.

Конструкция: двухкамерный стеклопакет из обычного стекла (с межстекольным расстоянием 12 мм), заполненным аргоном

Коэффициент относительного проникания солнечной радиации  $\tau_{\text{ок}} = 0,76$ .

Коэффициент затенения светового проема  $\tau_{2\text{ок}} = 0,78$ .

Средняя за отопительный период величина солнечной радиации:

$I_c = 614 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ ;  $I_{в/з} = 954 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ ;  $I_{ю} = 1598 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ .

Теплопоступления через окна от солнечной радиации в течение отопительного периода, МДж/год

$$Q_{\text{рад}} = 0,76 \cdot 0,78 \cdot (41,45 \cdot 614 + 743,18 \cdot 954 + 41,45 \cdot 1598 + 477,78 \cdot 954 + 199,68 \cdot 954) = 857768,5 \text{ МДж/год}.$$

Удельная характеристика теплопоступлений от солнечной радиации

$$k_{\text{рад}} = 11,6 \cdot 857768,5 / (43730,6 \cdot 5521,6) = 0,041.$$

Удельная вентиляционная характеристика.

Вентиляция здания рассмотрена для определения удельных расходов тепловой энергии.

Для жилых помещений использованы удельные воздухообмены, зависящие от заселенности квартир. Результаты расчетов приведены в таблице 15.

Таблица 15– Расчет удельной вентиляционной характеристики

Отапливаемый объем, м <sup>3</sup> V <sub>от</sub>	43730,6	Высота этажа h <sub>эт</sub>	3,0	Количество квартир	156
Площадь жилых помещений м <sup>2</sup> А <sub>ж</sub>	3941,2	Площадь рабочих помещений м <sup>2</sup> А <sub>о</sub>		–	
Количество жителей m	293	Количество работников m <sub>о</sub>		80	
Ср. температура отопительного периода, °С, t <sub>от</sub>	–5,2	Плотность наружного воздуха ρ <sub>в</sub> <sup>вент</sup> = 353/(273 – t <sub>от</sub> ) кг/м <sup>3</sup>			1,32
Жилая часть	Норма м <sup>3</sup> /ч чел. Л <sub>уд</sub>		30	Норма на м <sup>2</sup> квартиры L <sub>уд</sub>	
	Воздухообмен квартир			L <sub>венткв</sub>	8790
	Расчет	30 · 293 = 8790			
Общественная часть	Примерная кратность на м <sup>2</sup> площади k <sub>рм<sup>2</sup></sub>		4,0	Воздухообмен на м <sup>2</sup> L <sub>м<sup>2</sup></sub>	
	Примерная кратность на м <sup>3</sup> объема k <sub>рм<sup>3</sup></sub>		0	Воздухообмен на м <sup>3</sup> L <sub>м<sup>3</sup></sub>	
	Минимальный воздухообмен производственной части L <sub>мин</sub>		400	Кратность воздухообмена K <sub>рo</sub>	
	Механический приток L <sub>пр</sub>		0	Механическая вытяжка L <sub>в</sub>	
Максимальный воздухообмен					
Инфильтрация	Окна и витражи			Двери и ворота	
	Площадь А <sub>ок</sub>		1303,96	Площадь А <sub>дв</sub>	
	Площадь ЛЛУ А <sub>ок</sub>		199,68	Площадь ЛЛУ А <sub>дв</sub>	
	Требуемое сопротивление воздухопроницанию R <sup>тp</sup> <sub>и.ок</sub>		5	Требуемое сопротивление воздухопроницанию R <sup>тp</sup> <sub>и.дв</sub>	
	Требуемое сопротивление воздухопроницанию ЛЛУ R <sup>тp</sup> <sub>и.ок</sub>		5	Требуемое сопротивление воздухопроницанию ЛЛУ R <sup>тp</sup> <sub>и.дв</sub>	
	Перепад давления Δp <sub>ок</sub>		69,53	Перепад давления Δp <sub>дв</sub>	
Количество инфильтрующегося воздуха		G <sub>инф</sub> = (A <sub>ок</sub> /R <sub>и.ок</sub> <sup>тp</sup> )(Δp <sub>ок</sub> /10) <sup>2/3</sup>			86,28
Расчет	(199,68/5х(69,53/10)(2/3)= 45,1(лестница) (171,96/5х(69,53/10)(2/3)= 41,18 (офис)				
Удельная вентиляционная характеристика	Число часов работы вентиляции n <sub>вент</sub>			Число часов инфильтрации n <sub>инф</sub>	
	Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период		n <sub>в</sub> = ((L <sub>вент</sub> n <sub>вент</sub> )/168 + (G <sub>инф</sub> n <sub>инф</sub> )/(168ρ <sub>в</sub> <sup>вент</sup> ))/(βvV <sub>от</sub> )		
	Расчет	(196,5 · 0 · 7)/168 + Max((12930 · 168, 617 · 24 · 7)/(168 · 1,32))/(0,85 · 24655,3)			
	Коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций β <sub>v</sub>		0,85		
	Коэффициент эффективности рекуператора k <sub>эф</sub>				
	Удельная вентиляционная характеристика здания		k <sub>вент</sub> = 0,28c <sub>пв</sub> β <sub>v</sub> ρ <sub>в</sub> <sup>вент</sup> (1 – k <sub>эф</sub> )		
Расчет	0,28 · 0,78 · 0,85 · 1,32 · (1 – 0) = 0,25				



### 3.2 Расчёт теплотерь помещений

Тепловая мощность отопительной установки помещения  $Q_{от}$  для компенсации дефицита теплоты равна:

$$Q_{от} = Q + Q_{инф} - Q_{быт}, \quad (11)$$

где  $Q_{быт}$  – тепловыделения в помещении, принимаем тепловыделения в жилых помещениях и кухне равными 10 Вт на 1 м<sup>2</sup> пола;

$Q_{инф}$  – потери тепла за счёт инфильтрации, Вт.

$Q_{инф}$

Основные и добавочные потери теплоты через ограждающие конструкции помещений определяются по формуле:

$$Q = k \cdot A \cdot (t_в - t_н) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n, \quad (12)$$

где  $A$  – расчетная площадь ограждающей конструкции м<sup>2</sup>;

$k$  – коэффициент теплопередачи ограждающих конструкций, Вт/(м<sup>2</sup>·°C);

$t_в$  – то же, что и в формуле (2), °C;

$t_н$  – то же, что и в формуле (3), °C;

$n$  – то же, что и в формуле (3);

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

Для учета дополнительных потерь теплоты  $\beta$  принимаются добавки:

а) в помещениях любого назначения через стены, двери и окна, обращенные на:

- север, восток, северо-восток, северо-запад – 0,1
- юго-восток, запад – 0,05
- юг – 0;

б) в угловых помещениях дополнительно на каждую стену, дверь и окно, если одно из ограждений ориентировано на:

- север, восток, северо-запад, северо-восток – 0,05
- в остальных случаях – 0,1;

в) добавка на врывание холодного воздуха через наружные двери и ворота при их кратковременном открывании при высоте здания Н, м:

- для дверей и ворот – 3.

Расход теплоты на нагревание инфильтрирующегося воздуха.

Расход теплоты  $Q_{инф}$ , Вт, на нагревание инфильтрующегося воздуха в помещениях при естественной вытяжной вентиляции, не компенсируемого подогретым приточным воздухом, определяют по формуле:

$$Q_{инф} = 0,28 \cdot L_n \cdot \rho \cdot c \cdot (t_e - t_n) \cdot \bar{k}, \quad (13)$$

где  $L_n$  – расход удаляемого воздуха, м<sup>3</sup>/ч, не компенсируемый подогретым приточным воздухом; удельный нормативный расход 3 м<sup>3</sup>/ч на 1 м<sup>2</sup> помещений;

$\rho$  – плотность воздуха в помещении, кг/м<sup>3</sup>.

$c$  – удельная теплоемкость воздуха, равная 1 кДж/(кг·°С);

$t_e, t_n$  – расчетные температуры воздуха, °С, соответственно внутреннего и наружного воздуха в холодный период года;

$\bar{k}$  – коэффициент учета влияния встречного теплового потока в конструкциях, равный 0,7 для стыков панелей стен и окон с тройными переплетами, 0,8 — для окон и балконных дверей с отдельными переплетами и 1,0 — для одинарных окон, окон и балконных дверей со спаренными переплетами и открытых проемов.

«Расчёт тепловых потерь помещений жилого дома через ограждающие конструкции представлен в таблице 16.

Расчет расхода теплоты  $Q_{инф}$ , Вт, на нагревание инфильтрующегося воздуха сводим в таблицу 17.

Таблица 16 – Расчет теплотерьер через ограждающие конструкции

№ помещения	Наименование помещения	Ограждающие конструкции					Основные теплотерьеры через ограждения, Q, Вт	Добавочные теплотерьеры			Коэффициент (1+ $\sum\beta$ )	Теплотерьеры, Вт
		Наименование ограждений	ориентация	Площадь, м <sup>2</sup>	Коэффициент теплопередач	$\Delta t=(t_{в}-t_{н})$		На ориентацию	прочие	Сумма добавочных теплотерьеры		Через ограждения с учетом добавочных Q(1+ $\sum\beta$ )
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1, t <sub>в</sub> =16°C	Лестничная клетка	BC3	-	8,4	1,51	11	139,52	0,1-	-	-	1	139,52
		ПЛ I	-	13,10	0,48	46	289,25	0,05	-	-	1	289,25
		ПЛ II	-	13,10	0,23	46	138,60	0,05	-	-	1	138,60
		ПЛ III	-	12,45	0,12	46	68,72	-	-	-	1	68,72
											636,09	
2, t <sub>в</sub> =5°C	Электрощитовая	ПЛ I	-	10,80	0,48	35	181,44	-	-	-	1	181,44
		ПЛ II	-	10,80	0,23	35	86,94	-	-	-	1	86,94
		ПЛ III	-	10,26	0,12	35	43,09	-	-	-	1	43,09
											311,47	
3, t <sub>в</sub> =5°C	ИТП	ПЛ I	-	25,4	0,48	35	426,72	-	-	-	1	426,72
		ПЛ II	-	25,4	0,23	35	204,47	-	-	-	1	204,47
		ПЛ III	-	18,00	0,12	35	75,60	-	-	-	1	75,60
		ПЛ IV	-	14,02	0,07	35	34,35	-	-	-	1	34,35
		ПЛ										
											741,14	
											305,04	
4, t <sub>в</sub> =18°C	Кухня	BC1	-	6,6	1,96	13	168,17	0,1	-	-	1	168,17
		ПЛ IV	-	10,23	0,07	48	34,37	0,05	-	-	1	34,37
											202,54» [1].	

Продолжение таблицы 16

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
«5, тв=18°С	Жилая комната	ВС1	-	12,3	1,96	13	313,40	0,1	-	-	1	313,40
		ПЛ I	-	7	0,48	48	161,28	0,05	-	-	1	161,28
		ПЛ II	-	7	0,23	48	77,28	0,05	-	-	1	77,28
		ПЛ III	-	7	0,12	48	40,32	-	-	-	1	40,32
		ПЛ IV	-	2,6	0,07	48	8,74	-	-	-	1	8,74
												601,02
6, тв=16°С	С/у	ВС1	-	10,5	1,96	7	144,06	-	-	-	1	144,06
		ВС1	-	4,8	1,96	20	188,16	-	-	-	1	188,16
		ВС1	-	10,5	1,96	7	144,06	-	-	-	1	144,06
		ВС1	-	4,8	1,96	9	84,67	-	-	-	1	84,67
		ПТ	-	4,35	0,885	7	26,95	-	-	-	1	26,95
		ПЛ IV	-	4,35	0,07	55	16,75	-	-	-	1	16,75
												604,65
7, тв=16°С	Лестница	ПЛ IV	-	7,9	0,07	46	25,44	-	-	-	1	25,44
												25,44
												317,41
9, тв=5°С	ИТП	ДО	3	1,20	1,61	35	67,62	0,05	-	0,05	1,05	71,00
		ПЛ I	-	24,70	0,48	35	414,96	-	-	-	1	414,96
		ПЛ II	-	24,70	0,23	35	198,84	-	-	-	1	198,84
		ПЛ III	-	29,90	0,12	35	125,58	-	-	-	1	125,58
		ПЛ IV	-	340,18	0,07	35	833,44	-	-	-	1	833,44
												1643,82
10, тв=16°С	Венткамера	ПЛ I	-	8,00	0,48	46	176,64	-	-	-	1	176,64
		ПЛ II	-	8,00	0,23	46	84,64	-	-	-	1	84,64
		ПЛ III	-	8,00	0,12	46	44,16	-	-	-	1	44,16
		ПЛ IV	-	20,35	0,07	46	65,53	-	-	-	1	65,53
												370,97
11, тв=16°С	Межквартирный коридор	ВС1	-	18,9	1,96	11	407,48	0,05	-	-	1	407,48
		ПЛ I	-	13,8	0,48	46	304,70	-	-	-	1	304,70
		ПЛ II	-	13,8	0,23	46	146,00	-	-	-	1	146,00
		ПЛ III	-	13,8	0,12	46	76,18	-	-	-	1	76,18
		ПЛ IV	-	93,37	0,07	46	300,65	-	-	-	1	300,65
												1235,02
12, тв=18°С	Межкомнатный коридор	НД	3	2,7	1,14	46	141,59	0,05	-	0,05	1,05	148,67
		ВС1	-	63	1,96	11	1358,28	-	-	-	1	1358,28
		ДО	3	1,2	1,61	46	88,87	0,05	-	0,05	1,05	93,32» [1].

Продолжение таблицы 16

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		ПЛ I	-	5,9	0,48	46	130,27	-	-	-	1	130,27
		ПЛ II	-	9,8	0,23	46	103,68	-	-	-	1	103,68
		ПЛ III	-	4,36	0,12	46	24,07	-	-	-	1	24,07
		ПЛ IV	-	29,39	0,07	46	94,64	-	-	-	1	94,64
												1952,92
«13, тв=18°C	С/у	ПТ	-	5	0,224	48	53,76	-	-	-	1	53,76
		ПЛ	-	5	0,885	13	57,53	-	-	-	1	57,53
												111,29
	В с/у столько стен, а также есть пол и потолок? Это как? Он высотой во весь дом Таблица 3.7	НС3	С	47,09	0,214	58	584,48	0,1	0,05	0,15	1,15	672,15
		НС2	С	160,02	0,249	58	2311,01	0,1	0,05	0,15	1,15	2657,66
		НС2	3	37,89	0,249	58	547,21	0,05	0,05	0,1	1,1	601,93
		ВС1	-	6,25	1,96	8	98,00	-	0,05	0,05	1,05	102,90
		ВС3	-	9,00	1,51	12	163,08	-	-	-	1	163,08
		ПТ	-	683,43	0,226	58	8958,40	-	-	-	1	8958,40
		ПЛ	-	174,73	0,885	12	1855,63	-	-	-	1	1855,63
												28877,48
14, тв=25°C	Место хранения колясок	ПЛ	-	13,82	0,885	20	244,61	-	-	-	1	244,61
												244,61
15 тв=16°C	Лестничная клетка	НС2	С	54,31	0,249	46	622,07	0,1	-	0,1	1,1	684,27
		ДО	С	7,17	1,61	46	531,01	0,1	-	0,1	1,1	584,11
		НД	С	5,52	1,14	46	289,47	0,1	-	0,1	1,1	318,42
												1586,80
16 тв=16°C	Венткамера	НС2	Ю	33,07	0,249	46	378,78	-	-	-	1	378,78
		ПТ	-	120,7	0,224	46	1243,69	-	-	-	1	1243,69
												1622,48
17 тв=16°C	Технический балкон	ПТ	-	64,9	0,224	46	668,73	-	-	-	1	668,73
												668,73
18 тв=16°C	Воздухозаборная камера	ПТ	-	14,7	0,224	46	151,47	-	-	-	1	151,47
		НС2	С	8,23	0,249	46	94,27	0,1	-	0,1	1,1	103,69
												255,16» [1].
												X?

«Итого общая мощность системы отопления составит:  $Q_{от} = 102582,67 \cdot 1,05 = 107711,8$  Вт.  $Q_{от} = x? \cdot 1,05 = 107711,8$  Вт;  $x = 1077,1$

Таблица 17 – Расчет теплотерь помещений

№ помещения	Наименование помещения	Температура внутреннего воздуха $t_{в}$ , °С	Ограждающие конструкции										Основные теплотери через ограждения $Q$ , Вт	Добавочные теплотери,				Теплотери, Вт			
			наименование	ориентация	высота, м	ширина, м	площадь $A$ , м <sup>2</sup>	Приведенное сопротивление теплопередаче $R$	Коэффициент теплопередачи $k$ , Вт/м <sup>2</sup> ·°С	Температура наружного воздуха $t_{н}$ , °С	Коэффициент $n$	Расчетная разность температуры $(t_{в}-t_{н})$ , °С		$\beta$				коэффициент $(1+\beta)$	Через ограждения с учетом добавочных $Q(1+\Sigma\beta)$	инфильтрация	расчетные $Q_0$
														на ориентацию	на обществ., адм.-быт здания	при перепаде температур 4 и более 0С	сумма				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Секция I, этаж 2, типовой																					
201	жилая комната	20	НС угл гр	С	1,95	7,54	14,70	3,595	0,28	-21	1	41	167,68	0,1	0,05		0,15	1,15	193		
		20	НС угл гр	З	3	6,34	14,73	3,595	0,28	-21	1	41	167,96	0,05	0,05		0,1	1,1	185		
		20	ОК	З	1,47	1,46	4,29	0,510	1,96	-21	1	41	345,08	0,05	0,05		0,1	1,1	380		
		20	ВС	-	3	6	18,00	1,768	0,57	16	1	4	40,72				0	1	41		
		20	S пола	-			30,30	-												798	<b>417</b>
202	жилая комната	20	НС угл гр	С	1,95	7,54	14,70	3,595	0,28	-21	1	41	167,68	0,1	0,05		0,15	1,15	193		
		20	НС угл гр	В	3	6,34	14,73	3,595	0,28	-21	1	41	167,96	0,1	0,05		0,15	1,15	193		
		20	ОК	В	1,47	1,46	4,29	0,510	1,96	-21	1	41	345,08	0,1	0,05		0,15	1,15	397		
		20	ВС	-	3	6	18,00	1,768	0,57	16	1	4	40,72				0	1	41		
		20	S пола	-			30,30	-												824	<b>417</b>
203	жилая комната	20	НС угл гр	С	3	1,84	5,52	3,595	0,28	-21	1	41	62,95	0,1	0,05		0,15	1,15	72		
		20	НС угл гр	В	3	4,28	9,69	3,595	0,28	-21	1	41	110,47	0,1	0,05		0,15	1,15	127		
		20	НС угл гр	Ю	3	1,84	5,52	3,595	0,28	-21	1	41	62,95	0	0,05		0,05	1,05	66		
		20	ОК	В	1,08	1,46	3,15	0,510	1,96	-21	1	41	253,52	0,1	0,05		0,15	1,15	292		
		20	S пола	-			16,00	-												557	<b>220</b>

Аналогичным образом рассчитаны теплопотери в остальных помещениях. Общий расход тепла на отопление 14 – этажного жилого дома с нежилыми помещениями составил 1077,12 кВт.

### Выводы по разделу 3

Был выполнен теплотехнический расчет ограждающих конструкций, определены теплопотери и теплопоступления для расчетных помещений. В результате составления теплового баланса для каждого помещения было установлено, что за счет внутренних тепловыделений можно сократить общую отопительную нагрузку как по этажам, так и по зданию в целом.

Были произведены расчеты и найдены приведенное сопротивление теплопередаче, коэффициенты теплопередач нескольких типов наружных стен, внутренних стен, полов, потолков, окон, дверей. Были найдены общие теплопотери здания с учетом добавочных теплопотерь, что составило 107711,8 Вт.

## **4 Системы обеспечения микроклимата**

### **4.1 Отопление**

#### **4.1.1 Конструирование систем отопления и теплоснабжения**

Проектом предусмотрены самостоятельные системы отопления для каждой секции офисных помещений и жилой части [8].

Теплоноситель – вода с температурой 90 °С в подающей, и 70 °С в обратной магистрали.

Для офисных помещений цокольного и первого этажа принята система отопления однотрубная с П-образными стояками и с нижней разводкой по подвалу СО3 и СО4. В качестве отопительных приборов приняты стальные конвекторы "Универсал". На подводках к радиаторам установлены шаровые краны и терморегулирующие клапаны фирмы «DANFOSS». Для удаления воздуха из систем предусмотрены краны Маевского. В целях гидравлической увязки систем отопления на стояках установлены автоматические балансировочные клапаны фирмы «DANFOSS». Трубопроводы приняты из стальных водогазопроводных труб по ГОСТ 3262-75\*.

Система отопления жилого дома принята поквартирная двухтрубная с нижней разводкой труб, и общими двухтрубными стояками, вынесенными в общий коридор СО1 и СО2. Стояки на лестничной клетке и лифтовом холле – проточные без регулирующей арматуры. В качестве отопительных приборов приняты радиаторы панельные с нижней подводкой Ventil. Терморегулирующий вентиль встроен в радиатор.

Для учета расхода тепла на отопление для каждой квартиры в распределительном шкафу, установленном в общем коридоре каждого этажа, предусматривается установка квартирных теплосчетчиков «Карат».



Двухтрубные стояки жилой части дома, вынесенные в общий коридор, системы отопления лестничной клетки и лифтового холла, трубопроводы проложенные в подвале, запроектированы из стальных водогазопроводных труб по ГОСТ 3262-75\* и стальных электросварных по ГОСТ 10704-91.

Трубопроводы поквартирной системы отопления запроектированы из Полимерных труб из сшитого полипропилена РЕ-Ха с барьерным слоем EVON. Прокладка горизонтальной разводки трубопроводов отопления квартир предусмотрена в конструкции пола в гофре.

Слив теплоносителя из системы отопления производится в нижних точках систем. Слив из поквартирной разводки – через дренажный трубопровод.

Удаление воздуха из систем отопления предусматривается кранами конструкции Маевского и автоматическими воздухоотводчиками.

Магистральные трубопроводы, прокладываемые в подвале, утепляются изоляцией «K-Flex» – ST в виде трубок с самоклеющимся покровным слоем «ALUCOVER». Неизолированные трубопроводы в лифтовом холле и в лестничной клетке окрашиваются масляной краской за 2 раза.

Нагревательные приборы устанавливаются преимущественно у наружных ограждений. На путях эвакуации людей отопительные приборы устанавливаются на высоте 2,2 м от уровня пола.

#### **4.1.2 Гидравлический расчёт системы отопления**

«Расчетная схема системы отопления.

На основе аксонометрической схемы составляется расчетная схема системы отопления. Для этого аксонометрическая схема разбивается на ветки и участки с одинаковым расходом, участки нумеруются, подписываются их длины и расходы [16].

По расчетной схеме определяется основное циркуляционное кольцо, в котором установлено наименьшее значение отношения расчетного циркуляционного давления к длине кольца.

## Определение расчетного циркуляционного давления

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

$$\Delta P_{pc} = \Delta P_n + \Delta P_e, \text{Па} \quad (9)$$

Насосное циркуляционное давление, в Па, определяется по техническим данным на насос. Перепад давления в системе отопления составит:

$$\Delta P_n = 39000 \text{ Па}$$

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

$$\Delta P_e = g \cdot h \cdot \beta_t \cdot (t_z - t_o) \cdot 0,40, \text{Па} \quad (10)$$

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

$\beta_t$  – среднее приращение плотности при понижении температуры воды на 1 °С. Для расчетной разности температур  $\beta_t = 0,64$ .

Целью гидравлического расчета является определение диаметров труб. Гидравлический расчёт ведём по удельным линейным потерям давления, когда подбирая диаметр труб при постоянном перепаде температуры воды во всех ветвях. Потери давления на трение и местное сопротивление на участке определяем отдельно по формуле (3.2). 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%» [6].

$$\Delta P_{уч} = R \cdot \ell_{уч} + \sum \xi_{уч} \cdot \frac{\rho \cdot w^2}{2} = R \cdot \ell_{уч} + Z, \text{ Па} \quad (11)$$

«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 [5];

$Z$  – потери давления на местные сопротивления, Па.

Потери давления в отопительном приборе (радиаторе) учитываем коэффициентом местного сопротивления.

Увязку производим изменением диаметров на участках. В случае если увязка изменением диаметра не может быть достигнута, то на участке с меньшими потерями давления на обратном трубопроводе устанавливают шайбу с помощью которой уравниваются давления в циркуляционных кольцах.

Схемы подключения приборов системы отопления представлены на рисунке 11.

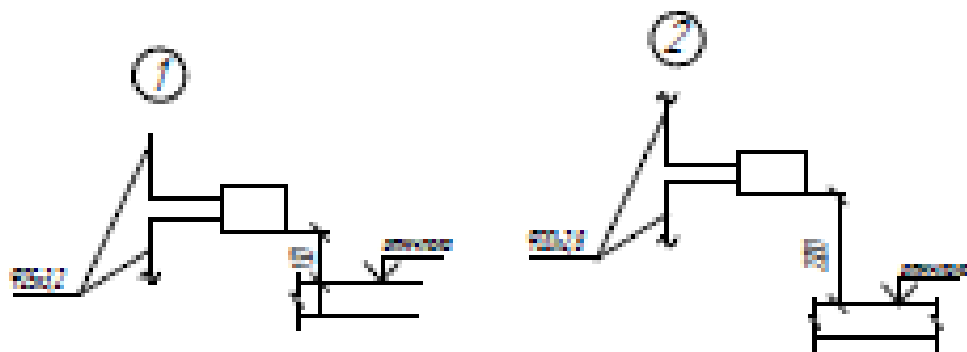


Рисунок 11 – Схемы подключения радиаторов

АксонOMETрические схемы систем отопления изображены на рисунках 12, 13, 14.

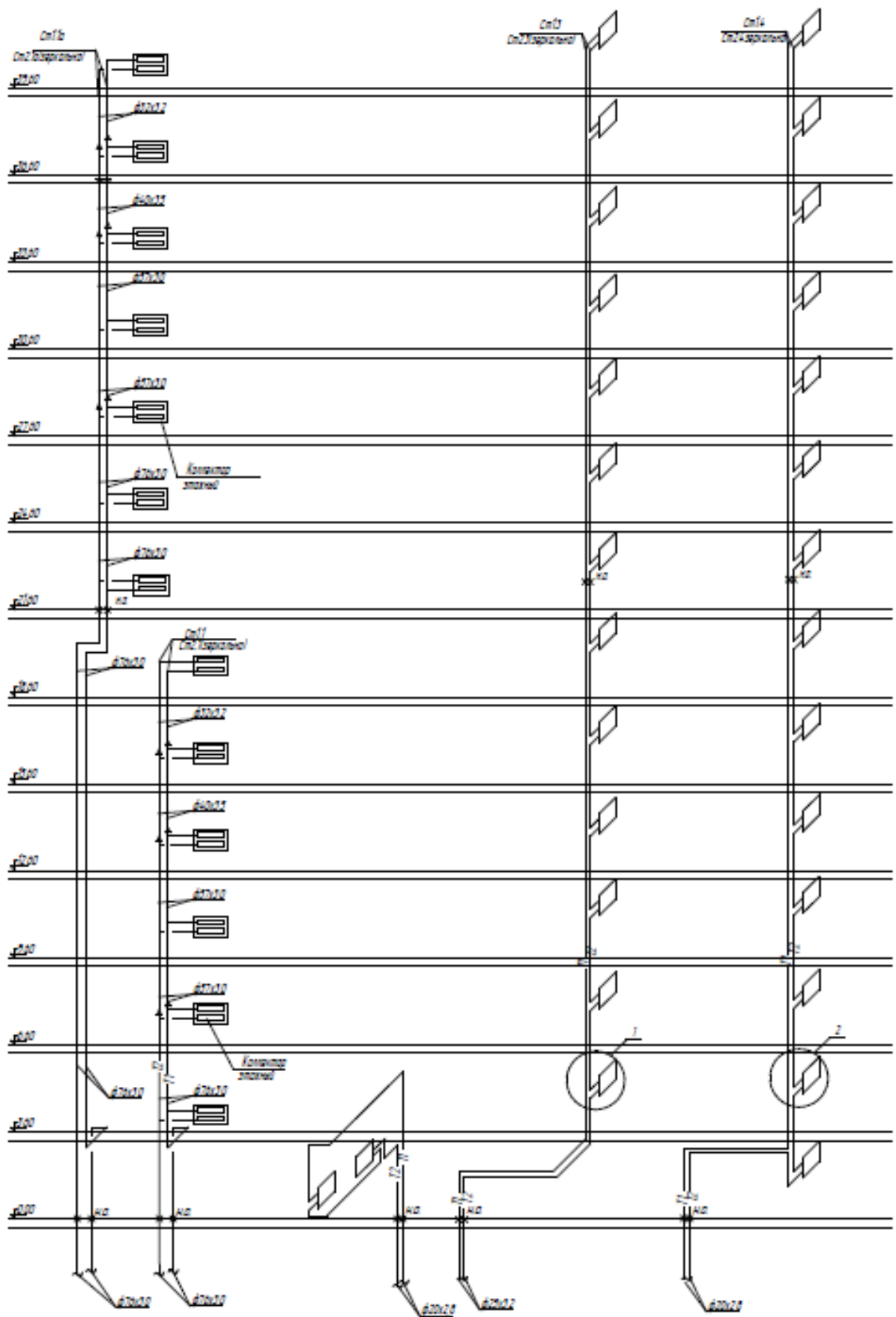


Рисунок 12 – Схема системы отопления

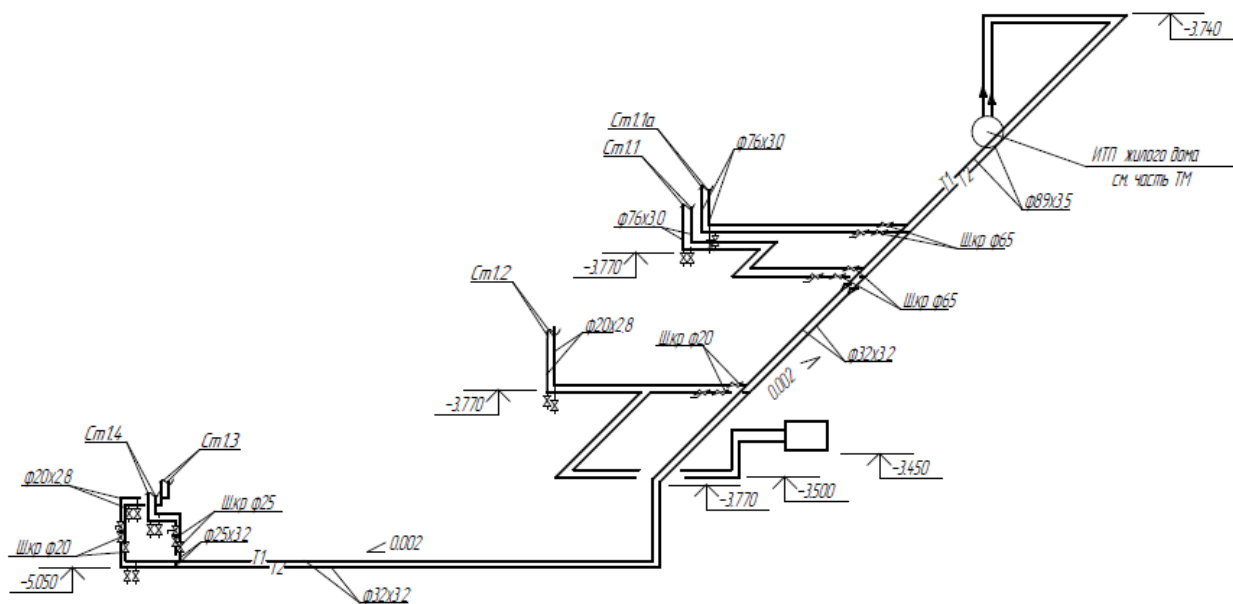


Рисунок 13 – Схема магистральных трубопроводов СО1

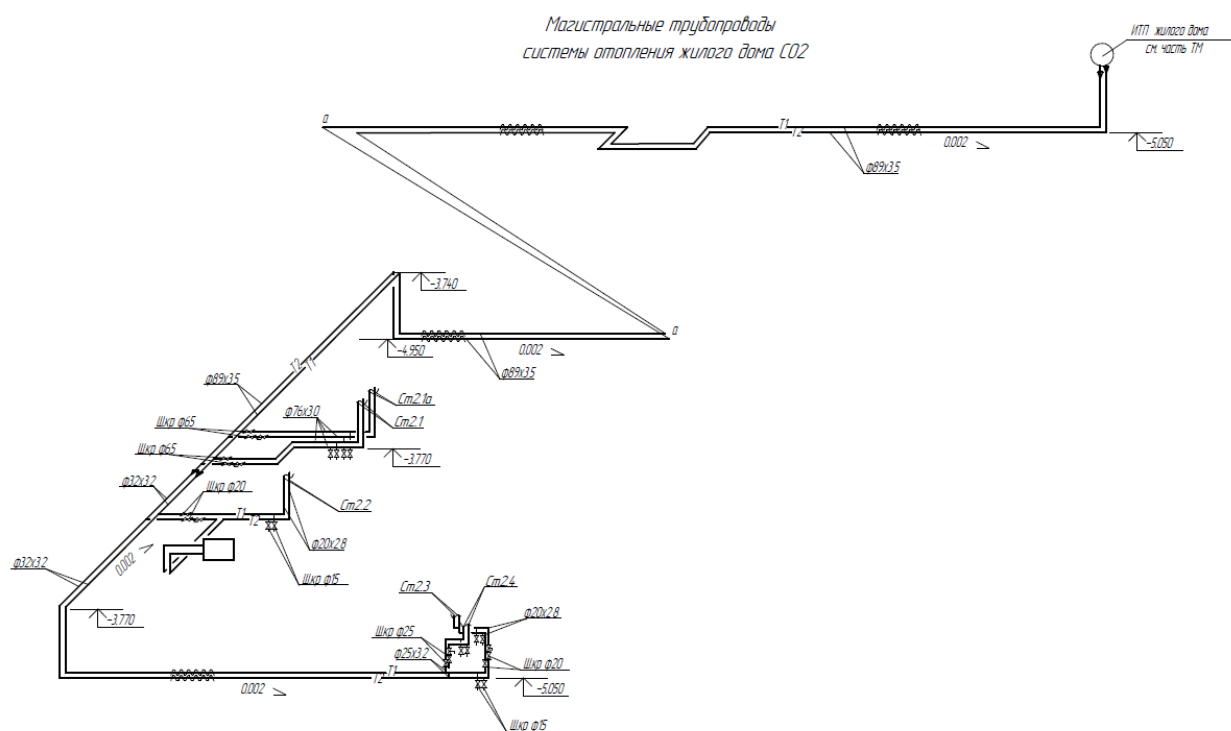


Рисунок 14 – Схема магистральных трубопроводов СО2

В ходе гидравлического расчёта были определены диаметры трубопроводов, потери давления в трубопроводах, произведена увязка параллельно соединенных участков. Расчетная схема системы отовления представлена в приложении А (рисунок А.1).

### 4.1.3 Тепловой расчет отопительных приборов

«Расчет плотности теплового потока прибора:

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

$$q_{np} = q_{ном} \left( \frac{\Delta t_{cp}}{70} \right)^{1+n} \cdot \left( \frac{G_{np}}{360} \right)^P \cdot b \cdot c, \quad (12)$$

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

$\Delta t_{cp} = 0,5 \cdot (t_2 + t_0) - t_e$  – температурный напор прибора, °С;

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

$n$  и  $P$  – экспериментальные числовые показатели [6];

$b$  – коэффициент учета атмосферного давления [5],  $b = 1$ ;

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

В однотрубных системах отопления температура воды по высоте стояка меняется. Температура воды на выходе прибора определяется из уравнения теплового баланса прибора:

$$t_{вых} = t_{вх} - \frac{0,86 \cdot Q_{np} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{c \cdot G_{np}}, \quad \text{°С}, \quad (13)$$

где  $t_{вх}$  – температура воды на входе прибора, °С;

$Q_{np}$  – тепловая нагрузка прибора, Вт;

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

$\beta_1$  – поправочный коэффициент, учитывающий теплоотдачу через дополнительную площадь прибора (сверх расчетной), принятой к установке;

$\beta_2$  – коэффициент, учитывающий дополнительные тепловые потери вследствие размещения приборов у наружной стены.

Расчет площади нагревательной поверхности отопительных приборов.

Вычисляем площадь поверхности отопительного прибора:

$$F_{np} = \frac{Q_{np}}{Q_{np}^{фак}} \quad (14)$$

Теплопоступления от прибора находим из выражения:

$$Q_{np} = Q_{ном} - \beta_{mp} \cdot Q_{mp} \quad (15)$$

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

Теплоотдачу труб определяем по формуле

$$Q_{mp} = q_v \cdot \ell_v + q_h \cdot \ell_h \quad (16)$$

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

$\ell_v$  и  $\ell_h$  – длина соответственно вертикальной и горизонтальной труб, м.

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

$$Q_{np.расч} = Q_{np} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2, \text{ Вт.} \quad (17)$$

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

$$N = \frac{F_{np}}{f_{сек}} \cdot \frac{\beta_4}{\beta_3} \quad (18)$$

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:

$$\beta_3 = 0,97 + \frac{0,06}{F_{np}} \quad (19)$$

Расчет отопительных приборов сводим в таблицу» [6].

#### 4.1.4 Расчет и подбор отопительного оборудования

Подключение систем отопления к наружным теплосетям осуществляется с помощью насосно-смесительного узла по схеме "насос на подаче". Применение данной схемы основано на параметрах теплоносителя в точке подключения. Задача циркуляционно-повысительного насоса состоит в обеспечении циркуляции теплоносителя и повышении давления для заполнения системы отопления до необходимого уровня по высоте.

$G_{насоса} = 1,1 \cdot G_{системы\ отопления}$ .

$G_{насоса} = 1,1 \cdot 8606 = 9500 \text{ кг/час}$ .

$H_{насоса} = 1,15 \cdot (\Delta P_{со} + H)$

$H_{насоса} = 1,15 \cdot (1,3 + 18) = 22,2 \text{ метра водяного столба}$

С учетом температуры теплоносителя подбираем по каталогу насос VeroLine-IPL 32/135-1,5/2 производителя Wilo (Рисунок 15, 16). В виду особенностей функционального назначения здания закладываем 2 насоса, один из которых будет резервным.





Рисунок 15 – Насос Wilo VeroLine-IPL 32/135-1,5/2

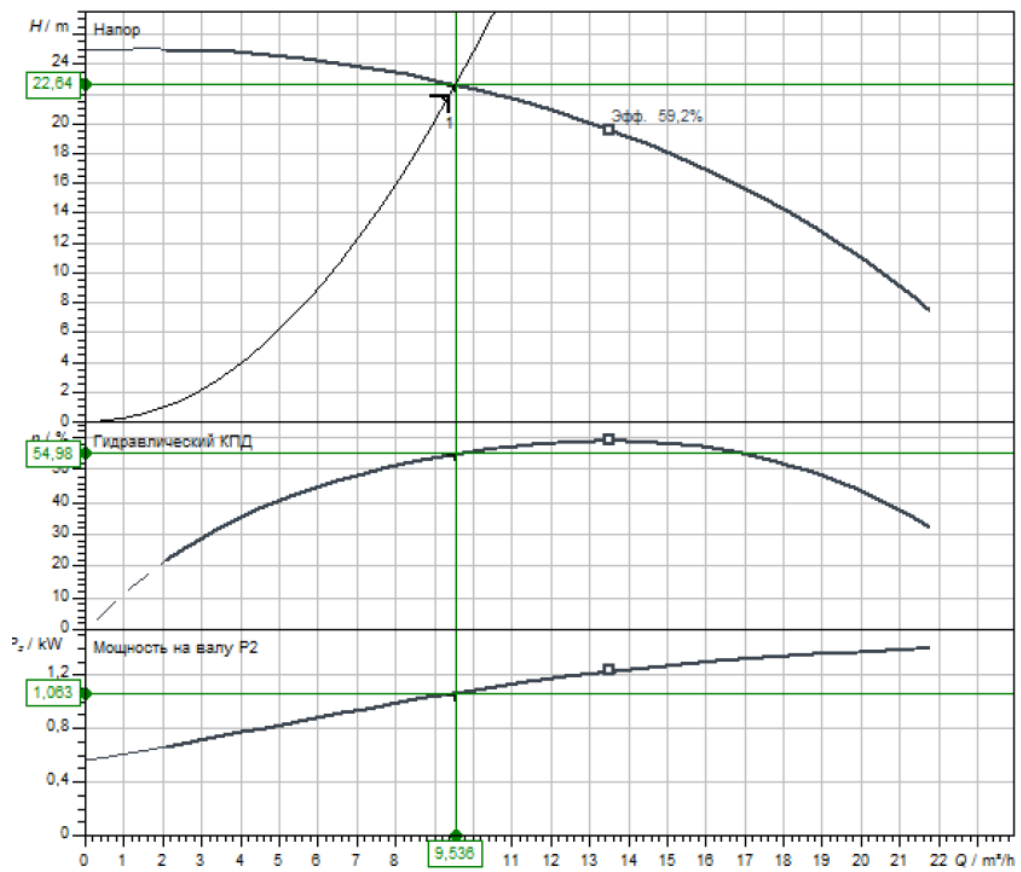


Рисунок 16 – Рабочая точка насоса VeroLine-IPL 32/135-1,5/2

Подбор регулирующего трехходового клапана осуществляется по показателю  $K_{vs}$ , коэффициенту пропускной способности полностью открытого клапана.

Пропускная способность полностью открытого клапана определяется по формуле:

$$K_{vs} = 1,1 \cdot Q \sqrt{\frac{\rho}{1000 \cdot \Delta P_{кл}}}, \quad 37$$

$$K_{vs} = 1,1 \cdot 9,5 \sqrt{\frac{970}{1000 \cdot 1}} = 11,23 \text{ м}^3/\text{ч}$$

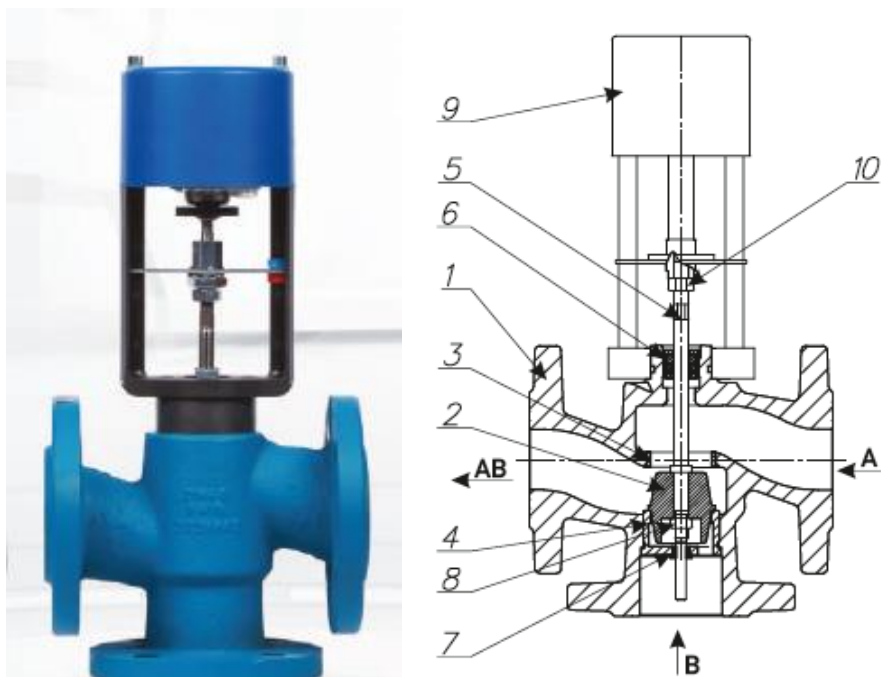
По  $k_{vs} = 11,23 \text{ м}^3/\text{ч}$  выбирается клапан производства КПСР Групп: КССР серии 100  $d_y = 32 \text{ мм}$  ( $k_{vs} = 16 \text{ м}^3/\text{ч}$  от производителя) с управляющим электроприводом ST mini Regada.

Рекомендации производителя по подбору регулирующего трехходового клапана изложены в Таблице 16.

Таблица 16 – Характеристики для подбора клапана от производителя

ДУ, мм	Ход штока, мм	Условная пропускная способность, $K_{vu}$ , $\text{м}^3/\text{ч}$													
		0,4	0,63	1,0	1,6	2,5	4,0	6,3	10	16	25	40	63	80	100
15	10	●	●	●	●	●	●								
20	15				●	●	●	●							
25	20				●	●	●	●	●						
32	22							●	●	●					
40	25								●	●	●				
50										●	●	●			
65	32										●	●	●		
80												●	●	●	●

На рисунке 17 изображена схема клапана производства КССР.



1 – корпус, 2 – плунжер, 3 – уплотнительное кольцо, 4 – седло ввертное, 5 – шток, 6 – гайка уплотнения штока, 7 – втулка направляющая, 8 – гайка плунжера, 9 – электрический исполнительный механизм, 10 – гайка

Рисунок 17 – Схема клапанов КССР

## 4.2 Вентиляция

### 4.2.1 Определение требуемых воздухообменов. Воздушный баланс

«Обеспечения микроклимата в 14-ти этажном жилом доме с нежилыми помещениями в г. Тольятти».

«В здании запроектирована естественная приточно-вытяжная вентиляция.

Приточный воздух поступает через приточные клапаны «Air-Vox Comfort», вентиляции с естественным побуждением, то есть когда воздухообмен в помещениях осуществляется благодаря разницы температур и давлений.

Имеется в виду, что отработанный воздух выводится через вентиляционные шахты и каналы наружу (на крышу), а свежий поступает через окна, или специальные приточные клапаны (рисунок 18)» [3].



Рисунок 18 – приточный клапан на окне

«Вентиляция для жилой части предусматривается естественная приточно-вытяжная с учетом организованного поступления наружного воздуха в жилые комнаты и организованного удаления воздуха из кухонь и санузлов, в которых устанавливаются пластиковые решетки типа РЕП, с выбросом воздуха выше кровли» [5].

Для подачи наружного воздуха внутрь помещения в жилых комнатах в оконных блоках устанавливаются приточные клапаны Air-Vox Comfort.

Воздухообмен для жилых помещений принят для кухни электрической плитой 60 м<sup>3</sup>/ч; для ванной уборной по 25м<sup>3</sup>/ч, совмещенного узла 50 м<sup>3</sup>/ч

Транспортировка вытяжного воздуха на кровлю осуществляется через вентиляционные блоки заводского изготовления со сборными магистральными каналами одной квартиры на одном уровне выше обслуживаемых помещений не менее чем на 2 м. Удаление воздуха из вентшахт на кровле предусматривается через турбодефлекторы. Удаление воздуха из помещений квартир 14 этажа осуществляется вентиляторами ВЕНТС 100 МЗ через самостоятельный канал [28].

В офисной части предусмотрена устройство приточно-вытяжной вентиляции с механическим побуждением воздуха, обеспечивающей требуемые санитарно-гигиенические нормы. Вентиляционные системы выполнены отдельно по функциональному назначению. Отдельные системы

запроектированы для следующих групп помещений: санузлов, технические помещения, офисные помещения.

Воздухообмен принят согласно СП 44 13330.2011. Для офисных помещений цокольного наружный воздух подается из расчета 60 м<sup>3</sup>/ч на 1 человека, механическо-приточной вентиляцией. Для помещений первого этажа приток неорганизованный естественной вентиляцией. Вытяжка сбалансирована с притоком. Воздухораздача осуществляется регулирующими диффузорами и решетками в верхнюю зону. Воздуховоды с первого этажа проходят на кровлю. Выброс от вытяжной вентиляции помещений выполнен выше уровня кровли на 1 метр через самостоятельные каналы [12].

Крепление воздуховодов осуществляется к строительным конструкциям. Вентиляционное оборудование принято канального типа и установлено в коридорах, в технических помещениях без постоянного пребывания людей.

Определения воздушного баланса представлено в таблице 18.

Таблица 18 – Определение воздушного баланса

Помещение	Площадь	Приток	Вытяжка	Расчетное, воздухообмен
		<i>L</i> , м <sup>3</sup> /ч	<i>L</i> , м <sup>3</sup> /ч	<i>L</i> , м <sup>3</sup> /ч
Секция 1: 2 этаж. 2А				
ЖК1	16,47	49,4		
ЖК2	11,75	35,2		
Кухня	12,46		60	
Ванная	3,12		25	
Туалет	1,9		25	
Итого		84,6	110	110
2 этаж. 1А				
ЖК1	15,12	45,36		
Кухня	13,88		60	
Сов. с/у	3,52		50	
Итого		45,36	110	110
2 этаж. 1Б				
ЖК1	12,1	36,3		

Продолжение таблицы 18

Помещение	Площадь	Приток	Вытяжка	Расчетное, воздухообмен
		$L, \text{ м}^3/\text{ч}$	$L, \text{ м}^3/\text{ч}$	$L, \text{ м}^3/\text{ч}$
Кухня-стол.	22,94		60	
Сов. с/у	3,6		50	
Итого		36,3	110	110
2 этаж. 1В				
ЖК1	15,12	45,36		
Кухня	13,58		60	
Сов. с/у	3,52		50	
Итого		45,36	110	110
2 этаж. 3А				
ЖК1	16,52	49,56		
ЖК2	16,42	49,26		
ЖК3	16,54	49,62		
Кухня	16,57		60	
Туалет	3,17		25	
Сов. с/у	3,68		50	
Итого		148,44	135	148,44
2 этаж. 1Г				
ЖК1	16,04	48,12		
Кухня	13,88		60	
Сов. с/у	4,0752		50	
Итого		48,12	110	110
Секция2: 2 этаж. 2Б				
ЖК1	15,12	45,36		
Кухня	11,85		60	
Ванная	2,75		25	
Туалет	1,52		25	
Итого		45,36	110	110
Секция2: 2 этаж. 1Е				
ЖК1	18,15	54,45		
Кухня	18,93		60	
Сов. с/у	3,03		50	
Итого		54,45	110	110
Секция2: 2 этаж. 1Ж				
ЖК1	11,07	33,21		
Кухня	19,06		60	
Сов. с/у	3,42		50	
Итого		33,21	110	110
Секция2: 2 этаж. 2В				
ЖК1	16,47	49,41		
ЖК2	11,75	35,2		
Кухня	10,75		60	
Ванная	3,12		25	
Туалет	1,9		25	
Итого		84,61	110	110

Продолжение таблицы 18

Помещение	Площадь	Приток	Вытяжка	Расчетное, воздухообмен
		$L, \text{ м}^3/\text{ч}$	$L, \text{ м}^3/\text{ч}$	$L, \text{ м}^3/\text{ч}$
Секция2: 2 этаж. 1Д				
ЖК1	16,04	48,12		
Кухня	15,88		60	
Сов. с/у	4,07		50	
Итого		48,12	110	110
Секция2: 2 этаж. 3Б				
ЖК1	16,52	49,56		
ЖК2	16,42	49,26		
ЖК3	16,54	49,62		
Кухня	16,52		60	
Туалет	3,17		25	
Сов. с/у	3,68		50	
Итого		148,44	135	148,44
Секция1: 1 этаж офисы				
ОП 1	16,52	49,56		
ОП 2	15,71	47,13		
ОП 3	27,87	83,61		
С/у	3,83	11,49	25	
ОП 4	28,32	84,96		
С/у	4,06	12,18	25	
ОП 5	34,71	104,13		
ОП 6	19,49	58,47		
ОП 7	15,39	46,17		
колясочная 8	16,09	48,27		
ОП 9	15,98	47,94		
ОП 10	16,2	48,6		
Итого		353,58	50	353,58
Секция 2: 1 этаж. Офисы				
ОП 1	28,32	84,96		
С/у	4,06	12,18	25	
ОП 2	27,89	83,67		
С/у	4,06	12,18	25	
ОП 3	15,71	47,13		
ОП 4	16,47	49,41		
ОП 5	16,2	48,6		
ОП 6	15,98	47,94		
колясочная 7	16,09	48,27		
ОП 8	15,39	46,17		
ОП 9	19,49	58,47		
Итого		538,98	50	538,98
Секция1: цокольный этаж офисы				
ОП 1	16,52	49,56		
ОП 2	15,71	47,13		
ОП 3	27,87	83,61		

Продолжение таблицы 18

Помещение	Площадь	Приток	Вытяжка	Расчетное, воздухообмен
		$L, \text{ м}^3/\text{ч}$	$L, \text{ м}^3/\text{ч}$	$L, \text{ м}^3/\text{ч}$
С/у	3,83	11,49	25	
ОП 4	28,32	84,96		
С/у	4,06	12,18	25	
ОП 5	34,71	104,13		
ОП 6	19,49	58,47		
ОП 7	15,39	46,17		
колясочная 8	16,09	48,27		
ОП 9	15,98	47,94		
ОП 10	16,2	48,6		
Итого		353,58	50	353,58
Секция 2: цокольный этаж офиса				
ОП 1	28,32	84,96		
С/у	4,06	12,18	25	
ОП 2	27,89	83,67		
С/у	4,06	12,18	25	
ОП 3	15,71	47,13		
ОП 4	16,47	49,41		
ОП 5	16,2	48,6		
ОП 6	15,98	47,94		
колясочная 7	16,09	48,27		
ОП 8	15,39	46,17		
ОП 9	19,49	58,47		
Итого		538,98	50	538,98

#### 4.2.2 Конструирование систем вентиляции и кондиционирования воздуха

«Проектом предусматривается устройство приточно-вытяжной вентиляции с естественным побуждением воздуха, обеспечивающей требуемые санитарно-гигиенические нормы. Вытяжная вентиляция квартир осуществляется через каналы и решетки санузлов, ванных и кухонь. Приток неорганизованный – инфильтрация через наружные ограждения и форточки. В офисных помещениях выполнена вытяжная вентиляция из санузлов, других вспомогательных помещений через самостоятельные вентиляционные каналы. Приток – неорганизованный – через открываемые окна» [5].

Вентиляция помещений квартир – естественная приточно-вытяжная. В конструкции стен предусмотрены узлы прохода для системы вентиляции.



Вентиляция офисов цокольного этажа приточно- вытяжная с механическим побуждением.

Вентиляция офисов первого этажа – приток естественный посредством открывания фрамуг, вытяжка механическая.

На системах противодымной вентиляции устанавливаются «нормально закрытые» дымовые клапаны, снабженные реверсивным электроприводом. Для обеспечения безопасной эвакуации людей из здания во время пожара в начальной его стадии проектом предусмотрены системы приточно-вытяжной противодымной вентиляции, которые обеспечивают блокирование и (или) ограничение распространения продуктов горения в помещениях безопасных зон по путям эвакуации людей и создают необходимые условия пожарным подразделениям для выполнения работ по их спасению.

При разработке противопожарных мероприятий рассматривается возможность возникновения пожара только на одном этаже.

Расход наружного воздуха для приточной противодымной вентиляции в шахты лифтов рассчитан на обеспечение избыточного давления 20Па при закрытых дверях в лифтовых шахтах на всех этажах (кроме посадочного этажа) и по условию обеспечения средней скорости истечения воздуха через открытый проем не менее 1,3 м/с.

Расход подаваемого воздуха на начальном этапе до завершения размещения в безопасной зоне людей определен из расчета обеспечения скорости движения воздуха через открытую дверь не менее 1,5 м/с. Другим вентилятором создается избыточное давление не менее 20 Па при закрытых дверях безопасной зоны и осуществляется подогрев воздуха.

Так как согласно п.7.1. СП 7.13130 системы приточной противодымной вентиляции должны применяться только в необходимом сочетании с системами вытяжной противодымной вентиляции, то в проекте дополнительно выполнено дымоудаление из коридоров не только на 1 этаже,

но и на остальных этажах здания, причем рассматривается возможность возникновения пожара только в одном из коридоров на этаже пожара.

Вентоборудование для систем противодымной вентиляции размещено на техэтаже в венткамерах и на кровле с ограждениями от доступа посторонних лиц.

#### 4.2.3 Аэродинамический расчет

«Аэродинамический расчёт системы естественной вентиляции здания выполняют для определения сечения кирпичных шахт и потерь давления в них. Так как кирпичные шахты для вытяжной вентиляции прямоугольные, то для определения потерь на трение используем эквивалентные этим каналам каналы с круглым сечением и вводим поправку на шероховатость кирпича и стыки между ними. Расчётная температура наружного воздуха принята +5°C» [5].

«Располагаемое давление  $\Delta P_{расп}$ , Па, рассчитывается следующим образом:

$$\Delta P_{расп} = g \cdot h \cdot \Delta \rho,$$

$h$  – расстояние по вертикали от центра воздухозаборного устройства до верха вытяжной шахты, м;

$\Delta \rho$  – разность плотностей наружного и внутреннего воздуха при расчётных температурах, кг/м<sup>3</sup>.

Эквивалентные равновеликие диаметры подбираются по следующей формуле:

$$d_p = \frac{2ab}{a + b},$$

где  $a$  и  $b$  – размеры прямоугольного канала в м;

либо по таблицам справочников по отоплению и вентиляции» [5].

Расчёт приведён в таблице 19.

Таблица 19 – Аэродинамический расчет

«уч.	Расход (м <sup>3</sup> /ч), L	Длина участка (м), l	Размеры сечений воздуховодов					Скорость расчетная (м/с), V <sub>рас</sub>	Число Рейнольдса Re	Коэффи циент сопротив ления трению, λ	Потери давления на трение		Динами ческое давление (Па), R <sub>дин</sub>	Тип местного сопротивления	Сумма коэффи циентов местных сопро тивлений Σξ	Потери давления (Па)	
			Тип сечения	A/D (мм)	B (мм)	Площадь сечения заданная F <sub>зад</sub> (м <sup>2</sup> )	Экв. диаметр (мм), D <sub>э</sub>				Удельные потери (Па/м), R	С учетом шерохова тости (Па), R <sub>тр</sub>				местные сопро тивления Z	Суммарно» [3]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Туалеты ВЕ 2А,1А,1Б,1В, 3А,1Г																	
1 этаж P <sub>расп</sub> =9,81×44×(1,27-1,21)=25,9 Па																	
ВР	25		Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	0.44	3676.00	0.05	0.05	0.10	0.12		0	0.00	0.10
1	25	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	0.44	3676.00	0.05	0.05	0.10	0.12		0	0.00	0.10
2	25	2,7	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	0.44	3676.00	0.05	0.05	0.10	0.12		0	0.00	0.10
3	50	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	0.89	7435.55	0.05	0.19	0.38	0.48		0	0.00	0.38
4	75	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	1.33	11111.56	0.05	0.43	0.86	1.07		0	0.00	0.86
5	100	2,70	Прямоуг.	125,	125	0.02	125.00	1.78	14871.11	0.05	0.76	1.52	1.91		0	0.00	1.52
6	125	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	2.22	18547.11	0.05	1.19	2.38	2.97		0	0.00	2.38
7	150	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	2.67	22306.66	0.05	1.72	3.44	4.30		0	0.00	3.44
8	175	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	3.11	25982.66	0.05	2.33	4.66	5.83		0	0.00	4.66
9	200	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	3.56	29742.21	0.05	3.06	6.12	7.64		0	0.00	6.12
10	225	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	4.00	33418.22	0.05	3.86	7.72	9.64		0	0.00	7.72
11	250	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	4.44	37094.22	0.05	4.75	9.50	11.88		0	0.00	9.50
12	275	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	4.89	40853.77	0.05	5.76	11.52	14.41		0	0.00	11.52
13	300	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	5.33	44529.77	0.05	6.85	13.70	17.12		0	0.00	13.70
14	325	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	5.78	48289.32	0.05	8.05	16.10	20.13		0	0.00	16.10
	Итого																78.1
ВР	25	-	0,1	125	125	0.02	125.00	0.44	3676.00	0.05	0.05	0.10	0.12	0,178	0,18	вр 1,2	ВР
2	25	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	0.44	3676.00	0.05	0.05	0.10	0.12		0	0.00	0.10
3	50	2,7	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	0.44	3676.00	0.05	0.05	0.10	0.12		0	0.00	0.10
4	75	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	0.89	7435.55	0.05	0.19	0.38	0.48		0	0.00	0.38
6	100	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	1.33	11111.56	0.05	0.43	0.86	1.07		0	0.00	0.86
7	125	2,70	Прямоуг.	125,	125	0.02	125.00	1.78	14871.11	0.05	0.76	1.52	1.91		0	0.00	1.52
8	150	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	2.22	18547.11	0.05	1.19	2.38	2.97		0	0.00	2.38
9	175	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	2.67	22306.66	0.05	1.72	3.44	4.30		0	0.00	3.44
10	200	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	3.11	25982.66	0.05	2.33	4.66	5.83		0	0.00	4.66

Продолжение таблицы 19

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
11	225	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	3.56	29742.21	0.05	3.06	6.12	7.64		0	0.00	6.12
12	250	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	4.00	33418.22	0.05	3.86	7.72	9.64		0	0.00	7.72
13	275	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	4.44	37094.22	0.05	4.75	9.50	11.88		0	0.00	9.50
	Итого																78.0
ВР	25		Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	0.44	3676.00	0.05	0.05	0.10	0.12		0	0.00	0.10
3	50	2,7	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	0.44	3676.00	0.05	0.05	0.10	0.12		0	0.00	0.10
4	75	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	0.89	7435.55	0.05	0.19	0.38	0.48		0	0.00	0.38
6	100	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	1.33	11111.56	0.05	0.43	0.86	1.07		0	0.00	0.86
7	125	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	1.78	14871.11	0.05	0.76	1.52	1.91		0	0.00	1.52
8	150	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	2.22	18547.11	0.05	1.19	2.38	2.97		0	0.00	2.38
9	175	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	2.67	22306.66	0.05	1.72	3.44	4.30		0	0.00	3.44
10	200	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	3.11	25982.66	0.05	2.33	4.66	5.83		0	0.00	4.66
11	225	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	3.56	29742.21	0.05	3.06	6.12	7.64		0	0.00	6.12
12	250	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	4.00	33418.22	0.05	3.86	7.72	9.64		0	0.00	7.72
13	275	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	4.44	37094.22	0.05	4.75	9.50	11.88		0	0.00	9.50
	Итого																77.9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
4	75	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	0.89	7435.55	0.05	0.19	0.38	0.48		0	0.00	0.38
6	100	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	1.33	11111.56	0.05	0.43	0.86	1.07		0	0.00	0.86
7	125	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	1.78	14871.11	0.05	0.76	1.52	1.91		0	0.00	1.52
8	150	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	2.22	18547.11	0.05	1.19	2.38	2.97		0	0.00	2.38
9	175	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	2.67	22306.66	0.05	1.72	3.44	4.30		0	0.00	3.44
10	200	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	3.11	25982.66	0.05	2.33	4.66	5.83		0	0.00	4.66
11	225	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	3.56	29742.21	0.05	3.06	6.12	7.64		0	0.00	6.12
12	250	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	4.00	33418.22	0.05	3.86	7.72	9.64		0	0.00	7.72
13	275	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	4.44	37094.22	0.05	4.75	9.50	11.88		0	0.00	9.50
	Итого																77,8
ВР	25		Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	0.44	3676.00	0.05	0.05	0.10	0.12		0	0.00	0.10
3	50	2,7	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	0.44	3676.00	0.05	0.05	0.10	0.12		0	0.00	0.10
4	75	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	0.89	7435.55	0.05	0.19	0.38	0.48		0	0.00	0.38
5	100	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	1.78	14871.11	0.05	0.76	1.52	1.91		0	0.00	1.52
6	100	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	1.33	11111.56	0.05	0.43	0.86	1.07		0	0.00	0.86

Продолжение таблицы 19

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
7	125	2,70	Прямоуг.	125,	125	0.02	125.00	1.78	14871.11	0.05	0.76	1.52	1.91		0	0.00	1.52
8	150	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	2.22	18547.11	0.05	1.19	2.38	2.97		0	0.00	2.38
9	175	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	2.67	22306.66	0.05	1.72	3.44	4.30		0	0.00	3.44
10	200	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	3.11	25982.66	0.05	2.33	4.66	5.83		0	0.00	4.66
11	225	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	3.56	29742.21	0.05	3.06	6.12	7.64		0	0.00	6.12
12	250	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	4.00	33418.22	0.05	3.86	7.72	9.64		0	0.00	7.72
13	275	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	4.44	37094.22	0.05	4.75	9.50	11.88		0	0.00	9.50
	Итого																77,7
ВР	25		Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	0.44	3676.00	0.05	0.05	0.10	0.12		0	0.00	0.10
4	75	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	0.89	7435.55	0.05	0.19	0.38	0.48		0	0.00	0.38
5	100	2,70	Прямоуг.	125,	125	0.02	125.00	1.78	14871.11	0.05	0.76	1.52	1.91		0	0.00	1.52
6	100	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	1.33	11111.56	0.05	0.43	0.86	1.07		0	0.00	0.86
7	125	2,70	Прямоуг.	125,	125	0.02	125.00	1.78	14871.11	0.05	0.76	1.52	1.91		0	0.00	1.52
8	150	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	2.22	18547.11	0.05	1.19	2.38	2.97		0	0.00	2.38
9	175	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	2.67	22306.66	0.05	1.72	3.44	4.30		0	0.00	3.44
10	200	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	3.11	25982.66	0.05	2.33	4.66	5.83		0	0.00	4.66
11	225	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	3.56	29742.21	0.05	3.06	6.12	7.64		0	0.00	6.12
12	250	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	4.00	33418.22	0.05	3.86	7.72	9.64		0	0.00	7.72
13	275	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	4.44	37094.22	0.05	4.75	9.50	11.88		0	0.00	9.50
	Итого																77,7
ВР	25		Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	0.44	3676.00	0.05	0.05	0.10	0.12		0	0.00	0.10
5	100	2,70	Прямоуг.	125,	125	0.02	125.00	1.78	14871.11	0.05	0.76	1.52	1.91		0	0.00	1.52
6	100	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	1.33	11111.56	0.05	0.43	0.86	1.07		0	0.00	0.86
7	125	2,70	Прямоуг.	125,	125	0.02	125.00	1.78	14871.11	0.05	0.76	1.52	1.91		0	0.00	1.52
8	150	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	2.22	18547.11	0.05	1.19	2.38	2.97		0	0.00	2.38
9	175	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	2.67	22306.66	0.05	1.72	3.44	4.30		0	0.00	3.44
10	200	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	3.11	25982.66	0.05	2.33	4.66	5.83		0	0.00	4.66
11	225	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	3.56	29742.21	0.05	3.06	6.12	7.64		0	0.00	6.12
12	250	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	4.00	33418.22	0.05	3.86	7.72	9.64		0	0.00	7.72
13	275	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	4.44	37094.22	0.05	4.75	9.50	11.88		0	0.00	9.50
	Итого																77,6
ВР	25		Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	0.44	3676.00	0.05	0.05	0.10	0.12		0	0.00	0.10
6	100	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	1.33	11111.56	0.05	0.43	0.86	1.07		0	0.00	0.86

Продолжение таблицы 19

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
7	125	2,70	Прямоуг.	125,	125	0.02	125.00	1.78	14871.11	0.05	0.76	1.52	1.91		0	0.00	1.52
8	150	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	2.22	18547.11	0.05	1.19	2.38	2.97		0	0.00	2.38
9	175	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	2.67	22306.66	0.05	1.72	3.44	4.30		0	0.00	3.44
10	200	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	3.11	25982.66	0.05	2.33	4.66	5.83		0	0.00	4.66
11	225	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	3.56	29742.21	0.05	3.06	6.12	7.64		0	0.00	6.12
12	250	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	4.00	33418.22	0.05	3.86	7.72	9.64		0	0.00	7.72
13	275	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	4.44	37094.22	0.05	4.75	9.50	11.88		0	0.00	9.50
	Итого																75,6
ВР	25		Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	0.44	3676.00	0.05	0.05	0.10	0.12		0	0.00	0.10
7	125	2,70	Прямоуг.	125,	125	0.02	125.00	1.78	14871.11	0.05	0.76	1.52	1.91		0	0.00	1.52
8	150	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	2.22	18547.11	0.05	1.19	2.38	2.97		0	0.00	2.38
9	175	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	2.67	22306.66	0.05	1.72	3.44	4.30		0	0.00	3.44
10	200	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	3.11	25982.66	0.05	2.33	4.66	5.83		0	0.00	4.66
11	225	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	3.56	29742.21	0.05	3.06	6.12	7.64		0	0.00	6.12
12	250	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	4.00	33418.22	0.05	3.86	7.72	9.64		0	0.00	7.72
13	275	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	4.44	37094.22	0.05	4.75	9.50	11.88		0	0.00	9.50
	Итого																74,6
ВР	25		Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	0.44	3676.00	0.05	0.05	0.10	0.12		0	0.00	0.10
8	150	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	2.22	18547.11	0.05	1.19	2.38	2.97		0	0.00	2.38
9	175	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	2.67	22306.66	0.05	1.72	3.44	4.30		0	0.00	3.44
10	200	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	3.11	25982.66	0.05	2.33	4.66	5.83		0	0.00	4.66
11	225	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	3.56	29742.21	0.05	3.06	6.12	7.64		0	0.00	6.12
12	250	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	4.00	33418.22	0.05	3.86	7.72	9.64		0	0.00	7.72
13	275	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	4.44	37094.22	0.05	4.75	9.50	11.88		0	0.00	9.50
	Итого																73,6
ВР	25		Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	0.44	3676.00	0.05	0.05	0.10	0.12		0	0.00	0.10
9	175	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	2.67	22306.66	0.05	1.72	3.44	4.30		0	0.00	3.44
10	200	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	3.11	25982.66	0.05	2.33	4.66	5.83		0	0.00	4.66
11	225	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	3.56	29742.21	0.05	3.06	6.12	7.64		0	0.00	6.12
12	250	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	4.00	33418.22	0.05	3.86	7.72	9.64		0	0.00	7.72
13	275	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	4.44	37094.22	0.05	4.75	9.50	11.88		0	0.00	9.50
	Итого																70,2
ВР	25		Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	0.44	3676.00	0.05	0.05	0.10	0.12		0	0.00	0.10

Продолжение таблицы 19

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
10	200	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	3.11	25982.66	0.05	2.33	4.66	5.83		0	0.00	4.66
11	225	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	3.56	29742.21	0.05	3.06	6.12	7.64		0	0.00	6.12
12	250	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	4.00	33418.22	0.05	3.86	7.72	9.64		0	0.00	7.72
13	275	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	4.44	37094.22	0.05	4.75	9.50	11.88		0	0.00	9.50
	Итого																66,3,6
ВР	25		Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	0.44	3676.00	0.05	0.05	0.10	0.12		0	0.00	0.10
11	225	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	3.56	29742.21	0.05	3.06	6.12	7.64		0	0.00	6.12
12	250	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	4.00	33418.22	0.05	3.86	7.72	9.64		0	0.00	7.72
13	275	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	4.44	37094.22	0.05	4.75	9.50	11.88		0	0.00	9.50
	Итого																66,3,6
Туалеты 13 этаж																	
$P_{расп}=9,81 \times 41,8 \times (1,27-1,21)=24,6 \text{ Па}$																	
ВР	25		Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	0.44	3676.00	0.05	0.05	0.10	0.12		0	0.00	0.10
13	275	2,70	Прямоуг.	125	125	0.02	125.00	4.44	37094.22	0.05	4.75	9.50	11.88		0	0.00	9.50
	Итого																16,10

«Исходные данные:

Температура внутреннего воздуха (°C), "t <sub>вн</sub> ":	20
Плотность внутреннего воздуха (кг/м <sup>3</sup> ), "ρ <sub>вн</sub> ":	1.205
Коэффициент динамической вязкости воздуха (м <sup>2</sup> /с), "μ":	0.00001802
	58
Коэффициент кинематической вязкости воздуха (м <sup>2</sup> /с), "ν":	0.00001496
	19
Материал воздуховода:	Кирпич
Абсолютная эквивалентная шероховатость (мм), "β <sub>ш</sub> ":	4» [3]

Методика аэродинамического расчета систем естественной вентиляции аналогична рассмотренной методике расчета систем механической вентиляции.

В качестве расчетной температуры наружного воздуха в аэродинамическом расчете вытяжных систем с естественным побуждением движения воздуха принимается  $t_n = +5^\circ\text{C}$ .

Расчетное гравитационное давление, Па, определяют по формуле:

$$P_{\text{расп}} = h(\rho_{\text{нар}} - \rho_{\text{вн}})g, \quad (42)$$

где  $h$  – высота воздушного столба, м;

$\rho_{\text{нар}}$  и  $\rho_{\text{вн}}$  – плотность наружного воздуха при  $t = 5^\circ\text{C}$  и внутреннего воздуха, кг/м<sup>3</sup>;

$g$  – ускорение свободного падения,  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ .

Высоту воздушного столба  $h$  для вытяжных воздуховодов следует принимать:

– при наличии в помещении только вытяжки – от середины вытяжного отверстия до устья вытяжной шахты;



– при наличии притока – от середины высоты помещения до устья вытяжной шахты.

Величину запаса при определении потери давления в основном расчетном направлении принимают от 5 до 10%, т.е.

$$5 \leq \frac{P_{расч} - (Rl + Z)_{сист}}{P_{расч}} 100 \leq 10\%$$

На участках и в элементах систем с естественным движением воздуха рекомендуются следующие скорости движения воздуха:

- для вытяжных жалюзийных решеток 0,5-1,0 м/с;
- горизонтальных и вертикальных воздуховодов и каналов 1-1,5 м/с;
- вытяжных шахт 1,5-2,0 м/с.

Увязка ответвлений осуществляется регулированием вытяжной решетки в каждой квартире при пуско-наладочных работах.

#### **4.2.5 Расчет и подбор вентиляционного оборудования**

Расчет представлен в табл. 20.

Таблица 20 – Аэродинамический расчет вентиляции

№ участка	L, м <sup>3</sup> /ч	Воздуховоды						R, Па/м	k	R · l · k, Па	Σξ	R <sub>д</sub>	Z, Па	R · l · k + Z, Па l, м	Σ · l · k + Z а, м	Примечание b, м
		l, м	a, м	b, м	d <sub>э</sub> , мм	f, м <sup>2</sup>	v, м/с									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
Ванные ВЕ 2А,1А,1Б,1В, 3А,1Г																
2 этаж P <sub>расп</sub> =9,81×44×(1,27-1,21)=25,9 Па																
ВР	50	-	0,1	0,2	0,014	0,992	-	-	-	0	1,2	0,595	0,714	0,714	0,714	вр 1,2
1	50	3	0,14	0,14	0,02	0,694	140	0,088	1,35	0,357	3,7	0,291	1,079	1,436	2,150	колена 90 2 шт + тройник на проход 1,3
2	50	3	0,14	0,14	0,02	0,694	140	0,088	1,35	0,357	1,15	0,291	0,335	0,692	2,842	тройник на проход 1,15
3	100	3	0,14	0,27	0,038	0,731	184	0,069	1,54	0,317	0,65	0,323	0,210	0,527	3,369	тройник на проход 0,65
4	150	3	0,14	0,27	0,038	1,096	184	0,147	1,35	0,595	0,4	0,727	0,291	0,886	4,255	тройник на проход 0,4
5	200	3	0,27	0,27	0,073	0,761	270	0,049	1,54	0,226	0,4	0,350	0,140	0,366	4,621	тройник на проход 0,4
6	250	3	0,27	0,27	0,073	0,951	270	0,069	1,61	0,331	0,4	0,547	0,219	0,550	5,172	тройник на проход 0,4
7	300	3	0,27	0,27	0,073	1,142	270	0,088	1,67	0,442	0,4	0,788	0,315	0,757	5,928	тройник на проход 0,4
8	350	3	0,27	0,27	0,073	1,332	270	0,108	1,7	0,550	0,4	1,072	0,429	0,979	6,907	тройник на проход 0,4
9	400	3	0,27	0,4	0,11	1,010	322	0,059	1,29	0,228	0,4	0,617	0,247	0,474	7,381	тройник на проход 0,4
10	200	3	0,27	0,27	0,11	0,951	322	0,049	1,7	0,226	0,4	0,350	0,140	0,366	5,928	тройник на проход 0,4
11	225	3	0,27	0,27	0,11	1,142	322	0,069	1,29	0,331	0,4	0,547	0,219	0,550	6,907	тройник на проход 0,4
12	250	3	0,27	0,27	0,11	1,332	322	0,088	1,7	0,442	0,4	0,788	0,315	0,757	5,928	тройник на проход 0,4
13	275	3	0,27	0,27	0,11	1,010	322	0,108	1,29	0,550	0,4	1,072	0,429	0,979	6,907	тройник на проход 0,4
14	300	3	0,27	0,27	0,11	0,951	322	0,059	1,7	0,228	0,4	1,250	0,247	0,366	5,928	тройник на проход 0,4
ВШ	400	1	0,27	0,4	0,11	1,010	322	0,059	1,23	0,072	0,64	0,617	0,395	0,467	7,848	дефлектор 0,64» [14]
Невязка = ((25,37-7,924)/25,37)*100 = 68,77%																

Продолжение таблицы 20

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
Ванные ВЕ 2Б,1Е,1Ж,1В, 2В,3Б																
2 этаж $P_{расп}=9,81 \times 44 \times (1,27-1,21)=25,9$ Па																
ВР	50	-	0,1	0,2	0,014	0,992	-	-	-	0	1,2	0,595	0,714	0,714	0,714	вр 1,2
1	50	3	0,14	0,14	0,02	0,694	140	0,088	1,35	0,357	3,7	0,291	1,079	1,436	2,150	колено 90 2 шт + тройник на проход 1,3
2	50	3	0,14	0,14	0,02	0,694	140	0,088	1,35	0,357	1,15	0,291	0,335	0,692	2,842	тройник на проход 1,15
3	100	3	0,14	0,27	0,038	0,731	184	0,069	1,54	0,317	0,65	0,323	0,210	0,527	3,369	тройник на проход 0,65
4	150	3	0,14	0,27	0,038	1,096	184	0,147	1,35	0,595	0,4	0,727	0,291	0,886	4,255	тройник на проход 0,4
5	200	3	0,27	0,27	0,073	0,761	270	0,049	1,54	0,226	0,4	0,350	0,140	0,366	4,621	тройник на проход 0,4
6	250	3	0,27	0,27	0,073	0,951	270	0,069	1,61	0,331	0,4	0,547	0,219	0,550	5,172	тройник на проход 0,4
7	300	3	0,27	0,27	0,073	1,142	270	0,088	1,67	0,442	0,4	0,788	0,315	0,757	5,928	тройник на проход 0,4
8	350	3	0,27	0,27	0,073	1,332	270	0,108	1,7	0,550	0,4	1,072	0,429	0,979	6,907	тройник на проход 0,4
9	400	3	0,27	0,4	0,11	1,010	322	0,059	1,29	0,228	0,4	0,617	0,247	0,474	7,381	тройник на проход 0,4
10	200	3	0,27	0,27	0,11	0,951	322	0,049	1,7	0,226	0,4	0,350	0,140	0,366	5,928	тройник на проход 0,4
11	225	3	0,27	0,27	0,11	1,142	322	0,069	1,29	0,331	0,4	0,547	0,219	0,550	6,907	тройник на проход 0,4
12	250	3	0,27	0,27	0,11	1,332	322	0,088	1,7	0,442	0,4	0,788	0,315	0,757	5,928	тройник на проход 0,4
13	275	3	0,27	0,27	0,11	1,010	322	0,108	1,29	0,550	0,4	1,072	0,429	0,979	6,907	тройник на проход 0,4
14	300	3	0,27	0,27	0,11	0,951	322	0,059	1,7	0,228	0,4	1,250	0,247	0,366	5,928	тройник на проход 0,4
ВШ	400	1	0,27	0,4	0,11	1,010	322	0,059	1,23	0,072	0,64	0,617	0,395	0,467	7,848	дефлектор 0,64» [14]
Невязка = $((25,37-7,924)/25,37) \times 100 = 68,77\%$																

Продолжение таблицы 20

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
Кухни 14этаж ВЕ 2А,1А,1Б,1В, 3А,1Г, 2Б,1Е,1Ж,1В, 2В,3Б																
$P_{расп}=9,81 \times 44,2 \times (1,27-1,21)=25,1 \text{ Па}$																
ВР	60	-	0,1	0,2	0,014	1,190	-	-	-	0	1,2	0,857	1,028	1,028	1,028	вр 1,2
1	60	0,7	0,14	0,14	0,02	0,833	0,14	0,1078	1,35	0,102	1,2	0,420	0,504	0,606	1,634	колено 90 2 шт
ВШ	60	1	0,14	0,14	0,02	0,833	0,14	0,1078	1,35	0,146	0,64	0,420	0,269	0,414	2,048	дефлектор 0,64
Невязка = $((1,08-2,048)/1,08) \times 100 = -88,88\%$																
Кухни ВЕ 22																
2 этаж $P_{расп}=9,81 \times 44,2 \times (1,27-1,21)=25,1 \text{ Па}$																
4	189,81	3	0,27	0,27	0,073	0,722	270	0,0392	1,35	0,159	0,4	0,315	0,126	0,285	6,101	тройник на проход 0,4
5	253,08	3	0,27	0,27	0,073	0,963	270	0,0686	1,54	0,317	0,4	0,561	0,224	0,541	6,642	тройник на проход 0,4
6	316,35	3	0,27	0,27	0,073	1,204	270	0,098	1,61	0,473	0,4	0,876	0,350	0,824	7,466	тройник на проход 0,4
7	379,62	3	0,27	0,27	0,073	1,445	270	0,1274	1,67	0,638	0,4	1,261	0,505	1,143	8,609	тройник на проход 0,4
8	442,89	3	0,27	0,4	0,11	1,118	322	0,0686	1,7	0,350	0,4	0,756	0,302	0,652	9,261	тройник на проход 0,4
9	506,16	3	0,27	0,4	0,11	1,278	322	0,0882	1,29	0,341	0,4	0,988	0,395	0,736	9,997	тройник на проход 0,4
10	566,	3	0,27	0,4	0,11	1,278	322	0,0882	1,29	0,341	0,4	0,988	0,395	0,736	9,997	тройник на проход 0,4
11	620	3	0,27	0,4	0,11	1,278	322	0,0882	1,29	0,341	0,4	0,988	0,395	0,736	9,997	тройник на проход 0,4
12	680	3	0,27	0,4	0,11	1,278	322	0,0882	1,29	0,341	0,4	0,988	0,395	0,736	9,997	тройник на проход 0,4
13	740	3	0,27	0,4	0,11	1,278	322	0,0882	1,29	0,341	0,4	0,988	0,395	0,736	9,997	тройник на проход 0,4
14	800	3	0,27	0,4	0,11	1,278	322	0,0882	1,29	0,341	0,4	0,988	0,395	0,736	9,997	тройник на проход 0,4
ВШ	800	4	0,27	0,4	0,11	1,278	322	0,0882	1,29	0,341	0,4	0,988	0,632	0,741	10,738	дефлектор 0,64
Невязка = $((18,49-10,852)/18,49) \times 100 = 41,32\%$																

Воздуховоды выполнить из тонколистовой оцинкованной стали по ГОСТ 14918 2020.

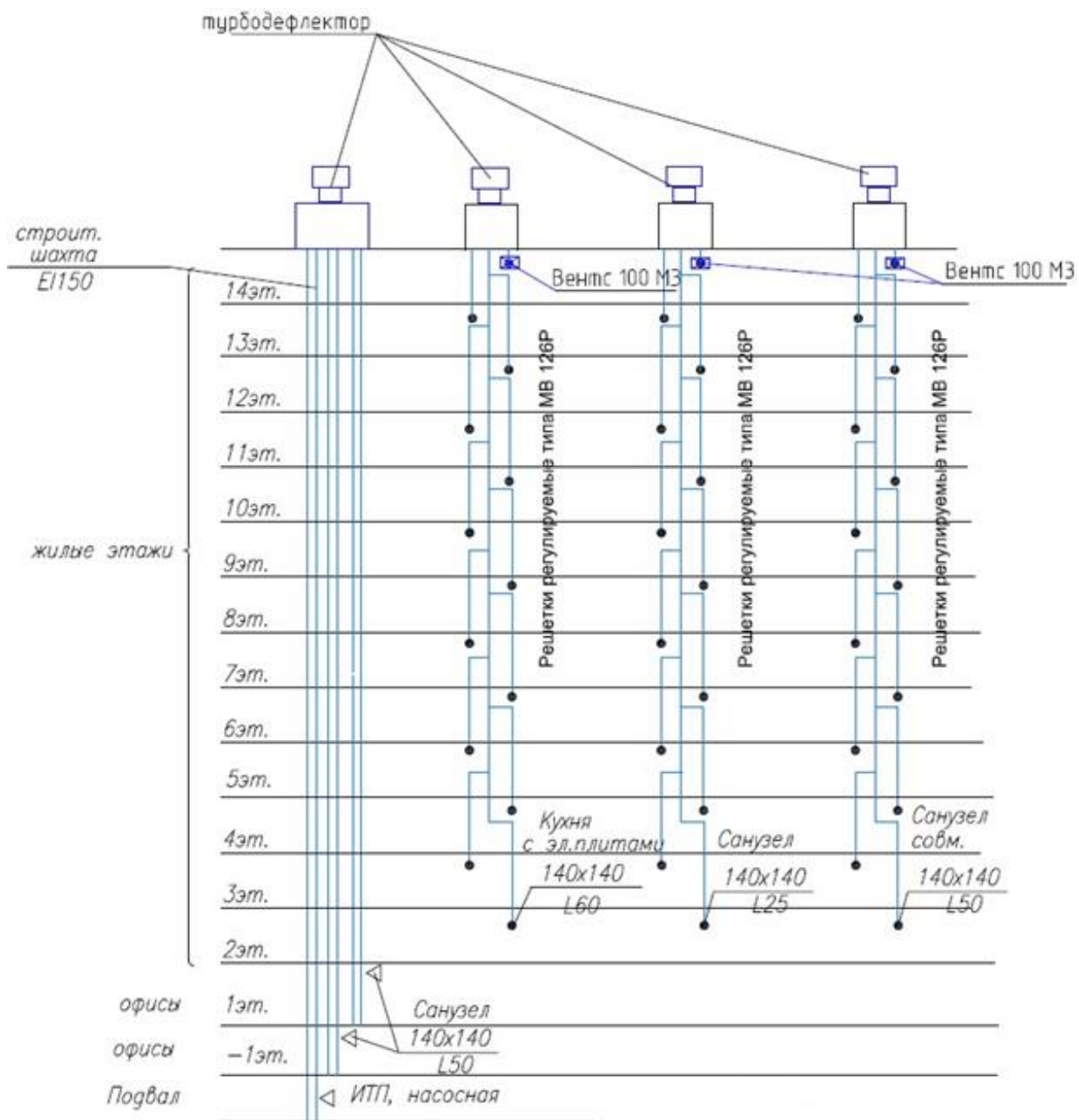


Рисунок 19 – Принципиальная схема систем вытяжной вентиляции с выбросом на кровлю

#### Выводы по разделу 4

Запроектирована система естественной вытяжной вентиляции с вытяжными шахтами из кухонь, совмещённых санузлов, туалетов и ванных комнат, где устанавливаются регулируемые вытяжные решётки типа РВ-1. В

данной системе используются вытяжные шахты из кирпича и подобраны их размеры эквивалентные диаметрам круглых воздуховодов.

- в ходе выполнения работы спроектированы системы отопления и теплоснабжения. В здании предусмотрено отопление, состоящее из двух систем, которые запроектированы отдельно для жилой и не жилой части здания.
- подключение систем отопления и теплоснабжения осуществляется от индивидуального теплового пункта (ИТП) к наружным теплосетям с параметрами теплоносителя в точке подключения  $T_1=90\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $T_2=60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- в ходе гидравлического расчёта были определены диаметры трубопроводов, потери давления в трубопроводах, произведена увязка параллельно соединенных участков;
- в качестве отопительных приборов для обеих систем приняты алюминиевые радиаторы Rifar Alum 350 и Rifar Alum 500. Было принято решение на подводке к каждому прибору устанавливать клапан терморегулятора с термостатическим элементом для автоматизированного управления;
- подключение систем отопления к наружным теплосетям осуществляется с помощью насосно-смесительного узла по схеме "насос на подаче". Задача насоса состоит в обеспечении циркуляции теплоносителя и повышении давления для заполнения системы отопления до необходимого уровня по высоте.  $G$  насоса = 9500 кг/час.  $H$  насоса = 22,2 метра водяного столба. С учетом температуры теплоносителя был подобран насос VeroLine-IPL 32/135-1,5/2. В виду особенностей назначения здания закладываем 2 насоса, один из которых будет резервным;
- для смешения или разделения двух рабочих сред, протекающих по трубопроводу, выбран клапан трехходовой регулирующий производства КПСР Групп - КССР серии 100 с управляющим электроприводом ST

mini Regada. Пропускная способность полностью открытого клапана  $kvs = 11,23 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;

- определены требуемые воздухообмены помещений и составлен воздушный баланс. Расход вентилируемого воздуха в большинстве помещений рассчитан по нормируемой кратности.
- для жилых помещений приток воздуха обеспечен через регулируемые приточные клапаны в окнах. Естественная вытяжка осуществляется через вентблоки;
- выполнен аэродинамический расчет вентиляционных систем методом удельных потерь по длине с целью выбора диаметров воздуховодов, определения потерь давления и увязки ответвлений;
- по данным полученным в результате аэродинамического расчета систем вентиляции выбрано оборудования приточных камер и вентиляторов фирмы Веза.

## **5 Автоматизация систем обеспечения микроклимата**

### **5.1 Автоматизация ИТП**

Проектом предусматривается автоматизация ИТП, которая обеспечивает [10]:

- автоматическое регулирование подачи теплоты в систему отопления по температурному графику (в зависимости от температуры наружного воздуха) с возможностью суточной коррекции графика (снижения температуры отопления в ночное время);
- автоматическое поддержание температуры контура горячего водоснабжения в соответствии с заданной установкой с возможностью суточной коррекции;
- управление циркуляционными насосами с защитой от сухого хода;
- контроль наличия потока в трубопроводе, переключение между насосами с заданным периодом для равномерной наработки;
- управление подпиточным насосом для автоматического поддержания давления в системе отопления, автоматика производит постоянное измерение давления в системе отопления, и в случае понижения давления ниже заданной установки производит включение насоса подпитки, возможность ручного управления подпиткой;
- автоматическое поддержание температуры обратной воды, отработку графика температуры обратной воды в зависимости от температуры наружного воздуха или температуры прямой воды (защита от завышения и занижения температуры обратной воды);
- сигнализацию об аварийных и нештатных ситуациях;
- хранение в памяти контроллера нескольких вариантов настройки под разные режимы работы;



- передачу технологических параметров теплового пункта в системы диспетчеризации по проводным и беспроводным каналам связи;
- регистрацию технических параметров при помощи встроенного электронного регистратора.

## 5.2 Описание оборудования и средств автоматизации

Тепловычислитель ТВ7 – это современное устройство, предназначенное для измерения потребляемого тепла в жилых и коммерческих помещениях. Он обеспечивает точный учет тепловой энергии, потребляемой потребителями, что позволяет оптимизировать расходы на отопление и создать справедливую систему оплаты за потребленные ресурсы (рисунок 20) [11].



Рисунок 20 – Тепловычислитель ТВ7

Тепловычислитель ТВ7 оснащен современными сенсорами и механизмами, которые позволяют ему точно измерять количество потребленного тепла. Устройство легко устанавливается и подключается к системе отопления, и его работа не требует постоянного обслуживания.

Тепловычислитель ТВ7 обладает надежной защитой от внешних воздействий и встроенными функциями самодиагностики, что обеспечивает длительный срок службы и стабильную работу устройства. Кроме того, он

имеет простой и интуитивно понятный интерфейс, который позволяет легко управлять настройками и получать информацию о потреблении тепла.

В целом, тепловычислитель ТВ7 является надежным и эффективным решением для учета потребляемого тепла в жилых и коммерческих помещениях, обеспечивая точность измерений и удобство использования.

Тепловычислитель ТВ7 обладает следующими основными техническими характеристиками:

- Диапазон рабочих температур: от +5°C до +180°C.
- Рабочее давление: от 0,6 до 1,0 МПа.
- Допустимая погрешность измерения: не более 2%.
- Длина присоединительных проводов: от 2 до 8 м.
- Максимальный расход теплоносителя: от 1,5 до 80 м<sup>3</sup>/ч.
- Срок службы батарей: не менее 6 лет.
- Допустимый диапазон отклонения напряжения питающей сети: от 195 до 253 В.
- Защита от внешних воздействий: IP65.

Тепловычислитель ТВ7 обеспечивает точное и надежное измерение потребляемого тепла, что позволяет эффективно контролировать расходы на отопление и горячую воду. Встроенные защитные и диагностические функции обеспечивают надежную работу устройства в течение длительного времени. К тепловычислителю присоединяется расходомер и датчики температур и устройство информации (компьютер)

ТРМ232М – это контроллер для системы отопления, который обеспечивает автоматическое управление температурой в помещении. Он оснащен графическим дисплеем и сенсорами для измерения температуры, а также имеет различные режимы работы, такие как комфорт, экономия и защита от замерзания (рисунок 21).



Рисунок 21 – Контроллер TRM232M

Работа контроллера TRM232M заключается в следующем:

- Измерение температуры в помещении и наружной среде.
- Управление работой ИТП в соответствии с заданной температурой и выбранным режимом.
- Регулирование работы системы отопления для поддержания комфортной температуры в помещении.
- Отображение информации о текущей температуре, установленной температуре, режиме работы и других параметрах на дисплее.

TRM232M позволяет оптимизировать расход энергии и обеспечивать комфортные условия в помещении, что делает его незаменимым элементом системы отопления. Контроллер установлен в специально отведенном месте, в цокольном этаже.

Выводы по разделу 5:

В разделе рассмотрена система автоматизации отопления. Система автоматизации является очень важной в работе инженерных систем, ведь она позволяет управлять элементами системы без участия человека. В проекте запроектированы системы отопления, горячее водоснабжение с автоматикой.

## 6 Технико-экономический расчет

Для технико-экономического расчета рассмотрим экономический эффект от использования тепловой изоляции труб в подвале.

Для проведения технико-экономического расчета была выбрана тепловая изоляция фирмы «K-Flex» марки ST, которая используется для изоляции стальных труб магистральных трубопроводов в подвале.

Универсальная техническая теплоизоляция ST изготовлена из вспененного каучука (Рисунок 22) и предназначена для защиты поверхностей с положительными и отрицательными температурами [29, 30].



Рисунок 22 – Тепловая изоляция ф. «K-Flex» марки ST

Характеристики тепловой изоляции приведены в Таблице 21.

Таблица 21 – Характеристики тепловой изоляции ф. «K-Flex» марки ST

Теплопроводность	0,038 Вт/(м·К)
Сопротивление диффузии пара	$\mu \geq 10.000$
Группа горючести	Г1
Плотность	40 кг/м <sup>3</sup>
Вид изоляции	трубки
Температура эксплуатации	-200 ... +110°C

В системах отопления и теплоснабжения строительного объекта в подвале используются стальные водогазопроводные трубы.

Отопление квартир:

Диаметр 89×3,5 мм длина 120 м

Диаметр 76×3,0 —48 м

Диаметр 32×3,2 —90 м

Диаметр 25×3,2 —8 м

Диаметр 20×2,8—42 м

Отопление офисов:

Диаметр 57×3,0 —72 м

Диаметр 32×3,2 —78 м

Диаметр 25×3,2 —138 м

Диаметр 20×2,8 —72 м

Произведем расчет сопротивления теплопередачи неизолированной трубы:

Диаметр 89× 3,5 мм длина 120 м

$$R_n = \frac{1}{\pi \cdot d_n \cdot \alpha_n} = \frac{1}{3,14 \cdot 0,089 \cdot 8,7} = 0,41 (\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})/\text{Вт}$$

подача (120 м, температура 90 °С), температура подвала 5°С

$$q_{\text{неиз}}^{90} = \frac{(t_z - t_g)}{R_n} = \frac{(90 - 5)}{0,41} = 207,3 \text{ Вт/мп}$$

обратка (120 м, температура 70 °С), температура подвала 5°С

$$q_{\text{неиз}}^{70} = \frac{(t_z - t_g)}{R_n} = \frac{(70 - 5)}{0,41} = 158,5$$

$$q_{\text{неиз}}^{\text{ср}} = \frac{(q_{\text{неиз}}^{90} + q_{\text{неиз}}^{70})}{2} = \frac{(207,3 + 158,5)}{2} = 182,9 \text{ Вт/мп}$$

Сопротивление теплопередачи изолированной трубы:

Диаметр 89× 3,5 мм длина 120 м

$$R_{из.труб} = R_{из.труб} + R_n = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{из}} \cdot \ln \frac{d_{из}}{d_n} + \frac{1}{\pi \cdot d_n \cdot \alpha_n} =$$

$$= \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,038} \cdot \ln \frac{0,097}{0,089} + \frac{1}{3,14 \cdot 0,089 \cdot 8,7} = 1,49 \text{ мп } ^\circ\text{C} / \text{Вт}$$

при одинаковой протяженности подачи и обратки вычислим среднюю удельную теплоотдачу неизолированной трубы

$$q_{из}^{cp} = \frac{(q_{неиз}^{90} + q_{неиз}^{70})}{2} = \frac{(207,3 + 158,5)}{2} = 182,9 \text{ Вт/мп}$$

Расчет экономии тепла и экономического эффекта от утепления трубопроводов подачи и обратки диаметром 89 мм тепловой изоляцией фирмы «K-Flex» марки ST при расчетных температурах теплоносителя составит:

$$Q_{эконом}^{cp} = (q_{неиз}^{cp} - q_{из}^{cp}) \cdot l_{тр} = (182 - 158,5) \cdot 120 = 2820 \text{ Вт},$$

что с учетом изменения температуры теплоносителя за весь отопительный период составит

$$Q_{эконом}^{от.пер} = Q_{эконом}^{cp} \cdot 3600 \cdot 24 \cdot Z_{от} \cdot \frac{(t_г - t_{con})}{(t_г - t_{x5})} = 2820 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 196 \cdot \frac{(20 - -4,7)}{(20 - -27)} =$$

$$= 95510 \text{ МДж/от. пер.} = 18,861 \text{ Гкал/от. пер.}$$

При стоимости 1 Гкал 2200 руб экономия составит

$$\mathcal{E}_{89}^{от.пер} = c \cdot Q_{эконом}^{от.пер} = 18,861 \cdot 2200 = 41494,2 \text{ руб/от. пер.}$$

Расчет экономии тепла и экономического эффекта от утепления трубопровода диаметром 76×3 мм общей длиной 48м.:

Соппротивление теплопередачи неизолированной трубы:

$$R_n = \frac{1}{\pi \cdot d_n \cdot \alpha_n} = \frac{1}{3,14 \cdot 0,076 \cdot 8,7} = 0,48 \text{ (мп } ^\circ\text{C} / \text{Вт)}$$

подача (48 м, температура 90 °С), температура подвала 5 °С

$$q_{неиз}^{85} = \frac{(t_г - t_г)}{R_n} = \frac{(90 - 5)}{0,48} = 177 \text{ Вт/мп}$$

обратка (76 м, температура 70 °С), температура подвала 5 °С

$$q_{неиз}^{70} = \frac{(t_г - t_г)}{R_n} = \frac{(70 - 5)}{0,48} = 135 \text{ Вт/мп}$$

при одинаковой протяженности подачи и обратки вычислим среднюю удельную теплоотдачу неизолированной трубы

$$q_{\text{неиз}}^{\text{ср}} = \frac{(q_{\text{неиз}}^{90} + q_{\text{неиз}}^{70})}{2} = \frac{(177 + 135)}{2} = 156 \text{ Вт/мп}$$

Сопротивление теплопередачи изолированной трубы:

$$R_{\text{из.труб}} = R_{\text{из.труб}} + R_{\text{н}} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{\text{из}}} \cdot \ln \frac{d_{\text{из}}}{d_{\text{н}}} + \frac{1}{\pi \cdot d_{\text{н}} \cdot \alpha_{\text{н}}} =$$

$$= \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,038} \cdot \ln \frac{0,098}{0,076} + \frac{1}{3,14 \cdot 0,098 \cdot 8,7} = 2,63 \text{ (мп } ^\circ\text{C)/Вт}$$

подача (48 м, температура 85 °С), температура подвала 5 °С

$$q_{\text{из}}^{70} = \frac{(t_{\text{г}} - t_{\text{в}})}{R_{\text{из.труб}}} = \frac{(90 - 5)}{2,63} = 32,3 \text{ Вт/мп}$$

обратка (48 м, температура 70 °С), температура подвала 5 °С

$$q_{\text{из}}^{70} = \frac{(t_{\text{г}} - t_{\text{в}})}{R_{\text{из.труб}}} = \frac{(70 - 5)}{2,63} = 24,7 \text{ Вт/мп}$$

при одинаковой протяженности подачи и обратки вычислим среднюю удельную теплоотдачу изолированной трубы

$$q_{\text{из}}^{\text{ср}} = \frac{(q_{\text{из}}^{90} + q_{\text{из}}^{70})}{2} = \frac{(32,3 + 24,7)}{2} = 28,5 \text{ Вт/мп}$$

Удельная экономия тепла при утеплении трубопроводов подачи и обратки диаметром 76 мм тепловой изоляцией фирмы «K-Flex» марки ST при расчетных температурах теплоносителя составит

$$Q'_{\text{эконом}}^{\text{ср}} = (q_{\text{неиз}}^{\text{ср}} - q_{\text{из}}^{\text{ср}}) \cdot l_{\text{тр}} = (228,5 - 28,5) \cdot 48 = 9691,2 \text{ Вт},$$

что с учетом изменения температуры теплоносителя за весь отопительный период составит:

$$Q'_{\text{эконом}}^{\text{от.пер}} = Q'_{\text{эконом}}^{\text{ср}} \cdot 3600 \cdot 24 \cdot Z_{\text{он}} \cdot \frac{(t_{\text{г}} - t_{\text{кон}})}{(t_{\text{г}} - t_{\text{х5}})} = 9691,2 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 196 \cdot \frac{(20 - -4,7)}{(20 - -27)} =$$

$$= 106787 \text{ МДж/от. пер.} = 25,64 \text{ Гкал/от. пер.}$$

При стоимости 1 Гкал 2200 руб экономия составит

$$\mathcal{E}_{76}^{от.пер} = c \cdot Q_{эконом}^{от.пер} = 25,64 \cdot 2200 = 56408 \text{ руб/от. пер.}$$

3. Расчет экономии тепла и экономического эффекта от утепления трубопровода диаметром 32x3,2 мм общей длиной 90 м:

Сопротивление теплопередачи неизолированной трубы:

$$R_n = \frac{1}{\pi \cdot d_n \cdot \alpha_n} = \frac{1}{3,14 \cdot 0,032 \cdot 8,7} = 1,14 \text{ (мп } ^\circ\text{C)/Вт}$$

подача (90 м, температура 85 °С), температура подвала 5 °С

$$q_{неиз}^{90} = \frac{(t_z - t_g)}{R_n} = \frac{(90 - 5)}{1,14} = 70,17 \text{ Вт/мп}$$

обратка (90 м, температура 65 °С), температура подвала 5 °С

$$q_{неиз}^{70} = \frac{(t_z - t_g)}{R_n} = \frac{(70 - 5)}{1,14} = 52,63 \text{ Вт/мп}$$

при одинаковой протяженности подачи и обратки вычислим среднюю удельную теплоотдачу неизолированной трубы

$$q_{неиз}^{ср} = \frac{(q_{неиз}^{90} + q_{неиз}^{70})}{2} = \frac{(70,17 + 52,63)}{2} = 8,8 \text{ Вт/мп}$$

Сопротивление теплопередачи изолированной трубы:

$$\begin{aligned} R_{из.труб} &= R_{из.труб} + R_n = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{из}} \cdot \ln \frac{d_{из}}{d_n} + \frac{1}{\pi \cdot d_n \cdot \alpha_n} = \\ &= \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,038} \cdot \ln \frac{0,040}{0,032} + \frac{1}{3,14 \cdot 0,040 \cdot 8,7} = 5,71 \text{ (мп } ^\circ\text{C)/Вт} \end{aligned}$$

подача (90 м, температура 90 °С), температура подвала 5 °С

$$q_{из}^{85} = \frac{(t_z - t_g)}{R_{из.труб}} = \frac{(90 - 5)}{5,71} = 14,01 \text{ Вт/мп}$$

обратка (90 м, температура 65 °С), температура подвала 5 °С

$$q_{из}^{65} = \frac{(t_z - t_g)}{R_{из.труб}} = \frac{(70 - 5)}{5,71} = 10,05 \text{ Вт/мп}$$

при одинаковой протяженности подачи и обратки вычислим среднюю удельную теплоотдачу изолированной трубы



$$q_{из}^{cp} = \frac{(q_{из}^{90} + q_{из}^{70})}{2} = \frac{(14,01 + 10,05)}{2} = 12,03 \text{ Вт/мп}$$

Удельная экономия тепла при утеплении трубопроводов подачи и обратки диаметром 32 мм тепловой изоляцией фирмы «K-Flex» марки ST при расчетных температурах теплоносителя составит

$$Q_{эконом}^{cp} = (q_{неиз}^{cp} - q_{из}^{cp}) \cdot l_{тр} = (228,5 - 12,03) \cdot 90 = 19440 \text{ Вт},$$

что с учетом изменения температуры теплоносителя за весь отопительный период составит:

$$Q_{эконом}^{от.пер} = Q_{эконом}^{cp} \cdot 3600 \cdot 24 \cdot Z_{он} \cdot \frac{(t_g - t_{con})}{(t_g - t_{x5})} = 19440 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 196 \cdot \frac{(20 - -4,7)}{(20 - -27)} = 208807 \text{ МДж/от. пер.} = 51,64 \text{ Гкал/от. пер.}$$

При стоимости 1 Гкал 2200 руб экономия составит

$$\mathcal{E}_{32}^{от.пер} = c \cdot Q_{эконом}^{от.пер} = 51,64 \cdot 2200 = 112200 \text{ руб/от. пер.}$$

Расчет экономии тепла и экономического эффекта от утепления трубопровода диаметром 25 мм × 3,2 мм общей длиной 8 м:

Произведем расчет сопротивления теплопередачи неизолированной трубы:

$$R_n = \frac{1}{\pi \cdot d_n \cdot \alpha_n} = \frac{1}{3,14 \cdot 0,025 \cdot 8,7} = 1,46 \text{ (мп } ^\circ\text{C)/Вт}$$

подача (8 м, температура 90 °С), температура подвала 5 °С

$$q_{неиз}^{90} = \frac{(t_2 - t_6)}{R_n} = \frac{(90 - 5)}{1,46} = 57,8 \text{ Вт/мп}$$

обратка (8 м, температура 65 °С), температура подвала 5 °С

$$q_{неиз}^{65} = \frac{(t_2 - t_6)}{R_n} = \frac{(70 - 5)}{1,46} = 41,1 \text{ Вт/мп}$$

при одинаковой протяженности подачи и обратки вычислим среднюю удельную теплоотдачу неизолированной трубы

$$q_{неиз}^{cp} = \frac{(q_{неиз}^{90} + q_{неиз}^{70})}{2} = \frac{(57,8 + 41,1)}{2} = 49,45 \text{ Вт/мп}$$

Сопротивление теплопередачи изолированной трубы:

$$R_{из.труб} = R_{из.труб} + R_n = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{из}} \cdot \ln \frac{d_{из}}{d_n} + \frac{1}{\pi \cdot d_n \cdot \alpha_n} =$$

$$= \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,038} \cdot \ln \frac{0,08}{0,033} + \frac{1}{3,14 \cdot 0,08 \cdot 8,7} = 4,6 \text{ (мп } ^\circ\text{C)/Вт}$$

подача (8 м, температура 90 °С), температура подвала 5 °С

$$q_{из}^{90} = \frac{(t_z - t_g)}{R_{из.труб}} = \frac{(85 - 5)}{4,6} = 17,4 \text{ Вт/мп}$$

обратка (8 м, температура 70 °С), температура подвала 5 °С

$$q_{из}^{70} = \frac{(t_z - t_g)}{R_{из.труб}} = \frac{(70 - 5)}{4,6} = 13,05 \text{ Вт/мп}$$

при одинаковой протяженности подачи и обратки вычислим среднюю удельную теплоотдачу изолированной трубы

$$q_{из}^{cp} = \frac{(q_{из}^{90} + q_{из}^{70})}{2} = \frac{(17,4 + 13,05)}{2} = 15,23 \text{ Вт/мп}$$

Удельная экономия тепла при утеплении трубопроводов подачи и обратки диаметром 25 мм тепловой изоляцией фирмы «K-Flex» марки ST при расчетных температурах теплоносителя составит

$$Q_{эконом}^{cp} = (q_{неиз}^{cp} - q_{из}^{cp}) \cdot l_{тр} = (49,45 - 15,23) \cdot 8 = 353,76 \text{ Вт},$$

что с учетом изменения температуры теплоносителя за весь отопительный период составит

$$Q_{эконом}^{от.пер} = Q_{эконом}^{cp} \cdot 3600 \cdot 24 \cdot Z_{от} \cdot \frac{(t_g - t_{con})}{(t_g - t_{x.5})} = 353,76 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 196 \cdot \frac{(20 - -4,7)}{(20 - -27)} =$$

$$= 2430268 \text{ МДж/от. пер.} = 51,6 \text{ Гкал/от. пер.}$$

При стоимости 1 Гкал 2200 руб экономия составит

$$\mathcal{E}_{25}^{от.пер} = c \cdot Q_{эконом}^{от.пер} = 51,6 \cdot 2200 = 114625 \text{ руб/от. пер.}$$

Расчет экономии тепла и экономического эффекта от утепления трубопровода диаметром 20 мм × 2,8 мм общей длиной 42м:

Произведем расчет сопротивления теплопередачи неизолированной трубы:

$$R_n = \frac{1}{\pi \cdot d_n \cdot \alpha_n} = \frac{1}{3,14 \cdot 0,028 \cdot 8,7} = 1,31 \text{ (мп } ^\circ\text{C)/Вт}$$

подача (42 м, температура 90 °С), температура подвала 5 °С

$$q_{\text{неиз}}^{85} = \frac{(t_z - t_g)}{R_n} = \frac{(90 - 5)}{1,31} = 61 \text{ Вт/мп}$$

обратка (42 м, температура 70 °С), температура подвала 5 °С

$$q_{\text{неиз}}^{65} = \frac{(t_z - t_g)}{R_n} = \frac{(70 - 5)}{1,31} = 45,8 \text{ Вт/мп}$$

при одинаковой протяженности подачи и обратки вычислим среднюю удельную теплоотдачу неизолированной трубы

$$q_{\text{неиз}}^{\text{ср}} = \frac{(q_{\text{неиз}}^{90} + q_{\text{неиз}}^{70})}{2} = \frac{(61 + 45,8)}{2} = 53,4 \text{ Вт/мп}$$

Сопротивление теплопередачи изолированной трубы:

$$R_{\text{из.труб}} = R_{\text{из.труб}} + R_n = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{\text{из}}} \cdot \ln \frac{d_{\text{из}}}{d_n} + \frac{1}{\pi \cdot d_n \cdot \alpha_n} =$$

$$= \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,038} \cdot \ln \frac{0,08}{0,028} + \frac{1}{3,14 \cdot 0,028 \cdot 8,7} = 5,04 \text{ (мп } ^\circ\text{C)/Вт}$$

подача (42 м, температура 85 °С), температура подвала 5 °С

$$q_{\text{из}}^{85} = \frac{(t_z - t_g)}{R_{\text{из.труб}}} = \frac{(90 - 5)}{5,04} = 15,87 \text{ Вт/мп}$$

обратка (42 м, температура 65 °С), температура подвала 5 °С

$$q_{\text{из}}^{65} = \frac{(t_z - t_g)}{R_{\text{из.труб}}} = \frac{(70 - 5)}{5,04} = 12 \text{ Вт/мп}$$

при одинаковой протяженности подачи и обратки вычислим среднюю удельную теплоотдачу изолированной трубы

$$q_{\text{из}}^{\text{ср}} = \frac{(q_{\text{из}}^{90} + q_{\text{из}}^{70})}{2} = \frac{(15,87 + 12)}{2} = 13,9 \text{ Вт/мп}$$

Удельная экономия тепла при утеплении трубопроводов подачи и обратки диаметром 20 мм тепловой изоляцией фирмы «K-Flex» марки ST при расчетных температурах теплоносителя составит

$$Q_{\text{эконом}}^{\text{cp}} = (q_{\text{неиз}}^{\text{cp}} - q_{\text{из}}^{\text{cp}}) \cdot l_{\text{тр}} = (53,4 - 13,9) \cdot 42 = 16590 \text{ Вт},$$

что с учетом изменения температуры теплоносителя за весь отопительный период составит

$$Q_{\text{эконом}}^{\text{от.пер}} = Q_{\text{эконом}}^{\text{cp}} \cdot 3600 \cdot 24 \cdot Z_{\text{от}} \cdot \frac{(t_{\text{в}} - t_{\text{con}})}{(t_{\text{в}} - t_{\text{x5}})} = 6045 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 227 \cdot \frac{(20 - -4,3)}{(20 - -27)} = 80467 \text{ МДж/от. пер.} = 17,782 \text{ Гкал/от. пер.}$$

При стоимости 1 Гкал 2200 руб экономия составит

$$\mathcal{E}_{20}^{\text{от.пер}} = c \cdot Q_{\text{эконом}}^{\text{от.пер}} = 17,782 \cdot 2200 = 39190 \text{ руб/от. пер.}$$

Отопление офисов.

Расчет экономии тепла и экономического эффекта от утепления трубопровода диаметром 57 мм х3,0 мм общей длиной 72:

Сопrotивление теплопередачи неизолированной трубы:

$$R_{\text{н}} = \frac{1}{\pi \cdot d_{\text{н}} \cdot \alpha_{\text{н}}} = \frac{1}{3,14 \cdot 0,057 \cdot 8,7} = 0,64 \text{ (мп } ^\circ\text{C)/Вт}$$

подача (72 м, температура 85 °C), температура подвала 5 °C

$$q_{\text{неиз}}^{90} = \frac{(t_{\text{г}} - t_{\text{в}})}{R_{\text{н}}} = \frac{(90 - 5)}{0,64} = 125 \text{ Вт/мп}$$

обратка (72 м, температура 70 °C), температура подвала 5 °C

$$q_{\text{неиз}}^{70} = \frac{(t_{\text{г}} - t_{\text{в}})}{R_{\text{н}}} = \frac{(70 - 5)}{0,64} = 93,75 \text{ Вт/мп}$$

при одинаковой протяженности подачи и обратки вычислим среднюю удельную теплоотдачу неизолированной трубы

$$q_{\text{неиз}}^{\text{cp}} = \frac{(q_{\text{неиз}}^{90} + q_{\text{неиз}}^{70})}{2} = \frac{(125 + 93,75)}{2} = 109,4 \text{ Вт/мп}$$

Сопrotивление теплопередачи изолированной трубы:

$$R_{из.труб} = R_{из.труб} + R_n = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{из}} \cdot \ln \frac{d_{из}}{d_n} + \frac{1}{\pi \cdot d_n \cdot \alpha_n} =$$

$$= \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,038} \cdot \ln \frac{0,098}{0,057} + \frac{1}{3,14 \cdot 0,098 \cdot 8,7} = 2,63 \text{ (мп } ^\circ\text{C)/Вт}$$

подача (72 м, температура 90 °С), температура подвала 5 °С

$$q_{из}^{85} = \frac{(t_z - t_g)}{R_{из.труб}} = \frac{(90 - 5)}{2,63} = 30,41 \text{ Вт/мп}$$

обратка (72 м, температура 70 °С), температура подвала 5 °С

$$q_{из}^{65} = \frac{(t_z - t_g)}{R_{из.труб}} = \frac{(70 - 5)}{2,63} = 22,8 \text{ Вт/мп}$$

при одинаковой протяженности подачи и обратки вычислим среднюю удельную теплоотдачу изолированной трубы

$$q_{из}^{cp} = \frac{(q_{из}^{90} + q_{из}^{70})}{2} = \frac{(30,41 + 22,8)}{2} = 26,6 \text{ Вт/мп}$$

Удельная экономия тепла при утеплении трубопроводов подачи и обратки диаметром 57 мм тепловой изоляцией фирмы «K-Flex» марки ST при расчетных температурах теплоносителя составит

$$Q_{эконом}^{cp} = (q_{неиз}^{cp} - q_{из}^{cp}) \cdot l_{тр} = (109,4 - 26,6) \cdot 72 = 9274 \text{ Вт,}$$

что с учетом изменения температуры теплоносителя за весь отопительный период составит:

$$Q_{эконом}^{от.пер} = Q_{эконом}^{cp} \cdot 3600 \cdot 24 \cdot Z_{от} \cdot \frac{(t_g - t_{con})}{(t_g - t_{x5})} = 9274 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 196 \cdot \frac{(20 - -4,7)}{(20 - -27)} =$$

$$98793 \text{ МДж/от. пер.} = 24,72 \text{ Гкал/от. пер.}$$

При стоимости 1 Гкал 2200 руб экономия составит

$$\mathcal{E}_{57}^{от.пер} = c \cdot Q_{эконом}^{от.пер} = 24,72 \cdot 2200 = 54384 \text{ руб/от. пер.}$$

Расчет экономии тепла и экономического эффекта от утепления трубопровода диаметром 32 мм × 3,2 мм общей длиной 78м:

Произведем расчет сопротивления теплопередачи неизолированной трубы:

$$R_n = \frac{1}{\pi \cdot d_n \cdot \alpha_n} = \frac{1}{3,14 \cdot 0,042 \cdot 8,7} = 0,871 \text{ (мп } ^\circ\text{C)/Вт}$$

подача (78 м, температура 90 °С), температура подвала 5 °С

$$q_{\text{неиз}}^{85} = \frac{(t_z - t_g)}{R_n} = \frac{(90 - 5)}{0,871} = 97,6 \text{ Вт/мп}$$

обратка (78 м, температура 70 °С), температура подвала 5 °С

$$q_{\text{неиз}}^{65} = \frac{(t_z - t_g)}{R_n} = \frac{(70 - 5)}{0,871} = 68,89 \text{ Вт/мп}$$

при одинаковой протяженности подачи и обратки вычислим среднюю удельную теплоотдачу неизолированной трубы

$$q_{\text{неиз}}^{\text{cp}} = \frac{(q_{\text{неиз}}^{90} + q_{\text{неиз}}^{70})}{2} = \frac{(97,6 + 68,89)}{2} = 83,24 \text{ Вт/мп}$$

Сопротивление теплопередачи изолированной трубы:

$$\begin{aligned} R_{\text{из.труб}} &= R_{\text{из.труб}} + R_n = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{\text{из}}} \cdot \ln \frac{d_{\text{из}}}{d_n} + \frac{1}{\pi \cdot d_n \cdot \alpha_n} = \\ &= \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,038} \cdot \ln \frac{0,08}{0,042} + \frac{1}{3,14 \cdot 0,08 \cdot 8,7} = 2,92 \text{ (мп } ^\circ\text{C)/Вт} \end{aligned}$$

подача (78 м, температура 90 °С), температура подвала 5 °С

$$q_{\text{из}}^{85} = \frac{(t_z - t_g)}{R_{\text{из.труб}}} = \frac{(90 - 5)}{2,92} = 27,4 \text{ Вт/мп}$$

обратка (78 м, температура 70 °С), температура подвала 5 °С

$$q_{\text{из}}^{65} = \frac{(t_z - t_g)}{R_{\text{из.труб}}} = \frac{(70 - 5)}{2,92} = 20,55 \text{ Вт/мп}$$

при одинаковой протяженности подачи и обратки вычислим среднюю удельную теплоотдачу изолированной трубы

$$q_{\text{из}}^{\text{cp}} = \frac{(q_{\text{из}}^{90} + q_{\text{из}}^{70})}{2} = \frac{(27,4 + 20,55)}{2} = 23,98 \text{ Вт/мп}$$

Удельная экономия тепла при утеплении трубопроводов подачи и обратки диаметром 32 мм тепловой изоляцией фирмы «K-Flex» марки ST при расчетных температурах теплоносителя составит

$$Q_{\text{эконом}}^{\text{ср}} = (q_{\text{неиз}}^{\text{ср}} - q_{\text{из}}^{\text{ср}}) \cdot l_{\text{тр}} = (83,24 - 23,98) \cdot 78 = 4622,28 \text{ Вт},$$

что с учетом изменения температуры теплоносителя за весь отопительный период составит

$$Q_{\text{эконом}}^{\text{от.пер}} = Q_{\text{эконом}}^{\text{ср}} \cdot 3600 \cdot 24 \cdot Z_{\text{от}} \cdot \frac{(t_{\text{в}} - t_{\text{con}})}{(t_{\text{в}} - t_{\text{x5}})} = 4622,28 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 196 \cdot \frac{(20 - -4,7)}{(20 - -27)} = 69268 \text{ МДж/от. пер.} = 15,783 \text{ Гкал/от. пер.}$$

При стоимости 1 Гкал 2200 руб экономия составит

$$\mathcal{E}_{32}^{\text{от.пер}} = c \cdot Q_{\text{эконом}}^{\text{от.пер}} = 15,783 \cdot 2200 = 34772 \text{ руб/от. пер.}$$

Расчет экономии тепла и экономического эффекта от утепления трубопровода диаметром 25 мм х 3,2 мм общей длиной 138 м:

Произведем расчет сопротивления теплопередачи неизолированной трубы:

$$R_{\text{н}} = \frac{1}{\pi \cdot d_{\text{н}} \cdot \alpha_{\text{н}}} = \frac{1}{3,14 \cdot 0,025 \cdot 8,7} = 1,46 \text{ (мп } ^\circ\text{C)/Вт}$$

подача (8 м, температура 90 °С), температура подвала 5 °С

$$q_{\text{неиз}}^{85} = \frac{(t_{\text{з}} - t_{\text{в}})}{R_{\text{н}}} = \frac{(90 - 5)}{1,46} = 57,8 \text{ Вт/мп}$$

обратка (8 м, температура 70 °С), температура подвала 5 °С

$$q_{\text{неиз}}^{65} = \frac{(t_{\text{з}} - t_{\text{в}})}{R_{\text{н}}} = \frac{(70 - 5)}{1,46} = 41,1 \text{ Вт/мп}$$

при одинаковой протяженности подачи и обратки вычислим среднюю удельную теплоотдачу неизолированной трубы

$$q_{\text{неиз}}^{\text{ср}} = \frac{(q_{\text{неиз}}^{90} + q_{\text{неиз}}^{70})}{2} = \frac{(57,8 + 41,1)}{2} = 49,45 \text{ Вт/мп}$$

Сопротивление теплопередачи изолированной трубы:

$$R_{из.труб} = R_{из.труб} + R_n = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{из}} \cdot \ln \frac{d_{из}}{d_n} + \frac{1}{\pi \cdot d_n \cdot \alpha_n} =$$

$$= \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,038} \cdot \ln \frac{0,08}{0,033} + \frac{1}{3,14 \cdot 0,08 \cdot 8,7} = 4,6 \text{ (мп } ^\circ\text{C)/Вт}$$

подача (8 м, температура 90 °С), температура подвала 5 °С

$$q_{из}^{90} = \frac{(t_z - t_г)}{R_{из.труб}} = \frac{(90 - 5)}{4,6} = 17,4 \text{ Вт/мп}$$

обратка (8 м, температура 70 °С), температура подвала 5 °С

$$q_{из}^{70} = \frac{(t_z - t_г)}{R_{из.труб}} = \frac{(70 - 5)}{4,6} = 13,05 \text{ Вт/мп}$$

при одинаковой протяженности подачи и обратки вычислим среднюю удельную теплоотдачу изолированной трубы

$$q_{из}^{cp} = \frac{(q_{из}^{90} + q_{из}^{70})}{2} = \frac{(17,4 + 13,05)}{2} = 15,23 \text{ Вт/мп}$$

Удельная экономия тепла при утеплении трубопроводов подачи и обратки диаметром 25 мм тепловой изоляцией фирмы «K-Flex» марки ST при расчетных температурах теплоносителя составит

$$Q_{эконом}^{cp} = (q_{неиз}^{cp} - q_{из}^{cp}) \cdot l_{тр} = (49,45 - 15,23) \cdot 138 = 4722,36 \text{ Вт},$$

что с учетом изменения температуры теплоносителя за весь отопительный период составит

$$Q_{эконом}^{от.пер} = Q_{эконом}^{cp} \cdot 3600 \cdot 24 \cdot Z_{от} \cdot \frac{(t_г - t_{con})}{(t_г - t_{x5})} = 4722,36 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 196 \cdot \frac{(20 - -4,7)}{(20 - -27)} =$$

$$= 2930268 \text{ МДж/от. пер.} = 461,6 \text{ Гкал/от. пер.}$$

При стоимости 1 Гкал 2200 руб экономия составит

$$\mathcal{E}_{25}^{от.пер} = c \cdot Q_{эконом}^{от.пер} = 461,6 \cdot 2200 = 101552 \text{ руб/от. пер.}$$

Расчет экономии тепла и экономического эффекта от утепления трубопровода диаметром 20 мм × 2,8 мм общей длиной 72 м:



Произведем расчет сопротивления теплопередачи неизолированной трубы:

$$R_n = \frac{1}{\pi \cdot d_n \cdot \alpha_n} = \frac{1}{3,14 \cdot 0,028 \cdot 8,7} = 1,31 \text{ (мп } ^\circ\text{C)/Вт}$$

подача (72 м, температура 90 °С), температура подвала 5 °С

$$q_{\text{неиз}}^{90} = \frac{(t_z - t_g)}{R_n} = \frac{(90 - 5)}{1,31} = 61 \text{ Вт/мп}$$

обратка (72 м, температура 70 °С), температура подвала 5 °С

$$q_{\text{неиз}}^{70} = \frac{(t_z - t_g)}{R_n} = \frac{(70 - 5)}{1,31} = 45,8 \text{ Вт/мп}$$

при одинаковой протяженности подачи и обратки вычислим среднюю удельную теплоотдачу неизолированной трубы

$$q_{\text{неиз}}^{\text{ср}} = \frac{(q_{\text{неиз}}^{90} + q_{\text{неиз}}^{70})}{2} = \frac{(61 + 45,8)}{2} = 53,4 \text{ Вт/мп}$$

Сопротивление теплопередачи изолированной трубы:

$$R_{\text{из.труб}} = R_{\text{из.труб}} + R_n = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{\text{из}}} \cdot \ln \frac{d_{\text{из}}}{d_n} + \frac{1}{\pi \cdot d_n \cdot \alpha_n} =$$

$$= \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,038} \cdot \ln \frac{0,08}{0,028} + \frac{1}{3,14 \cdot 0,028 \cdot 8,7} = 5,04 \text{ (мп } ^\circ\text{C)/Вт}$$

подача (72 м, температура 90 °С), температура подвала 5 °С

$$q_{\text{из}}^{90} = \frac{(t_z - t_g)}{R_{\text{из.труб}}} = \frac{(90 - 5)}{5,04} = 15,87 \text{ Вт/мп}$$

обратка (72 м, температура 70 °С), температура подвала 5 °С

$$q_{\text{из}}^{70} = \frac{(t_z - t_g)}{R_{\text{из.труб}}} = \frac{(70 - 5)}{5,04} = 12 \text{ Вт/мп}$$

при одинаковой протяженности подачи и обратки вычислим среднюю удельную теплоотдачу изолированной трубы

$$q_{из}^{cp} = \frac{(q_{из}^{90} + q_{из}^{70})}{2} = \frac{(15,87 + 12)}{2} = 13,9 \text{ Вт/мп}$$

Удельная экономия тепла при утеплении трубопроводов подачи и обратки диаметром 20 мм тепловой изоляцией фирмы «K-Flex» марки ST при расчетных температурах теплоносителя составит

$$Q_{эконом}^{cp} = (q_{неиз}^{cp} - q_{из}^{cp}) \cdot l_{тр} = (53,4 - 13,9) \cdot 72 = 2844 \text{ Вт},$$

что с учетом изменения температуры теплоносителя за весь отопительный период составит

$$Q_{эконом}^{om.пер} = Q_{эконом}^{cp} \cdot 3600 \cdot 24 \cdot Z_{он} \cdot \frac{(t_в - t_{con})}{(t_в - t_{x5})} = 2844 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 196 \cdot \frac{(20 - -4,7)}{(20 - -27)} = 60467 \text{ МДж/от. пер.} = 13,7 \text{ Гкал/от. пер.}$$

При стоимости 1 Гкал 2200 руб экономия составит

$$\mathcal{E}_{20}^{om.пер} = c \cdot Q_{эконом}^{om.пер} = 13,7 \cdot 2200 = 30140 \text{ руб/от. пер.}$$

Суммарный экономический эффект от утепления трубопровода диаметром 89, 76, 32, 25, 20 мм отопления квартир общей длиной 268 м, и 57, 32, 25, 20 мм отопления офисов общей длиной 360 м. соответственно составит

$$\mathcal{E}_{89+76+32+25+20}^{om.пер} = \mathcal{E}_{89}^{om.пер} + \mathcal{E}_{76}^{om.пер} + \mathcal{E}_{32}^{om.пер} + \mathcal{E}_{25}^{om.пер} + \mathcal{E}_{20}^{om.пер} = 39294 + 56408 + 112200 + 114625 + 39190 = 361717 \text{ руб/от. пер.}$$

$$\mathcal{E}_{57+32+25+20}^{om.пер} = \mathcal{E}_{57}^{om.пер} + \mathcal{E}_{32}^{om.пер} + \mathcal{E}_{25}^{om.пер} + \mathcal{E}_{20}^{om.пер} = 54384 + 34772 + 101552 + 30140 = 220848$$

$$\text{руб/от. пер. Общий } \mathcal{E}^{om.пер} = 361717 + 220848 = 582565 \text{ руб/от. пер.}$$

Выводы по разделу 6.

Расчет экономического эффекта от внедрения тепловой изоляции фирмы «K-Flex» марки ST, которая использована для изоляции стальных труб магистральных трубопроводов в подвале показал высокую эффективность. Суммарный экономический эффект от утепления трубопровода общей длиной 628 м соответственно составит 582565 руб/от.пер. Срок окупаемости 1,2 год.

## Заключение

В ходе выполнения магистерской диссертации достигнута цель магистерской диссертации. Спроектирована система обеспечения микроклимата 14-этажного жилого дома с не жилыми помещениями в г. Тольятти.

Поэтапно выполнены необходимые расчеты. Проведен теплотехнический расчет наружных ограждений, в ходе которого определена конструкция и толщина утеплителя, найдены коэффициенты теплопроводности. Составлен тепловой баланс здания, спроектированы и рассчитаны системы водяного отопления. В результате гидравлического расчета найдены диаметры труб, потери давления, проведена увязка параллельных участков. Выполнен расчет числа секций приборов отопления, подобрано оборудование ИТП. После этого произведен расчет требуемых воздухообменов, составлен воздушный баланс. Сконструирована система вентиляции и кондиционирования воздуха. Проведен аэродинамический расчет и подбор вентиляционного оборудования. Спроектирована автоматизированная система обеспечения микроклимата помещений. Выполнен технико-экономический расчет, в результате которого было установлено, что суммарный экономический эффект от утепления трубопровода общей длиной 628 м соответственно составит 582565 руб/от.пер. с учетом протяженности отопительного периода окупаемость по материалу и работе составит 1,2 год.

Задачи исследования достигнуты в полном объеме: обоснована актуальность исследования, выявлены проблемы проектирования и их практической реализации, изучена нормативная, научно-техническая литература, современные проектные решения ОВК, проведен патентный поиск одной из единиц оборудования – теплообменника. Оценены достигнутый уровень развития техники и установлены тенденции ее развития. В качестве теплообменника решено применить в проекте в виду его надежности и доступности. Получено технико-экономическое обоснование принятого инженерного решения.

## Список использованной литературы и использованных источников

1. ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях
2. Желдаков Д.Ю. Расчет воздухообмена в помещениях // АВОК. – 2020 - №2. – С.42.
3. Индивидуальные тепловые пункты: дань моде или осознанная необходимость «АВОК», 2020, № 5.
4. Инженерные решения высотного жилого комплекса, «АВОК», 2004, № 5, с. 12–18
5. Каталог оборудования Rifar [Электронный ресурс] : <https://rifar.ru/products/8/>
6. Нормы воздухообмена: дискуссия специалистов // АВОК. – 2019 - №8.
7. Опыт проектирования и эксплуатации поквартирных систем отопления высотных жилых зданий, «АВОК», 2005, № 6, с. 10–19.
8. Отопление и вентиляция. В 2 ч. / П.Н. Каменев, А.Н. Сканава, В.Н. Богословский и др. – М.: Стройиздат, - <https://bibliotekar.ru/spravochnik-138-otoplenie/index.htm>
9. Семенов В. Г. и др. Индивидуальные тепловые пункты нового поколения // Энергосбережение. – 2017. – № 7. – С. 30–32.
10. Системы автоматизации и диспетчеризации высотных жилых комплексов, «АВОК», № 4, с. 8–17, № 5, с. 8–17
11. СНиП 21-01-97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
12. СНиП 23-01-99 «Строительная климатология»
13. СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий»
14. СНиП 31-01-2003 «Здания жилые многоквартирные»
15. СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха
16. СП 131.13330.2018 "СНиП 23-01-99\* Строительная климатология"

17. СП 484.1311500.2020 Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования

18. СП 50.13330.2012 "СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий" (с изменением N 1)

19. СП 54.13330.2016 "СНиП 31-01-2003 Здания жилые многоквартирные" (с изменениями N 1, N 2, N 3)

20. СП 60.13330.2016 "СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха" (с изменением N 1)

21. СП 60.13330.2020 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха»

22. СП 7.13130.2013 Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности

23. Справочник международной патентной спецификации [Электронный ресурс] : <https://www.freepatent.ru/MPK/F/F16/F16K/F16K24>

24. Справочные материалы по патентной спецификации [Электронный ресурс] [www1.fips.ru](http://www1.fips.ru)

25. Теплопотери здания: справочное пособие /Е.Г. Малявина. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2007. – 144 с.

26. ТР АВОК-4-2004. Технические рекомендации по организации воздухообмена в квартирах многоэтажного жилого дома. М.: АВОК-ПРЕСС, 2004.

27. Цыганков А.В., Иванов А.В., Леонтьева В.А., Оценка технико-экономических параметров проектного решения системы кондиционирования, Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Холодильная техника и кондиционирование», 2015.

28. Шилкин Н.В. Индивидуальное регулирование вентиляции в многоквартирных жилых зданиях// АВОК. – 2020 - №3. – С.38. 49

29. Щукина, Т. В. Монтажное проектирование и технология сборки систем кондиционирования микроклимата зданий и сооружений : Учебное

пособие для СПО / Т. В. Щукина, И. И. Полосина. – Саратов : Профобразование, 2019. – 180 с. – ISBN 978-5-4488-0370-3. – EDN НХСТОГ.

30. Энергосбережение в системах теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха. Справочное пособие. Под ред. Богуславского Л.Д., Ливчака В.И. М.: Стройиздат. 1990.

31.Castellazzi L. Analysis of Member States' rules for allocating heating, cooling and hot water costs in multi-apartment/purpose buildings supplied from collective systems/ Implementation of EED. Article 9(3).-2017. - [URL] <https://www.semanticscholar.org/paper/Analysis-of-Member-States%27-rules-for-allocating-and-Luka/5814b5ca522f85462e38af60f4e31915ac92440d>.

32.Grande G., Ljungman P. L. S., Eneroth K. et al. Association Between Cardiovascular Disease and Longterm Exposure to Air Pollution With the Risk of Dementia// JAMA Neurol. Publ.-2020/-March 30.

33.Mohannad Bayoumi, Improving Natural Ventilation Conditions on Semi-Outdoor and Indoor Levels in Warm–Humid Climates, Buildings Journal, 2018.

34.Wang C., Colins D.B., Arata C. et al. Surface reservoirs dominate dynamic gas-surface partitioning of many indoor air constituents / Science Adv.-2020.-Feb19.

35.Zijing Tan, Xiang Deng, Assessment of Natural Ventilation Potential for Residential Buildings across Different Climate Zones in Australia, Atmosphere Journal, 2017.

## Приложение А

### Расчет приборов системы отопления жилого дома

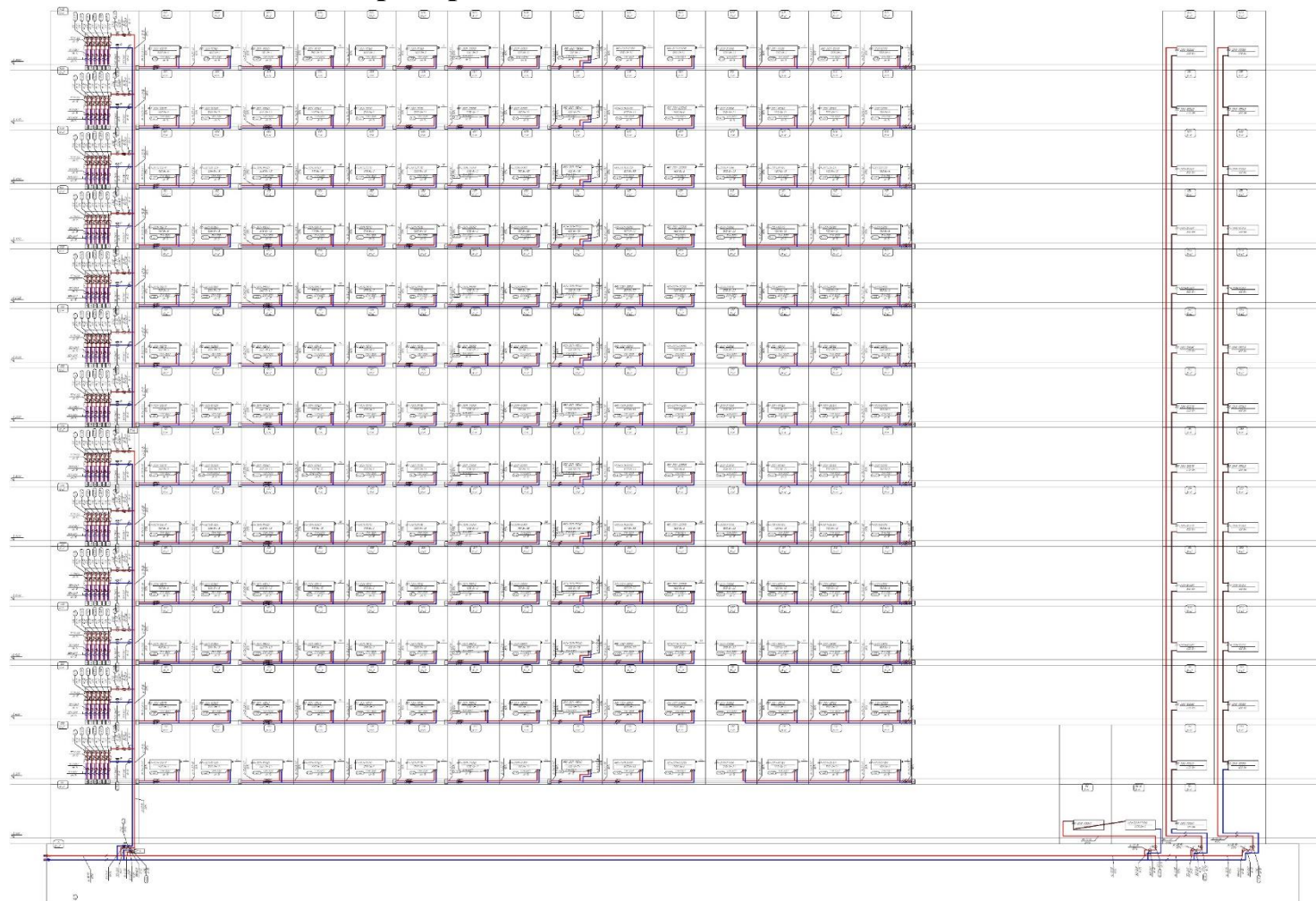


Рисунок А.1 – Расчетная схема системы отопления

Продолжение Приложения А

Таблица А.1 – Подбор приборов СО

Помещение	Символ	Размер	Nit,шт	L,м	Dn,мм	ФНЛ,Вт	Фр,Вт	Фг,Вт	Фdef,Вт	Авт.	Θs,°С	Δθr,К	M,kg/c	AM	Q,л/с	Δр,Па	Производ	Описание
201	PROFIL-11V-50	0,800 м	8	0,80	16x2,2	960	817	890	-73	0,93	86,89	18,54	0,011	1,00	0,0118	7	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
202	PROFIL-10V-50	1,800 м	18	1,80	16x2,2	1086	1067	1112	-45	1,02	86,01	20,48	0,013	1,00	0,0133	9	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
203	PROFIL-11V-50	0,500 м	5	0,50	16x2,2	645	548	570	-22	0,88	87,52	17,67	0,008	1,00	0,0079	3	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
204	PROFIL-10V-50	1,600 м	16	1,60	16x2,2	990	967	1015	-48	1,03	87,13	20,50	0,012	1,00	0,0121	8	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
205	PROFIL-12V-50	0,900 м	9	0,90	16x2,2	1190	1175	1164	11	0,98	86,54	19,56	0,014	1,00	0,0146	11	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM X2 PROFIL-V, тип FTV 12, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
206	PROFIL-11V-50	1,100 м	11	1,10	16x2,2	1200	1129	1166	-36	0,97	87,19	19,43	0,014	1,00	0,0147	11	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
207	PROFIL-33V-50	0,400 м	4	0,40	16x2,2	1200	1120	1103	17	0,92	88,09	18,39	0,014	1,00	0,0147	11	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM X2 PROFIL-V, тип FTV 33, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
208	PROFIL-10V-50	1,200 м	12	1,20	16x2,2	780	765	769	-4	0,99	87,15	19,73	0,009	1,00	0,0096	5	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
209	PROFIL-10V-50	1,300 м	13	1,30	16x2,2	820	808	824	-16	1,00	86,85	20,09	0,010	1,00	0,0100	5	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
210	PROFIL-22V-50	1,000 м	10	1,00	16x2,2	1600	1594	1689	-95	1,06	87,85	21,11	0,019	1,00	0,0196	20	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM X2 PROFIL-V, тип FTV 22, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Помещение	Символ	Размер	Nit,шт	L,м	Dn,мм	ФНЛ,Вт	Фр,Вт	Фг,Вт	Фdef,Вт	Авт.	Θs,оС	Δθr,К	M,kg/c	AM	Q,л/с	Δр,Па	Производ	Описание
211	PROFIL-10V-50	0,900 м	9	0,90	16x2,2	600	580	613	-34	1,02	88,23	20,44	0,007	1,00	0,0074	3	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота H = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
212	PROFIL-11V-50	1,600 м	16	1,60	16x2,2	1620	1598	1653	-54	1,02	88,64	20,41	0,019	1,00	0,0199	20	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота H = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
213	PROFIL-10V-50	1,600 м	16	1,60	16x2,2	1120	1005	1075	-70	0,96	88,91	19,20	0,013	1,00	0,0137	10	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота H = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
214	PROFIL-10V-50	1,600 м	16	1,60	16x2,2	1100	1007	1058	-50	0,96	88,20	19,23	0,013	1,00	0,0135	9	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота H = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
215	PROFIL-11V-50	0,800 м	8	0,80	16x2,2	960	916	901	15	0,94	87,57	18,77	0,011	1,00	0,0118	7	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота H = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
301	PROFIL-11V-50	0,800 м	8	0,80	16x2,2	960	817	890	-72	0,93	86,85	18,53	0,011	1,00	0,0118	7	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота H = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
302	PROFIL-10V-50	1,800 м	18	1,80	16x2,2	1086	1067	1112	-45	1,02	85,98	20,47	0,013	1,00	0,0133	9	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота H = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
303	PROFIL-11V-50	0,500 м	5	0,50	16x2,2	645	548	570	-21	0,88	87,49	17,66	0,008	1,00	0,0079	3	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота H = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
304	PROFIL-10V-50	1,600 м	16	1,60	16x2,2	990	967	1014	-48	1,02	87,10	20,49	0,012	1,00	0,0121	8	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота H = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
305	PROFIL-12V-50	0,900 м	9	0,90	16x2,2	1190	1175	1163	12	0,98	86,51	19,54	0,014	1,00	0,0146	11	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM X2 PROFIL-V, тип FTV 12, высота H = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Помещение	Символ	Размер	Nit,шт	L,м	Dn,мм	ФНЛ,Вт	Фр,Вт	Фг,Вт	Фdef,Вт	Авт.	Θs,оС	Δθr,К	M,kg/c	AM	Q,л/с	Δр,Па	Производ	Описание
306	PROFIL-11V-50	1,100 м	11	1,10	16x2,2	1200	1129	1165	-36	0,97	87,16	19,41	0,014	1,00	0,0147	11	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
307	PROFIL-33V-50	0,400 м	4	0,40	16x2,2	1200	1120	1102	17	0,92	88,06	18,37	0,014	1,00	0,0147	11	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM X2 PROFIL-V, тип FTV 33, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
308	PROFIL-10V-50	1,200 м	12	1,20	16x2,2	780	765	769	-4	0,99	87,12	19,72	0,009	1,00	0,0096	5	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
309	PROFIL-10V-50	1,300 м	13	1,30	16x2,2	820	808	823	-16	1,00	86,81	20,08	0,010	1,00	0,0100	5	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
310	PROFIL-22V-50	1,000 м	10	1,00	16x2,2	1600	1594	1688	-94	1,05	87,82	21,10	0,019	1,00	0,0196	20	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM X2 PROFIL-V, тип FTV 22, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
311	PROFIL-10V-50	0,900 м	9	0,90	16x2,2	600	580	613	-33	1,02	88,19	20,42	0,007	1,00	0,0074	3	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
312	PROFIL-11V-50	1,600 м	16	1,60	16x2,2	1620	1598	1652	-53	1,02	88,61	20,39	0,019	1,00	0,0199	20	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
313	PROFIL-10V-50	1,600 м	16	1,60	16x2,2	1120	1005	1074	-70	0,96	88,87	19,18	0,013	1,00	0,0137	10	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
314	PROFIL-10V-50	1,600 м	16	1,60	16x2,2	1100	1007	1057	-50	0,96	88,17	19,22	0,013	1,00	0,0135	9	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
315	PROFIL-11V-50	0,800 м	8	0,80	16x2,2	960	916	900	16	0,94	87,54	18,76	0,011	1,00	0,0118	7	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Помещение	Символ	Размер	Nit,шт	L,м	Dn,мм	ФНЛ,Вт	Фр,Вт	Фг,Вт	Фdef,Вт	Авт.	Θs,оС	Δθr,К	M,kg/c	AM	Q,л/с	Δр,Па	Производ	Описание
401	PROFIL-11V-50	0,800 м	8	0,80	16x2,2	960	817	889	-72	0,93	86,82	18,52	0,011	1,00	0,0118	7	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
402	PROFIL-10V-50	1,800 м	18	1,80	16x2,2	1086	1067	1111	-44	1,02	85,94	20,46	0,013	1,00	0,0133	9	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
403	PROFIL-11V-50	0,500 м	5	0,50	16x2,2	645	548	569	-21	0,88	87,45	17,65	0,008	1,00	0,0079	3	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
404	PROFIL-10V-50	1,600 м	16	1,60	16x2,2	990	967	1014	-47	1,02	87,07	20,48	0,012	1,00	0,0121	8	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
405	PROFIL-12V-50	0,900 м	9	0,90	16x2,2	1190	1175	1162	13	0,98	86,47	19,53	0,014	1,00	0,0146	11	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM X2 PROFIL-V, тип FTV 12, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
406	PROFIL-11V-50	1,100 м	11	1,10	16x2,2	1200	1129	1164	-35	0,97	87,12	19,40	0,014	1,00	0,0147	11	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
407	PROFIL-33V-50	0,400 м	4	0,40	16x2,2	1200	1120	1102	18	0,92	88,03	18,36	0,014	1,00	0,0147	11	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM X2 PROFIL-V, тип FTV 33, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
408	PROFIL-10V-50	1,200 м	12	1,20	16x2,2	780	765	768	-3	0,99	87,09	19,70	0,009	1,00	0,0096	5	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
409	PROFIL-10V-50	1,300 м	13	1,30	16x2,2	820	808	823	-15	1,00	86,78	20,07	0,010	1,00	0,0100	5	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
410	PROFIL-22V-50	1,000 м	10	1,00	16x2,2	1600	1594	1687	-93	1,05	87,78	21,08	0,019	1,00	0,0196	20	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM X2 PROFIL-V, тип FTV 22, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Помещение	Символ	Размер	Nit,шт	L,м	Dn,мм	ФНЛ,Вт	Фр,Вт	Фг,Вт	Фdef,Вт	Авт.	Θs,оС	Δθr,К	M,kg/c	AM	Q,л/с	Δр,Па	Производ	Описание
411	PROFIL-10V-50	0,900 м	9	0,90	16x2,2	600	580	612	-33	1,02	88,16	20,41	0,007	1,00	0,0074	3	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
412	PROFIL-11V-50	1,600 м	16	1,60	16x2,2	1620	1598	1651	-52	1,02	88,57	20,38	0,019	1,00	0,0199	20	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
413	PROFIL-10V-50	1,600 м	16	1,60	16x2,2	1120	1005	1074	-69	0,96	88,84	19,17	0,013	1,00	0,0137	10	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
414	PROFIL-10V-50	1,600 м	16	1,60	16x2,2	1100	1007	1056	-49	0,96	88,13	19,20	0,013	1,00	0,0135	9	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
415	PROFIL-11V-50	0,800 м	8	0,80	16x2,2	960	916	900	16	0,94	87,50	18,75	0,011	1,00	0,0118	7	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
501	PROFIL-11V-50	0,800 м	8	0,80	16x2,2	960	817	888	-71	0,93	86,78	18,51	0,011	1,00	0,0118	7	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
502	PROFIL-10V-50	1,800 м	18	1,80	16x2,2	1086	1067	1110	-43	1,02	85,90	20,44	0,013	1,00	0,0133	9	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
503	PROFIL-11V-50	0,500 м	5	0,50	16x2,2	645	548	569	-21	0,88	87,41	17,64	0,008	1,00	0,0079	3	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
504	PROFIL-10V-50	1,600 м	16	1,60	16x2,2	990	967	1013	-46	1,02	87,02	20,46	0,012	1,00	0,0121	8	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
505	PROFIL-12V-50	0,900 м	9	0,90	16x2,2	1190	1175	1161	14	0,98	86,43	19,51	0,014	1,00	0,0146	11	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM X2 PROFIL-V, тип FTV 12, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Помещение	Символ	Размер	Nit,шт	L,м	Dn,мм	ФНЛ,Вт	Фр,Вт	Фг,Вт	Фdef,Вт	Авт.	Θs,оС	Δθr,К	M,kg/c	AM	Q,л/с	Δр,Па	Производ	Описание
506	PROFIL-11V-50	1,100 м	11	1,10	16x2,2	1200	1129	1163	-34	0,97	87,08	19,39	0,014	1,00	0,0147	11	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
507	PROFIL-33V-50	0,400 м	4	0,40	16x2,2	1200	1120	1101	19	0,92	87,98	18,35	0,014	1,00	0,0147	11	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM X2 PROFIL-V, тип FTV 33, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
508	PROFIL-10V-50	1,200 м	12	1,20	16x2,2	780	765	768	-3	0,98	87,04	19,69	0,009	1,00	0,0096	5	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
509	PROFIL-10V-50	1,300 м	13	1,30	16x2,2	820	808	822	-14	1,00	86,74	20,05	0,010	1,00	0,0100	5	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
510	PROFIL-22V-50	1,000 м	10	1,00	16x2,2	1600	1594	1685	-91	1,05	87,74	21,06	0,019	1,00	0,0196	20	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM X2 PROFIL-V, тип FTV 22, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
511	PROFIL-10V-50	0,900 м	9	0,90	16x2,2	600	580	612	-32	1,02	88,11	20,39	0,007	1,00	0,0074	3	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
512	PROFIL-11V-50	1,600 м	16	1,60	16x2,2	1620	1598	1649	-51	1,02	88,53	20,36	0,019	1,00	0,0199	20	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
513	PROFIL-10V-50	1,600 м	16	1,60	16x2,2	1120	1005	1073	-68	0,96	88,79	19,16	0,013	1,00	0,0137	10	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
514	PROFIL-10V-50	1,600 м	16	1,60	16x2,2	1100	1007	1055	-48	0,96	88,09	19,19	0,013	1,00	0,0135	9	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
515	PROFIL-11V-50	0,800 м	8	0,80	16x2,2	960	916	899	17	0,94	87,46	18,73	0,011	1,00	0,0118	7	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Помещение	Символ	Размер	Nit,шт	L,м	Dn,мм	ФНЛ,Вт	Фр,Вт	Фг,Вт	Фdef,Вт	Авт.	Θs,оС	Δθr,К	M,kg/c	AM	Q,л/с	Δр,Па	Производ	Описание
601	PROFIL-11V-50	0,800 м	8	0,80	16x2,2	960	818	887	-70	0,92	86,72	18,49	0,011	1,00	0,0118	7	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
602	PROFIL-10V-50	1,800 м	18	1,80	16x2,2	1086	1067	1109	-42	1,02	85,85	20,42	0,013	1,00	0,0133	9	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
603	PROFIL-11V-50	0,500 м	5	0,50	16x2,2	645	548	568	-20	0,88	87,35	17,62	0,008	1,00	0,0079	3	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
604	PROFIL-10V-50	1,600 м	16	1,60	16x2,2	990	967	1012	-45	1,02	86,97	20,44	0,012	1,00	0,0121	8	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
605	PROFIL-12V-50	0,900 м	9	0,90	16x2,2	1190	1175	1160	15	0,97	86,38	19,49	0,014	1,00	0,0146	11	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM X2 PROFIL-V, тип FTV 12, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
606	PROFIL-11V-50	1,100 м	11	1,10	16x2,2	1200	1129	1162	-33	0,97	87,02	19,37	0,014	1,00	0,0147	11	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
607	PROFIL-33V-50	0,500 м	5	0,50	16x2,2	1200	1122	1314	-192	1,09	87,93	21,89	0,014	1,00	0,0147	11	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM X2 PROFIL-V, тип FTV 33, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
608	PROFIL-10V-50	1,200 м	12	1,20	16x2,2	780	765	767	-2	0,98	86,99	19,67	0,009	1,00	0,0096	5	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
609	PROFIL-10V-50	1,300 м	13	1,30	16x2,2	820	808	821	-14	1,00	86,68	20,03	0,010	1,00	0,0100	5	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
610	PROFIL-22V-50	1,000 м	10	1,00	16x2,2	1600	1594	1683	-89	1,05	87,68	21,04	0,019	1,00	0,0196	20	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM X2 PROFIL-V, тип FTV 22, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Помещение	Символ	Размер	Nit,шт	L,м	Dn,мм	ФНЛ,Вт	Фр,Вт	Фг,Вт	Фdef,Вт	Авт.	Θs,оС	Δθr,К	M,kg/c	AM	Q,л/с	Δр,Па	Производ	Описание
611	PROFIL-10V-50	0,900 м	9	0,90	16x2,2	600	580	611	-32	1,02	88,06	20,37	0,007	1,00	0,0073	3	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
612	PROFIL-11V-50	1,600 м	16	1,60	16x2,2	1620	1599	1648	-49	1,02	88,47	20,34	0,019	1,00	0,0198	20	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
613	PROFIL-10V-50	1,600 м	16	1,60	16x2,2	1120	1005	1072	-67	0,96	88,74	19,14	0,013	1,00	0,0137	10	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
614	PROFIL-10V-50	1,600 м	16	1,60	16x2,2	1100	1007	1054	-47	0,96	88,03	19,17	0,013	1,00	0,0135	9	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
615	PROFIL-11V-50	0,800 м	8	0,80	16x2,2	960	916	898	18	0,94	87,40	18,71	0,011	1,00	0,0118	7	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
701	PROFIL-11V-50	0,800 м	8	0,80	16x2,2	960	818	886	-68	0,92	86,63	18,46	0,011	1,00	0,0118	7	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
702	PROFIL-10V-50	1,800 м	18	1,80	16x2,2	1086	1067	1107	-40	1,02	85,75	20,38	0,013	1,00	0,0133	9	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
703	PROFIL-11V-50	0,500 м	5	0,50	16x2,2	645	548	567	-19	0,88	87,26	17,59	0,008	1,00	0,0079	3	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
704	PROFIL-10V-50	1,600 м	16	1,60	16x2,2	990	967	1010	-43	1,02	86,87	20,40	0,012	1,00	0,0121	8	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
705	PROFIL-12V-50	0,900 м	9	0,90	16x2,2	1190	1175	1158	17	0,97	86,28	19,46	0,014	1,00	0,0146	11	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM X2 PROFIL-V, тип FTV 12, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Помещение	Символ	Размер	Nit,шт	L,м	Dn,мм	ФНЛ,Вт	Фр,Вт	Фг,Вт	Фdef,Вт	Авт.	Θs,оС	Δθr,К	M,kg/c	AM	Q,л/с	Δр,Па	Производ	Описание
706	PROFIL-11V-50	1,100 м	11	1,10	16x2,2	1200	1129	1160	-30	0,97	86,93	19,33	0,014	1,00	0,0147	11	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
707	PROFIL-33V-50	0,500 м	5	0,50	16x2,2	1200	1122	1311	-190	1,09	87,83	21,86	0,014	1,00	0,0147	11	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM X2 PROFIL-V, тип FTV 33, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
708	PROFIL-10V-50	1,200 м	12	1,20	16x2,2	780	765	766	0	0,98	86,89	19,63	0,009	1,00	0,0096	5	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
709	PROFIL-10V-50	1,300 м	13	1,30	16x2,2	820	808	820	-12	1,00	86,59	19,99	0,010	1,00	0,0100	5	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
710	PROFIL-22V-50	1,000 м	10	1,00	16x2,2	1600	1594	1680	-86	1,05	87,58	21,00	0,019	1,00	0,0196	20	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM X2 PROFIL-V, тип FTV 22, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
711	PROFIL-10V-50	0,900 м	9	0,90	16x2,2	600	580	610	-31	1,02	87,96	20,34	0,007	1,00	0,0073	3	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
712	PROFIL-11V-50	1,600 м	16	1,60	16x2,2	1620	1599	1645	-46	1,02	88,37	20,30	0,019	1,00	0,0198	20	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
713	PROFIL-10V-50	1,600 м	16	1,60	16x2,2	1120	1005	1070	-64	0,96	88,64	19,10	0,013	1,00	0,0137	10	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
714	PROFIL-10V-50	1,600 м	16	1,60	16x2,2	1100	1008	1052	-45	0,96	87,93	19,14	0,013	1,00	0,0135	9	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
715	PROFIL-11V-50	0,800 м	8	0,80	16x2,2	960	916	897	19	0,93	87,31	18,68	0,011	1,00	0,0118	7	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Помещение	Символ	Размер	Nit,шт	L,м	Dn,мм	ФНЛ,Вт	Фр,Вт	Фг,Вт	Фdef,Вт	Авт.	Θs,оС	Δθr,К	M,kg/c	AM	Q,л/с	Δр,Па	Производ	Описание
801	PROFIL-11V-50	0,800 м	8	0,80	16x2,2	960	818	888	-70	0,92	86,75	18,50	0,011	1,00	0,0118	7	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
802	PROFIL-10V-50	1,800 м	18	1,80	16x2,2	1086	1067	1109	-43	1,02	85,88	20,43	0,013	1,00	0,0133	9	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
803	PROFIL-11V-50	0,500 м	5	0,50	16x2,2	645	548	569	-20	0,88	87,39	17,63	0,008	1,00	0,0079	3	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
804	PROFIL-10V-50	1,600 м	16	1,60	16x2,2	990	967	1012	-46	1,02	87,00	20,45	0,012	1,00	0,0121	8	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
805	PROFIL-12V-50	0,900 м	9	0,90	16x2,2	1190	1175	1161	14	0,98	86,41	19,51	0,014	1,00	0,0146	11	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM X2 PROFIL-V, тип FTV 12, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
806	PROFIL-11V-50	1,100 м	11	1,10	16x2,2	1200	1129	1163	-33	0,97	87,06	19,38	0,014	1,00	0,0147	11	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
807	PROFIL-33V-50	0,500 м	5	0,50	16x2,2	1200	1122	1314	-193	1,10	87,96	21,91	0,014	1,00	0,0147	11	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM X2 PROFIL-V, тип FTV 33, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
808	PROFIL-10V-50	1,200 м	12	1,20	16x2,2	780	765	768	-2	0,98	87,02	19,68	0,009	1,00	0,0096	5	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
809	PROFIL-10V-50	1,300 м	13	1,30	16x2,2	820	808	822	-14	1,00	86,72	20,04	0,010	1,00	0,0100	5	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
810	PROFIL-22V-50	1,000 м	10	1,00	16x2,2	1600	1594	1684	-91	1,05	87,72	21,06	0,019	1,00	0,0196	20	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM X2 PROFIL-V, тип FTV 22, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Помещение	Символ	Размер	Nit,шт	L,м	Dn,мм	ФНЛ,Вт	Фр,Вт	Фг,Вт	Фdef,Вт	Авт.	Θs,оС	Δθr,К	M,kg/c	AM	Q,л/с	Δр,Па	Производ	Описание
811	PROFIL-10V-50	0,900 м	9	0,90	16x2,2	600	580	612	-32	1,02	88,09	20,39	0,007	1,00	0,0073	3	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
812	PROFIL-11V-50	1,600 м	16	1,60	16x2,2	1620	1598	1649	-50	1,02	88,50	20,35	0,019	1,00	0,0199	20	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
813	PROFIL-10V-50	1,600 м	16	1,60	16x2,2	1120	1005	1072	-67	0,96	88,77	19,15	0,013	1,00	0,0137	10	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
814	PROFIL-10V-50	1,600 м	16	1,60	16x2,2	1100	1007	1055	-48	0,96	88,06	19,18	0,013	1,00	0,0135	9	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
815	PROFIL-11V-50	0,800 м	8	0,80	16x2,2	960	916	899	17	0,94	87,44	18,72	0,011	1,00	0,0118	7	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
901	PROFIL-11V-50	0,800 м	8	0,80	16x2,2	960	818	888	-70	0,92	86,73	18,49	0,011	1,00	0,0118	7	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
902	PROFIL-10V-50	1,800 м	18	1,80	16x2,2	1086	1067	1109	-42	1,02	85,85	20,42	0,013	1,00	0,0133	9	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
903	PROFIL-11V-50	0,500 м	5	0,50	16x2,2	645	548	568	-20	0,88	87,36	17,62	0,008	1,00	0,0079	3	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
904	PROFIL-10V-50	1,600 м	16	1,60	16x2,2	990	967	1012	-45	1,02	86,97	20,44	0,012	1,00	0,0121	8	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
905	PROFIL-12V-50	0,900 м	9	0,90	16x2,2	1190	1175	1160	15	0,97	86,38	19,50	0,014	1,00	0,0146	11	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM X2 PROFIL-V, тип FTV 12, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Помещение	Символ	Размер	Nit,шт	L,м	Dn,мм	ФНЛ,Вт	Фр,Вт	Фг,Вт	Фdef,Вт	Авт.	Θs,оС	Δθr,К	M,kg/c	AM	Q,л/с	Δр,Па	Производ	Описание
906	PROFIL-11V-50	1,100 м	11	1,10	16x2,2	1200	1129	1162	-33	0,97	87,03	19,37	0,014	1,00	0,0147	11	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
907	PROFIL-33V-50	0,500 м	5	0,50	16x2,2	1200	1122	1314	-192	1,09	87,93	21,90	0,014	1,00	0,0147	11	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM X2 PROFIL-V, тип FTV 33, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
908	PROFIL-10V-50	1,200 м	12	1,20	16x2,2	780	765	767	-2	0,98	86,99	19,67	0,009	1,00	0,0096	5	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
909	PROFIL-10V-50	1,300 м	13	1,30	16x2,2	820	808	821	-14	1,00	86,69	20,03	0,010	1,00	0,0100	5	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
910	PROFIL-22V-50	1,000 м	10	1,00	16x2,2	1600	1594	1684	-90	1,05	87,69	21,04	0,019	1,00	0,0196	20	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM X2 PROFIL-V, тип FTV 22, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
911	PROFIL-10V-50	0,900 м	9	0,90	16x2,2	600	580	611	-32	1,02	88,06	20,38	0,007	1,00	0,0073	3	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
912	PROFIL-11V-50	1,600 м	16	1,60	16x2,2	1620	1599	1648	-49	1,02	88,48	20,34	0,019	1,00	0,0198	20	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
913	PROFIL-10V-50	1,600 м	16	1,60	16x2,2	1120	1005	1072	-67	0,96	88,74	19,14	0,013	1,00	0,0137	10	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
914	PROFIL-10V-50	1,600 м	16	1,60	16x2,2	1100	1007	1054	-47	0,96	88,04	19,17	0,013	1,00	0,0135	9	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
915	PROFIL-11V-50	0,800 м	8	0,80	16x2,2	960	916	898	18	0,94	87,41	18,72	0,011	1,00	0,0118	7	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Помещение	Символ	Размер	Nit,шт	L,м	Dn,мм	ФНЛ,Вт	Фр,Вт	Фг,Вт	Фdef,Вт	Авт.	Θs,оС	Δθr,К	M,kg/c	AM	Q,л/с	Δр,Па	Производ	Описание
1001	PROFIL-11V-50	0,800 м	8	0,80	16x2,2	960	818	887	-69	0,92	86,69	18,48	0,011	1,00	0,0118	7	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1002	PROFIL-10V-50	1,800 м	18	1,80	16x2,2	1086	1067	1108	-41	1,02	85,82	20,41	0,013	1,00	0,0133	9	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1003	PROFIL-11V-50	0,500 м	5	0,50	16x2,2	645	548	568	-20	0,88	87,32	17,61	0,008	1,00	0,0079	3	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1004	PROFIL-10V-50	1,600 м	16	1,60	16x2,2	990	967	1011	-45	1,02	86,94	20,43	0,012	1,00	0,0121	8	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1005	PROFIL-12V-50	0,900 м	9	0,90	16x2,2	1190	1175	1159	16	0,97	86,35	19,48	0,014	1,00	0,0146	11	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM X2 PROFIL-V, тип FTV 12, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1006	PROFIL-11V-50	1,100 м	11	1,10	16x2,2	1200	1129	1161	-32	0,97	86,99	19,36	0,014	1,00	0,0147	11	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1007	PROFIL-33V-50	0,500 м	5	0,50	16x2,2	1200	1122	1313	-191	1,09	87,89	21,88	0,014	1,00	0,0147	11	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM X2 PROFIL-V, тип FTV 33, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1008	PROFIL-10V-50	1,200 м	12	1,20	16x2,2	780	765	767	-1	0,98	86,96	19,66	0,009	1,00	0,0096	5	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1009	PROFIL-10V-50	1,300 м	13	1,30	16x2,2	820	808	821	-13	1,00	86,65	20,02	0,010	1,00	0,0100	5	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1010	PROFIL-22V-50	1,000 м	10	1,00	16x2,2	1600	1594	1682	-89	1,05	87,65	21,03	0,019	1,00	0,0196	20	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM X2 PROFIL-V, тип FTV 22, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Помещение	Символ	Размер	Nit,шт	L,м	Dn,мм	ФНЛ,Вт	Фр,Вт	Фг,Вт	Фdef,Вт	Авт.	Θs,оС	Δθr,К	M,kg/c	AM	Q,л/с	Δр,Па	Производ	Описание
1011	PROFIL-10V-50	0,900 м	9	0,90	16x2,2	600	580	611	-31	1,02	88,03	20,36	0,007	1,00	0,0073	3	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота H = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1012	PROFIL-11V-50	1,600 м	16	1,60	16x2,2	1620	1599	1647	-48	1,02	88,44	20,33	0,019	1,00	0,0198	20	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота H = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1013	PROFIL-10V-50	1,600 м	16	1,60	16x2,2	1120	1005	1071	-66	0,96	88,71	19,13	0,013	1,00	0,0137	10	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота H = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1014	PROFIL-10V-50	1,600 м	16	1,60	16x2,2	1100	1007	1054	-46	0,96	88,00	19,16	0,013	1,00	0,0135	9	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота H = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1015	PROFIL-11V-50	0,800 м	8	0,80	16x2,2	960	916	898	18	0,94	87,37	18,70	0,011	1,00	0,0118	7	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота H = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1101	PROFIL-11V-50	0,800 м	8	0,80	16x2,2	960	818	886	-69	0,92	86,66	18,47	0,011	1,00	0,0118	7	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота H = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1102	PROFIL-10V-50	1,800 м	18	1,80	16x2,2	1086	1067	1108	-41	1,02	85,79	20,40	0,013	1,00	0,0133	9	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота H = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1103	PROFIL-11V-50	0,500 м	5	0,50	16x2,2	645	548	568	-19	0,88	87,29	17,60	0,008	1,00	0,0079	3	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота H = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1104	PROFIL-10V-50	1,600 м	16	1,60	16x2,2	990	967	1011	-44	1,02	86,91	20,42	0,012	1,00	0,0121	8	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота H = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1105	PROFIL-12V-50	0,900 м	9	0,90	16x2,2	1190	1175	1159	16	0,97	86,31	19,47	0,014	1,00	0,0146	11	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM X2 PROFIL-V, тип FTV 12, высота H = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Помещение	Символ	Размер	Nit,шт	L,м	Dn,мм	ФНЛ,Вт	Фр,Вт	Фг,Вт	Фdef,Вт	Авт.	Θs,оС	Δθr,К	M,kg/c	AM	Q,л/с	Δр,Па	Производ	Описание
1106	PROFIL-11V-50	1,100 м	11	1,10	16x2,2	1200	1129	1161	-31	0,97	86,96	19,35	0,014	1,00	0,0147	11	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1107	PROFIL-33V-50	0,500 м	5	0,50	16x2,2	1200	1122	1312	-190	1,09	87,86	21,87	0,014	1,00	0,0147	11	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM X2 PROFIL-V, тип FTV 33, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1108	PROFIL-10V-50	1,200 м	12	1,20	16x2,2	780	765	766	-1	0,98	86,92	19,65	0,009	1,00	0,0096	5	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1109	PROFIL-10V-50	1,300 м	13	1,30	16x2,2	820	808	820	-13	1,00	86,62	20,01	0,010	1,00	0,0100	5	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1110	PROFIL-22V-50	1,000 м	10	1,00	16x2,2	1600	1594	1681	-87	1,05	87,62	21,02	0,019	1,00	0,0196	20	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM X2 PROFIL-V, тип FTV 22, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1111	PROFIL-10V-50	0,900 м	9	0,90	16x2,2	600	580	611	-31	1,02	88,00	20,35	0,007	1,00	0,0073	3	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1112	PROFIL-11V-50	1,600 м	16	1,60	16x2,2	1620	1599	1646	-47	1,02	88,41	20,32	0,019	1,00	0,0198	20	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1113	PROFIL-10V-50	1,600 м	16	1,60	16x2,2	1120	1005	1070	-65	0,96	88,67	19,12	0,013	1,00	0,0137	10	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1114	PROFIL-10V-50	1,600 м	16	1,60	16x2,2	1100	1007	1053	-46	0,96	87,97	19,15	0,013	1,00	0,0135	9	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1115	PROFIL-11V-50	0,800 м	8	0,80	16x2,2	960	916	897	19	0,93	87,34	18,69	0,011	1,00	0,0118	7	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Помещение	Символ	Размер	Nit,шт	L,м	Dn,мм	ФНЛ,Вт	Фр,Вт	Фг,Вт	Фdef,Вт	Авт.	Θs,оС	Δθr,К	M,kg/c	AM	Q,л/с	Δр,Па	Производ	Описание
1201	PROFIL-11V-50	0,800 м	8	0,80	16x2,2	960	818	886	-68	0,92	86,62	18,46	0,011	1,00	0,0118	7	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1202	PROFIL-10V-50	1,800 м	18	1,80	16x2,2	1086	1067	1107	-40	1,02	85,75	20,38	0,013	1,00	0,0133	9	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1203	PROFIL-11V-50	0,500 м	5	0,50	16x2,2	645	548	567	-19	0,88	87,25	17,59	0,008	1,00	0,0079	3	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1204	PROFIL-10V-50	1,600 м	16	1,60	16x2,2	990	967	1010	-43	1,02	86,86	20,40	0,012	1,00	0,0121	8	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1205	PROFIL-12V-50	0,900 м	9	0,90	16x2,2	1190	1175	1158	17	0,97	86,27	19,46	0,014	1,00	0,0146	11	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM X2 PROFIL-V, тип FTV 12, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1206	PROFIL-11V-50	1,100 м	11	1,10	16x2,2	1200	1129	1160	-30	0,97	86,92	19,33	0,014	1,00	0,0147	11	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1207	PROFIL-33V-50	0,500 м	5	0,50	16x2,2	1200	1122	1311	-189	1,09	87,82	21,85	0,014	1,00	0,0147	11	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM X2 PROFIL-V, тип FTV 33, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1208	PROFIL-10V-50	1,200 м	12	1,20	16x2,2	780	765	766	0	0,98	86,88	19,63	0,009	1,00	0,0096	5	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1209	PROFIL-10V-50	1,300 м	13	1,30	16x2,2	820	808	820	-12	1,00	86,58	19,99	0,010	1,00	0,0100	5	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1210	PROFIL-22V-50	1,000 м	10	1,00	16x2,2	1600	1594	1680	-86	1,05	87,58	21,00	0,019	1,00	0,0196	20	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM X2 PROFIL-V, тип FTV 22, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Помещение	Символ	Размер	Nit,шт	L,м	Dn,мм	ФНЛ,Вт	Фр,Вт	Фг,Вт	Фdef,Вт	Авт.	Θs,оС	Δθr,К	M,kg/c	AM	Q,л/с	Δр,Па	Производ	Описание
1211	PROFIL-10V-50	0,900 м	9	0,90	16x2,2	600	580	610	-30	1,02	87,95	20,34	0,007	1,00	0,0073	3	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1212	PROFIL-11V-50	1,600 м	16	1,60	16x2,2	1620	1599	1645	-46	1,02	88,37	20,30	0,019	1,00	0,0198	20	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1213	PROFIL-10V-50	1,600 м	16	1,60	16x2,2	1120	1005	1070	-64	0,96	88,63	19,10	0,013	1,00	0,0137	10	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1214	PROFIL-10V-50	1,600 м	16	1,60	16x2,2	1100	1008	1052	-45	0,96	87,93	19,13	0,013	1,00	0,0135	9	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1215	PROFIL-11V-50	0,800 м	8	0,80	16x2,2	960	916	897	19	0,93	87,30	18,68	0,011	1,00	0,0118	7	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1301	PROFIL-11V-50	0,800 м	8	0,80	16x2,2	960	818	885	-67	0,92	86,57	18,44	0,011	1,00	0,0118	7	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1302	PROFIL-10V-50	1,800 м	18	1,80	16x2,2	1086	1067	1106	-39	1,02	85,70	20,36	0,013	1,00	0,0133	9	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1303	PROFIL-11V-50	0,500 м	5	0,50	16x2,2	645	548	567	-18	0,88	87,20	17,57	0,008	1,00	0,0079	3	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1304	PROFIL-10V-50	1,600 м	16	1,60	16x2,2	990	967	1009	-42	1,02	86,81	20,38	0,012	1,00	0,0121	8	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1305	PROFIL-12V-50	0,900 м	9	0,90	16x2,2	1190	1175	1157	18	0,97	86,22	19,44	0,014	1,00	0,0146	11	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM X2 PROFIL-V, тип FTV 12, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Помещение	Символ	Размер	Nit,шт	L,м	Dn,мм	ФНЛ,Вт	Фр,Вт	Фг,Вт	Фdef,Вт	Авт.	Θs,оС	Δθr,К	M,kg/c	AM	Q,л/с	Δр,Па	Производ	Описание
1306	PROFIL-11V-50	1,100 м	11	1,10	16x2,2	1200	1130	1159	-29	0,97	86,87	19,31	0,014	1,00	0,0147	11	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1307	PROFIL-33V-50	0,500 м	5	0,50	16x2,2	1200	1122	1310	-188	1,09	87,77	21,83	0,014	1,00	0,0147	11	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM X2 PROFIL-V, тип FTV 33, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1308	PROFIL-10V-50	1,200 м	12	1,20	16x2,2	780	765	765	0	0,98	86,83	19,61	0,009	1,00	0,0095	5	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1309	PROFIL-10V-50	1,300 м	13	1,30	16x2,2	820	808	819	-11	1,00	86,53	19,97	0,010	1,00	0,0100	5	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1310	PROFIL-22V-50	1,000 м	10	1,00	16x2,2	1600	1594	1678	-85	1,05	87,53	20,98	0,019	1,00	0,0196	20	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM X2 PROFIL-V, тип FTV 22, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1311	PROFIL-10V-50	0,900 м	9	0,90	16x2,2	600	580	610	-30	1,02	87,90	20,32	0,007	1,00	0,0073	3	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1312	PROFIL-11V-50	1,600 м	16	1,60	16x2,2	1620	1599	1643	-44	1,01	88,31	20,28	0,019	1,00	0,0198	20	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1313	PROFIL-10V-50	1,600 м	16	1,60	16x2,2	1120	1005	1069	-63	0,95	88,58	19,08	0,013	1,00	0,0137	10	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1314	PROFIL-10V-50	1,600 м	16	1,60	16x2,2	1100	1008	1051	-43	0,96	87,88	19,12	0,013	1,00	0,0135	9	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1315	PROFIL-12V-50	0,700 м	7	0,70	16x2,2	960	916	958	-42	1,00	87,25	19,97	0,011	1,00	0,0118	7	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM X2 PROFIL-V, тип FTV 12, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Помещение	Символ	Размер	Nit,шт	L,м	Dn,мм	ФНЛ,Вт	Фр,Вт	Фг,Вт	Фdef,Вт	Авт.	Θs,оС	Δθr,К	M,kg/c	AM	Q,л/с	Δр,Па	Производ	Описание
1401	PROFIL-11V-50	0,800 м	8	0,80	16x2,2	1000	854	897	-43	0,90	86,93	17,95	0,012	1,00	0,0123	8	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1402	PROFIL-11V-50	1,400 м	14	1,40	16x2,2	1460	1441	1446	-5	0,99	86,29	19,81	0,017	1,00	0,0179	17	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1403	PROFIL-12V-50	0,500 м	5	0,50	16x2,2	700	595	689	-94	0,98	87,38	19,69	0,008	1,00	0,0086	4	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM X2 PROFIL-V, тип FTV 12, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1404	PROFIL-11V-50	1,100 м	11	1,10	16x2,2	1180	1157	1159	-2	0,98	87,06	19,64	0,014	1,00	0,0144	11	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1405	PROFIL-12V-50	1,100 м	11	1,10	16x2,2	1400	1385	1411	-26	1,01	86,56	20,16	0,017	1,00	0,0171	15	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM X2 PROFIL-V, тип FTV 12, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1406	PROFIL-12V-50	1,100 м	11	1,10	16x2,2	1450	1378	1439	-61	0,99	87,21	19,85	0,017	1,00	0,0178	16	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM X2 PROFIL-V, тип FTV 12, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1407	PROFIL-33V-50	0,500 м	5	0,50	16x2,2	1345	1254	1340	-86	1,00	87,69	19,93	0,016	1,00	0,0165	14	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM X2 PROFIL-V, тип FTV 33, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1408	PROFIL-10V-50	1,400 м	14	1,40	16x2,2	920	905	895	10	0,97	86,90	19,47	0,011	1,00	0,0113	7	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1409	PROFIL-10V-50	1,600 м	16	1,60	16x2,2	980	968	1006	-39	1,03	86,78	20,53	0,012	1,00	0,0120	7	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1410	PROFIL-22V-50	1,100 м	11	1,10	16x2,2	1850	1844	1873	-30	1,01	87,71	20,25	0,022	1,00	0,0227	27	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM X2 PROFIL-V, тип FTV 22, высота Н = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Помещение	Символ	Размер	Nit,шт	L,м	Dn,мм	ФНЛ,Вт	Фр,Вт	Фг,Вт	Фdef,Вт	Авт.	Θs,оС	Δθr,К	M,kg/c	AM	Q,л/с	Δр,Па	Производ	Описание
1411	PROFIL-10V-50	1,000 м	10	1,00	16x2,2	700	679	685	-6	0,98	88,03	19,58	0,008	1,00	0,0086	4	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота H = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1412	PROFIL-11V-50	1,800 м	18	1,80	16x2,2	1820	1798	1850	-52	1,02	88,39	20,33	0,022	1,00	0,0223	26	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 11, высота H = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1413	PROFIL-10V-50	1,800 м	18	1,80	16x2,2	1350	1234	1219	15	0,90	88,62	18,06	0,016	1,00	0,0166	14	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота H = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1414	PROFIL-10V-50	1,800 м	18	1,80	16x2,2	1300	1207	1196	11	0,92	87,98	18,41	0,015	1,00	0,0159	13	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM PROFIL-V, тип FTV 10, высота H = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
1415	PROFIL-12V-50	0,700 м	7	0,70	16x2,2	1000	956	968	-12	0,97	87,37	19,37	0,012	1,00	0,0122	8	KERMI	Стальной панельный профильный вентильный радиатор THERM X2 PROFIL-V, тип FTV 12, высота H = 500 мм, с встроенным термостатическим вентилем.
154	PROFIL-11K-50	0,700 м	7	0,70	15	780	663	657	6	0,84	67,44	1,42	0,110	11,83	0,1123	1985	KERMI	Стальной панельный профильный компактный радиатор THERM PROFIL-K, тип FK0 11, высота H = 500 мм.
254	PROFIL-11K-50	0,700 м	7	0,70	15	650	617	683	-66	1,05	69,01	1,48	0,110	14,20	0,1124	1989	KERMI	Стальной панельный профильный компактный радиатор THERM PROFIL-K, тип FK0 11, высота H = 500 мм.
354	PROFIL-10K-50	1,000 м	10	1,00	15	650	616	614	2	0,94	70,44	1,33	0,110	14,20	0,1125	1992	KERMI	Стальной панельный профильный компактный радиатор THERM PROFIL-K, тип FK0 10, высота H = 500 мм.
454	PROFIL-10K-50	1,000 м	10	1,00	15	650	616	635	-20	0,98	71,93	1,38	0,110	14,20	0,1126	1996	KERMI	Стальной панельный профильный компактный радиатор THERM PROFIL-K, тип FK0 10, высота H = 500 мм.
554	PROFIL-10K-50	1,000 м	10	1,00	15	650	615	658	-42	1,01	73,46	1,42	0,110	14,20	0,1127	1999	KERMI	Стальной панельный профильный компактный радиатор THERM PROFIL-K, тип FK0 10, высота H = 500 мм.
654	PROFIL-10K-50	0,900 м	9	0,90	15	650	615	612	3	0,94	74,90	1,33	0,110	14,20	0,1128	2003	KERMI	Стальной панельный профильный компактный радиатор THERM PROFIL-K, тип FK0 10, высота H = 500 мм.
754	PROFIL-10K-50	0,900 м	9	0,90	15	650	614	631	-17	0,97	76,38	1,37	0,110	14,20	0,1129	2006	KERMI	Стальной панельный профильный компактный радиатор THERM PROFIL-K, тип FK0 10, высота H = 500 мм.

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Помещение	Символ	Размер	Nit,шт	L,м	Dn,мм	ФНЛ,Вт	Фр,Вт	Фг,Вт	Фdef,Вт	Авт.	Θs,оС	Δθr,К	M,kg/c	AM	Q,л/с	Δр,Па	Производ	Описание
854	PROFIL-10K-50	0,900 м	9	0,90	15	650	614	652	-38	1,00	77,91	1,41	0,110	14,20	0,1130	2010	KERMI	Стальной панельный профильный компактный радиатор THERM PROFIL-K, тип FK0 10, высота H = 500 мм.
954	PROFIL-10K-50	0,800 м	8	0,80	15	650	613	597	16	0,92	79,33	1,29	0,110	14,20	0,1131	2013	KERMI	Стальной панельный профильный компактный радиатор THERM PROFIL-K, тип FK0 10, высота H = 500 мм.
1054	PROFIL-10K-50	0,800 м	8	0,80	15	650	613	615	-2	0,95	80,79	1,33	0,110	14,20	0,1132	2017	KERMI	Стальной панельный профильный компактный радиатор THERM PROFIL-K, тип FK0 10, высота H = 500 мм.
1154	PROFIL-10K-50	0,800 м	8	0,80	15	650	613	633	-20	0,97	82,29	1,37	0,110	14,20	0,1133	2021	KERMI	Стальной панельный профильный компактный радиатор THERM PROFIL-K, тип FK0 10, высота H = 500 мм.
1254	PROFIL-10K-50	0,800 м	8	0,80	15	650	612	652	-40	1,00	83,84	1,41	0,110	14,20	0,1134	2025	KERMI	Стальной панельный профильный компактный радиатор THERM PROFIL-K, тип FK0 10, высота H = 500 мм.
1354	PROFIL-10K-50	0,800 м	8	0,80	15	650	611	671	-60	1,03	85,43	1,45	0,110	14,20	0,1136	2029	KERMI	Стальной панельный профильный компактный радиатор THERM PROFIL-K, тип FK0 10, высота H = 500 мм.
1454	PROFIL-10K-50	0,800 м	8	0,80	15	650	632	691	-59	1,06	87,07	1,50	0,110	14,20	0,1137	2033	KERMI	Стальной панельный профильный компактный радиатор THERM PROFIL-K, тип FK0 10, высота H = 500 мм.
253	PROFIL-10K-50	0,700 м	7	0,70	15	400	374	386	-12	0,96	66,10	1,36	0,068	14,18	0,0690	748	KERMI	Стальной панельный профильный компактный радиатор THERM PROFIL-K, тип FK0 10, высота H = 500 мм.
353	PROFIL-10K-50	0,700 м	7	0,70	15	400	374	401	-27	1,00	67,64	1,41	0,068	14,18	0,0690	749	KERMI	Стальной панельный профильный компактный радиатор THERM PROFIL-K, тип FK0 10, высота H = 500 мм.
453	PROFIL-10K-50	0,700 м	7	0,70	15	400	373	417	-43	1,04	69,24	1,47	0,068	14,18	0,0691	751	KERMI	Стальной панельный профильный компактный радиатор THERM PROFIL-K, тип FK0 10, высота H = 500 мм.
553	PROFIL-10K-50	0,600 м	6	0,60	15	400	373	371	3	0,93	70,68	1,31	0,068	14,18	0,0691	752	KERMI	Стальной панельный профильный компактный радиатор THERM PROFIL-K, тип FK0 10, высота H = 500 мм.
653	PROFIL-10K-50	0,600 м	6	0,60	15	400	373	383	-11	0,96	72,17	1,35	0,068	14,18	0,0692	753	KERMI	Стальной панельный профильный компактный радиатор THERM PROFIL-K, тип FK0 10, высота H = 500 мм.
753	PROFIL-10K-50	0,600 м	6	0,60	15	400	372	397	-24	0,99	73,71	1,40	0,068	14,18	0,0693	755	KERMI	Стальной панельный профильный компактный радиатор THERM PROFIL-K, тип FK0 10, высота H = 500 мм.
853	PROFIL-10K-50	0,600 м	6	0,60	15	400	372	411	-39	1,03	75,31	1,45	0,068	14,18	0,0693	756	KERMI	Стальной панельный профильный компактный радиатор THERM PROFIL-K, тип FK0 10, высота H = 500 мм.

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Помещение	Символ	Размер	Nit,шт	L,м	Dn,мм	ФНЛ,Вт	Фр,Вт	Фг,Вт	Фdef,Вт	Авт.	Θs,оС	Δθr,К	M,kg/c	AM	Q,л/с	Δр,Па	Производ	Описание
953	PROFIL-10K-50	0,600 м	6	0,60	15	400	372	425	-54	1,06	76,96	1,50	0,068	14,18	0,0694	757	KERMI	Стальной панельный профильный компактный радиатор THERM PROFIL-K, тип FK0 10, высота H = 500 мм.
1053	PROFIL-10K-50	0,500 м	5	0,50	15	400	371	366	5	0,92	78,41	1,29	0,068	14,18	0,0695	759	KERMI	Стальной панельный профильный компактный радиатор THERM PROFIL-K, тип FK0 10, высота H = 500 мм.
1153	PROFIL-10K-50	0,500 м	5	0,50	15	400	371	377	-7	0,94	79,90	1,33	0,068	14,18	0,0695	760	KERMI	Стальной панельный профильный компактный радиатор THERM PROFIL-K, тип FK0 10, высота H = 500 мм.
1253	PROFIL-10K-50	0,500 м	5	0,50	15	400	370	389	-19	0,97	81,44	1,37	0,068	14,18	0,0696	762	KERMI	Стальной панельный профильный компактный радиатор THERM PROFIL-K, тип FK0 10, высота H = 500 мм.
1353	PROFIL-10K-50	0,500 м	5	0,50	15	400	370	401	-31	1,00	83,03	1,41	0,068	14,18	0,0697	763	KERMI	Стальной панельный профильный компактный радиатор THERM PROFIL-K, тип FK0 10, высота H = 500 мм.
1453	PROFIL-10K-50	1,000 м	10	1,00	15	870	856	839	18	0,96	86,17	2,96	0,068	6,52	0,0698	766	KERMI	Стальной панельный профильный компактный радиатор THERM PROFIL-K, тип FK0 10, высота H = 500 мм.
152	PROFIL-10K-50	0,800 м	8	0,80	15	480	423	463	-40	0,96	68,14	1,68	0,066	11,48	0,0671	708	KERMI	Стальной панельный профильный компактный радиатор THERM PROFIL-K, тип FK0 10, высота H = 500 мм.
252	PROFIL-10K-50	0,600 м	6	0,60	15	350	323	361	-38	1,03	69,58	1,31	0,066	15,74	0,0671	709	KERMI	Стальной панельный профильный компактный радиатор THERM PROFIL-K, тип FK0 10, высота H = 500 мм.
352	PROFIL-10K-50	0,600 м	6	0,60	15	350	323	374	-51	1,07	71,08	1,36	0,066	15,74	0,0672	710	KERMI	Стальной панельный профильный компактный радиатор THERM PROFIL-K, тип FK0 10, высота H = 500 мм.
452	PROFIL-10K-50	0,500 м	5	0,50	15	350	322	322	1	0,92	72,39	1,17	0,066	15,74	0,0673	712	KERMI	Стальной панельный профильный компактный радиатор THERM PROFIL-K, тип FK0 10, высота H = 500 мм.
552	PROFIL-10K-50	0,500 м	5	0,50	15	350	322	332	-10	0,95	73,74	1,20	0,066	15,74	0,0673	713	KERMI	Стальной панельный профильный компактный радиатор THERM PROFIL-K, тип FK0 10, высота H = 500 мм.
652	PROFIL-10K-50	0,500 м	5	0,50	15	350	322	342	-20	0,98	75,13	1,24	0,066	15,74	0,0674	714	KERMI	Стальной панельный профильный компактный радиатор THERM PROFIL-K, тип FK0 10, высота H = 500 мм.
752	PROFIL-10K-50	0,500 м	5	0,50	15	350	321	352	-31	1,01	76,57	1,28	0,066	15,74	0,0674	715	KERMI	Стальной панельный профильный компактный радиатор THERM PROFIL-K, тип FK0 10, высота H = 500 мм.
852	PROFIL-10K-50	0,500 м	5	0,50	15	350	321	363	-42	1,04	78,05	1,32	0,066	15,74	0,0675	716	KERMI	Стальной панельный профильный компактный радиатор THERM PROFIL-K, тип FK0 10, высота H = 500 мм.

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Помещение	Символ	Размер	Nit,шт	L,м	Dn,мм	ФНЛ,Вт	Фр,Вт	Фг,Вт	Фdef,Вт	Авт.	Θs,оС	Δθr,К	M,kg/c	AM	Q,л/с	Δр,Па	Производ	Описание
952	PROFIL-10K-50	0,500 м	5	0,50	15	350	321	375	-54	1,07	79,57	1,36	0,066	15,74	0,0675	718	KERMI	Стальной панельный профильный компактный радиатор THERM PROFIL-K, тип FK0 10, высота H = 500 мм.
1052	PROFIL-10K-50	0,500 м	5	0,50	15	350	320	387	-66	1,10	81,15	1,40	0,066	15,74	0,0676	719	KERMI	Стальной панельный профильный компактный радиатор THERM PROFIL-K, тип FK0 10, высота H = 500 мм.
1152	PROFIL-10K-50	0,400 м	4	0,40	15	350	320	318	2	0,91	82,48	1,16	0,066	15,74	0,0677	720	KERMI	Стальной панельный профильный компактный радиатор THERM PROFIL-K, тип FK0 10, высота H = 500 мм.
1252	PROFIL-10K-50	0,400 м	4	0,40	15	350	320	327	-7	0,93	83,85	1,19	0,066	15,74	0,0677	722	KERMI	Стальной панельный профильный компактный радиатор THERM PROFIL-K, тип FK0 10, высота H = 500 мм.
1352	PROFIL-10K-50	0,400 м	4	0,40	15	350	319	335	-16	0,96	85,25	1,22	0,066	15,74	0,0678	723	KERMI	Стальной панельный профильный компактный радиатор THERM PROFIL-K, тип FK0 10, высота H = 500 мм.
1452	PROFIL-10K-50	0,400 м	4	0,40	15	350	336	344	-8	0,98	86,69	1,25	0,066	15,74	0,0679	724	KERMI	Стальной панельный профильный компактный радиатор THERM PROFIL-K, тип FK0 10, высота H = 500 мм.
1522	PROFIL-10K-50	0,800 м	8	0,80	15	480	450	441	9	0,92	66,19	1,60	0,066	11,48	0,0670	706	KERMI	Стальной панельный профильный компактный радиатор THERM PROFIL-K, тип FK0 10, высота H = 500 мм.