

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

Архитектурно-строительный институт

(наименование института полностью)

Центр инженерного оборудования

(наименование)

08.04.01 Строительство

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Современные системы обеспечения микроклимата зданий и сооружений

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)**

на тему Обеспечение микроклимата в центре художественной
гимнастики в г. Уфа

Студент

А.В. Розанова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент М.Н. Кучеренко

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2021

Содержание

Введение.....	5
1 Исходные данные для проектирования	8
1.1 Функциональное назначение объекта.....	8
1.2 Архитектурно-планировочное решение	8
1.3 Конструктивная схема объекта.....	9
1.4 Расчётные параметры наружного воздуха	9
1.5 Расчётные параметры внутреннего воздуха.....	10
1.6. Анализ по ощущениям комфортности.....	11
1.7 Характеристика технологических процессов.....	13
2 Аналитический обзор.....	14
2.1 Литературный обзор	14
2.1.1 Обзор нормативной и технической литературы.....	14
2.1.2 Рекомендации из практического опыта.....	19
2.2 Патентный поиск.....	21
2.2.1 Описание объекта патентного поиска	21
2.2.2 Формирование программы исследования	23
2.2.3 Выбор патентно-технической документации	24
2.2.4 Анализ сущности изобретений.....	24
2.2.5 Оценка преимуществ и недостатков аналогов.....	25
2.2.6 Определение тенденций развития.....	25
2.2.7 Выводы и рекомендации	26
3 Теплофизические расчеты наружных ограждений.....	26
3.1 Расчёт покрытия над спортивным залом.....	28
3.2 Расчёт покрытия над техническим этажом и лестничной клеткой.....	30
3.3 Расчёт цокольного перекрытия над подвалом	32
3.4 Расчёт стен спортзалов	34
3.5 Расчёт стен блока вспомогательных помещений (кладка из ячеистых блоков).....	37

3.6 Расчёт стен блока вспомогательных помещений (монолитная стена лестничной клетки)	39
3.7 Расчёт стены подвала.....	41
3.8 Расчёт пола, контактирующего с грунтом.....	44
3.9 Расчёт оконных проемов, балконных дверей спортзала и блока вспомогательных помещений	45
3.10 Расчёт наружных дверей	46
3.11 Результаты теплотехнического расчёта.....	47
4 Расчет теплопотерь	49
5 Расчёт теплопоступлений.....	50
5.1 Теплопоступления от людей.....	50
5.2 Теплопоступления от источников искусственного освещения.....	50
5.3 Теплопоступления от солнечной радиации.....	51
5.4 Теплопоступления от системы отопления.....	52
6 Тепловой баланс	54
7 Расчёт воздухообмена.....	55
8 Отопление	56
8.1 Конструирование системы отопления	56
8.2 Гидравлический расчёт трубопроводов системы отопления	58
8.3 Подбор насоса.....	62
8.4 Тепловой расчёт отопительных приборов.....	63
9 Вентиляция.....	65
9.1 Конструирование системы вентиляции	65
9.2 Выбор и расчёт воздухораспределительных устройств.....	68
9.3 Аэродинамический расчёт	69
9.4 Расчёт и подбор оборудования	70
9.5 Расчёт воздушно-тепловой завесы	71
9.6 Расчёт противодымной вентиляции.....	73
10 Кондиционирование.....	75
10.1 Конструирование системы кондиционирования	75

10.2 Подбор чиллера и фанкойлов	76
10.3 Гидравлический расчёт трубопроводов системы холодоснабжения...	76
10.4 Подбор насоса.....	77
11 Автоматизация.....	78
12 Техничко-экономический расчёт.....	80
Заключение	82
Список используемых источников.....	83
Приложение А Расчетные параметры внутреннего воздуха	88
Приложение Б Патентный поиск.....	92
Приложение В Расчёт тепловых потерь	97
Приложение Г Расчёт теплопоступлений.....	116
Приложение Д Расчет воздухообмена	121
Приложение Е Расчёт вентиляции	131
Приложение Ж Расчет кондиционирования	160

Введение

Актуальность НИР. Художественная гимнастика – один из самых популярных видов спорта в России. Наша страна на протяжении многих лет в этом виде спорта удерживает лидирующие позиции на мировой арене. В этой связи, возникает потребность в строительстве спортивных комплексов, где возможно обеспечить комфортные тренировки спортсменов и организацию соревнований как всероссийского, так и международного уровня.

Постановка проблемы. На сегодняшний день имеется проблема поддержания оптимальных параметров микроклимата в спортивных залах для занятий художественной гимнастикой. Художественная гимнастика очень требовательный вид спорта в плане поддержания микроклимата помещений. Необходимо поддерживать особую влажность внутри спортивного зала, так как если в помещении высокая влажность, то это мешает гимнасткам выполнять упражнения с предметом. Ленточка от влажности тяжелеет, это способствует появлению узлов во время упражнения, изменению траектории полета этого предмета. Также к уровню влажности чувствителен и мяч, от повышенной влажности мяч может соскальзывать из рук гимнастки.

Также одной из проблем является подвижность воздуха в залах. Необходимо соблюдать особые требования к подвижности воздуха при организации кондиционирования и вентиляции залов. В случае если будут превышены значения скорости внутреннего воздуха, воздушный поток будет «сдувать» предмет гимнастики с назначенной траектории, что не допустимо.

Даже на сегодняшний день имеются проблемы обеспечения необходимых параметров микроклимата на соревнованиях художественной гимнастики на уровне Чемпионатов Мира, Европы и Олимпийских Игр.

Цель работы заключается в проектировании систем отопления, вентиляции и кондиционирования в центре художественной гимнастики,

расположенного в городе Уфа, с учетом требований действующих норм и особенностей проведения соревнований.

Задачи в рамках выполнения НИР:

- 1) Найти и изучить нормативно-техническую литературу: ГОСТы, СП, СНиПы, требования ВФХГ. Составить литературный обзор, включающий в себя помимо нормативной литературы, журналы и книги;
- 2) Выполнить патентный поиск;
- 3) С целью определения оптимальных параметров микроклимата, выполнить анализ по ощущениям комфортности;
- 4) Определить расчётные параметры наружного и внутреннего воздуха;
- 5) Выполнить теплотехнический расчёт ограждающих конструкций;
- 6) Рассчитать тепловой и воздушный балансы;
- 7) Запроектировать системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, предусмотреть их автоматизацию;
- 8) Выбрать и рассчитать воздухораспределительные устройства в спортивном зале художественной гимнастики с учетом результатов анализа по ощущениям комфортности;
- 9) Привести технико-экономический расчет.

Объект исследования: центр художественной гимнастики в городе Уфа.

Предмет исследования: системы отопления, вентиляции и кондиционирования.

Методы исследования: В данной работе были применены теоретические, математические и эмпирические методы исследования. Были выполнены расчеты, изучена нормативно-техническая литература. На основании полученных результатов был выполнен анализ.

Научная новизна: Расчет воздухораспределения в спортивном зале был выполнен с учетом результатов анализа по ощущениям комфортности.

Практическая значимость работы: Результаты данного исследования могут быть полезны специалистам, занимающиеся

проектированием систем микроклимата для залов художественной гимнастики

Апробация результатов и публикации по теме работы. Особенности обеспечения микроклимата в центре художественной гимнастики были изложены в следующих публикациях:

1. Особенности определения параметров микроклимата для залов художественной гимнастики/ М.Н. Кучеренко, А.В. Розанова // Сборник студенческих работ «Студенческие дни науки в ТГУ» - Тольятти, 2020.

2. Особенности воздухораспределения в залах художественной гимнастики/ М.Н. Кучеренко, А.В. Розанова //Сборник студенческих работ «Студенческие дни науки в ТГУ» - Тольятти, 2021.

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 12 разделов на 162 страниц.

1 Исходные данные для проектирования

1.1 Функциональное назначение объекта

Объект – центр художественной гимнастики (далее ЦХГ), расположенный в городе Уфа, Дёменский район. Фасад здания ориентирован на север. ЦХГ является спортивным объектом. Предназначен для учебно-тренировочного процесса, а также для проведения соревнований всероссийского уровня. Здание включает в себя три зоны: спортивная, вспомогательная и дополнительная.

Функциональный тип здания – физкультурно-оздоровительный комплекс (ФОК). Спортивная зона включает в себя демонстрационный зал на 510 зрительских места для проведения соревнований (при отсутствии соревнований – как тренировочный), разминочный зал, тренировочный зал и зал хореографии.

Вспомогательная зона включает в себя раздевалки, помещения для судей, входные зоны для зрителей и для занимающихся, помещения для допинг-контроля.

Дополнительная зона включает в себя гостиницу для проживания спортсменов на 20 мест, медико-восстановительный центр, массажную и сауну, кафе на 42 посадочных места и административно-бытовые помещения.

Общая максимальная единовременная пропускная способность сооружения:

- 75 человек в тренировочном режиме;
- 50 человек в режиме соревнований, 510 зрителей.

1.2 Архитектурно-планировочное решение

Здание центра художественной гимнастики в плане имеет почти прямоугольную форму с отдельно выступающими частями. Здание разделено

на две основные части разной этажности. Габаритные размеры в плане между основными осями составляет 113350 × 63550 мм. Площадь застройки 5924,0 м². Строительный объём 77618,0 м³.

Одна часть здания является административно-бытовой и общественной. В этой части здания имеются подвал, два эксплуатируемых этажа и на третьем этаже технический этаж (венткамера). Высота этажа 4,5 м. Подвал неотапливаемый. Высота подвала 2,230 м.

Другая часть здания является спортивной, включающая в себя четыре спортивных зала. Эта часть здания является одноэтажной. Подвал отсутствует.

1.3 Конструктивная схема объекта

Конструктивная схема здания:

- гимнастические залы – сборный железобетонный каркас с обвязкой по продольным стенам балками из металлического проката и горизонтальным диском покрытия из металлических ферм с горизонтальными и вертикальными межферменными связями. Наружные стены - стеновые сэндвич-панели.

- блок вспомогательных помещений – монолитный железобетонный каркас из монолитных железобетонных колонн, пилонов и монолитных железобетонных диафрагм жесткости с монолитными железобетонными перекрытиями. Наружные стены надземной части здания являются заполнением между колоннами каркаса и приняты из газобетонных блоков.

1.4 Расчётные параметры наружного воздуха

Расчётные параметры наружного воздуха определены в соответствии с СП 131.13330.2018 «Строительная климатология»[23,п. 10.1] и СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий»[33] и приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Расчётные параметры наружного воздуха

Период года	Параметры А (Кондиционирование)				Параметры Б (Отопление, вентиляция)			
	t_n , °C	i_n , кДж/ч	φ_n , %	v_n , м/с	t_n , °C	i_n , кДж/ч	φ_n , %	v_n , м/с
ТП	25	49	68	1	28	53	52	1
ХП	-	-	-	-	-33	-33	76	3,9

Средняя продолжительность отопительного периода $z_{om} = 210$ суток (ХП).

Средняя температура наружного воздуха в отопительный период $t_{om} = -5,9^{\circ}\text{C}$ (ХП).

Среднее барометрическое давление $p_{бар} = 100,5$ кПа (ТП).

Зона влажности района строительства – Сухая.

1.5 Расчётные параметры внутреннего воздуха

Для определения расчётных параметров внутреннего воздуха необходимо руководствоваться СП 332.1325800.2017 «Спортивные сооружения. Правила проектирования»[30]. Согласно СП 332.1325800.2017: «При выборе расчетных параметров микроклимата при проектировании спортивных сооружений следует руководствоваться заданием на проектирование и требованиями соответствующих федераций»[30]. При этом расчетная температура и показатели воздухообмена в помещениях спортивных сооружений принимаются согласно [30, табл. 11].

Требования к параметрам микроклимата Всероссийской Федерации Художественной Гимнастики (ВФХГ) для спортивных залов художественной гимнастики описываются в техническом регламенте FIG 2017 [12].

Параметры микроклимата определяются также по СП [22], СП [25], ГОСТ [5], СП [26].

Значения принятых расчётных температур внутреннего воздуха приведены в таблице А.1 (Приложение А).

Параметры внутреннего воздуха для расчётных помещений приведены в таблицах 2,3.

Таблица 2 – Параметры внутреннего воздуха для расчётных помещений при проектировании кондиционирования (Спортивно-демонстрационное помещение, разминочный зал, зал хореографии, тренировочный зал)

Период года	t_e , $^{\circ}C$	φ_e , %	v_e , м/с
ТП	25	60	0,15
ХП	20	40	0,15

Таблица 3 – Параметры внутреннего воздуха для расчётных помещений при проектировании систем вентиляции (Спортивно-демонстрационное помещение, разминочный зал, зал хореографии, тренировочный зал)

Период года	t_e , $^{\circ}C$	φ_e , %	v_e , м/с
ТП	28	60	0,15
ХП	20	40	0,15

1.6. Анализ по ощущениям комфортности

В рамках выполнения исследования был проведён анализ по ощущениям комфортности, с целью определения оптимальных параметров микроклимата в спортивно-демонстрационном помещении для зоны выступлений. Анализ был выполнен по методике, изложенной в учебнике [8].

Ощущение теплового комфорта возникает при определенном сочетании параметров микроклимата. Изучением теплового комфорта занимался П.О. Фангер.

Область комфортного сочетания подвижности и температуры воздуха представлена на рисунке 1.

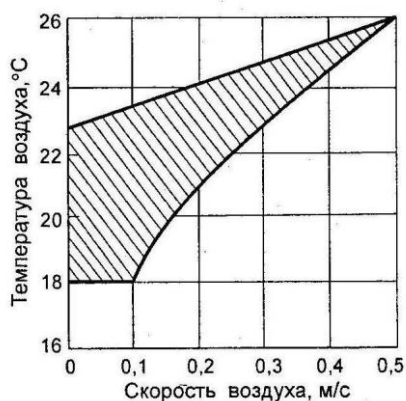


Рисунок 1 – Область комфортного сочетания подвижности и температуры воздуха

Область комфортного сочетания относительной влажности и температуры воздуха представлена на рисунке 2.

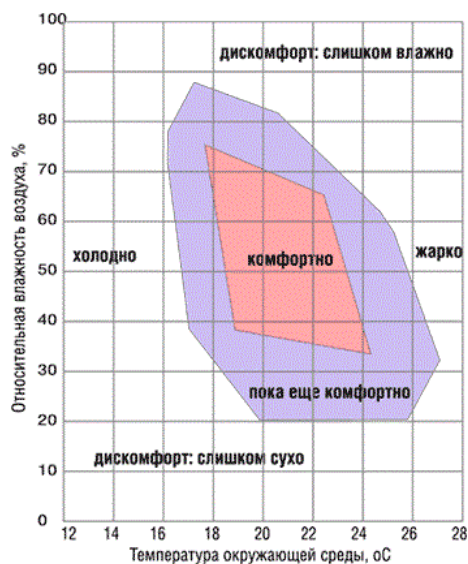


Рисунок 2 – Область комфортного сочетания относительной влажности и температуры воздуха

На основании рисунков 1 и 2 составлена таблица анализа ощущения комфортности (таблица 4).

Таблица 4 – Анализ ощущений комфортности

Температура воздуха $t, ^\circ C$	Относительная влажность воздуха $\varphi, \%$ (рисунок 1.2)	Скорость движения воздуха $v, м/с$ (рисунок 1.1)
20	40-60	0-0,15
21	40-60	0-0,2
22	40-60	0-0,25
22,8	40-55	0,3

На основании анализа по ощущениям комфортности с учётом требований ВФХГ и нормативных документов возможен следующий выбор параметров воздуха, представленный в таблице 5.

Таблица 5 – Выбор параметров микроклимата

Температура воздуха, С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
+ 20	40-60	0,15

1.7 Характеристика технологических процессов

В блоке помещений общепита имеются два помещения: доготовочный цех и моечная посуды. В этих помещениях располагается оборудование выделяющее вредности

В доготовочном цехе располагаются:

- оборудование для общепита - пароконвектомат на 6 уровней.

Выделяющиеся вредности – тепло и пар;

- плита электрическая 4-х комфорочная. Выделяющиеся вредности – тепло, жир, акролеин, запахи.

В помещении моечной посуды располагаются:

- машина посудомоечная. Выделяющиеся вредности – тепло и пар;

- ванна моечная трёхсекционная. Выделяющиеся вредности – тепло и пар.

Выводы к разделу 1.

Функциональный тип здания – физкультурно-оздоровительный комплекс (ФОК). Габаритные размеры в плане между основными осями составляет 113350 × 63550 мм. Площадь застройки 5924,0 м². Строительный объём 77618,0 м³. Здание разделено на две основные части разной этажности.

Был проведен анализ по ощущениям комфортности для спортивного зала. Были определены параметры наружного и внутреннего воздуха.

2 Аналитический обзор

2.1 Литературный обзор

2.1.1 Обзор нормативной и технической литературы

При разработке проектных решений по устройству систем отопления, вентиляции и кондиционирования для Центра Художественной Гимнастики необходимо руководствоваться следующими нормативными документами, приведённые в таблице 6.

Таблица 6 – Нормативно технические документы для проектирования ЦХГ

№ п/п	Номер СП, ГОСТ	Наименование нормативно-технического документа
1	СП 60.13330.2016	«Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха». Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003 [34]
2	СП 7.13130.2013	Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности [35]
3	СП 31-112-2004	Часть 1 «Физкультурно-спортивные залы» [29]
4	СП 118.13330.2012	«Общественные здания и сооружения». Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009 [22]
5	СП 332.1325800.2017	Спортивные сооружения. Правила проектирования». [30]
6	СП 2.1.2.3304-15	«Санитарно-эпидемиологические требования к размещению, устройству и содержанию объектов спорта» [25].
7	СП 160.1325800.2014	«Здания и комплексы многофункциональные правила проектирования» [24]
8	СП 383.1325800.2018	«Комплексы физкультурно-оздоровительные. Правила проектирования» [31]
9	СП 2.3.6.2202-07	«Санитарно-эпидемиологические требования к организациям общественного питания, изготовлению и оборотоспособности в них пищевых продуктов и продовольственного сырья» [26]

Рекомендации СП 332.1325800.2017. Проектирование систем вентиляции рассчитывается исходя, что заполнение зрительских мест составляет 100 %.

В спортивных залах рекомендуется рассчитывать воздухообмен и со зрителями, и без них, то есть в двух режимах.

Для спортивных залов, душевых, раздевален, массажных, административных, инженерно-технических, бытовых и технических помещений, помещений инструкторско-тренерского персонала, помещений медицинского назначения следует предусматривать самостоятельные системы приточной и вытяжной вентиляции.

При совмещении воздушного отопления с вентиляцией и кондиционированием допускается применение рециркуляции при обеспечении нормативной подачи наружного воздуха и фильтрации рециркуляционного воздуха. Рекомендуется предусматривать обеззараживание рециркуляционного воздуха для спортивных залов со зрителями.

В спортивных залах с вместимостью более 200 человек для зоны размещения зрителей и спортивной зоны следует предусматривать независимые системы вентиляции и кондиционирования.

Спортивные залы без мест для зрителей, объемом не менее 80 м³ на каждого одновременно занимающегося, допускается проектировать с естественной приточно-вытяжной вентиляцией с обеспечением однократного воздухообмена в 1 ч. При проектировании естественной приточно-вытяжной вентиляции рекомендуется предусматривать неорганизованную подачу наружного воздуха в спортивные залы с использованием в качестве приточных устройств открывающихся фрамуг в нижней и верхней частях витражей.

Нагревательные приборы систем отопления следует устанавливать преимущественно у наружных стен залов с учетом размещения спортивного оборудования. В помещениях с влажным и мокрым режимами ниши в наружных стенах для размещения нагревательных приборов не устраиваются. Нагревательные приборы и трубопроводы в спортивных залах не должны, как правило, выступать из плоскости стен в пределах высоты 2 м от пола.

В спортивных залах размещение элементов системы вентиляции и отопления (воздуховоды, решетки, нагревательные приборы и трубопроводы) следует проектировать в нишах (на высоте до 2 м от уровня пола) или без ниш (выше 2 м от уровня пола). Установка защитных экранов или иных защитных средств обязательна.

Рекомендации СП 160.1325800.2014. Системы вентиляции и кондиционирования воздуха следует проектировать с возможностью их автономного регулирования из помещения, в котором находится пользователь.

При устройстве центральной системы кондиционирования следует применять безопасный хладагент; при местной допускается применять фреон или подобные ему хладагенты. Не допускается устанавливать оконные кондиционеры.

Воздуховоды вентиляции помещений общественного назначения не допускается прокладывать через жилые помещения. Они могут быть размещены в лестничных клетках или внеквартирных коридорах.

Напорные участки воздуховодов систем вентиляции, в воздухе которых могут быть вредные вещества 1–2-го класса опасности, не следует прокладывать внутри здания.

Рекомендации СП 383.1325800.2018. Теплоснабжение ФОК или отдельных групп помещений может быть осуществлено от централизованных, автономных или индивидуальных источников теплоты.

Системы внутреннего теплоснабжения следует присоединять к тепловым сетям централизованного теплоснабжения или автономного источника теплоты через автоматизированные индивидуальные или индивидуальные тепловые пункты, обеспечивающие гидравлический и тепловой режимы систем внутреннего теплоснабжения.

Допускается совмещать ИТП с помещениями установок вентиляции и кондиционирования воздуха.

Остальные рекомендации дублируются с СП 332.1325800.2017.

Рекомендации СП 118.13330.2012. Для конференц-залов, обеденного зала столовой, вестибюля, фойе следует предусматривать отдельные ветви систем водяного отопления с отключающими устройствами вне этих помещений.

Для помещений, не оборудованных системой механической приточной вентиляции, следует предусматривать открывающиеся регулируемые форточки или воздушные клапаны для подачи наружного воздуха, размещаемые на высоте не менее 2 м от пола.

Для санузлов и помещений общественного питания следует предусматривать самостоятельные системы вытяжной вентиляции.

Удаление воздуха из номеров, имеющих санузлы, следует предусматривать через санузлы с устройством переточных решеток в нижней части санузлов, как показано на рисунке 3.



Рисунок 3 – Пример устройства переточной решетки в нижней части двери

Вытяжную вентиляцию с естественным побуждением допускается предусматривать в помещениях зданий с расчетным количеством менее 300 человек и высотой 1–3 этажа.

Рекомендации СП 31-112-2004. Физкультурно спортивные залы.
Часть 1

Необходимое количество приточного воздуха определяют расчетом из условия ассимиляции избытков тепла, однако приток наружного воздуха не должен быть менее 80 м²/ч на 1 занимающегося в смену.

Рекомендуемые параметры воздуха можно обеспечить системой воздушного отопления, совмещенного с приточной вентиляцией. В этом случае в системе приточной вентиляции необходимо предусматривать рециркуляцию воздуха.

Систему вытяжной вентиляции из санитарных узлов и курительных допускается объединять с системой вытяжной вентиляции из душевых.

Неорганизованную подачу наружного воздуха в спортивные залы при проектировании естественной приточно-вытяжной вентиляции рекомендуется осуществлять, используя в качестве приточных устройств открывающиеся фрамуги в нижней и верхней частях витражей.

Подавать воздух в зал и удалять его следует из верхней зоны. Приточные устройства размещаются преимущественно со стороны, противоположной основным световым проемам, вытяжные устройства рекомендуется размещать там же. Приточно-вытяжные устройства можно располагать и с двух противоположных торцовых стен.

Нагревательные приборы устанавливаются преимущественно у наружных ограждений залов в увязке с размещением спортивного оборудования. В помещениях с влажным и мокрым режимами ниши в наружных стенах для размещения нагревательных приборов не устраиваются.

Нагревательные приборы и трубопроводы в спортивных залах не должны, как правило, выступать из плоскости стен в пределах высоты до 2 м

от пола. В случаях, когда элементы вентиляционных систем (воздуховоды, решетки, а также нагревательные приборы и трубопроводы) выступают из плоскости стен или вынужденно устанавливаются на высоте до 2 м от пола, они закрываются щитами или иными средствами, исключающими ожоги и другие возможные травмы занимающихся.

По проектированию систем отопления, вентиляции и кондиционирования в спортивных сооружениях, по типу похожих на ЦХГ, имеются статьи [10], [13], [14],[15],[17], [18].

2.1.2 Рекомендации из практического опыта

Для спортивных залов характерен большой воздухообмен. Поэтому в системах кондиционирования рекомендуется обслуживать такое помещение несколькими агрегатами воздухоподготовки.

Возможен вариант обогрева спортивного зала только воздушным отоплением.

Для регулирования распределения воздуха и избегания резких перепадов рекомендуется устройство воздухозаборных решеток недалеко от сидячих мест, на уровне более низком, чем трибуны.

Для подачи воздуха в больших спортивных залах с высокими потолками рекомендуется применять сферические сопла [14].

На практике в спортивных залах применяется горизонтальная система отопления. Пример показан на рисунке 4.



Рисунок 4 – Пример горизонтальной системы отопления в спортивных залах

Для обеденной зоны подача и удаление воздуха из горячего цеха может осуществляться через зонты, располагаемые над кухонным оборудованием, как показано на рисунке 5.



Рисунок 5 – Пример устройства вентиляционных зонтов над кухонным оборудованием

В гостиничных номерах часто принимают приток воздуха естественным неорганизованным через открываемые регулируемые оконные фрамуги.

Для вентиляции спортивных залов часто используются приточно-вытяжные вентустановки. Пример установки показан на рисунке 6.



Рисунок 6 – Приточно-вытяжная вентустановка

Вредные выделения для спортивных залов – тепловыделения. Для душевых – влаговыделения.

Согласно требованиям СП 60.13330.2016 [34] при центральном входе следует предусмотреть устройство воздушно-тепловых завес. Пример устройства завесы представлен на рисунке 7.



Рисунок 7 – Пример устройства воздушно-тепловой завесы при входе в здание

2.2 Патентный поиск

2.2.1 Описание объекта патентного поиска

Для обеспечения равномерного распределения воздуха в помещении применяют воздухораспределители.

Особенность при подборе воздухораспределительных устройств для спортивного зала художественной гимнастики является обеспечения низкой подвижности воздуха внутри помещения. Оптимальным для такого случая воздухораспределительным устройством является сопловой диффузор с вихревым дефлектором (рисунок 8).

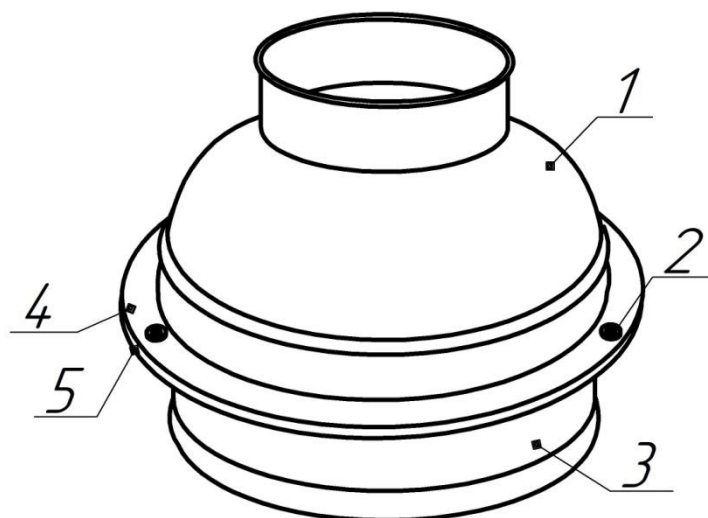


Рисунок 8 – Сопловой диффузор с вихревым дефлектором

Сопловой диффузор подходит для больших в плане помещений с высокими потолками, в том числе для спортивных залов.

За счёт наличия вихревых насадок уменьшается скорость потока воздуха.

Таким образом, в качестве предмета патентного исследования выбираем устройство – сопловой диффузор (англ. Jet Nozzle Diffuser). Конфигурация соплового диффузора показана на рисунке 9.



1 – подвижная сферическая центральная вставка (сопло); 2 – отверстия под самонарезающиеся винты 3 – соединительный патрубок; 4 – внешнее кольцо; 5 – внутреннее кольцо

Рисунок 9 – Сопловой диффузор (сопловой воздухораспределитель)

2.2.2 Формирование программы исследования

Целью исследования соплового диффузора для патентного поиска – выбор оптимальной конфигурации данного воздухораспределителя для данных условий.

Сопловой диффузор является устройством, так как он имеет конструктивные элементы, имеющие определенное взаимное расположение в пространстве. Как свойственно устройству, сопловой диффузор имеет материал, из которого он выполнен, его возможно охарактеризовать в статическом состоянии. Он имеет определенную геометрическую форму.

Странами лидерами по производству воздухораспределителей является Россия, Италия, Швеция (Systemair, Lindab), Финляндия (Halton), Германия (TROX, FläktGroup), Великобритания (RCM products), Китай

Исследуемое устройство – сопловой диффузор. Это устройство имеет следующие особенности :

- сопло имеет возможность поворачиваться, т.е. изменять направление подачи воздуха;
- наличие внешнего и внутреннего кольца;
- имеет отверстия под самонарезающие винты для крепления.

Определение рубрики МПК:

Раздел F – Механика. Освещение. Отопление. Двигатели и насосы. Оружие и боеприпасы. Взрывные работы.

Класс F24 – Нагрев; вентиляция; печи и плиты.

Подкласс F24F – Кондиционирование воздуха; увлажнение воздуха; вентиляция; использование воздушных потоков для экранирования.

Группа F24F13 – Конструктивные элементы, общие для кондиционирования, увлажнения воздуха, вентиляции и использования воздушных потоков для экранирования.

Подгруппа F24F13/06 – Выпускные элементы для направления или распределения воздуха в помещениях или пространствах, например потолочные рассеиватели.

Определение рубрики УДК:

УДК 628.83 – Вентиляция помещений. Распределение и подача

В качестве источников информации принимаем справочные и учебные пособия, статьи журналов, реестр патентов России, США, Великобритании, Франции и Японии.

Исходя из первичного анализа сопловых диффузоров, принимаем глубину патентного поиска в 30 лет.

2.2.3 Выбор патентно-технической документации

Регламент патентного поиска приведён в таблице 7. Научно-техническая документация, отобранная для патентного анализа, приведена в таблице Б.1(Приложение Б). Патентная документация, отобранная для патентного анализа, приведена в таблице Б.2 (приложение Б).

Таблица 7 – Регламент поиска

Объект: Сопловой диффузор				
Вид исследований: исследование достигнутого уровня развития объекта техники и определение тенденций развития				
Дата проведения поиска: с 1.09.2019 до 31.12.2019.				
Предмет поиска	Страна поиска	Индексы МПК и УДК	Глубина поиска	Источники информации
1	2	3	4	5
Сопловой диффузор	Россия (СССР)	F24F13/06	30	Сайт: www.fips.ru
	ФРГ	628.83		Сайт: www.patent.gov.uk
	США			Сайт: www.dpma.de
	Франция			Сайт: www.uspto.dov
	Япония			Сайт: www.inpi.fr
				Сайт: www.jpo.go.jp/e/
				Журнал «АВОК»
				Журнал «Мир климата»
			Сайт производителя https://arktos.pro/	

2.2.4 Анализ сущности изобретений

Из таблицы Б.1 для дальнейшего анализа принимаем четыре последних патента, первый исключаем.

2.2.5 Оценка преимуществ и недостатков аналогов

Базовый вариант соплового диффузора представлен на рисунке 9. Оценки преимуществ и недостатков аналогов представлен в таблице 8. Базовому варианту проставляем нули.

Таблица 8 – Оценка преимуществ и недостатков аналогов

Показатели	База	Аналоги			
		Россия патент 21 647 U1	Россия патент 2 307 987 C1	Россия патент 2 231 720 C1	Россия патент 2 247 903 C1
Обеспечение низкой подвижности воздуха внутри помещения	0	+3	+3	+3	+3
Простота конструкции	0	+3	+2	+2	+1
Надёжность и долговечность конструкции	0	+4	+2	+2	+1
Простота в эксплуатации	0	+3	0	+2	+1
Эстетика	0	+3	+1	+1	+1
Суммарный балл	0	+16	+8	+10	+7

Из таблицы 2.4 больше всего подходит воздухораспределитель по патентному поиску с номером документа 21 647, автор Гончаров А.В. Это изобретение имеет несложную конструкцию, прост в эксплуатации. В этом изобретении достигнута главная цель – повышение интенсивности затухания приточных струй воздуха.

2.2.6 Определение тенденций развития

В настоящее время продолжается усовершенствование конструкции соплового диффузора. Сопловые диффузоры стараются изготавливать из материалов устойчивых к коррозии и ультрафиолету. Также сопловые диффузоры совершенствуются в плане автоматизации. Существуют модели, в которых угол наклона сопла изменяется автоматически в зависимости от температуры подаваемого воздуха. Также ещё выпускают сопловые диффузоры с электроприводом, а также с ручным изменением наклона сопла.

Также наблюдается повышение декоративных требований. Происходит усовершенствование креплений диффузоров. Конструкцию воздухораспределителя принимают такой, чтобы с наружной стороны не было видно креплений. Также сейчас возможно применение сопловых диффузоров различных оттенков.

2.2.7 Выводы и рекомендации

Сопловой диффузор может применяться для залов с высокими потолками. Применение возможно, как для систем вентиляции, так и для систем кондиционирования.

Во всех найденных изобретениях имеются свои достоинства и недостатки.

На основании проведённого анализа останавливаемся на варианте предложенного итальянским производителем воздухораспределительных устройств. Изображение выбранного соплового диффузора представлено на рисунке 2.6. Особенностью данного соплового диффузора является наличие вихревого дефлектора, способствующего снижению скорости подаваемой струи.

Выводы к разделу 2.

Был проведен литературный обзор. В качестве объекта по патентному поиску был выбран сопловой диффузор.

3 Теплофизические расчеты наружных ограждений

Теплотехнический расчёт выполняется на основании СП50.133330.2012 [33] и СП 23-101-2004 [28].

Градусо-сутки отопительного периода, °С·сут/год, определяются по формуле:

$$ГСОП = (t_{\text{в}} - t_{\text{ом}}) \cdot z_{\text{ом}}, \quad (3.1)$$

Требуемое сопротивление передачи ограждающей конструкции определяется по формуле согласно СП [33, табл.3]:

$$R_0^{mp} = a \cdot ГСОП + b, \quad (3.2)$$

где a, b - коэффициенты, определяемые для каждой конструкции здания отдельно

Нормируемое значение теплопередачи определяется согласно СП [33, формула 5.1] по формуле:

$$R_0^{норм} = R_0^{mp} \cdot m_p \quad (3.3)$$

Где m_p - коэффициент учитывающий особенности региона строительства. Принимаем $m_p = 1$

Требуемое условное сопротивление теплопередачи определяется по формуле:

$$R_0^{усл.мп} = \frac{R_0^{мп}}{r} \quad (3.4)$$

где r - коэффициент теплотехнической однородности, значения для стен принимаем согласно ГОСТ Р 54851-2011 [6, табл.1].

$$r = r_1 \cdot r_2$$

Условное требуемое сопротивление теплопередаче определяется по формуле:

$$R_0^{усл.мп} = \frac{1}{\alpha_в} + \sum R_s + \frac{1}{\alpha_н}, \quad (3.5)$$

где $\alpha_в$ - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции;

$\alpha_н$ - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции;

R_s - термическое сопротивление слоя однородного ограждения, которое определяется по формуле 3.6.

$$R_s = \delta_s / \lambda_s \quad (3.6)$$

Далее определяем приведенное сопротивление теплопередачи с фактическим значением толщины утеплителя $\delta_{факт}$. Фактическое значение толщины утеплителя будет отличаться от требуемого тем, что фактическое определяется с учетом выпускаемых типоразмеров утеплителя.

Коэффициент теплопередачи определяется по формуле:

$$k = \frac{1}{R_0^{усл.мп}} \quad (3.7)$$

Коэффициент $\alpha_в$ определяется по СП 50.13330.2012 [33, табл.4]. Коэффициент $\alpha_н$ определяется по СП 50.13330.2012 [33, табл.6]. Во всех случаях принимаем $\alpha_в = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ \text{C})$. Коэффициент $\alpha_н$ принимаем для

наружных стен и бесчердачного покрытия $\alpha_n = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ \text{С})$, а для перекрытия над неотапливаемым подвалом $\alpha_n = 6 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ \text{С})$.

Далее проверяем условие на удовлетворение санитарно-гигиеническим требованиям для температуры внутренних поверхностей ограждающих конструкций. Расчетный температурный перепад Δt_0 не должен превышать значения нормируемых величин Δt_n , т.е.:

$$\Delta t_0 \leq \Delta t_n$$

Расчётный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающих конструкций определяется по формуле:

$$\Delta t_0 = \frac{(t_s - t_n)}{R_0^{np} \cdot \alpha_s} \quad (3.8)$$

Температура внутренней поверхности ограждающих конструкций должна быть больше или равна точке россы:

$$\tau_s \geq t_p \quad (3.9)$$

Температура внутренней поверхности ограждающей конструкции определяется по формуле:

$$\tau_s = t_s - \Delta t_0 \quad (3.10)$$

3.1 Расчёт покрытия над спортивным залом

Градусо-сутки отопительного периода определяем по формуле 3.1:

$$ГСОП = (20 - (-5,9)) \cdot 210 = 5439 \text{ } ^\circ \text{С} \cdot \text{сут}$$

Значение коэффициентов принимаем $a = 0,0004$; $b = 1,6$ по СП 50.13330.2012 [33, табл.3].

Базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче определяем по формуле 3.2: $R_0^{mp} = 0,0004 \cdot 5439 + 1,6 = 3,78 (\text{м}^2 \cdot ^\circ \text{С})/\text{Вт}$

Нормируемое значение приведенного сопротивления определяется по формуле 3.3: $R_0^{норм} = 3,78 \cdot 1 = 3,78 (\text{м}^2 \cdot ^\circ \text{С})/\text{Вт}$.

Требуемое условное сопротивление теплопередачи определяем по формуле 3.4: $R_0^{ysl.mp} = \frac{3,78}{0,92} = 4,109 (м^2 \cdot ^\circ C) / Bm$.

Принимаем коэффициент оценки внутренних креплений в ограждении для покрытия $r_1 = 1$. Значение коэффициента оценки примыкания других ограждений $r_2 = 0,92$. $r = 1 \cdot 0,92 = 0,92$.

Состав покрытия над спортивным залом приведён в таблице 9.

Таблица 9 – Состав покрытия над спортивным залом

№ п/п	Наименование материала	Толщина δ , м	Плотность, ρ_0 , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м ⁰ С)
1	Водоизоляционный ковер – полимерная мембрана (ТУ 577-018-56818267-2005)	0,0015	600	0,17
2	Утеплитель-минераловатная плита (ТУ 5762-016-56846022-2013)	0,05	190	0,045
3	Утеплитель-минераловатная плита (ТУ 5762-016-56846022-2013)	х	125	0,042
4	Пароизоляция – 1 слой техноэласт ЭПП (ТУ 5774-003-00287852-99)	0,005	400	0,17
5	Стальной профилированный настил СКН 157-800-1,2	0,0012	7850	58

Примечание: значения плотности и коэффициентов теплопроводности были подобраны по СП50.13330.2012 [табл. Г1, 2]. Условие эксплуатации ограждающих конструкций А.

Условное требуемое сопротивление теплопередаче определяется по формуле 3.5:

$$R_0^{ysl.mp} = 1/\alpha_e + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + 1/\alpha_n$$

$$\delta_3 = \left(R_0^{ysl.mp} - \frac{1}{\alpha_e} - R_1 - R_2 - R_3 - R_4 - R_5 - 1/\alpha_n \right) \cdot \lambda_3$$

$$\delta_3 = \left(4,109 - \frac{1}{8,7} - \frac{1}{8,7} - \frac{0,0015}{0,17} - \frac{0,05}{0,045} - \frac{0,005}{0,17} - \frac{0,0012}{58} - \frac{1}{23} \right) \cdot 0,042 = 0,117 м$$

Фактическая толщина утеплителя $\delta_3^{факт} = 120 мм$

Приведенное сопротивление теплопередаче определяется по формуле:

$$R_0^{ysl.np} = 1/\alpha_e + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + 1/\alpha_n \quad (3.11)$$

$$R_0^{ysl.np} = 1/8,7 + 0,0015/0,17 + 0,05/0,045 + 0,120/0,042 + 0,005/0,17 + 0,0012/58 + 1/23$$

$$R_0^{ysl.np} = 4,16 (м^2 \cdot ^\circ C) / Bm$$

$$R_0^{ysl.np} = 4,16 (м^2 \cdot ^\circ C) / Bm > R_0^{ysl.mp} = 4,11 (м^2 \cdot ^\circ C) / Bm$$

Коэффициент теплопередачи определяется по формуле 3.7:

$$k = \frac{1}{4,16} = 0,240 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$$

Расчётный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности покрытия определяем по формуле 3.8:

$$\Delta t_0 = (20 - (-33))/4,16 \cdot 8,7 = 1,46^\circ\text{С} \leq 4,0^\circ\text{С}$$

Условие выполняется.

Температура точки росы $t_p = 9,28^\circ\text{С}$ по СП 23-101-2004 [19, прил. Р] при $\varphi_e = 50\%$.

Проверка выполнение условия 3.9:

$$18,54 \geq 9,28$$

Условие выполняется.

Температура внутренней поверхности покрытия определяется по формуле 3.10:

$$t_e = 20 - 1,46 = 18,54^\circ\text{С}$$

3.2 Расчёт покрытия над техническим этажом и лестничной клеткой

Градусо-сутки отопительного периода определяем по формуле 3.1:

$$ГСОП = (16 - (-5,9)) \cdot 210 = 4599^\circ\text{С} \cdot \text{сут}$$

Значение коэффициентов принимаем $a = 0,0004$; $b = 1,6$ по СП 50.13330.2012 [33, табл.3].

Базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче определяем по формуле 3.2:

$$R_0^{mp} = 0,0004 \cdot 4599 + 1,6 = 3,44 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})/\text{Вт}$$

Нормируемое значение приведенного сопротивления определяется по формуле 3.3:

$$R_0^{норм} = 3,44 \cdot 1 = 3,44 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})/\text{Вт}$$

Требуемое условное сопротивление теплопередачи определяем по формуле 3.4:

$$R_0^{ysl.mp} = \frac{3,44}{0,92} = 3,74 (m^2 \cdot ^\circ C) / Bm$$

Принимаем коэффициент оценки внутренних креплений в ограждении для покрытия $r_1 = 1$. Значение коэффициента оценки примыкания других ограждений $r_2 = 0,92$.

$$r = 1 \cdot 0,92 = 0,92$$

Состав покрытия над спортивным залом приведён в таблице 10.

Таблица 10 – Состав покрытия над спортивным залом

№ п/п	Наименование материала	Толщина δ , м	Плотность, ρ_0 , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м ⁰ С)
1	Водоизоляционный ковер – полимерная мембрана (ТУ 577-018-56818267-2005)	0,0015	600	0,17
2	Утеплитель-минераловатная плита (ТУ 5762-016-56846022-2013)	0,05	190	0,045
3	Утеплитель-минераловатная плита (ТУ 5762-016-56846022-2013)	х	125	0,042
4	Пароизоляция – 1 слой техноэласт ЭПП (ТУ 5774-003-00287852-99)	0,005	400	0,17
5	Стальной профилированный настил СКН 157-800-1,2	0,0012	7850	58

Примечание: значения плотности и коэффициентов теплопроводности были подобраны по СП50.13330.2012 [табл.Т1, 2]. Условие эксплуатации ограждающих конструкций А.

Условное требуемое сопротивление теплопередаче определяется по формуле 3.5:

$$R_0^{ysl.mp} = 1/\alpha_e + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + 1/\alpha_n$$

$$\delta_3 = \left(R_0^{ysl.mp} - \frac{1}{\alpha_e} - R_1 - R_2 - R_3 - R_4 - R_5 - 1/\alpha_n \right) \cdot \lambda_3$$

$$\delta_3 = \left(3,74 - \frac{1}{8,7} - \frac{1}{8,7} - \frac{0,0015}{0,17} - \frac{0,05}{0,045} - \frac{0,005}{0,17} - \frac{0,0012}{58} - \frac{1}{23} \right) \cdot 0,042 = 0,105 \text{ м}$$

Фактическая толщина утеплителя $\delta_3^{факт} = 110 \text{ мм}$

Приведенное сопротивление теплопередаче определяется по формуле:

$$R_0^{ysl.np} = 1/\alpha_e + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + 1/\alpha_n \quad (3.12)$$

$$R_0^{ysl.np} = 1/8,7 + 0,0015/0,17 + 0,05/0,045 + 0,120/0,042 + 0,005/0,17 + 0,0012/58 + 1/23$$

$$R_0^{ysl.np} = 3,90 (m^2 \cdot ^\circ C) / Bm$$

$$R_0^{ysl.np} = 3,90 (m^2 \cdot ^\circ C) / Bm > R_0^{ysl.mp} = 3,74 (m^2 \cdot ^\circ C) / Bm$$

Коэффициент теплопередачи определяется по формуле 3.7:

$$k = \frac{1}{3,90} = 0,260 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$$

Расчётный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности покрытия определяем по формуле 3.8:

$$\Delta t_0 = (20 - (-33))/3,90 \cdot 8,7 = 1,44^\circ\text{С} \leq 4,0^\circ\text{С}$$

Условие выполняется.

Проверка выполнение условия 3.9:

$$14,56 \geq 5,6$$

Условие выполняется.

Температура внутренней поверхности покрытия определяется по формуле 3.10:

$$\tau_g = 16 - 1,46 = 14,56^\circ\text{С}$$

Температура точки росы $t_p = 5,6^\circ\text{С}$ по СП 23-101-2004 [28, прил. Р] при $\varphi_g = 50\%$.

3.3 Расчёт цокольного перекрытия над подвалом

Градусо-сутки отопительного периода определяем по формуле 3.1:

$$ГСОП = (20 - (-5,9)) \cdot 210 = 5439^\circ\text{С} \cdot \text{сут}$$

Значение коэффициентов принимаем $a = 0,00035$; $b = 1,3$ по СП 50.13330.2012 [33, табл.3].

Значение требуемого сопротивления теплопередачи определяем по формуле 3.2:

$$R_0^{тр(подвал)} = 0,00035 \cdot 5439 + 1,3 = 3,20 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})/\text{Вт}$$

Определяем коэффициент n_t по формуле:

$$n_t = \frac{(t_g^* - t_n^*)}{(t_g - t_n)} \quad (3.13)$$

где $t_g^* = +20^\circ\text{С}$ - температура внутреннего воздуха для цокольного перекрытия

$t_n^* = +5^{\circ}C$ - температура наружного воздуха для цокольного перекрытия
(температура подвала)

$$n_t = \frac{20 - 5}{20 + 33} = 0,28$$

Значение требуемого сопротивления теплопередаче определяем по формуле:

$$R_0^{mp} = n \cdot R_0 \quad (3.14)$$

$$R_0^{mp} = 0,283 \cdot 3,20 = 0,91 (\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}) / \text{Вт}$$

Нормируемое значение теплопередачи: $R_0^{норм} = 0,91 \cdot 1 = 0,91 (\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}) / \text{Вт}$

Требуемое условное сопротивление теплопередаче определяем по формуле 3.4:

$$R_0^{усл. mp} = \frac{0,91}{0,92} = 0,99 (\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}) / \text{Вт}$$

Принимаем коэффициент оценки внутренних креплений в ограждении для покрытия $r_1 = 1$. Значение коэффициента оценки примыкания других ограждений $r_2 = 0,92$.

$$r = 1 \cdot 0,92 = 0,92$$

Таблица 11 – Состав цокольного покрытия над теплым подвалом

№ п/п	Наименование материала	Толщина δ , м	Плотность, ρ_0 , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м ² ·°C)
1	Линолеум	0,005	1800	0,35
2	Стяжка из легкого бетона В7,5	0,095	1200	0,44
3	Пароизоляция – 1 слой полиэтиленовой плёнки	В расчёте не учитывается		
4	Утеплитель-минераловатная плита (ТУ 5762-016-56846022-2013)	х	190	0,045
5	Железобетонная монолитная плита покрытия	0,2	2500	1,92
Примечание: значения плотности и коэффициентов теплопроводности были подобраны по СП50.13330.2012 [2, табл.Т1, 2]. Условие эксплуатации ограждающих конструкций А.				

Условное требуемое сопротивление теплопередаче определяется по формуле 3.5:

$$R_0^{усл. mp} = 1/\alpha_e + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + 1/\alpha_n$$

$$\delta_4 = \left(R_0^{усл. mp} - \frac{1}{\alpha_e} - R_1 - R_2 - R_3 - R_5 - 1/\alpha_n \right) \cdot \lambda_4$$

$$\delta_4 = \left(0,99 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,0015}{0,35} - \frac{0,095}{0,44} - \frac{0,020}{1,92} - \frac{1}{12} \right) \cdot 0,045 = 0,022 \text{ м}$$

Фактическая толщина утеплителя $\delta_3^{\text{факт}} = 30 \text{ мм}$.

Приведенное сопротивление теплопередаче определяем по формуле:

$$R_0^{\text{усл.нр}} = 1/\alpha_e + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6 + R_7 + 1/\alpha_n \quad (3.15)$$

$$R_0^{\text{усл.нр}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,0015}{0,35} + \frac{0,095}{0,44} + \frac{0,030}{0,045} + \frac{0,200}{1,92} + \frac{1}{12}$$

$$R_0^{\text{усл.нр}} = 1,16 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}$$

$$R_0^{\text{нр}} = 1,16 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт} > R_0^{\text{усл.нр}} = 0,99 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}$$

Коэффициент теплопередачи определяем по формуле 3.7:

$$k = \frac{1}{1,16} = 0,86 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

Расчётный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности покрытия определяем по формуле 3.8:

$$\Delta t_0 = (5 - (+20)) / (1,198 \cdot 8,7) = -1,49 \text{ °C} \leq 4,0 \text{ °C}$$

Условие выполняется.

Температура внутренней поверхности покрытия определяется по формуле 3.10:

$$t_e = 20 - 1,44 = 18,51 \text{ °C}$$

Температура точки росы $t_p = -4,03 \text{ °C}$ по СП 23-101-2004 [28, прил. Р] при $\varphi_e = 50\%$

$$t_e = 18,51 \text{ °C} \geq t_p = -4,03 \text{ °C}$$

Условие выполняется.

3.4 Расчёт стен спортзалов

Градусо-сутки отопительного периода определяем по формуле 3.1:

$$ГСОП = (20 - (-5,9)) \cdot 210 = 5439 \text{ °C} \cdot \text{сут}$$

Значение коэффициентов принимаем $a = 0,0003$; $b = 1,2$ по СП 50.13330.2012 [33,табл.3].

Требуемое значение теплопередачи определяем по формуле 3.2:

$$R_0^{mp} = 0,0003 \cdot 5439 + 1,2 = 2,83 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}$$

Нормируемое значение теплопередачи определяем по формуле 3.3:

$$R_0^{норм} = 2,83 \cdot 1 = 2,83 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}$$

Требуемое условное сопротивление теплопередачи определяем по формуле 3.4:

$$R_0^{усл.мп} = \frac{2,83}{0,75} = 3,77 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}$$

Принимаем коэффициент оценки внутренних креплений в ограждении для покрытия $r_1 = 1$. Значение коэффициента оценки примыкания других ограждений $r_2 = 0,75$.

$$r = 1 \cdot 0,75 = 0,75$$

Состав стены спортзала приведён в таблице 12.

Таблица 12 – Состав стены спортзала

№ п/п	Наименование материала	Толщина δ , м	Плотность, ρ_0 , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·°C)
1	Стеновые сэндвич-панели	x	-	-

Примечание: значения плотности и коэффициентов теплопроводности были подобраны по СП50.13330.2012 [2, табл.Т1, 2]. Условие эксплуатации ограждающих конструкций А.

Условное требуемое сопротивление теплопередаче определяется по формуле 3.5:

$$R_0^{ysl.mp} = 1/\alpha_e + R_1 + 1/\alpha_n$$

$$R_1 = R_0^{ysl.mp} - 1/\alpha_e - 1/\alpha_n$$

$$R_1 = 3,77 - 1/8,7 - 1/23 = 3,612 (m^2 \cdot ^\circ C) / Bm$$

Принимаем сэндвич панель согласно каталогу производителя толщиной 150 мм с приведенным сопротивлением передаче

$$R_0^{ysl.np} = 3,81 (m^2 \cdot ^\circ C) / Bm$$

Приведенное сопротивление теплопередаче определяем по формуле:

$$R_0^{ysl.np} = 1/\alpha_e + R_1 + 1/\alpha_n \quad (3.16)$$

$$R_0^{ysl.np} = \frac{1}{8,7} + 3,81 + \frac{1}{12} = 3,968 (m^2 \cdot ^\circ C) / Bm$$

$$R_0^{np} = 3,968 (m^2 \cdot ^\circ C) / Bm > R_0^{ysl.np} = 3,77 (m^2 \cdot ^\circ C) / Bm$$

Коэффициент теплопередачи определяем по формуле 3.7:

$$k = \frac{1}{3,968} = 0,25 Bm / (m^2 \cdot ^\circ C)$$

Расчётный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности покрытия определяем по формуле 3.8:

$$\Delta t_0 = (20 - (-33)) / (3,968 \cdot 8,7) = 1,54^\circ C \leq 4,5^\circ C$$

Условие выполняется

Температура внутренней поверхности покрытия определяем по формуле 3.9:

$$\tau_e = 20 - 1,54 = 18,46^\circ C$$

Температура точки росы $t_p = 9,28^{\circ}\text{C}$ по СП 23-101-2004 [28, прил. Р] при $\varphi_e = 50\%$

$$\tau_e = 18,46^{\circ}\text{C} \geq t_p = 9,28^{\circ}\text{C}$$

Условие выполняется

3.5 Расчёт стен блока вспомогательных помещений (кладка из ячеистых блоков)

Градусо-сутки отопительного периода определяем по формуле 3.1:

$$ГСОП = (20 - (-5,9)) \cdot 210 = 5439^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}$$

Значение коэффициентов принимаем $a = 0,0003$; $b = 1,2$ по СП 50.13330.2012 [33, табл.3].

Требуемое значение теплопередачи определяем по формуле 3.2:

$$R_0^{mp} = 0,0003 \cdot 5439 + 1,2 = 2,83 (\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}) / \text{Вт}$$

Нормируемое значение теплопередачи определяем по формуле 3.3:

$$R_0^{норм} = 2,83 \cdot 1 = 2,83 (\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}) / \text{Вт}$$

Требуемое условное сопротивление теплопередачи определяем по формуле 3.4: $R_0^{усл.мп} = \frac{2,83}{0,75} = 3,77 (\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}) / \text{Вт}$

Принимаем коэффициент оценки внутренних креплений в ограждении для покрытия $r_1 = 1$. Значение коэффициента оценки примыкания других ограждений $r_2 = 0,75$.

$$r = 1 \cdot 0,75 = 0,75$$

Таблица 13 – Состав стены блока вспомогательных помещений

№ п/п	Наименование материала	Толщина δ , м	Плотность, ρ_0 , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м ² ·°C)
1	Кладка из ячеистых блоков автоклавного твердения	0,500	500	0,22
2	Утеплитель: минераловатные плиты в составе навесной фасадной системы	x	180	0,045

Примечание: значения плотности и коэффициентов теплопроводности были подобраны по СП50.13330.2012 [2, табл.Т1, 2]. Условие эксплуатации ограждающих конструкций А.

Условное требуемое сопротивление теплопередаче определяется по формуле 3.5:

$$R_0^{ysl.mp} = 1/\alpha_e + R_1 + R_2 + 1/\alpha_n$$

$$R_2 = R_0^{ysl.mp} - 1/\alpha_e - R_1 - 1/\alpha_n$$

$$\delta_2 = \left(R_0^{ysl.mp} - \frac{1}{\alpha_e} - R_1 - 1/\alpha_n \right) \cdot \lambda_2$$

$$\delta_2 = \left(3,77 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,500}{0,22} - \frac{1}{23} \right) \cdot 0,045 = 0,0603 \text{ м}$$

Фактическая толщина утеплителя $\delta_2^{факт} = 70 \text{ мм}$.

Приведенное сопротивление теплопередаче определяем по формуле:

$$R_0^{ysl.np} = 1/\alpha_e + R_1 + R_2 + 1/\alpha_n \quad (3.17)$$

$$R_0^{ysl.np} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,500}{0,22} + \frac{0,070}{0,045} + \frac{1}{23} = 3,983 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}$$

$$R_0^{np} = 3,983 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт} > R_0^{норм} = 3,77 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}$$

Коэффициент теплопередачи определяем по формуле 3.7:

$$k = \frac{1}{3,983} = 0,25 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

Расчётный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности покрытия определяется по формуле 3.8:

$$\Delta t_0 = (20 - (-33)) / 3,983 \cdot 8,7 = 1,53 \text{ °C} \leq 4,5 \text{ °C}$$

Условие выполняется

Температура внутренней поверхности покрытия определяем по формуле 3.9:

$$\tau_e = 20 - 1,53 = 18,47 \text{ °C}$$

Температура точки росы $t_p = 9,28 \text{ °C}$ принимаем по СП 23-101-2004 [28, прил. Р] при $\varphi_e = 50\%$

$$\tau_e = 18,47 \text{ °C} \geq t_p = 9,28 \text{ °C}$$

Условие выполняется.

3.6 Расчёт стен блока вспомогательных помещений (монолитная стена лестничной клетки)

Градусо-сутки отопительного периода определяем по формуле 3.1:

$$ГСОП = (16 - (-5,9)) \cdot 210 = 4599 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$$

Значение коэффициентов принимаем $a = 0,0003$; $b = 1,2$ по СП 50.13330.2012 [33, табл.3].

Требуемое значение теплопередачи определяем по формуле 3.2:

$$R_0^{mp} = 0,0003 \cdot 4599 + 1,2 = 2,58 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) / \text{Вт}$$

Нормируемое значение теплопередачи определяем по формуле 3.3:

$$R_0^{норм} = 2,58 \cdot 1 = 2,58 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) / \text{Вт}$$

Требуемое условное сопротивление теплопередачи определяем по формуле 3.4:

$$R_0^{усл. mp} = \frac{2,58}{0,75} = 3,44 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) / \text{Вт}$$

Принимаем коэффициент оценки внутренних креплений в ограждении для покрытия $r_1 = 1$. Значение коэффициента оценки примыкания других ограждений $r_2 = 0,75$.

$$r = 1 \cdot 0,75 = 0,75$$

Состав стены блока вспомогательных помещений приведен в таблице 14.

Таблица 14 – Состав стены блока вспомогательных помещений

№ п/п	Наименование материала	Толщина δ , м	Плотность, ρ_0 , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м ² ·°C)
1	Монолитный железобетон	0,200	2500	0,22
2	Утеплитель: минераловатные плиты в составе навесной фасадной системы	х	180	0,045

Примечание: значения плотности и коэффициентов теплопроводности были подобраны по СП50.13330.2012 [2, табл.Т1, 2]. Условие эксплуатации ограждающих конструкций А.

Условное требуемое сопротивление теплопередаче определяется по формуле 3.5:

$$R_0^{усл. mp} = 1/\alpha_e + R_1 + R_2 + 1/\alpha_n$$

$$R_2 = R_0^{усл.мп} - 1/\alpha_e - R_1 - 1/\alpha_n$$

$$\delta_2 = \left(R_0^{усл.мп} - \frac{1}{\alpha_e} - R_1 - 1/\alpha_n \right) \cdot \lambda_2$$

$$\delta_2 = \left(3,27 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,200}{1,92} - \frac{1}{23} \right) \cdot 0,045 = 0,107 м$$

Фактическая толщина утеплителя $\delta_2^{факт} = 110 мм$.

Приведенное сопротивление теплопередаче определяем по формуле:

$$R_0^{усл.нр} = 1/\alpha_e + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6 + R_7 + 1/\alpha_n \quad (3.18)$$

$$R_0^{усл.нр} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,200}{1,92} + \frac{0,100}{0,045} + \frac{1}{23} = 3,51 (м^2 \cdot ^\circ C) / Вт$$

$$R_0^{нр} = 3,51 (м^2 \cdot ^\circ C) / Вт > R_0^{норм} = 3,44 (м^2 \cdot ^\circ C) / Вт$$

Коэффициент теплопередачи определяем по формуле 3.7:

$$k = \frac{1}{3,51} = 0,28 Вт / (м^2 \cdot ^\circ C)$$

Расчётный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности покрытия определяется по формуле 3.8:

$$\Delta t_0 = (16 - (-33)) / 3,29 \cdot 8,7 = 1,60^\circ C \leq 4,5^\circ C$$

Условие выполняется

Температура внутренней поверхности покрытия определяем по формуле 3.9:

$$\tau_e = 16 - 1,60 = 14,40^\circ C$$

Температура точки росы $t_p = 5,6^\circ C$ принимаем по СП 23-101-2004 [28, прил. Р] при $\varphi_e = 50\%$

$$\tau_e = 14,40^\circ C \geq t_p = 5,6^\circ C$$

Условие выполняется.

3.7 Расчёт стены подвала

При расчёте стены подвала, приводиться теплотехнический расчёт для монолитного железобетона и для газобетона, так как часть стен подвала выполнено из железобетона, а часть из газобетонных блоков.

Градусо-сутки отопительного периода определяем по формуле 3.1:

$$ГСОП = (20 - (-5,9)) \cdot 210 = 5439 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$$

Значение коэффициентов принимаем $a = 0,0003$; $b = 1,2$ по СП 50.13330.2012 [33, табл.3].

Требуемое значение теплопередачи определяем по формуле 3.2:

$$R_0^{mp} = 0,0003 \cdot 5439 + 1,2 = 2,83 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) / \text{Вт}$$

Определяем коэффициент n_t по формуле 3.12:

$$n_t = (20 - 5) / (20 + 33) = 0,283 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) / \text{Вт}$$

Значение требуемого сопротивления теплопередаче определяем по формуле 3.13:

$$R_0^{mp} = 0,283 \cdot 2,83 = 0,801$$

Нормируемое значение теплопередачи определяем по формуле 3.3:

$$R_0^{норм} = 0,801 \cdot 1 = 0,801 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) / \text{Вт}$$

Требуемое условное сопротивление теплопередачи определяем по формуле 3.4:

$$R_0^{усл. mp} = \frac{0,81}{0,75} = 1,068 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) / \text{Вт}$$

Принимаем коэффициент оценки внутренних креплений в ограждении для покрытия $r_1 = 1$. Значение коэффициента оценки примыкания других ограждений $r_2 = 0,75$.

$$r = 1 \cdot 0,75 = 0,75$$

Состав стены приведен в таблице 15

Таблица 15 – Состав стены (монолитный железобетон)

№ п/п	Наименование материала	Толщина δ , м	Плотность, ρ_0 , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·°C)
1	Монолитный железобетон	0,200	2500	1,92
2	Утеплитель: пенополистирол	x	14	0,043

Примечание: значения плотности и коэффициентов теплопроводности были подобраны по СП50.13330.2012 [2, табл.Т1, 2]. Условие эксплуатации ограждающих конструкций А.

Условное требуемое сопротивление теплопередаче определяется по формуле 3.5:

$$R_0^{ysl.mp} = 1/\alpha_e + R_1 + R_2 + 1/\alpha_n$$

$$R_2 = R_0^{ysl.mp} - 1/\alpha_e - R_1 - 1/\alpha_n$$

$$\delta_2 = \left(R_0^{ysl.mp} - \frac{1}{\alpha_e} - R_1 - 1/\alpha_n \right) \cdot \lambda_2$$

$$\delta_2 = \left(1,068 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,200}{1,92} - \frac{1}{23} \right) \cdot 0,043 = 0,035 \text{ м}$$

Фактическая толщина утеплителя $\delta_2^{факт} = 40 \text{ мм}$.

Приведенное сопротивление теплопередаче определяем по формуле:

$$R_0^{ysl.np} = 1/\alpha_e + R_1 + R_2 + 1/\alpha_n \quad (3.19)$$

$$R_0^{ysl.np} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,200}{1,92} + \frac{0,040}{0,043} + \frac{1}{23} = 1,192 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)}/\text{Вт}$$

$$R_0^{np} = 1,192 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)}/\text{Вт} > R_0^{норм} = 1,068 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)}/\text{Вт}$$

Коэффициент теплопередачи определяем по формуле 3.7:

$$k = \frac{1}{1,192} = 0,84 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

Расчётный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности покрытия определяется по 3.8:

$$\Delta t_0 = (5 - 20)/1,192 \cdot 8,7 = -1,45^\circ \text{C} \leq 4,5^\circ \text{C}$$

Условие выполняется

Температура внутренней поверхности покрытия определяем по формуле 3.9: $\tau_e = 5 + 1,45 = 6,45^\circ \text{C}$

Температура точки росы $t_p = -4,03^{\circ}\text{C}$ по СП 23-101-2004[28, прил. Р] при $\varphi_e = 50\%$

$$\tau_e = 6,45^{\circ}\text{C} \geq t_p = -4,03^{\circ}\text{C}$$

Условие выполняется.

Состав стены приводится в таблице 16.

Таблица 16 – Состав стены (газобетон)

№ п/п	Наименование материала	Толщина δ , м	Плотность, ρ_0 , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м ⁰ С)
1	Газобетонные блоки	0,300	800	0,60
2	Утеплитель: пенополистирол	x	14	0,043

Примечание: значения плотности и коэффициентов теплопроводности были подобраны по СП50.13330.2012 [табл.Т1, 2]. Условие эксплуатации ограждающих конструкций А.

Условное требуемое сопротивление теплопередаче определяется по формуле 3.5:

$$R_0^{усл.мп} = 1/\alpha_e + R_1 + R_2 + 1/\alpha_n$$

$$R_2 = R_0^{усл.мп} - 1/\alpha_e - R_1 - 1/\alpha_n$$

$$\delta_2 = \left(R_0^{усл.мп} - \frac{1}{\alpha_e} - R_1 - 1/\alpha_n \right) \cdot \lambda_2$$

$$\delta_2 = \left(1,068 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,300}{0,60} - \frac{1}{23} \right) \cdot 0,043 = 0,018\text{ м}$$

Фактическая толщина утеплителя $\delta_2^{факт} = 20\text{ мм}$.

Приведенное сопротивление теплопередаче определяем по формуле 3.19:

$$R_0^{усл.нр} = 1/\alpha_e + R_1 + R_2 + 1/\alpha_n \quad (3.20)$$

$$R_0^{усл.нр} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,300}{0,600} + \frac{0,020}{0,043} + \frac{1}{23} = 1,123 (\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})/\text{Вт}$$

$$R_0^{нр} = 1,123 (\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})/\text{Вт} > R_0^{норм} = 1,068 (\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})/\text{Вт}$$

Коэффициент теплопередачи определяем по формуле 3.7:

$$k = \frac{1}{1,123} = 0,89 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$$

Расчётный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности покрытия определяется по формуле 3.8:

$$\Delta t_0 = (5 - 20) / 1,123 \cdot 8,7 = -1,54^{\circ}C \leq 4,5^{\circ}C$$

Условие выполняется

Температура внутренней поверхности покрытия определяем по формуле 3.9:

$$\tau_{\epsilon} = 5 + 1,54 = 6,54^{\circ}C$$

Температура точки росы $t_p = -4,03^{\circ}C$ по СП 23-101-2004 [28, прил. Р] при $\varphi_{\epsilon} = 50\%$

$$\tau_{\epsilon} = 6,54^{\circ}C \geq t_p = -4,03^{\circ}C$$

Условие выполняется

3.8 Расчёт пола, контактирующего с грунтом

Конструктивной особенностью здания является то, что здание в плане состоит из двух блоков. В первом блоке отметка пола подвала составляет -2,550 м. Во втором блоке подвал отсутствует, отметка пола составляет 0,000. Данная особенность показана на рисунке 10.

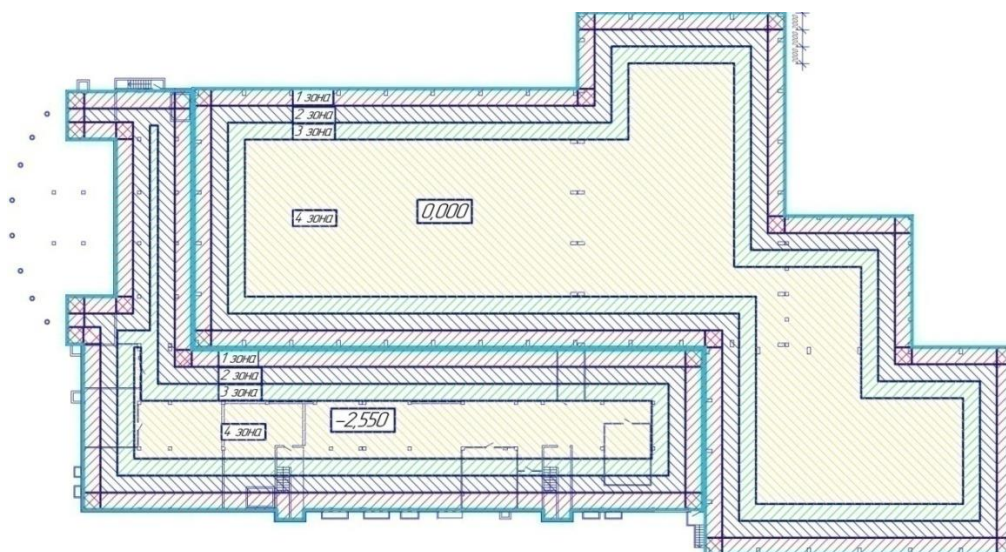


Рисунок 10 – План здания с разбивкой на зоны для теплотехнического расчёта

Ширина каждой зоны равняется 2000 мм. Стены подвала утеплены, поэтому первая зона начинается от края внутренней стены.

Площади зон для участка с отметкой пола -2,550 м: $F_I^1 = 568,8 \text{ м}^2$;
 $F_I^2 = 484,77 \text{ м}^2$; $F_I^3 = 354,6 \text{ м}^2$; $F_I^4 = 433,3 \text{ м}^2$.

Площади зон для участка с отметкой пола 0,000 м: $F_{II}^1 = 692,1 \text{ м}^2$;
 $F_{II}^2 = 645,83 \text{ м}^2$; $F_{II}^3 = 610,6 \text{ м}^2$; $F_{II}^4 = 1835,2 \text{ м}^2$.

Нормативные значения сопротивления теплопередачи принимаем согласно СП 50.13330.2012 [33, прил. Е7]

$R_n^1 = 2,1 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) / \text{Вт}$; $R_n^2 = 4,3 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) / \text{Вт}$; $R_n^3 = 8,6 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) / \text{Вт}$; $R_n^4 = 14,2 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) / \text{Вт}$.

Общая площадь пола контактирующего с грунтом

$$F_{\text{общ}}^1 = F_I^1 + F_I^2 + F_I^3 + F_I^4$$

$$F_{\text{общ}}^1 = 568,8 + 484,8 + 354,6 + 433,3 = 1841,5 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{общ}}^2 = 692,1 + 645,83 + 610,6 + 1835,2 = 3783,7 \text{ м}^2$$

Приведенное сопротивление теплопередаче полов по грунту:

$$R_{0,нр} = F_{\text{общ}} / \Sigma (F_i / R_n^i)$$

$$R_{0,нр}^1 = 1841,5 / (568,8 / 2,1 + 484,8 / 4,3 + 354,6 / 8,6 + 433,3 / 14,2) = 4,04 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) / \text{Вт}$$

$$R_{0,нр}^2 = 3783,7 / (692,1 / 2,1 + 645,8 / 4,3 + 610,6 / 8,6 + 1835,2 / 14,2) = 5,56 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) / \text{Вт}$$

Коэффициент теплопередачи определяем по формуле 3.7:

$$k_1 = \frac{1}{4,04} = 0,25 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) ; k_2 = \frac{1}{5,56} = 0,18 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) .$$

3.9 Расчёт оконных проемов, балконных дверей спортзала и блока вспомогательных помещений

Градусо-сутки отопительного периода определяем по формуле 3.1:

$$ГСОП = (20 - (-5,9)) \cdot 210 = 5439 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$$

Значение коэффициентов принимаем $a = 0,00005$; $b = 0,2$ по СП 50.13330.2012 [33, табл.3].

Требуемое значение теплопередачи определяем по формуле 3.2:

$$R_0^{np} = 0,00005 \cdot 5439 + 0,2 = 0,47 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}$$

Нормируемое значение теплопередачи определяем по формуле 3.3:

$$R_0^{\text{норм}} = 0,47 \cdot 1 = 0,47 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}$$

Для остекления проемов в спортзале принимаем витражные конструкции с заполнением двухкамерным стеклопакетом, для проемов в блоке вспомогательных помещений принимаем оконные блоки из алюминиевого профиля с заполнением двухкамерным стеклопакетом.

Приведенное сопротивление теплопередаче согласно паспорту изделия в обоих случаях:

$$R_0^{np} = 0,71 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}$$

Коэффициент теплопередачи определяем по формуле 3.7:

$$k = \frac{1}{0,71} = 1,41 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

Приведенное сопротивление глухой части балконной двери определяется по формуле:

$$R_{0.г.л.}^{np} = 1,5 \cdot R_{0.осм.}^{np} \quad (3.21)$$

$$R_{0.г.л.}^{np} = 1,5 \cdot 0,71 = 1,065 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}$$

Принимаем глухую балконную дверь с приведенным сопротивлением

$$R_{0.г.л.}^{np.факт} = 1,075 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}.$$

Коэффициент теплопередачи определяем по формуле 3.7:

$$k = \frac{1}{1,075} = 0,93 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C}).$$

3.10 Расчёт наружных дверей

Нормируемое сопротивление теплопередаче стен определяется по формуле:

$$R_0^{\text{норм}} (\text{стены}) = (t_{в} - t_{н}) / (\Delta t^H \cdot \alpha_{в}) \quad (3.22)$$

$$R_0^{\text{норм}} (\text{стены}) = (20 + 33) / (4,5 \cdot 8,7) = 1,35 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}$$

Согласно СП 50.13330.2012[33,п.5.2] нормируемое значение сопротивления теплопередаче входных дверей определяется по формуле:

$$R_{0 \text{ (двери)}}^{\text{норм}} = 0,6 \cdot R_{0 \text{ (стены)}}^{\text{норм}} \quad (3.23)$$

$$R_{0 \text{ (двери)}}^{\text{норм}} = 0,6 \cdot 1,35 = 0,81 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}$$

Принимаем блоки дверные из алюминиевого профиля. Приведенное сопротивление теплопередаче согласно паспорту изделия:

$$R_0^{\text{нр}} = 1,0 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}$$

Коэффициент теплопередачи определяется по формуле 3.7:

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

3.11 Результаты теплотехнического расчёта

Результаты теплотехнического расчёта сведены в таблицу 17.

Таблица 17 – Теплотехнические характеристики наружных ограждений Центра Художественной гимнастики

Наименование ограждающей конструкции	Толщина утепляющего слоя, м	Толщина ограждающей конструкции, м	Приведенное сопротивление теплопередаче, $(\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}$	Коэффициент теплопередачи, $\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$
Покрытие над спортзалом	0,12	0,18	4,16	0,24
Покрытие над техническим этажом и лестничной клеткой	0,11	0,38	3,90	0,26
Цокольное перекрытие над теплым подвалом	0,03	0,30	1,16	0,86
Стены спортзала (сендвич панель)	-	0,15	3,97	0,25
Стены блока вспомогательных помещений (ячеистые блоки)	0,07	0,57	3,99	0,25
Стены блока вспомогательных помещений (монолитные стены лестничной клетки)	0,11	0,31	3,51	0,28
Стены подвала:				
- монолитный железобетон	0,03	0,23	1,19	0,84
- газобетонные блоки	0,02	0,32	1,12	0,89
Пол контактирующий с грунтом	Есть подвал		4,04	0,25
	Нет подвала		5,56	0,18
Окно	Двухкамерный стеклопакет		0,71	1,41
Наружная дверь	Одинарная дверь		1,00	1,00
Балконная дверь	-	-	1,08	0,93

Выводы к разделу 3.

Был выполнен теплотехнический расчет ограждающих конструкций. Особенностью для данного объекта является присутствие двух конструктивных систем. В одной системе используется монолитный железобетон с заполнением из газобетонных блоков. В другой системе применяются сэндвич панели с железобетонным каркасом.

4 Расчет теплопотерь

Расчёт теплопотерь зданий выполнен по методике, изложенной в справочном пособии [11, с.88].

Теплопотери через ограждающие конструкции определяются по формуле:

$$Q = kF(t_e - t_n) \cdot n(1 + \sum \beta), \quad (4.1)$$

Где k - коэффициент теплопередачи ограждающей конструкции, $Вт/(м^2 \cdot ^\circ C)$;

F - площадь ограждающей конструкции для расчета, $м^2$;

$\sum \beta$ - поправки на ориентацию по сторонам света и на угловую комнату.

Расчёт теплопотерь приведён в таблице В.1 (приложение В).

Так как в расчётных помещениях будет предусматриваться механическая вентиляция, инфильтрация воздуха происходить не будет.

Выводы к разделу 4.

Теплопотери здания составляют 221,75 кВт.

5 Расчёт тепlopоступлений

Расчёт тепlopоступлений приведён только для основных помещений: спортивно-демонстрационного помещения (со зрителями и без зрителей), разминочного зала, зала хореографии, тренировочного зала.

5.1 Тепlopоступления от людей

Для подсчёта количества тепла выделяемого людьми применялась методика и табличные данные учебного пособия [9, табл. 2.2]. Результаты расчёта сведены в таблицу Г.1 (Приложение Г).

5.2 Тепlopоступления от источников искусственного освещения

Тепlopоступления от источников искусственного освещения определяются по формуле:

$$Q_{осв} = E \cdot F \cdot q_{осв} \cdot \eta_{осв} \quad (5.1)$$

Где E - освещенность, лк. Принимаем по СП 440.1325800.2018[32, табл.5.2].

F - площадь помещения, м²;

$q_{осв}$ - удельные тепловыделения, Вт/(м² · лк). Принимаем по учебному пособию [7, табл. 2.4].

$\eta_{осв}$ - доля тепла, поступающего в помещение. Принимаем по учебному пособию [3].

Результаты расчёта сведены в таблицу 18.

Таблица 18 – Теплопоступления от источников искусственного освещения

Наименование помещения	E , лк	F , м ²	H , м	$q_{осв}$, Вт/(м ² *лк)	$\eta_{осв}$	$Q_{осв}$, Вт
Спортивно-демонстрационное помещение	500	902,08	13,8	0,074	0,45	15020
Разминочный зал	200	859,5	13,8	0,058	0,45	4 487
Тренировочный зал	200	887,83	13,8	0,058	0,45	4 634
Зал хореографии	200	212,64	4,9	0,074	0,45	1 416

5.3 Теплопоступления от солнечной радиации

Теплопоступления определены по методике, изложенной в справочниках [4,16]. Особенностью расчёта является частичное тонирование остекления.

Количество тепла от солнечной радиации определяются по формуле:

$$Q_0 = (q_{ен} + q_{ер}) \cdot k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot (F_{прозр} \cdot \beta_{сз.прозр} + F_{тон} \cdot \beta_{сз.тон}) \cdot k_a \quad (5.2)$$

где $q_{ен}$ - количество теплоты прямой солнечной радиации, поступающее в помещение в каждый час расчётных суток через одинарное вертикальное остекление. Определяем по справочнику [4, табл.2.3].

$q_{ер}$ - количество теплоты рассеянной солнечной радиации, поступающее в помещение в каждый час расчётных суток через одинарное вертикальное остекление. Определяем по справочнику [4, табл.2.3].

k_0 - коэффициент, зависящий от типа остекления. Принимаем двойное остекление по справочнику [16].

k_1 - коэффициент, учитывающий затенение остекления световых проёмов переплётами и загрязнением атмосферы. Принимаем по справочнику [16, табл.2.17].

k_2 - коэффициент, учитывающий загрязнение стекла. Принимаем по справочнику [16, табл.2.18].

$F_{\text{прозр}}$ - площадь прозрачного остекления, м². Принимаем из архитектурного раздела

$\beta_{\text{сз.прозр}}$ - коэффициент теплопропускания солнцезащитных устройств (для не тонированного остекления). Принимаем по справочнику [16, табл.2.20].

$F_{\text{тон}}$ - площадь тонированного остекления. Принимаем из архитектурного раздела

$\beta_{\text{сз.тон}}$ - коэффициент теплопропускания солнцезащитных устройств (для тонированного остекления). Принимаем по справочнику [16, табл.2.20].

k_a - коэффициент, учитывающий аккумуляцию тепла внутренними ограждающими конструкциями помещения. Определяется расчётом при помощи справочника [16, табл. 1.15]. Коэффициент аккумуляции тепла ограждающими конструкциями определяется по формуле:

$$k_a = \frac{F_1 \cdot m_1 + F_2 \cdot m_2 + F_3 \cdot m_3}{F_1 + F_2 + F_3} \quad (5.3)$$

Результаты расчёта теплоступлений от солнечной радиации представлены в таблице Г.2 (Приложение Г).

5.4 Теплоступления от системы отопления

Теплоступления от системы отопления определяются по формуле:

$$Q_{\text{с.о.}} = Q_{\text{от}} \cdot \frac{t_{\text{ср.он}} - t_{\text{в.вент}}^{\text{XII}}}{t_{\text{ср.он}} - t_{\text{в.от.}}} \quad (5.4)$$

Где $Q_{\text{от}}$ - расчётная величина теплотерь помещения, принимаем из таблицы расчёта теплотерь с учётом инфильтрации, Вт.

$t_{\text{ср.он}}$ - средняя температура, °С теплоносителя в отопительных приборах. Определяется по формуле 5.5.

$$t_{\text{ср.он}} = \frac{t_z + t_o}{2} \quad (5.5)$$

t_2 - температура воды на подаче. Принимаем $t_2 = 95^{\circ}\text{C}$;

t_0 - температура воды на обратке. Принимаем $t_2 = 70^{\circ}\text{C}$;

$$t_{cp.on} = \frac{95 + 70}{2} = 83^{\circ}\text{C}.$$

$t_{в.вент}^{ХП}$ - температура воздуха в помещении в ХП для системы вентиляции.

Принимаем $t_{в.вент}^{ХП} = 20^{\circ}\text{C}$.

$t_{в.от.}$ - температура воздуха в помещении в ХП для системы отопления.

Принимаем как для дежурного отопления $t_{в.от.} = 12^{\circ}\text{C}$.

Результаты расчёта показаны в таблице 19.

Таблица 19 – Теплопоступления от систем отопления

Наименование помещения	Q _{от} , Вт	Q _{с.от} , Вт
Спортивно-демонстрационное помещение	46 204	40 961
Разминочный зал	51 217	45 405
Тренировочный зал	59 748	52 968
Зал хореографии	9 887	8 765

Выводы к разделу 5.

Были определены теплопоступления от людей, источников искусственного освещения, солнечной радиации и системы отопления для спортивных залов (основных помещений).

6 Тепловой баланс

На основании расчётов теплопотерь и теплопоступлений составляем тепловой баланс для теплого и холодного периодов сведенного в таблицу 20.

Таблица 20 – Тепловой баланс

Наименование помещения	Период года	Теплопоступления, Вт				Теплопотери, $Q_{\text{тп}}$, Вт	Избытки (недостатки) теплоты, ΔQ , Вт
		$Q_{\text{ч}}$	$Q_{\text{осв}}$	$Q_{\text{ср}}$	$Q_{\text{со}}$		
Спортивно-демонстрационное помещение со зрителями	Тёплый	33 353	15 020	69 293	-	-	117 665
		92 075					176 388
	Холодный	59 890	15 020	-	40 961	46 204	69 667
		95 375					105 152
Спортивно-демонстрационное помещение без зрителей	Тёплый	1 720	15 020	69 293	-	-	86 033
		6 525					90 838
	Холодный	3 055	15 020	-	40 961	46 204	12 832
		6 555					16 332
Разминочный зал	Тёплый	1 241	4 487	56 903	-	-	62 631
		4 930					66 320
	Холодный	2 176	4 487	-	45 405	51 217	851
		4 930					3 605
Тренировочный зал	Тёплый	1 241	4 634	62 578	-	-	68 453
		4 930					72 142
	Холодный	2 176	4 634	-	52 968	59 748	31
		4 930					2 785
Зал хореографии	Тёплый	1 551	1 416	8 651	-	-	11 619
		6 163					17 853
	Холодный	2 720	1 416	-	8 765	9 887	3 014
		6 163					6 457
Примечания: где указано два значения в одной ячейке – наверху для явного тепла, внизу для полного тепла							

Выводы к разделу 6.

На основании результатов расчета теплопотерь и теплопоступлений был составлен тепловой баланс для расчетных помещений.

7 Расчёт воздухообмена

В расчётных помещениях расход воздуха принимаем по санитарной норме:

- $80\text{ м}^3/\text{ч}$ - на одного спортсмена;
- $20\text{ м}^3/\text{ч}$ - на одного зрителя.

Расход воздуха для остальных помещений принимаем по кратности.

Таблица воздухообменов по помещениям представлена в приложении Д (Таблица Д.1).

Выводы к разделу 7.

Был составлен воздушный баланс для всего здания. В спортивных залах расход воздуха был принят по санитарной норме. Для остальных помещений расход воздуха был определен по кратности.

8 Отопление

8.1 Конструирование системы отопления

В центре художественной гимнастики предусматривается девять систем отопления:

-1-ая система: для кухонной зоны на 1-ом этаже, административной зоны на 2-ом этаже, для помещений технического этажа на 3-ем этаже;

-2-ая система: для входной зоны на 1-ом этаже, для входной зоны на втором этаже, для помещений технического этажа на 3-ем этаже;

-3-я система: для спортивно-демонстрационного зала;

-4-ая система: для разминочного зала;

-5-ая система: для зала хореографии и тренировочного зала;

-6-ая система: для медицинских кабинетов на 1-ом этаже, гостиничных номеров на 2-ом этаже, помещений технического этажа на 3-ем этаже;

-7-ая система: для лестничных клеток;

-8-ая система: для теплоснабжения приточных установок;

-9-ая система: для теплоснабжения приточных установок противодымной вентиляции помещений безопасных зон.

Для подключения системы отопления здания центра художественной гимнастики к наружным тепловым сетям, идущим от котельной, в подвале здания предусмотрен ИТП.

В качестве теплоносителя в системах теплоснабжения после узла регулирования используется вода с параметрами – 95-70°C.

В здании предусмотрена 2-х трубная поэтажная система отопления с попутным движением теплоносителя, состоящая из нескольких горизонтальных ветвей.

В спортивных залах предусматривается горизонтальная система, состоящая из нескольких веток, подключенных к распределительной

гребенке отопления. Система отопления выполнена с нижней разводкой трубопроводов отопления в техподполье.

Магистральные трубопроводы от ИТП проходят под потолком подвала до вертикальных стояков и на технических этажах.

На горизонтальных поэтажных ветвях системы отопления установлена запорная и регулирующая арматура: запорные клапаны, шаровые краны и ручные балансировочные клапаны.

В качестве отопительных приборов приняты стальные панельные радиаторы. Для автоматического регулирования температуры радиаторы оснащены встроенным клапаном терморегулятора.

Отопительные приборы в спортивных залах располагаются в нишах между колоннами и ограждаются экранами с возможностью доступа для очистки.

Система отопления лестничных клеток осуществляется отдельной системой, распределительная гребенка отопления расположена в ИТП здания.

Поддержание расчетной температуры воздуха на технических этажах обеспечивают гладкие трубы регистры из гладких труб Ø80мм, проложенные по периметру наружных стен.

Выпуск воздуха из системы отопления осуществляется через воздухоборники, устанавливаемые в высших точках системы (на тех.этажах) и автоматическими воздухоотводчиками, установленными в отопительных приборах.

Опорожнение воды из системы отопления осуществляется поэтажно через спускные краны, установленные на подающих и обратных горизонтальных ветвях системы и в нижних точках системы.

Трубопроводы, при прохождении через стены и перекрытия, заключены в гильзы из негорючих материалов. Внутренний диаметр гильзы должен быть на 5 - 10 мм больше наружного диаметра прокладываемой трубы. Заделка зазоров и отверстий в местах прокладки трубопроводов

предусмотрена из минваты, обеспечивающей нормируемый предел огнестойкости ограждений и допускающей перемещение трубы вдоль оси.

Компенсация температурных удлинений транзитных трубопроводов системы отопления обеспечивается самокомпенсацией за счет естественных изгибов трубопроводов около колонн, углов поворота, при прокладке в конструкции пола в защитном пещеле.

8.2 Гидравлический расчёт трубопроводов системы отопления

Гидравлический расчёт системы отопления выполнен по методике, изложенной в пособии [19].

Принципиальная схема системы теплоснабжения центра художественной гимнастики приведена на рисунке 11.

Расчёт выполнен отдельно для системы отопления от распределителей (между распределительной гребенкой и отопительными приборами) и отдельно для системы теплоснабжения распределителей (между тепловым пунктом и распределительной гребенкой).

По рисунку 11 принимаем, что расчётное циркуляционное кольцо проходит через распределительную гребенку «В» (идет на отопление зала хореографии и тренировочного зала) как наиболее нагруженную.

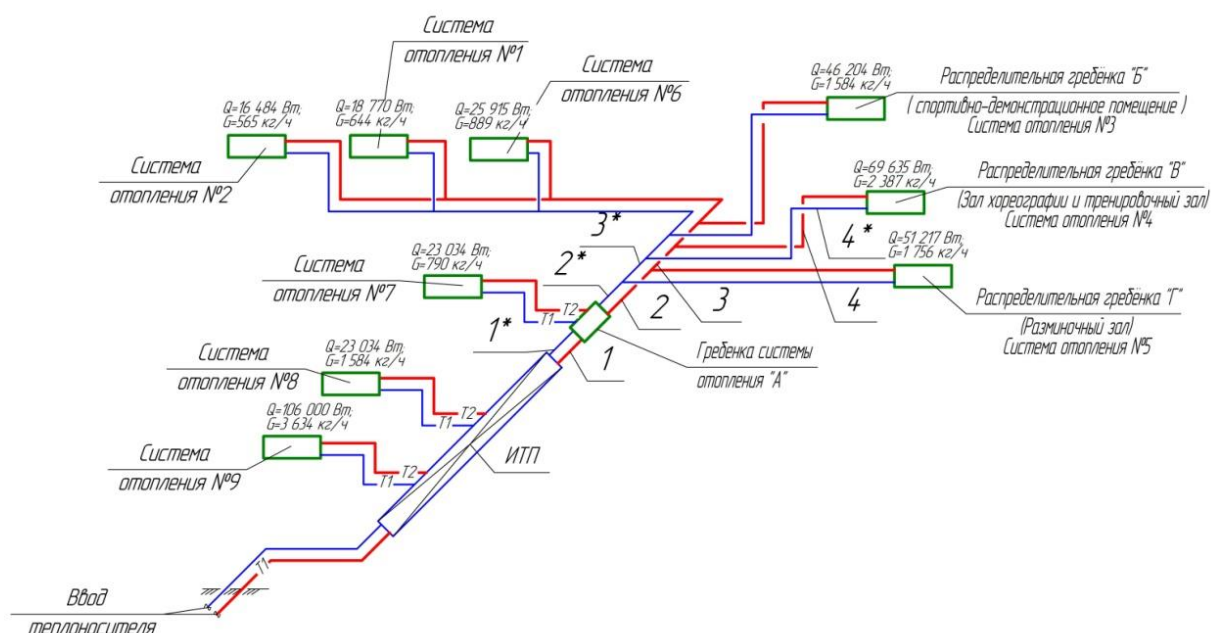


Рисунок 11 – Принципиальная схема системы теплоснабжения

Гидравлический расчёт $\Sigma \Delta P_{уч.с.т}$ системы теплоснабжения распределителей представлен в таблице 21. Схема к таблице 21 представлена на рисунке 11.

На участке 1 сопротивление фильтра ф80 определяется по формуле:

$$\Delta P_{\phi} = 0,1 \cdot \left(\frac{G}{k_v} \right)^2 \quad (8.1)$$

$$\Delta P_{\phi} = 0,1 \cdot \left(\frac{8615}{140} \right)^2 = 378 \text{ Па}.$$

В месте присоединения горизонтальной ветви к стояку системы отопления предусматривается установка балансировочного клапана на подающем (участок 4) и запорного вентиля на обратном (участок 4*).

$$\Delta P_{кл} = 0,1 \cdot \left(\frac{2387}{26} \right)^2 = 842,9 \text{ Па}.$$

Таблица 21 – Расчёт системы теплоснабжения распределителей

№ участка	$Q_{уч}, \text{Вт}$	$G_{уч}, \text{кг/ч}$	$l, \text{м}$	$d, \text{мм}$	$w, \text{м/с}$	$R_{\phi}, \text{Па/м}$	$R_{\phi} \cdot l, \text{Па}$	$\Sigma \xi$	$Z, \text{Па}$	$P_{длин}, \text{Па}$	$R_{\phi} \cdot l + Z$	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	251 259	8 615	2	80	0,438	30	60	0,5	46	91,2	484	отв 90 - 1 шт $\Delta P_{\phi} = 378 \text{ Па}$
2	228 225	7 825	2.40	65	0.576	70	168	1.5	240	159.88	408	отв 90 - 1 шт, тр.на прох - 1шт
3	177 008	6 069	0.225	65	0.485	50	11	1.5	169	112.81	180	тр.на отв - 1шт
4	69 635	2 387	11.08 3	40	0.486	90	997	2.5	282	112.81	2 122	отв 90 - 5 шт $\Delta P_{кл} = 842,9 \text{ Па}$
4*	69 635	2 387	11.08 3	40	0.486	90	997	2.5	282	112.86	2 123	отв 90 - 5 шт $\Delta P_{кл} = 842,9 \text{ Па}$
3*	177 008	6 069	0.225	65	0.485	50	11	1.5	169	112.81	180	отв 90 - 5 шт, тр.на отв - 1шт
2*	228 225	7 825	2.40	65	0.576	70	168	1.5	240	159.88	408	отв 90 - 1 шт, тр.на прох - 1шт
1*	251 259	8 615	2	80	0,438	30	60	0,5	46	91,2	106	отв 90 - 1 шт
Потери давления $\Sigma \Delta P_{уч.с.т}$ (Па)											6 011	

Таким образом, потери давления системы теплоснабжения распределителей равны $\Sigma \Delta P_{уч.с.т} = 6011 \text{ Па}$.

Для расчёта $\Sigma \Delta P_{уч.от}$ системы отопления от распределительной гребенки «В» выберем самую загруженную ветку – ветка «В1». Гидравлический расчёт

представлен в таблице 22. Расчётная схема к гидравлическому расчёту представлена на рисунках 12, 13.

Таблица 22 – Расчёт системы отопления от распределительной гребенки «В»

№ участка	$Q_{уч}, Вт$	$G_{уч}, кг/ч$	$l, м$	$d, мм$	$w, м/с$	$R_{ф}, Па/м$	$R_{ф} \cdot l, Па$	$\sum \xi$	$Z, Па$	$P_{длин}, Па$	$R_{ф} \cdot l + Z$	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Циркуляционное кольцо через прибор ветки "В1"</i>												
1	11 384	390	48.5 2	20	0.312	90	4 367	7.5	1 199	49,99	4 742	отв 90 - 5 шт.
2	8 538	293	2.50	20	0.230	50	125	1,5	40	26,48	165	отв 90 - 1 шт.
3	5 692	195	4.60	20	0.157	24	110	6.0	959	11,08	177	отв 90 - 4 шт.
4	2 846	98	3.33	15	0.145	32	106	1.5	240	9,61	121	отв 90 - 1 шт.
4*	2 846	98	3.33	15	0.145	32	106	1.5	240	9,61	121	отв 90 - 1 шт.
3*	5 692	195	4.60	20	0.157	24	110	6.0	959	11,08	177	отв 90 - 4 шт.
2*	8 538	293	2.50	20	0.230	50	125	1,5	40	26,48	165	отв 90 - 1 шт.
1*	11 384	390	48.5 2	20	0.312	90	4 367	7.5	1 199	49,99	4 742	отв 90 - 5 шт.
Потери давления $\sum \Delta P_{уч.от}$											10 408	

Таким образом, потери давления системы отопления от распределительной гребенки «В» равны $\sum \Delta P_{уч.от} = 10\,408\, Па$.

Определяем требуемое значение потери давления на «регулируемых участках» $(\sum \Delta P_{кл.})_{рег.уч}$. Гидравлический расчёт представлен в таблице 23.

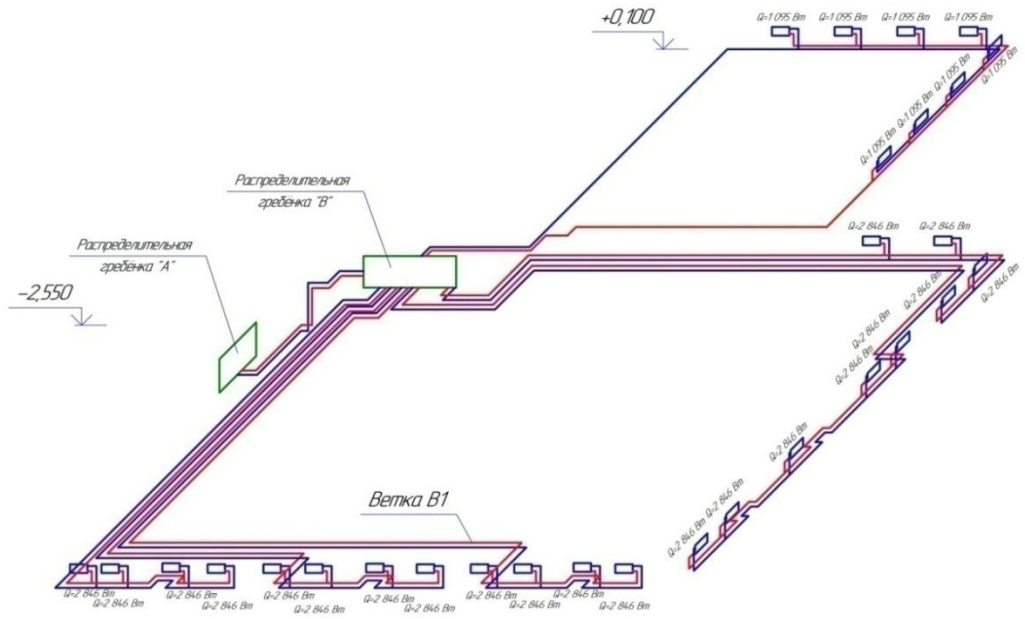


Рисунок 12 – Система отопления зала хореографии и тренировочного зала

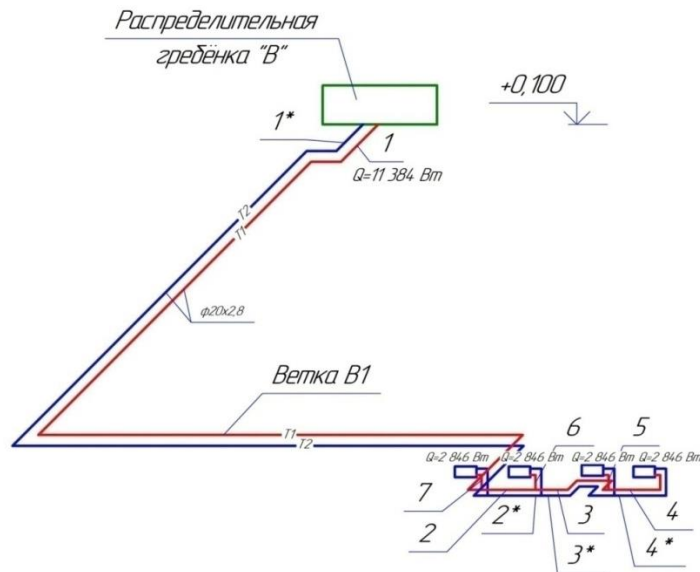


Рисунок 13 – Расчётная схема ветки В1

Таблица 23 – Требуемые значения потерь давления на регулируемых участках

№ участка	$Q_{уч}$, Вт	$G_{уч}$, кг/ч	l , м	d , мм	w , м/с	$R_{ф}$, Па/м	$R_{ф} \cdot l$, Па	$\sum \zeta$	Z , Па	$P_{дин}$, Па	$R_{ф} \cdot l + Z$	Примечание
-----------	---------------	-----------------	---------	----------	-----------	----------------	----------------------	--------------	----------	----------------	---------------------	------------

<i>a</i>													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
$P_{расп.уч.5} = \Delta P_{уч.4} = 10\ 167\ Па$													
5	2 846	98	0.60	15	0.14 5	32	19	1.5	240	159.88	259	тр на отв - 1 шт	
Требуемое значение $(\sum \Delta P_{кл.})_{рег.уч.5} = 10167 - 259 = 9908\ Па$													
$P_{расп.уч.6} = \Delta P_{уч.4,4*3,3*} = 9\ 813\ Па$													
6	2 846	98	0.60	15	0.14 5	32	19	1.5	240	159.88	259	тр на отв - 1 шт	
Требуемое значение $(\sum \Delta P_{кл.})_{рег.уч.6} = 9813 - 259 = 9554\ Па$													
$P_{расп.уч.7} = \Delta P_{уч.4,4*3,3*2,2*} = 9484\ Па$													
7	2 846	98	0.60	15	0.14 5	32	19	1.5	240	159.88	259	тр на отв - 1 шт	
Требуемое значение $(\sum \Delta P_{кл.})_{рег.уч.7} = 9484 - 259 = 9225\ Па$													

Результаты подбора балансировочного клапана и запорного вентиля представлены в таблице 24.

Таблица 24 – Подбор балансировочных клапанов

№ уч	d, мм	G, кг/ч	G, м ³ /ч	P, Па	Характеристики балансировочного клапана(на обратном)			Характеристики запорного вентиля(на подающем)		
					$\Delta P_{кл.2}, Па$	$k_v, м^3/ч$	<i>n</i>	$\Delta P_{кл.1}, Па$	$k_v, м^3/ч$	<i>n</i>
4	40	2387	2,39	2122	1 133	22	4,80	989	24	5,10

8.3 Подбор насоса

Циркуляционный насос подбираем по подаче G_{mp} и напору P_n .

Подачу определяем по формуле:

$$G_{mp} = 1,1 \cdot G_{CO} \quad (8.2)$$

Требуемый напор насоса определяем по формуле:

$$P_{н.тр} = 1,15 \cdot P_n \quad (8.3)$$

Напор насоса определяем по формуле:

$$P_n = \sum \Delta P_{уч.см} + \sum \Delta P_{уч.ом} + \Delta P_{распр.греб} \quad (8.4)$$

$$G_{mp} = 1,1 \cdot 8615 / 1000 = 9,48\ м^3/ч$$

$$P_n = 6011 + 10408 + 13390 = 29809\ Па$$

$$P_{н.пр} = 1,15 \cdot 29809 = 34280 \text{ Па} = 32,28 \text{ кПа}$$

По полученным значениям подачи и расхода подбираем насос. Результаты подбора представлены на рисунке 14.

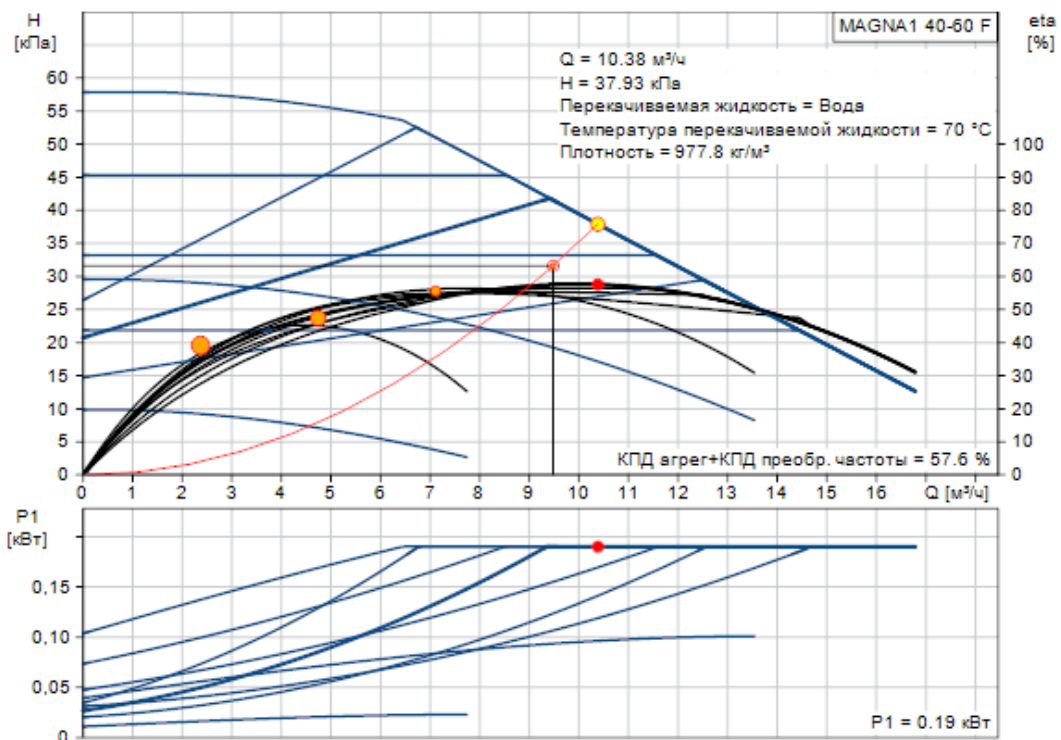


Рисунок 14 – Подбор насоса MAGNA1 40-60 F

8.4 Тепловой расчёт отопительных приборов

В тренировочном зале предусматривается устройство стальных панельных радиаторов со встроенным термостатическим вентилем. Из расчёта теплотерь принимает радиатор с тепловым потоком 2870 Вт. Высота радиатора 600мм, длина – 1300 мм.

Отопительные приборы располагаются в нишах между колоннами, зашитые экранами на расстоянии не менее 100 мм (в свету) от приборов отопления, предусматривая доступ к ним для очистки. Радиаторы следует устанавливать на расстоянии не менее 100 мм от пола и 25 мм от поверхности стены.

Выводы к разделу 8.

В разделе представлены гидравлический расчет коллекторной системы отопления. Было подобрано оборудования и отопительные приборы.

9 Вентиляция

9.1 Конструирование системы вентиляции

В центре художественной гимнастики предусматривается устройство пяти приточно-вытяжных систем, пять приточных систем и тридцать пять вытяжных систем, четыре системы дымоудаления, шесть систем приточной противодымной вентиляция, а также устройство одной воздушно-тепловой завесы при входе в здание.

Системы приточно-вытяжной вентиляции:

- ПВ1 – Спортивно-демонстрационный зал. Зона зрителей;
- ПВ2 – Спортивно-демонстрационный зал. Зона выступлений;
- ПВ3 – Разминочный зал;
- ПВ4 – Зал хореографии;
- ПВ5 – Тренировочный зал.

Системы приточной вентиляции:

- П6 – Медицинские кабинеты (1 этаж);
- П7 – Помещения входной группы (фойе, вестибюль и т.д. – 1-2 этаж);
- П8 – Раздевалки, гардеробы, ожидальная, помещения отдыха, коридоры, технические помещения, постирочная (1-2 этаж);
- П9 – Административные помещения, конференцзал, видеомонтажная и звукооператорская, комната судей (2 этаж);
- П10 – Горячий, холодный, доготовочный цеха. Обеденный зал, моечные, овощной цех, кладовая овощей.

Системы вытяжной вентиляции:

- В1 – Обеденный зал (1 этаж);
- В2 – Горячий и холодный цеха, доготовочная, коридоры, моечные, овощной цех (1 этаж);
- В3 – МО. Моечная столовой посуды (1 этаж);
- В4 – Электрощитовая (-1 этаж);

- В5 – Санузел (1 этаж);
- В6 – Душевая (1 этаж);
- В7 – Помещение охлаждаемых камер (1 этаж);
- В8 – Душевые (1-2 этаж);
- В9 – Санузлы (1-2 этаж);
- В10 – Санузел (2 этаж);
- В11 – Помещения входной группы. Ресепшн, охрана, гардероб (1 этаж);
- В12 – Сауна (1 этаж);
- В13 – Комната уборочного инвентаря (2 этаж);
- В14 – Медицинские кабинеты (1 этаж);
- В15 – Санузлы (2 этаж);
- В16 – Гардероб для зрителей (1 этаж)
- В17 – Кладовая пищевых отходов (1 этаж)
- В18 – Административные помещения, прессцентр, конференц зал (2 этаж)
- В19 – Видеомонтажная и звукооператорская (2 этаж);
- В20 – Постирочная (2 этаж);
- В21 – Комната уборочного инвентаря, кладовая грязного белья, гладильный цех, кладовая чистого белья (2 этаж);
- В22 – Инвентарная для видеоаппаратуры (2 этаж);
- В23 – Комната уборочного инвентаря (1 этаж);
- В24 – Комната уборочного инвентаря (1 этаж);
- В25 – Кладовая сухих продуктов (1 этаж);
- В26 – Инвенторная (1 этаж);
- В27 – Инвенторная (1 этаж);
- В28 – Комната уборочного инвентаря (1 этаж);
- В29 – Административные помещения (2 этаж);
- В30 – Санузел (2 этаж);
- В31 – Противопожарная насосная станция (-1 этаж);

– В32 – Кабинет персонала (1 этаж);

– В33 – Кабинет врача (1 этаж);

– В34 – Комната дежурной (2 этаж);

– В35 – Техническое помещение (2 этаж);

Системы приточной естественной вентиляции:

– ПЕ2 – Холодильная станция (3 этаж);

Системы вытяжной естественной вентиляции:

– ВЕ1 – Кабинет (1 этаж);

– ВЕ2 – Комната отдыха персонала (2 этаж);

– ВЕ3 – Холодильная станция (3 этаж);

– ВЕ4 – Комната хранения светодиодных светильников (-1 этаж).

Системы дымоудаления:

– ВД1 – Коридор (1 этаж – в осях 9-16, 2 этаж – в осях 12-19);

– ВД2 – Коридор (1 этаж – в осях 16-21, 2 этаж – в осях 9-20);

– ВД3 – Вестибюль (1 этаж – пом.1.45), коридор (2 этаж – пом.2.8);

– ВД4 – Коридор (1 этаж – пом.1.19).

Системы приточной противодымной вентиляции:

– ПД1 – Шахта лифта;

– ПД2 – Лифтовый холл. Пожаробезопасная зона для МГН (2 этаж – пом.2.3);

– ПД3 – Лифтовый холл. Пожаробезопасная зона для МГН (2 этаж – пом.2.3);

– ПД4 – Шахта лифта;

– ПД5 – Лифтовый холл. Пожаробезопасная зона для МГН (2 этаж – пом.2.15);

– ПД6 – Лифтовый холл. Пожаробезопасная зона для МГН (2 этаж – пом.2.15);

Воздушно–тепловая завеса:

– У1 – Фойе (1 этаж).

9.2 Выбор и расчёт воздухораспределительных устройств

Расчёт воздухораспределительных устройств выполнен для основного помещения: спортивно-демонстрационного помещения. Был выполнен отдельный расчёт для воздухораспределителей зоны зрителей и воздухораспределителей зоны выступлений. Результаты расчёты приведены в таблице Е.1 и Е.2 (Приложение Е).

Согласно СП [34, приложение Б] максимальная скорость движения воздуха, v_{\max} м/с определяется по формуле:

$$v_{\max} = K_n \cdot v_n, \quad (9.1)$$

Где K_n - коэффициент перехода от нормируемой скорости движения воздуха в помещении к максимальной скорости в струе воздуха, определяемый по СП[34, таблица Б.1]. Принимаем $K_n = 1,4$ - для зоны зрителей; $K_n = 1,8$ - для зоны выступлений.

v_n - нормируемая скорость движения воздуха, м/с. Определяется по СП 332.1325800.2017 [30] для зоны выступлений и по ГОСТ 30494-2011[5] для зоны зрителей

Примем допустимую скорость движения воздуха в рабочей зоне в холодный период $v_n = 0,3 \text{ м/с}$ - для зоны выступлений и $v_n = 0,3 \text{ м/с}$ - для зоны зрителей.

$$v_{\max} = 1,4 \cdot 0,3 = 0,42 \text{ м/с} - \text{зона зрителей}$$

$$v_{\max} = 1,8 \cdot 0,3 = 0,54 \text{ м/с} - \text{зона выступлений}$$

Максимальная разность температур определяется [34, табл.Б.2]. Принимаем максимальную разность температур для производственных помещений при восполнении недостатков теплоты в помещении и при размещении людей в зоне прямого воздействия и обратного потока приточной струи.

$$\Delta t_{\text{дон}} = 3^{\circ} \text{C}$$

Проверка условий:

Для зоны зрителей

$$\begin{cases} v_x \leq v_{\max} \\ \Delta t_x \leq \Delta t_{\text{дон}} \end{cases} \begin{cases} 0,37 \leq 0,42 \\ 0,33 \leq 3 \end{cases}$$

Для зоны выступлений

$$\begin{cases} v_x \leq v_{\max} \\ \Delta t_x \leq \Delta t_{\text{дон}} \end{cases} \begin{cases} 0,14 \leq 0,54 \\ 0,7 \leq 3 \end{cases}$$

Условия выполняются.

На рисунке 15 показано как изменяется скорость воздуха по высоте помещения в зоне выступлений.

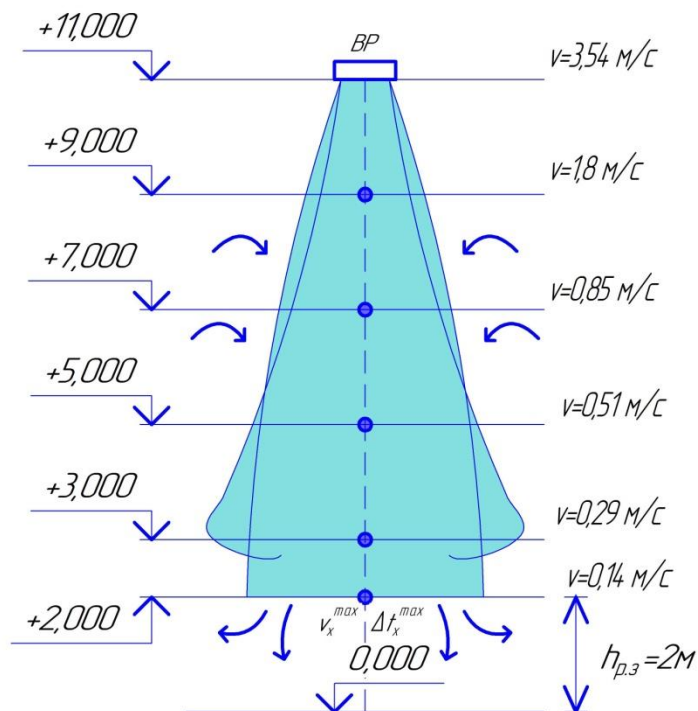


Рисунок 15 – Схема подачи приточного воздуха из воздухораспределителя (зона выступлений)

9.3 Аэродинамический расчёт

Был выполнен аэродинамический расчёт для систем вентиляции спортивно-демонстрационного помещения, а именно систем: ПВ1 и ПВ2. Расчётные схемы систем ПВ1 и ПВ2 представлены соответственно на рисунках Е.1 и Е.2 (Приложение Е). Результаты аэродинамических расчётов в представлены в таблицах Е.3- Е.6 (Приложение Е).

9.4 Расчёт и подбор оборудования

Для спортивно- демонстрационного помещения предусматривается две приточно-вытяжные установки с охлаждением воздуха.

Система ПВ1 (зона зрителей) работает только в режиме соревнований.

Система ПВ2 (зона зрителей) работает только, и в режиме соревнований, и в режиме тренировок.

Также произведен подбор приточно-вытяжных установок для других спортивных залов.

Производительность воздухоохладителей, Вт, определяется по формуле:

$$Q_x = G \cdot \rho_g \cdot (i_n - i_k) \quad (9.2)$$

Где G - расход воздуха, м³/ч;

ρ_g - плотность воздуха, принимаем $\rho_g = 1,2 \text{ м}^3 / \text{ч}$;

i_n, i_k - энтальпия начальной и конечной точек, кДж/кг

Точка Н (t_n, I_n) → Н (28,49). Точка К(В)(t_n, φ_n) → К(В)(20,60) →
 $I=42$ кДж/кг.

Результаты расчёта представлены в таблице 25.

Таблица 25 – Расчёт производительности воздухоохладителей установок

Наименование установки	Расход воздуха, м ³ /ч	I_n , кДж/кг	I_k , кДж/кг	Кол-во холода, Q_x Вт
ПВ1	11000	49	42	92400
ПВ2	4000	49	42	33600
ПВ3	1600	49	42	13440
ПВ4	2000	49	42	16800
ПВ5	1600	49	42	13440

Производительность калорифера по теплу, Вт, определяем по формуле:

$$Q_{\text{кал}} = 0,278 \cdot G \cdot c_g \cdot (t_k - t_n) \quad (9.3)$$

где t_k - температура воздуха, °С, на выходе из пластинчатого рекуператора.

Температура на выходе из пластинчатого рекуператора определяется по формуле:

$$t_k = t_n + \varepsilon(t_y - t_n) \quad (9.4)$$

где ε - эффективность работы рекуператора.

Результаты подбора калориферов для приточно-вытяжных установок сведены в таблицу 26.

Таблица 26 – Расчёт производительности калориферов установок

Наименование установки	Расход воздуха L, м ³ /ч	t _н , °С	ε	t _к , °С	Q _{кал} , Вт
ПВ1	11 000	20	0,67	3	62530
ПВ2	4 000	20	0,62	3	22738
ПВ3	1 600	20	0,63	3	9095
ПВ4	2 000	20	0,63	3	11369
ПВ5	1 600	20	0,63	3	9095

Характеристики подобранного оборудования представлены в таблицах Е.7-Е.11(Приложение Е).

9.5 Расчёт воздушно-тепловой завесы

Согласно требованиям СП 60.13330.2020 [34, п.7.8.1 б] у входа в вестибюль предусматривается устройство воздушно-тепловой завесы. Подбор оборудования был выполнен по методике, изложенной в справочнике проектировщика Павлов-Шиллера[4].

Для общественного здания предусматриваем завесу смешивающего типа. Завеса располагается над проемом. Завеса имеет электрический источник тепла. Исходные данные представлены в таблице 27.

Таблица 27 – Исходные данные для расчёта воздушно-тепловой завесы

Название	Обозначение, ед. измерения	Значение
Температура наружного воздуха	$t_n, ^\circ C$	-33
Плотность наружного воздуха	$\rho_n, кг/м^3$	1,47
Температура внутреннего воздуха	$t_в, ^\circ C$	16
Плотность внутреннего воздуха	$\rho_в, кг/м^3$	1,22
Расчетная температура смеси воздуха, согласно СП 60	$t_{см}, ^\circ C$	18
Высота этажа	$h_{эт}, м$	4,5
Высота двери	$h_{дв}, м$	2,4
Ширина двери	$b_{дв}, м$	1,5
Площадь двери	$F_{дв}, м^2$	3,6
Пропускная способность	$n, чел/ч$	150

Результаты расчёта сведены в таблицу 28.

Таблица 28 – Результаты расчёта воздушно тепловой завесы

Название	Формула, ед. измерения	Значение
Расчётная высота	$h_{расч} = 0,5 \cdot h_{дв}, м$	1,2
Разность давлений воздуха с двух сторон ограждения на уровне проема, оборудованного завесой	$\Delta p = 9,8 \cdot h_{расч} \cdot (\rho_n - \rho_в), Па$	2,94
Поправочный коэффициент	k_2	0,03
Расход воздуха для завесы	$G_3 = 5100 \cdot k_2 \cdot \mu_{вх} \cdot F_{вх} \cdot (t_{см} - t_n) \cdot \sqrt{\Delta p \cdot \rho_n} / (t_3 - t_{см}), кг/ч$	1004,25
Температура воздуха завесы	$t_3 = t_n + \frac{t_{см} - t_n}{q \cdot (1 - Q)}, ^\circ C$	56, но согласно требованию СП принимаем 50
Требуемый расход воздуха завесой	$L_{мп} = G_3 / \rho_3, м^3/ч$	858,3
Требуемая тепловая мощность завесы	$Q_{мп(з)} = A \cdot G_3 \cdot (t_3 - t_{нач}), кВт$	9

Таким образом, подбираем воздушно тепловую завесу с производительностью по воздуху $L \geq L_{мп} = 858,3 м^3/ч$ и тепловой мощностью $Q_3 \geq Q_{мп(з)} = 9 кВт$. Характеристики подобранной завесы представлены в приложении Е, таблица Е.12.

9.6 Расчёт противодымной вентиляции

Был выполнен расчёт противодымной вытяжной вентиляции ВД4 по методике изложенной [21]. Система ВД4 является системой для удаления продуктов горения из смежных с горящим помещением. То есть система ВД4 обслуживает коридор. В качестве компенсации удаляемого воздуха предусматривается система ПД4. Результаты расчёты представлены в таблице 29.

Таблица 29 – Расчёт системы ВД4

Наименование параметра	Обозначение, ед.изм.	Значение
Внутренняя температура воздуха	$t_g, ^\circ C$	+18
Температура наружного воздуха	$t_n, ^\circ C$	+28
Площадь помещения/коридора	$F_{ном}, м^2$	74,69
Высота помещения	м	3,3
Размеры шахты в плане	$a_{ш} \times b_{ш}, м^2$	0,75x0,45
Удельная приведенная пожарная нагрузка	$q_k, кг/м^2$	9,02
Суммарная площадь внутренней поверхности помещения/коридора	$F_w, м^2$	235,9
Суммарная площадь проемов помещения	$A_0, м^2$	9,45
Удельное критическое количество пожарной нагрузки	$q_{кр}, кг/м^2$	8,9
Проемность помещения	$P, м^{0,5}$	0,348
Удельное количество воздуха, необходимое для полного сгорания пожарной нагрузки помещении	$\nu_0, м^3 / кг$	3,95
Максимальная температура в горящем помещении	T_{0max}, K	1220
Пожарная нагрузка помещения	$g_0, кг/м^2$	27,35
Усредненная температура дымового слоя в коридоре	$T_{н2}, K$	496,4
Наружное давление на наветренном фасаде	$P_{нн}, Па$	6,02
Наружное давление на заветренном фасаде	$P_{нз}, Па$	-0,88
Давление на уровне выбросного отверстия системы дымоудаления	$P_{выбр}, Па$	6,67
Давление внутри здания	$P_{вз}, Па$	2,57
Массовый расход удаляемых из коридора продуктов горения	$G_{н2}, кг/с$	5,48
Площадь проходного сечения дымового клапана	$F_{кл}, м^2$	0,58
Скорость продуктов горения в клапане	$\nu_{кл}, м/с$	13,34
Потери давления в клапане дымоудаления	$\Delta P_{кл}, Па$	253
Давление в шахте дымоудаления	$P_{ш}, Па$	-247,01
Скорость продуктов горения в шахте	$\nu_{ш}, м/с$	5,89
Температура продуктов горения	$T, ^\circ C$	209,2

Производительность вентилятора дымоудаления	$L, \text{ м}^3 / \text{ч}$	28635
Давление вентилятора	$P, \text{ Па}$	800

Таким образом, для системы ПД4 предусматриваем противопожарный нормально-закрытый клапан КПУ-1Н-3 EI90800x500 и вентилятор крышный радиальный. Характеристики вентилятора представлены в таблице Е.13 (Приложение Е). Расчёт остальных систем противодымной вентиляции выполнен по аналогии.

Выводы к разделу 9.

Была представлена конструктивная системы вентиляции здания. Были показаны особенности воздухораспределения в спортивных залах для художественной гимнастики. Особый акцент был сделан на обеспечение низких скоростей подвижности воздуха для недопущения изменения траектории движения предмета при выступлении гимнасток с лентами.

10 Кондиционирование

10.1 Конструирование системы кондиционирования

Для поддержания комфортной температуры в летний период в спортивных залах, обеденной зоне и гостиничных номерах предусматривается устройство системы «чиллер-фанкойл».

Летом теплоизбытки в спортивных залах покрываются частично воздухом, охлажденным в приточных установках, частично фанкойлами, расположенными в залах

Система включает в себя локальные доводчики (фанкойлы), установки ПВ1-ПВ5 с секцией охлаждения и трубную разводку, ведущую к распределительной гребенке. От распределительной гребенки трубная разводка ведет к теплообменнику, установленному на техническом этаже (3 этаж). Установка теплообменника предусматривается для исключения повреждения чиллера зимой.

От распределительной гребенки трубная разводка, в которой холодоносителем является 40 % водный раствор этиленгликоля ведет к чиллеру, который располагается на крыше.

Между теплообменником и распределительной гребенкой предусматривается устройство насосной станции. Внутренняя система работает на воде.

Для спортивных залов предусматривается устройство канальных фанкойлов, для обеденного, хореографического залов и гостиничных номеров – кассетные.

Трубопроводы холодной воды X1.1, X2.1 - выполнены из полипропилена. Участок трубопровода между теплообменником и распределительной гребенкой выполнен из медной трубы.

10.2 Подбор чиллера и фанкойлов

На основании теплового баланса был подобран чиллер с характеристиками представленными в таблице 30, а также фанкойлы для расчётных помещений. Результаты подбора оборудования представлены в таблице Ж.1 (Приложение Ж).

Таблица 30 – Технические характеристики чиллера

Технические характеристики	АкваМАКК 331 Модель 4002
Холодопроизводительность: 397 кВт	 AQUAMAKK
$T_{\text{вых/вх}} = +7^{\circ}\text{C}/+12^{\circ}\text{C}$	
Хладагент: R410A	

10.3 Гидравлический расчёт трубопроводов системы холодоснабжения

Гидравлический расчёт системы холодоснабжения выполнен по методике, изложенной в пособиях [2, 19].

Принципиальная схема системы холодоснабжения центра художественной гимнастики приведена на рисунке 16.

Принимаем, что расчётное циркуляционное кольцо проходит через фанкойл в тренировочном зале, как самого нагруженного и удаленного. Расчётные кольца показаны на рисунке Ж.1 (Приложение Ж).

Результаты гидравлического расчета системы холодоснабжения в тренировочном зале показаны в таблице Ж.2 (Приложение Ж). Остальные циркуляционные кольца рассчитываются по аналогии.

Для увязки потерь давления на ответвлениях предусматривается установка балансировочной арматуры, а именно запорного вентиля на подающем трубопроводе, и балансировочного клапана на обратном.

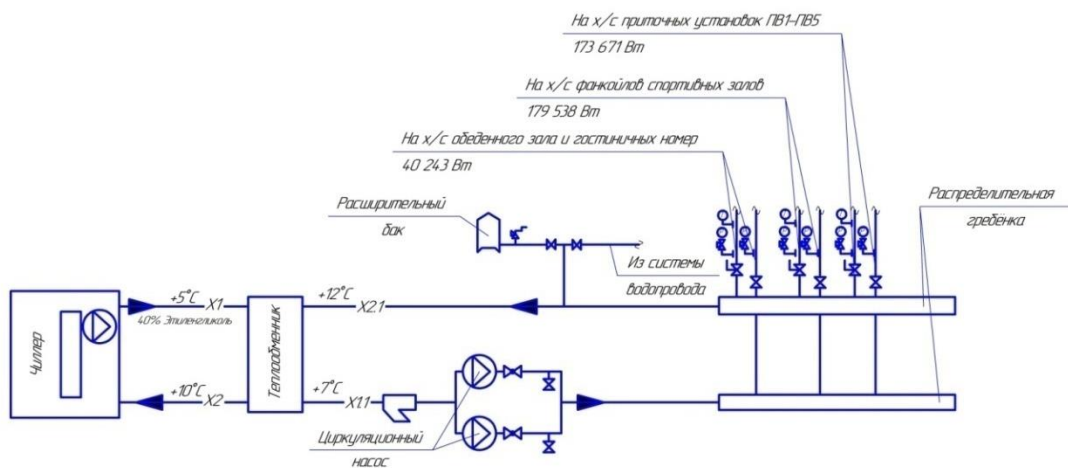


Рисунок 16 – Принципиальная схема холодоснабжения чиллер-распределительная гребёнка

10.4 Подбор насоса

Подбираем насос для холодоснабжения, который будет располагаться в насосной станции, со следующими характеристиками: $Q = 74\,200\text{ л/ч}$; $P = 16\,500\text{ Па}$. Принимаем два одинаковых насоса, установленных параллельно, с характеристиками $Q = 37\,100\text{ л/ч}$; $P = 16\,500\text{ Па}$.

Результаты подбора насоса представлены на рисунке 17.

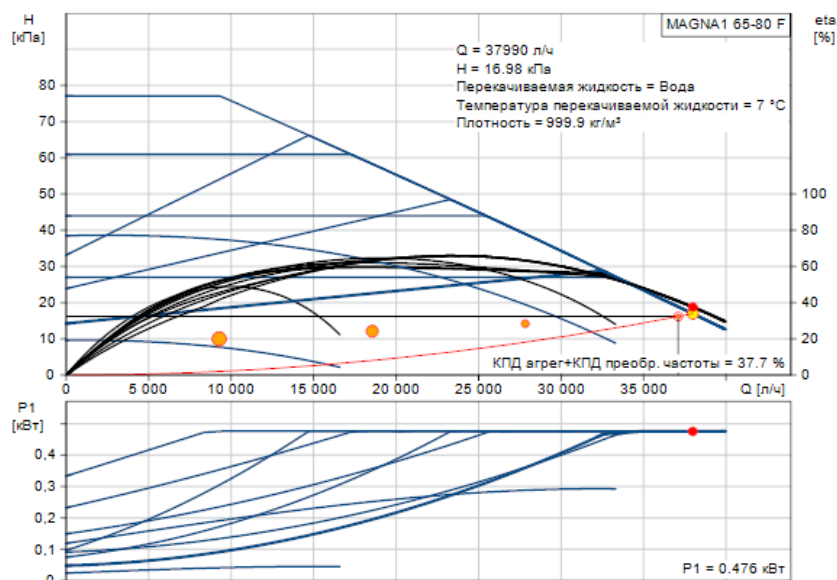


Рисунок 17 – Характеристики насоса MAGNA1 65-80F

Выводы к разделу 10.

Было предусмотрена система чиллер-центральный кондиционер- фанкойл.

11 Автоматизация

В данном разделе описывается автоматизация вентиляционной системы ПВ2. Система ПВ2 обслуживает спортивно-демонстрационный зал (зона выступлений). Схема автоматизации приточно-вытяжной установки ПВ2 представлена на рисунке 18.

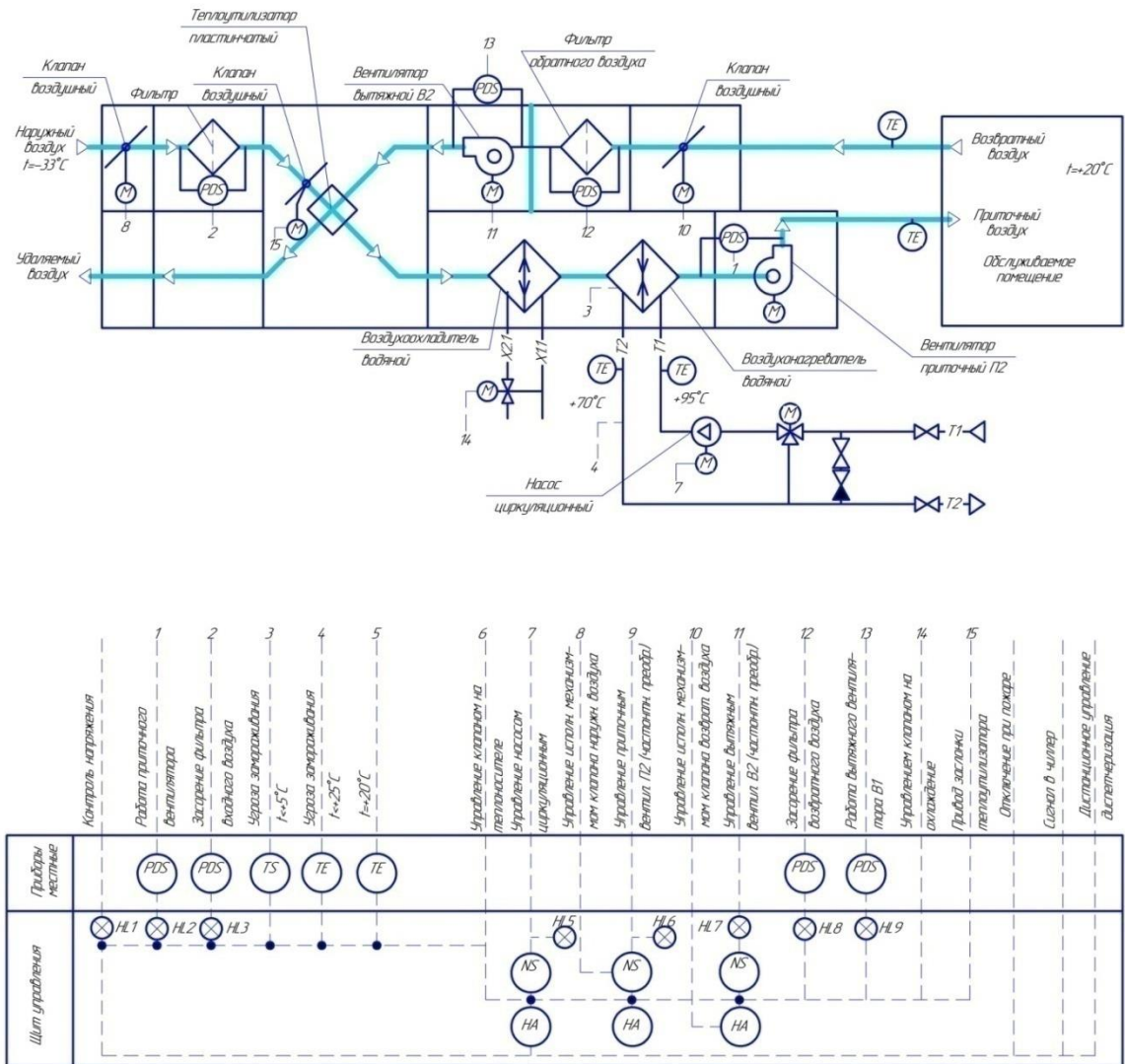


Рисунок 18 – Схема автоматизации приточно-вытяжной установки ПВ2

Автоматизация приточной системы выполнена с использованием шкафа управления.

Схемой автоматизации предусматривается:

- регулирование температуры воздуха в обслуживаемых помещениях осуществляется датчиком температуры, установленным в приточном

воздуховоде, клапаном с электроприводом и циркуляционным насосом, установленными на подающем теплоносителе водяного воздухонагревателя (зимой);

- защита водяного воздухонагревателя от замораживания;
- контроль засорение фильтра (датчиком перепада давления);
- защита электродвигателей от перегрузки;
- управление воздухозаборным клапаном;
- дистанционное управление приточной системой с кнопочного поста управления;
- местное управление приточно-вытяжной системой со шкафа управления из венткамеры;
- отключение при пожаре системы с сохранением питания цепей защиты замораживания, в соответствии с требованиями СП [34, п. 12.3, 12.4], СП [33, п.7.20].

Автоматика приточно-вытяжной установки включает в себя:

- а) электроприводы (воздушной заслонки, байпасного клапана, клапана горячей воды, клапана холодной воды);
- б) датчики (температуры наружного воздуха, температуры обратной воды, температуры приточного воздуха, температуры вытяжного воздуха);
- в) дифференциальные реле давления (для контроля работы вентилятора, контроля обмерзания рекуператора, контроля засорения фильтра);
- г) термостат защиты от замерзания калорифера.

Автоматикой предусматривается работа установки в трёх режимах:

- а) рабочем (нормальный режим эксплуатации);
- б) дежурном (установка не работает, но включена защита от замораживания);
- в) аварийном (угроза замораживания теплообменника, засорение фильтра).

12 Технико-экономический расчёт

В качестве технико-экономического расчёта был выбран расчёт срока окупаемости приточно-вытяжной установки системы ПВ2 с рекуператором. Система ПВ2 обслуживает спортивно-демонстрационный зал (зона выступлений).

Затраты теплоты на нагрев наружного воздуха в системе без рекуператора определяется по формуле:

$$Q = V \cdot \rho_n \cdot \frac{1}{3600} \cdot c \cdot (t_{np} - t_n) \quad (12.1)$$

Где V - расход приточного воздуха, $м^3 / ч$;

ρ_n - плотность наружного воздуха, $кг / м^3$;

c - удельная теплоёмкость при постоянном давлении, $кДж / (кг \cdot К)$;

t_{np} - температура приточного воздуха, $^{\circ}C$;

t_n - температура наружного воздуха, $^{\circ}C$. Принимается как средняя температура периода со средней суточной температурой воздуха $\leq 8^{\circ}C$.

Годовые затраты тепла в системе без рекуператора:

$$Q_z = Q \cdot z_{om} \cdot 24 \quad (12.2)$$

Где z_{om} - длина отопительного периода, дн.

Температура воздуха на выходе из пластинчатого рекуператора определяется по формуле:

$$t_{H2} = t_H + \varepsilon(t_{y1} - t_H) \quad (12.3)$$

Где ε - эффективность работы рекуператора;

t_{y1} - температура удаляемого из помещения воздуха, $^{\circ}C$.

Затраты теплоты на нагрев наружного воздуха в системе с рекуператора определяется по формуле:

$$Q_p = V \cdot \rho_n \cdot \frac{1}{3600} \cdot c \cdot (t_{np} - t_{n2}) \quad (12.4)$$

Годовые затраты тепла в системе без рекуператора определяются по формуле:

$$Q_{z(p)} = Q \cdot z_{om} \cdot 24 \quad (12.5)$$

Количество сэкономленной энергии определяется по формуле:

$$\Delta Q = Q_z - Q_{z(p)} \quad (12.6)$$

Стоимость сэкономленной энергии определяется по формуле:

$$\mathcal{E} = \Delta Q \cdot \Pi_1 \quad (12.7)$$

где Π_1 - стоимость тепловой энергии 1 кВт*ч в г. Уфа, руб/(кВт*ч)

Срок окупаемости определяется по формуле:

$$t = \frac{\Pi}{\mathcal{E}} \quad (12.8)$$

где Π - стоимость приточно-вытяжной установки с рекуператором.

Результаты расчёта срока окупаемости сведены в таблицу 31.

Таблица 31 – Результаты расчёта срока окупаемости приточно-вытяжной установки ПВ2 (зона выступлений) с рекуператором

Наименование характеристики	Обознач., ед.изм	Значение
Затраты теплоты на нагрев наружного воздуха в системе без рекуператора	$Q, \text{кВт} \cdot \text{ч}$	38,2
Расход приточного воздуха	$V, \text{м}^3 / \text{ч}$	4000
Плотность наружного воздуха	$\rho, \text{кг} / \text{м}^3$	1,32
Удельная теплоёмкость при постоянном давлении	$c, \text{кДж} / (\text{кг} \cdot \text{К})$	1,005
Температура приточного воздуха	$t_{np}, ^\circ\text{C}$	20
Температура наружного воздуха	$t_n, ^\circ\text{C}$	-5,9
Годовые затраты тепла	$Q_z, \text{кВт} \cdot \text{ч} / \text{год}$	192 644
Длина отопительного периода	$z_{om}, \text{дн}$	210
Температура воздуха на выходе из пластинчатого рекуператора	$t_{n2}, ^\circ\text{C}$	13,3
Эффективность работы рекуператора	ε	0,62
Температура удаляемого воздуха из помещения	$t_{y1}, ^\circ\text{C}$	25
Затраты теплоты на нагрев наружного воздуха в системе с рекуператором	$Q_p, \text{кВт} \cdot \text{ч}$	9,9
Годовые затраты тепла в системе с рекуператором	$Q_{z(p)}, \text{кВт} \cdot \text{ч} / \text{год}$	50 147
Количество сэкономленной энергии	$\Delta Q, \text{кВт} \cdot \text{ч} / \text{год}$	142 497
Стоимость 1 кВт*ч в г. Уфа	$\Pi_1, \text{руб} / (\text{кВт} \cdot \text{ч})$	3,50
Стоимость сэкономленной энергии	$\mathcal{E}, \text{руб} / \text{год}$	498 739
Срок окупаемости	$t, \text{год}$	1,10
Стоимость системы с рекуператором	$\Pi, \text{руб}$	550 890

Вывод к разделу 12.

Таким образом, срок окупаемости приточно-вытяжной установки, согласно расчёту, составляет 1 год 2 месяца.

Заключение

В ходе выполнения магистерской диссертации были определены параметры наружного и внутреннего воздуха, был выполнен анализ по ощущениям комфортности.

В литературном обзоре была перечислена основная нормативно-техническая документация. В качестве объекта по патентному поиску был выбран сопловой диффузор.

Был выполнен теплотехнический расчет ограждающих конструкций.

Теплопотери здания составляют 221,75 кВт. По теплопоступлениям и теплопотерям был определен тепловой баланс для расчётных помещений. Был составлен воздушный баланс.

В здании была запроектирована двухтрубная система отопления с попутным движением теплоносителя, состоящая из нескольких горизонтальных ветвей.

В центре художественной гимнастики было предусмотрено устройство пяти приточно-вытяжных систем, пяти приточных систем и тридцати пяти вытяжных систем, четыре системы дымоудаления, шесть систем приточной противодымной вентиляция, а также устройство одной воздушно-тепловой завесы при входе в здание.

В здании была запроектирована система холодоснабжения. Система включает в себя чиллер, несколько центральных кондиционеров (приточно-вытяжных систем), а также локальные доводчики (фанкойлы).

В технико-экономическом расчете срок окупаемости приточно-вытяжной установки ПВ2 составляет 1 год и 2 месяца.

Список используемых источников

1. Балашов А. А. Проектирование систем отопления и вентиляции гражданских зданий: учебное пособие / А.А. Балашов, Н.Ю. Полунина. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2011. – 88 с.
2. Белова Е. М. Системы кондиционирования воздуха с чиллерами и фэнкойлами. 2003, 400 с.
3. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч.1. Отопление/В.Н. Богословский, Б.А. Крупнов, А.Н. Сканава и др.; Под ред. И.Г. Староверова и Ю.И. Шиллера.-4-е изд., перераб. И доп.-М.: Стройиздат, 1990.-344 с.:ил.-(Справочник проектировщика).
4. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч.3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн.1/В.Н. Богословский, А.И. Пирумов, В.Н. Посохин и др.; Под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера.-4-е изд., перераб. И доп.-М.: Стройиздат, 1992.-319 с.:ил.-(Справочник проектировщика).
5. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях [Электронный ресурс]: – Введ. 2013-01-01. URL:<https://files.stroyinf.ru/>(дата обращения: 18.09.2019).
6. ГОСТ Р 54851-2011. Конструкции строительные ограждающие неоднородные. Расчет приведенного сопротивления теплопередаче [Электронный ресурс]:– Введ. 2011-15-12. URL:<https://meganorm.ru/>(дата обращения: 18.09.2019).
7. Краснов Ю. С. Системы вентиляции и кондиционирования. Рекомендации по проектированию для производственных и общественных зданий. Москва: Техносфера; Термокул, 2006.-288с.
8. Кувшинов Ю.Я., Самарин о.д. Основы обеспечения микроклимата зданий: Учеб. для вузов. - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2012. - 200 с.
9. Курсовое и дипломное проектирование по вентиляции гражданских и промышленных зданий: Учеб. Пособие для вузов/В.П. Титов, Э.В. Сазонов, Ю.С. Краснов, В.И. Новожилов.-М.: Стройиздат, 1985.

10. Ледешкова Е. В. Способы обеспечения параметров микроклимата помещений спортивного комплекса. – Текст: электронный//МОЛОДЕЖЬ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС сборник докладов XII международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 3 т. – 2019. – с.66-70. URL:https://www.elibrary.ru/download/elibrary_41232110_24243447.pdf – Режим доступа: Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.(дата обращения: 18.09.2019).

11. Малявина Е. Г. Теплотери здания: справочное пособие / Е. Г. Малявина. — М.: АВОК-ПРЕСС, 2007. - 144 с.

12. Международная федерация гимнастики. Технический регламент FIG 2017 [Электронный ресурс].Режим доступа: https://www.gymnastics.sport/publicdir/rules/files/en_Technical%20Regulations%202020%20new%20PK%20only.pdf (дата обращения: 18.09.2019).

13. Мерщев А. А., Янко Н. М., Кремнева А. А. Особенности микроклимата спортивных учреждений. – Текст: электронный//ЖИЛИЩНОЕ ХОЗЯЙСТВО И КОММУНАЛЬНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА – 2018. – с.22-28. URL:https://www.elibrael.ru/download/elielibr_38167666_22408963.pdf – Режим доступа: Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.(дата обращения: 18.09.2019).

14. Миллер Ю. В. Рекомендации по проектированию систем ОВК спортивных сооружений. «АВОК» №6 2015 [Электронный ресурс].Режим доступа: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=6189 (дата обращения: 18.09.2019).

15. Нилогов В. В., Белоглазова Т. Н. Обеспечение микроклимата физкультурно-оздоровительных комплексов. – Текст: электронный//СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ. ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА. – 2020. – с.117-121. URL:https://www.elibrael.ru/download/elielibr_42882119_44739988.pdf – Режим

доступа: Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.(дата обращения: 18.09.2019).

16. Отопление и вентиляция жилых и гражданских зданий: Проектирование: Справочник/Г.В. Русланов, М.Я. Розкин, Э.Л. Ямпольский.- Киев: Будівельник,1983.-272с.

17. Переверзева И.С., Ткаченко Н.В. Современные требования к системам обеспечения микроклимата в спортивно-оздоровительных комплексах. – Текст: электронный//НОВЫЕ ИДЕИ НОВОГО ВЕКА: МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ ФАД ТОГУ. –2016. – с. 327-333. URL:https://www.elibrael.ru/download/elielibr_25810605_88065824.pdf – Режим доступа: Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.(дата обращения: 18.09.2019).

18. Плаксина Е.В. Характерные особенности систем обеспечения параметров микроклимата в спортивно-оздоровительных помещениях. – Текст: электронный//НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК ВОРОНЕЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА. СЕРИЯ: ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ. ЭКОЛОГИЯ. – 2014. – с.146-153. URL:https://www.elibrael.ru/download/elielibr_22258676_33247632.pdf. – Режим доступа: Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.(дата обращения: 18.09.2019)

19. Покотилов В. В. Пособие по расчету систем отопления. 145с. Издательство: Вена: фирма «HERZ Armaturen», 2006 г. [Электронный ресурс].Режим доступа: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=6189 (дата обращения: 18.11.2020).

20. Примеры расчетов вентиляции общественных зданий: Методические указания к курсовому проекту для студентов направления подготовки 08.03.01 Строительство (уровень бакалавриата). Электронное издание, исправленное и актуализированное / КазГАСУ; Сост. Посохин В.Н., Сафиуллин Р.Г. Казань, 2016. - 43 с.

21. Расчётное определение основных параметров противодымной вентиляции зданий: Метод. Рекомендации к СП 7.13130.2013. М.:ВНИИПО, 2013.58 с.

22. СП 118.13330.2012 Общественные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009 [Электронный ресурс]: Свод правил. – Введ. 2013-01-11. URL: <https://www.faufcc.ru>

23. СП 131.13330.2018 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* [Электронный ресурс]: Свод правил. – Введ. 2018-28-11. URL: <https://www.faufcc.ru> (дата обращения: 18.09.2019).

24. СП 160.1325800.2014 Здания и комплексы многофункциональные правила проектирования [Электронный ресурс]: Свод правил. – Введ. 2014-01-09. URL: <https://www.faufcc.ru> (дата обращения: 18.09.2019).

25. СП 2.1.2.3304-15 Санитарно-эпидемиологические требования к размещению, устройству и содержанию объектов спорта [Электронный ресурс]: Свод правил. – Введ. 2015-29-10. URL: <https://files.stroyinf.ru/> .

26. СП 2.3.6.2202-07 Санитарно-эпидемиологические требования к организациям общественного питания, изготовлению и оборотоспособности в них пищевых продуктов и продовольственного сырья [Электронный ресурс]: Свод правил. – Введ. 2007-1-07. URL: <https://files.stroyinf.ru/> (дата обращения: 18.09.2019).

27. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* [Электронный ресурс]: Свод правил. – Введ. 2017-04-06. URL: <https://www.faufcc.ru> (дата обращения: 12.04.2019).(25.)

28. СП 23-101-2004 . Проектирование тепловой защиты зданий.[Электронный ресурс]: Свод правил. – Введ. 2004-01-06. URL: <https://meganorm.ru/> (дата обращения: 18.09.2019).

29. СП 31-112-2004 Часть 1 Физкультурно-спортивные залы.[Электронный ресурс]: Свод правил. – Введ. 2005-26-02. URL: <https://www.elbtal.ru/> (дата обращения: 18.09.2019).

30. СП 332.1325800.2017 Спортивные сооружения. Правила проектирования. [Электронный ресурс]: Свод правил. – Введ. 2018-15-05. URL: <https://www.faufcc.ru> (дата обращения: 18.09.2019).

31. СП 383.1325800.2018 Комплексы физкультурно-оздоровительные. Правила проектирования [Электронный ресурс]: Свод правил. – Введ. 2018-25-11. URL: <https://www.faufcc.ru> (дата обращения: 18.09.2019).

32. СП 440.1325800.2018 Спортивные сооружения. Проектирование естественного и искусственного освещения [Электронный ресурс]: Свод правил. – Введ. 2018-19-12. URL: <https://www.faufcc.ru> (дата обращения: 18.09.2019).

33. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 [Электронный ресурс]: Свод правил. – Введ. 2012-01-01. URL: <https://www.faufcc.ru> (дата обращения: 18.09.2019).

34. СП 60.13330.2016 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003 [Электронный ресурс]: Свод правил. – Введ. 2017-06-17. URL: <https://www.faufcc.ru> (дата обращения: 18.09.2019).

35. СП 7.13330.2013 Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Свод правил. – Введ. 2013-02-21. URL: <https://www.faufcc.ru> (дата обращения: 18.09.2019).

36. Je-hyeon Lee, Piljae Im, Jeffrey D. Munk, Mini Malhotra, Min-seok Kim, and Young-hak Song Comparison Evaluations of VRF and RTU Systems Performance on Flexible Research Platform Hindawi Advances in Civil Engineering Volume 2018, Article ID 7867128, 16 pages <https://doi.org/10.1155/2018/7867128>.

37. Michel Noussan, Benedetto Nastasi, Data Analysis of Heating Systems for Buildings —A Tool for Energy Planning, Policies and Systems Simulation Energies 2018, 11, 233; doi:10.3390/en11010233 www.mdpi.com/journal/energies.

Приложение А

Расчетные параметры внутреннего воздуха

Таблица А.1 – Внутренняя температура помещений в холодный период года для проектирования систем отопления (допустимые параметры)

Наименование помещения	Расчётная внутренняя температура, °С	Примечания
1	2	2
Спортивная зона		
Основная зона		
Спортивно-демонстрационное помещение, разминочный зал, зал хореографии, тренировочный зал	+20	В соответствии с требованиями ВФХГ (Технический регламент ФИЖ)
Блок раздевальных, которые находятся непосредственно при спортивных залах		
Раздевальные для переодевания спортсменов	+22	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.2
Душевая	+24	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.3
Преддушевая	+24	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.3
Туалет	+18	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.8
Тренерские (раздевалка)	+20	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.2
Инвентарная при залах	+18	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.10
Помещения для судей		
Раздевальная	+20	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.2
Душевая для судей	+24	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.3
Туалет для судей	+18	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.8
Конферен-зал	+20	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.7
Подтрибунное пространство для прокладки инженерных коммуникаций	+16	
Комната главного судьи и проведения совещаний, комната судей	+20	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.7
Входная зона для зрителей на первом этаже		
Вестибюль для зрителей	+16	ГОСТ 30494-2011 табл.3, помещение 6-ой категории
Туалет	+18	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.8
Гардероб верхней одежды для зрителей	+18	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.1
Кассовая кабина	+18	ГОСТ 30494-2011 табл.2, помещение 2-ой категории
Фойе	+16	ГОСТ 30494-2011 табл.3, помещение 6-ой категории

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

1	2	2
Лестничная клетка	+16	ГОСТ 30494-2011 табл.3, помещение 6-ой категории
Входная зона для занимающихся на первом этаже		
Вестибюль для занимающихся.	+16	ГОСТ 30494-2011 табл.3, помещение 6-ой категории
Ресепшн. Охрана. Пожарный пост.	+20	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.7
Гардероб для занимающихся (верхней одежды?)	+18	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.1
Блок помещений допинг-контроля		
Ожидальная	+18	ГОСТ 30494-2011 табл.3, помещение 1-ой категории
Душевая	+24	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.3
Туалет	+18	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.8
Помещение для взятия и анализа проб с открытыми туалетными отсеками	+20	ГОСТ 30494-2011 табл.3, помещение 5-ой категории
Прочее		
Административные помещения (2 этаж)	+20	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.7
Бытовые помещения для персонала (2 этаж)		
Душевые	+24	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.3
Туалет	+18	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.8
Коридор	+18	
Помещения отдыха и приёма пищи	+18	ГОСТ 30494-2011 табл.3, помещение 1-ой категории
Технические помещения		
Инвентарная для аппаратуры	+20	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.7
Видиомонтажная и звукооператорская	+20	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.7
Прессцентр	+20	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.7
Кафе на 42 посадочных места		
Помещения для посетителей		
Обеденный зал с раздаточной на 42 посадочных места	+19	ГОСТ 30494-2011 табл.3, помещение категории 3а
Туалет	+16	ГОСТ 30494-2011 табл.3, помещение 6-ой категории
Гардероб в вестибюле для зрителей	+18	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.1
Помещения для приёма и хранения продуктов		
Загрузочная	+16	ГОСТ 30494-2011 табл.3, помещение 6-ой категории
Кладовая сухих продуктов	+17	СП 2.3.6.1079-01, Приложение 2
Помещение холодильных камер	+17	СП 2.3.6.1079-01, Приложение 2

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

1	2	2
Кладовая пищевых отходов	+18	
Моечная тары	+15	СП 2.3.6.1079-01, Приложение 2
Производственные помещения		
Доготовочный цех	+17	СП 2.3.6.1079-01, Приложение 2
Моечные		
Моечная столовой посуды	+17	СП 2.3.6.1079-01, Приложение 2
Моечная кухонной посуды	+15	СП 2.3.6.1079-01, Приложение 2
Служебные и бытовые помещения		
Гардеробная работников	+16	ГОСТ 30494-2011 помещение категории 3в
Душевые	+18	ГОСТ 30494-2011 табл.3
Туалет	+16	ГОСТ 30494-2011 табл.3, помещение 6-ой категории
Помещение заведующего производством	+20	СП 2.3.6.1079-01, Приложение 1
Медико-восстановительный центр		
Кабинет врача	+20	ГОСТ 30494-2011 табл.3, помещение 5-ой категории
Процедурная	+20	ГОСТ 30494-2011 табл.3, помещение 5-ой категории
Кабинет физиотерапии	+20	ГОСТ 30494-2011 табл.3, помещение 5-ой категории
Ожидальная	+18	ГОСТ 30494-2011 табл.3, помещение 1-ой категории
Помещение мед. персонала	+18	ГОСТ 30494-2011 табл.3, помещение 1-ой категории
Санузел персонала	+20	СП 118.13330.2012, табл. К.3
Санузел посетителей	+20	СП 118.13330.2012, табл. К.3
КУИ	+16	ГОСТ 30494-2011 табл.3, помещение 6-ой категории
Блок массажной и бани сухого жара		
Помещение отдыха	+20	ГОСТ 30494-2011 табл.3, помещение 5-ой категории
Раздевальная	+20	ГОСТ 30494-2011 табл.3, помещение 5-ой категории
Туалет	+18	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.8
Помещение камеры сухого жара	+100	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.5
Массажная	+20	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.4
Гостиница на 20 чел. Для проживания спортсменов		
Номера гостиниц	+18	ГОСТ 30494-2011 табл.3, помещение 1-ой категории
Туалет	+18	ГОСТ 30494-2011 табл.1
Душевая	+18	ГОСТ 30494-2011 табл.1



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Ванная	+18	ГОСТ 30494-2011 табл.1
Прихожая	+18	ГОСТ 30494-2011 табл.1
Вспомогательные помещения		
Комната дежурной	+18	СП 118.13330.2012, п 7.13
Кладовая чистого белья	+18	СП 118.13330.2012, п 7.13
Гладильный цех	+18	СП 118.13330.2012, п 7.13
Постирочная	+18	СП 118.13330.2012, п 7.13
Техническое помещение	+18	СП 118.13330.2012, п 7.13
Бельевая грязного белья	+18	СП 118.13330.2012, п 7.13
Гардероб для персонала гостиницы	+18	СП 118.13330.2012, п 7.13
Комната отдыха персонала	+18	СП 118.13330.2012, п 7.13
Технический этаж (3 этаж)		
Технический этаж	+16	
Венткамера	+16	
Холодильная станция	+16	
Техподполье (-1 этаж)		
Техническое подполье	+5	
Противопожарная насосная станция	+5	
Водомерный узел	+5	
Узел ввода	+5	
Электрощитовая	+5	
ИТП	+5	
Венткамера	+5	
Комната хранения светодиодных светильников	+5	

Приложение Б
Патентный поиск

Таблица Б.1 – Научно-техническая документация, отобранная для анализа

Предмет поиска	Автор(ы), УДК	Наименование	Сущность технического решения
1	2	3	4
1. Сопловой диффузор	Ю. А. Табунщиков, М. М. Бродач	Использование направляющих сопел для раздачи воздуха в системах кондиционирования воздуха. АВОК №2 -2016 г.	<p>Применение направляющих сопел компании Fläkt Woods</p> 
2. Сопловой воздухораспределитель	ООО «Арктос» https://arktos.pro/ (Россия)	Сопловой воздухораспределитель SMK	<p>Имеется центральная вставка с возможностью поворота вокруг оси на 180°.</p> 

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1



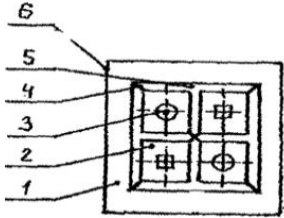
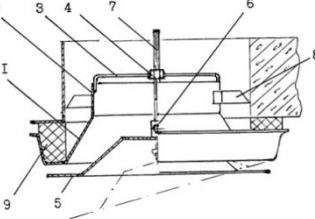
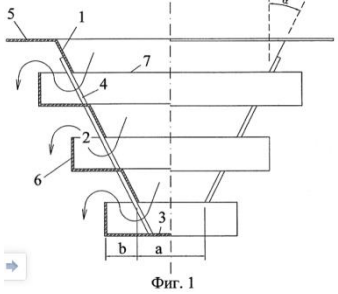
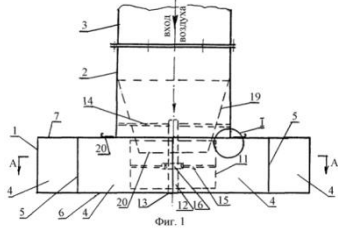
1	2	3	4
3.Сопловые воздухораспределители	Производитель МРЗ mp3-vent.ru(Италия)	Сопловой воздухораспределитель KVL	<p>Имеется дополнительная вихревая насадка, которая увеличивает индукцию и уменьшает скорость потока воздуха</p> 
4.Сопловые воздухораспределители	ООО «Арктос» https://arktos.pro/ (Россия)	Воздухораспределитель сопловой ЗСДК	<p>Состоит из сопла, внешнего кольца и внутреннего кольца. Имеется присоединительный патрубок с уплотнительным кольцом для установки на воздуховоде</p> 

Таблица Б.2 – Патентная документация, отобранная для анализа

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	Подлежит (не подлежит) исследованию	Изображение
1	2	3	4	5	6
1. Воздухораспределитель	Россия RU 189 502 U1 2019104777 F24F 13/06 (2006.01)	Мальгин Ю.В. Россия 20.02.2019 24.05.2019 Панель воздухораспределителя	Имеется тонкостенный перфорированный лист с выпускными отверстиями. Имеется выпускное - щелевое отверстие для каждого участка листа. Применяется для подачи воздуха непосредственно в рабочую зону. Цель: повышение уровня турбулентности, уменьшение аэродинамического сопротивления	не подлежит	 Фиг. 2
2. Воздухораспределитель	Россия RU 21 647 U1 2001120047/20 F24F 13/06 (2000.01)	Гончаров А.В. Россия 17.07.2001 27.01.2002 Воздухораспределитель	Воздухораспределитель, содержащий корпус, выполненный в виде кольцевого патрубка переменного по высоте сечения и расширяющегося книзу, регулируемую форму струи и направленность потока воздуха тарелку, соединенную с осевым винтом, проходящим через гайку, закрепленную на скобе, пластинчатые пружинные заостренные распорки, расположенные снаружи корпуса радиально и фиксирующие его положение в скрытом воздуховоде или круглом отверстии в строительной конструкции, и уплотнение, отличающийся тем, что соединение осевого винта с регулирующей тарелкой выполнено гибким шарнирным.	подлежит	

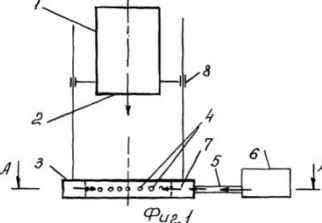
Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.2

1	2	3	4	5	6
3. Воздухораспределитель	Россия RU 2 307 987 C1 F24F 13/06 (2006.01)	Балобанов С. А. (RU), Смирнов Ю. В. (RU), Лысый В.П.(RU) 14.12.2005 10.10.2007	<p>Воздухораспределитель состоит из ступенек, расположенных каскадно по его высоте в виде перевернутых усеченных пирамид, и основания в форме плоского квадрата, скрепленных направляющими. Верхние края ступенек выполнены в виде плоских полочек. Края основания снабжены вертикальными бортами.</p> <p>Цель - повышение интенсивности затухания приточных струй воздуха любого направления.</p>	подлежит	 <p>Фиг. 1</p>
4. Воздухораспределитель	Россия RU 2 231 720 C1 2003100791/06 F24F 13/06 (2006.01)	Тучков В.К. (RU), Пинтюшенко А.Д. (RU), Герцман Л.Е. (RU) 09.01.2003 27.06.2004 Воздухораспределитель	<p>Воздухораспределитель содержит подключенный к воздухопроводу сотовый насадок, который подключен к воздухопроводу через входной патрубок и выполнен в форме цилиндра, соты имеют форму диффузоров прямоугольного сечения, образованного вертикальными ребрами, прикрепленными к нижнему и верхнему торцам цилиндра, причем плоскости вертикальных ребер расположены по касательным к условной цилиндрической поверхности, которую образуют входные отверстия сот, расположенных внутри сотового насадка. Внутри насадка, соосно с ним установлен с минимальным зазором от входных отверстий сот, с возможностью вращения вокруг неподвижной оси открытый сверху цилиндр с двумя выходными отверстиями, расположенными на его боковой поверхности диаметрально</p>	подлежит	 <p>Фиг. 1</p>

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.2

1	2	3	4	5	6
			<p>противоположно и снабженными дугообразными козырьками, обеспечивающими создание крутящего момента при истечении из выходных отверстий цилиндра струй воздуха, а во входном патрубке воздухораспределителя смонтирована конфузурная вставка, нижний обрез которой заглублен внутрь открытого сверху цилиндра, а на верхнем торце сотового насадка вблизи места присоединения к нему входного патрубка вырезаны эжектирующие окна, снабженные шторками, позволяющими регулировать открытые площади окон.</p> <p>Цель повышение интенсивности затухание приточной струи</p>		
<p>5. Воздухор аспредел итель</p>	<p>Россия RU 2 247 903 C1 F24F 13/06 (2000.01) 2003124317/06</p>	<p>Кириленко Н.Я. (RU), Трушков А.С. (RU) 04.08.2003 10.03.2005 Воздухораспре делитель</p>	<p>Воздухораспределитель содержит патрубок, связанное с патрубком и установленное за его выходным торцом тело для взаимодействия с внешней поверхностью истекающей струи. Тело выполнено в виде соосного с патрубком полого тороида с внутренним диаметром не менее диаметра выходного сечения патрубка. Тороид имеет внутреннюю радиальную перфорацию. Внутренняя полость тороида сообщена трубопроводом с источником управляющей среды. Тороид установлен с возможностью осевого перемещения.</p> <p>Цель - расширение диапазона регулирования степени затухания воздушного потока.</p>	<p>подлежит</p>	

Приложение В
Расчёт тепловых потерь

Таблица В.1 – Расчёт тепловых потерь

Номер помещения	Ограждающие конструкции										Q, Вт	Добавки на теплопотери, %			Q(1+Σβ)	Q ₀ , Вт
	Наименование помещения	Наименование ограждения	Ориентация по сторонам света	размеры		F, м ²	k, Вт/м ²	t _n , °C	t _в , °C	Δt _n , °C		стороны света	Σβ			
				a	b											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1 этаж																
1.1	Вестибюль	НС	В	4.5	3	13.50	0.25	-33	+16	49	166	0.1		0.10	182.52	
		ОК	В	0.8	1.7	1.36	1.41	-33	+16	49	94	0.1		0.10	103.25	
		ПЛ	-	-	-	-	269.44	0.86	+5	+16	11	2556			0.00	2556.25
Итого:															2 842	
1.4	Гардероб для зрителей	ПЛ	-	-	-	95.95	0.86	+5	+18	13	1076			0.00	1075.81	
Итого:															1 076	
1.5	Лифтовой холл	НС	В	4.5	3.57	16.07	0.25	-33	+16	49	197	0.1		0.10	217.20	
		ПЛ	-	-	-	-	13.53	0.86	+5	+16	11	128			0.00	128.36
Итого:															346	
1.6	Кассы	НС	В	4.5	3.24	14.58	0.25	-33	+18	51	187	0.1		0.10	205.17	
		ОК	В	0.9	1.5	1.35	1.41	-33	+18	51	97	0.1		0.10	106.67	
		ПЛ	-	-	-	-	14.73	0.86	+5	+18	13	165			0.00	165.16

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Итого:																477
1.7	Кассовый вестибюль	НС	В	4.5	2.36	10.62	0.25	-33	+16	49	131	0.1		0.10	143.58	
		ПЛ	-	-	-	8.85	0.86	+5	+16	11	84			0.00	83.96	
Итого:																228
1.8	Тамбур	НС	В	4.5	2.9	13.05	0.25	-33	16	49	160	0.1		0.10	176.44	
		ПЛ	-	-	-	9.52	0.86	+5	+5	0	0			0.00	0.00	
		ДН	В	2.4	1.5	3.60	1.00	-33	16	49	176	0.1		0.10	194.04	
Итого:																370
1.9	С/у для МГН	ПЛ	-	-	-	8.27	0.86	+5	+18	13	93			0.00	92.75	
Итого:																93
1.10	С/у для зрителей (ж)	ПЛ	-	-	-	12.39	0.86	+5	+18	13	139			0.00	138.92	
Итого:																139
1.11	С/у для зрителей (м)	ПЛ	-	-	-	20.14	0.86	+5	+18	13	226			0.00	225.77	
Итого:																226
1.12	Подтрибунное пространство для прокладки инженерных коммуникаций	ПЛ	-	-	-	46.80	0.86	+5	+16	11	444			0.00	444.00	
Итого:																444
1.13	КУИ	ПЛ	-	-	-	11.86	0.86	+5	+16	11	113			0.00	112.56	
Итого:																113

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1.14	Тамбур	НС	С	4.5	6.45	29.03	1.41	-33	16	49	2003	0.1		0.10	2203.45	
		НС	В	4.5	3.65	16.43	1.41	-33	16	49	1134	0.1		0.10	1246.91	
		НС	З	4.5	3.65	16.43	1.41	-33	16	49	1134	0.05		0.05	1190.23	
		ДН	С	2.4	1.5	3.60	1.41	-33	16	49	248	0.1		0.10	273.30	
		ДН	С	2.4	1.5	3.60	1.41	-33	16	49	248	0.1		0.10	273.30	
		ПЛ	-	-	-	25.76	0.86	+5	+5	0	0				0.00	0.00
Итого:																5 187
1.15	Спортивно-демонстрационное помещение	НС	В	13.8	28.11	387.92	0.25	-33	+20	53	5181	0.1		0.10	5698.90	
		ОК	В	4.525	44.68	202.18	1.41	-33	+20	53	15092	0.1		0.10	16601.29	
		ПЛ	-	-	-	1055.43	0.18	-33	+20	53	10053			0.00	10053.05	
		ДН	В	2.4	1.5	7.20	1.00	-33	+20	53	382	0.1		0.10	419.76	
		ПТ	-	-	-	1055.43	0.24	-33	+20	53	13431			0.00	13430.71	
Итого:																46 204
1.16	Разминочный зал	НС	С	13.8	9.25	127.65	0.25	-33	+20	53	1705	0.1	0.05	0.15	1960.54	
		НС	В	13.8	25.35	349.76	0.25	-33	+20	53	4671	0.1	0.05	0.15	5371.89	
		НС	Ю	13.8	36.38	446.18	0.25	-33	+20	53	5959		0.05	0.05	6256.81	
		ОК	В	6.325	6.075	38.42	1.41	-33	+20	53	2868	0.1	0.05	0.15	3298.54	
		ОК	Ю	6.325	23.67	149.71	1.41	-33	+20	53	11176		0.05	0.05	11734.53	
		ПЛ	-	-	-	1005.62	0.18	-33	+20	53	9579			0.00	9578.53	
		ДН	С	2.4	1.5	3.60	1.00	-33	+20	53	191	0.1	0.05	0.15	219.42	
		ПТ	-	-	-	1005.62	0.24	-33	+20	53	12797			0.00	12796.75	
Итого:																51 217

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1.17	Зал хореографии	НС	В	4.9	15.18	74.38	0.25	-33	+20	53	993	0.1	0.05	0.15	1142.41	
		НС	Ю	4.9	15.38	75.36	0.25	-33	+20	53	1006		0.05	0.05	1056.82	
		ОК	В	1.8	6	10.80	1.41	-33	+20	53	806	0.1		0.10	886.82	
		ОК	Ю	1.8	8	14.40	1.41	-33	+20	53	1075			0.00	1074.93	
		ДН	Ю	2.4	1.5	3.60	1.00	-33	+20	53	191			0.00	190.80	
		ПЛ	-	-	-	248.79	0.18	-33	+20	53	2370			0.00	2369.73	
		ПТ	-	-	-	248.79	0.24	-33	+20	53	3166			0.00	3165.91	
Итого:															9 887	
1.18	Инвентарная	ПЛ	-	-	-	20.07	0.86	+5	+18	13	225			0.00	224.98	
Итого:															225	
1.19	Коридор	ПЛ	-	-	-	87.39	0.86	+5	+18	13	980			0.00	979.81	
Итого:															980	
1.20	Обеденный зал	НС	С	4.5	3.64	16.38	0.25	-33	+19	52	214	0.1		0.10	235.02	
		ОК	С	1.81	1.8	3.26	1.41	-33	+19	52	239	0.1		0.10	262.48	
		ПЛ	-	-	-	94.73	0.86	+5	+19	14	1144			0.00	1143.90	
Итого:															1 641	
1.21	Моечная посуды	НС	С	4.5	3.745	16.85	0.25	-33	+17	50	211	0.1		0.10	232.49	
		ОК	С	1.81	1.8	3.26	1.41	-33	+17	50	229	0.1		0.10	252.38	
		ПЛ	-	-	-	13.75	0.86	+5	+17	12	142			0.00	142.28	
Итого:															627	
1.22	Раздаточная	ПЛ	-	-	-	21.10	0.86	+5	+19	14	255			0.00	254.72	
Итого:															255	

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1.23	Догоготовочный цех	НС	С	4.5	6.595	29.68	0.25	-33	+17	50	372	0.1		0.10	409.43	
		ОК	С	1.8	0.9	1.62	1.41	-33	+17	50	114	0.1		0.10	125.49	
		ОК	С	1.5	0.9	1.35	1.41	-33	+17	50	95	0.1		0.10	104.58	
		ОК	С	0.9	0.9	0.81	1.41	-33	+17	50	57	0.1		0.10	62.75	
		ПЛ	-	-	-	44.30	0.86	+5	+17	12	458			0.00	458.45	
Итого:																1 161
1.24	Коридор	ПЛ	-	-	-	81.26	0.86	+5	+18	13	911			0.00	911.07	
Итого:																911
1.25	Тамбур	НС	З	4.5	3.115	14.02	0.25	-33	16	49	172	0.05		0.05	180.90	
		ПЛ	-	-	-	1.21	0.86	+5	+5	0	0			0.00	0.00	
Итого:																181
1.26	Душевая	ПЛ	-	-	-	2.93	0.86	+5	+18	13	33			0.00	32.80	
Итого:																33
1.27	Гардероб персонала	ПЛ	-	-	-	22.69	0.86	+5	+16	11	215			0.00	215.23	
Итого:																215
1.28	Моечная кухонной посуды	НС	С	4.5	2.345	10.55	0.25	-33	+15	48	127	0.1		0.10	139.76	
		ОК	С	0.9	1.5	1.35	1.41	-33	+15	48	91	0.1		0.10	100.39	
		ПЛ	-	-	-	12.31	0.86	+5	+15	10	106			0.00	106.16	
Итого:																346
1.29	Помещение охлаждаемых камер	НС	С	4.5	3.55	15.98	0.25	-33	+17	50	200	0.1	0.05	0.15	230.41	
		НС	З	4.5	6.66	29.97	0.25	-33	+17	50	376	0.05	0.05	0.10	413.46	
		ОК	С	1.8	0.9	1.62	1.41	-33	+17	50	114	0.1	0.05	0.15	131.20	
		ПЛ	-	-	-	20.31	0.86	+5	+17	12	210			0.00	210.22	
Итого:																985

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1.30	Помещение отдыха	ПЛ	-	-	-	21.69	0.86	+5	+18	13	243			0.00	243.21	
Итого:																243
1.31	Загрузочная	НС	3	4.5	2.32	10.44	0.25	-33	+16	49	128	0.05		0.05	134.73	
		ПЛ	-	-	-	9.71	0.86	+5	+16	11	92			0.00	92.13	
		ДН	3	2.4	1.5	3.60	1.00	-33	+16	49	176	0.05		0.05	185.22	
Итого:																412
1.32	Коридор	ПЛ	-	-	-	39.83	0.86	+5	+18	13	447			0.00	446.55	
Итого:																447
1.33	Кладовая сухих продуктов	ПЛ	-	-	-	10.59	0.86	+5	+17	12	110			0.00	109.59	
Итого:																110
1.34	Моечная тары	НС	3	4.5	3.05	13.73	0.25	-33	+15	48	165	0.05		0.05	173.51	
		ПЛ	-	-	-	7.30	0.86	+5	+15	10	63			0.00	62.97	
Итого:																236
1.35	Тамбур	НС	3	4.5	1.88	8.46	0.25	-33	-33	16	34	0.05		0.05	35.65	
		ПЛ	-	-	-	6.19	0.86	+5	+5	16	85			0.00	85.42	
		ДН	3	2.4	1	2.40	1.00	-33	-33	16	38	0.05		0.05	40.32	
Итого:																161
1.36	Кабинет	НС	3	4.5	3.05	13.73	0.25	-33	+20	53	182	0.05		0.05	191.59	
		ОК	3	1.8	0.9	1.62	1.41	-33	+20	53	121	0.05		0.05	126.98	
		ПЛ	-	-	-	10.85	0.86	+5	+20	15	140			0.00	140.32	
Итого:																459
1.37	КУИ	ПЛ	-	-	-	8.51	0.86	+5	+16	11	81			0.00	80.74	
Итого:																81

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1.38	С/у	ПЛ	-	-	-	4.17	0.86	+5	+18	13	47			0.00	46.70	
Итого:																47
1.39	Ресепшн. Охрана. Пожарный пост	ПЛ	-	-	-	17.94	0.86	+5	+20	15	232			0.00	232.04	
Итого:																232
1.40	Гардероб для занимающихся	ПЛ	-	-	-	19.67	0.86	+5	+18	13	221			0.00	220.52	
Итого:																221
1.41	Душевая для МГН	ПЛ	-	-	-	9.44	0.86	+5	+24	19	155			0.00	154.73	
Итого:																155
1.42	Душевая для МГН	ПЛ	-	-	-	9.13	0.86	+5	+24	19	150			0.00	149.55	
Итого:																150
1.43	Раздевалка для судей	ПЛ	-	-	-	22.12	0.86	+5	+20	15	286			0.00	286.23	
Итого:																286
1.44	Раздевалка для тренеров	ПЛ	-	-	-	22.94	0.86	+5	+20	15	297			0.00	296.83	
Итого:																297
1.45	Вестибюль	ПЛ	-	-	-	92.31	0.86	+5	+16	11	876			0.00	875.80	
Итого:																876
1.46	Тамбур	НС	3	4.5	2.59	11.66	0.25	-33	16	49	143	0.05		0.05	150.41	
		ДН	3	2.4	1.5	3.60	1.00	-33	16	49	176	0.05		0.05	185.22	
		ПЛ	-	-	-	13.65	0.86	+5	+5	0	0			0.00	0.00	
Итого:																336

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1.48	Коридор	ПЛ	-	-	-	96.07	0.86	+5	+18	13	1077			0.00	1077.14	
Итого:																1 077
1.49	Ожидальная	ПЛ	-	-	-	23.29	0.86	+5	+18	13	261			0.00	261.19	
Итого:																261
1.50	Комната для взятия проб	НС	3	4.5	4.61	20.75	0.25	-33	+20	53	276	0.05		0.05	289.58	
		ПЛ	-	-	-	22.67	0.86	+5	+20	15	293			0.00	293.35	
Итого:																583
1.51	Преддушевая	ПЛ	-	-	-	3.38	0.86	+5	+24	19	55			0.00	55.41	
Итого:																55
1.52	С/у	ПЛ	-	-	-	4.77	0.86	+5	+20	15	62			0.00	61.76	
Итого:																62
1.53	С/у	ПЛ	-	-	-	5.31	0.86	+5	+20	15	69			0.00	68.72	
Итого:																69
1.54	Процедурная	НС	3	4.5	4.215	18.97	0.25	-33	+20	53	252	0.05		0.05	264.77	
		ОК	3	1.8	1.8	3.24	1.41	-33	+20	53	242	0.05		0.05	253.95	
		ПЛ	-	-	-	20.18	0.86	+5	+20	15	261			0.00	261.10	
Итого:																780
1.55	Ожидальная	ПЛ	-	-	-	27.17	0.86	+5	+18	13	305			0.00	304.61	
Итого:																305
1.56	С/у	ПЛ	-	-	-	10.35	0.86	+5	+18	13	116			0.00	116.00	
Итого:																116

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1.57	Кабинет врача	НС	3	4.5	4.11	18.50	0.25	-33	+20	53	246	0.05		0.05	258.17	
		ОК	3	1.8	1.8	3.24	1.41	-33	+20	53	242	0.05		0.05	253.95	
		ПЛ	-	-	-	17.34	0.86	+5	+20	15	224			0.00	224.32	
Итого:																736
1.58	Кабинет физиотерапии	НС	3	4.5	2.74	12.33	0.25	-33	+20	53	164	0.05		0.05	172.11	
		ОК	3	1.8	1.8	3.24	1.41	-33	+20	53	242	0.05		0.05	253.95	
		ПЛ	-	-	-	15.63	0.86	+5	+20	15	202			0.00	202.22	
Итого:																628
1.59	Кабинет персонала	ПЛ	-	-	-	10.38	0.86	+5	+18	13	116			0.00	116.36	
Итого:																116
1.60	КУИ	ПЛ	-	-	-	5.91	0.86	+5	+16	11	56			0.00	56.06	
Итого:																56
1.61	Су	ПЛ	-	-	-	6.84	0.86	+5	+18	13	77			0.00	76.74	
Итого:																77
1.62	Раздевалка для тренеров	ПЛ	-	-	-	12.20	0.86	+5	+20	15	158			0.00	157.87	
Итого:																158
1.63	Преддушевая	ПЛ	-	-	-	2.54	0.86	+5	+24	19	42			0.00	41.61	
Итого:																42
1.64	С/у	ПЛ	-	-	-	1.78	0.86	+5	+18	13	20			0.00	19.94	
Итого:																20
1.65	Душевая	ПЛ	-	-	-	2.64	0.86	+5	+24	19	43			0.00	43.33	
Итого:																43

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1.66	Раздевалка для занимающихся	ПЛ	-	-	-	74.86	0.86	+5	+22	17	1098			0.00	1097.56	
Итого:																1 098
1.67	Душевая	ПЛ	-	-	-	13.30	0.86	+5	+24	19	218			0.00	218.00	
Итого:																218
1.68	Преддушевая	ПЛ	-	-	-	2.32	0.86	+5	+24	19	38			0.00	37.96	
Итого:																38
1.69	Су	ПЛ	-	-	-	4.62	0.86	+5	+18	13	52			0.00	51.82	
Итого:																52
1.70	Душевая ,су для МГН	ПЛ	-	-	-	5.37	0.86	+5	+24	19	88			0.00	88.00	
Итого:																88
1.71	Су	ПЛ	-	-	-	6.82	0.86	+5	+18	13	76			0.00	76.48	
Итого:																76
1.72	Су	ПЛ	-	-	-	4.17	0.86	+5	+18	13	47			0.00	46.70	
Итого:																47
1.73	Душевая	ПЛ	-	-	-	19.81	0.86	+5	+24	19	325			0.00	324.60	
Итого:																325
1.74	Сауна	НС	3	4.5	4.06	18.27	0.25	-33	+100	133	610	0.05		0.05	639.98	
		ПЛ	-	-	-	17.41	0.86	+5	+100	95	1426			0.00	1426.46	
Итого:																2 066
1.75	Раздевальная	ПЛ	-	-	-	19.23	0.86	+5	+20	15	249			0.00	248.84	
Итого:																249

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1.76	Тамбур	НС	3	4.5	1.98	8.91	0.25	-33	16	49	110	0.05		0.05	114.99	
		ДН	3	2.4	1	2.40	1.00	-33	16	49	118	0.05		0.05	123.48	
		ПЛ	-	-	-	7.09	0.86	+5	+5	0	0			0.00	0.00	
Итого:																238
1.77	Массажная	НС	3	4.5	3.415	15.37	0.25	-33	+20	53	204	0.05		0.05	214.51	
		ОК	3	1.8	0.9	1.62	1.41	-33	+20	53	121	0.05		0.05	126.98	
		ПЛ	-	-	-	18.65	0.86	+5	+20	15	241			0.00	241.28	
Итого:																583
1.78	Ожидальная	ПЛ	-	-	-	18.50	0.86	+5	+18	13	207			0.00	207.40	
Итого:																207
1.79	Душевая	ПЛ	-	-	-	13.30	0.86	+5	+24	19	218			0.00	218.00	
Итого:																218
1.80	Преддушевая	ПЛ	-	-	-	2.47	0.86	+5	+24	19	40			0.00	40.45	
Итого:																40
1.81	Су	ПЛ	-	-	-	4.46	0.86	+5	+18	13	50			0.00	49.98	
Итого:																50
1.82	Душевая, с/у для МГН	ПЛ	-	-	-	5.37	0.86	+5	+24	19	88			0.00	88.00	
Итого:																88
1.83	Раздевалка для занимающихся	ПЛ	-	-	-	71.29	0.86	+5	+22	17	1045			0.00	1045.24	
Итого:																1 045
1.85	Раздевалка для занимающихся	ПЛ	-	-	-	63.78	0.86	+5	+22	17	935			0.00	935.10	
Итого:																935

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1.86	Душевая	НС	3	4.5	5.165	23.24	0.25	-33	+24	57	332	0.05		0.05	348.93	
		ПЛ	-	-	-	3.74	0.86	+5	+24	19	61			0.00	61.35	
Итого:																410
1.87	Преддушевая	НС	3	4.5	1.33	5.99	0.25	-33	+24	57	86	0.05		0.05	89.85	
		ПЛ	-	-	-	3.74	0.86	+5	+24	19	61			0.00	61.35	
Итого:																151
1.88	Су	НС	3	4.5	1.315	5.92	0.25	-33	+18	51	76	0.05		0.05	79.48	
		ПЛ	-	-	-	3.22	0.86	+5	+18	13	36			0.00	36.08	
Итого:																116
1.89	Су	НС	3	4.5	1.205	5.42	0.25	-33	+18	51	69	0.05		0.05	72.84	
		ПЛ	-	-	-	2.93	0.86	+5	+18	13	33			0.00	32.80	
Итого:																106
1.90	Преддушевая	НС	3	4.5	1.33	5.99	0.25	-33	+24	57	86	0.05		0.05	89.85	
		ПЛ	-	-	-	3.74	0.86	+5	+24	19	61			0.00	61.35	
Итого:																151
1.91	Душевая	НС	3	4.5	5.39	24.26	0.25	-33	+24	57	346	0.05		0.05	362.92	
		ПЛ	-	-	-	15.70	0.86	+5	+24	19	257			0.00	257.30	
Итого:																620
1.92	Раздевалка для занимающихся	ПЛ	-	-	-	63.72	0.86	+5	+22	17	934			0.00	934.25	
Итого:																934
1.93	Инвентарная	ПЛ	-	-	-	39.46	0.86	+5	+18	13	442			0.00	442.48	
Итого:																442

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1.94	Тренировочный зал	НС	С	13.8	5.77	79.63	0.25	-33	+20	53	1063	0.1	0.05	0.15	1222.96	
		НС	З	13.8	37.3	514.74	0.25	-33	+20	53	6875	0.05	0.05	0.10	7562.04	
		НС	Ю	13.8	25.35	349.83	0.25	-33	+20	53	4672		0.05	0.05	4905.74	
		НС	В	13.8	27.22	354.80	0.25	-33	+20	53	4739	0.1	0.05	0.15	5449.30	
		ДН	В	2.4	1.5	3.60	1.00	-33	+20	53	191	0.1	0.05	0.15	219.42	
		ОК	З	-	-	173.55	1.41	-33	+20	53	12955	0.05	0.05	0.10	14250.65	
		ОК	Ю	6.275	6.15	38.59	1.41	-33	+20	53	2881		0.05	0.05	3024.79	
		ПЛ	-	-	-	1038.76	0.18	-33	+20	53	9894			0.00	9894.25	
		ПТ	-	-	-	1038.76	0.24	-33	+20	53	13219			0.00	13218.55	
Итого:															59 748	
1.95	Кладовая пищевых отходов	ПЛ	-	-	-	9.11	0.86	+5	+16	11	86			0.00	86.47	
Итого:															86	
1.96	Лифтовый холл	ПЛ	-	-	-	9.87	0.86	+5	+16	11	94			0.00	93.68	
Итого:															94	
1.97	Су	ПЛ	-	-	-	3.57	0.86	+5	+18	13	40			0.00	40.01	
Итого:															40	
1.98	Душевая	ПЛ	-	-	-	2.56	0.86	+5	+24	19	42			0.00	41.99	
Итого:															42	
Общие теплотери на этаже															206 942	

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.1

2 этаж																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
2.1	Фойе	ОК	С	1.3	0.85	15.47	1.41	-33	+16	49	1068	0.1		0.10	1174.41	
Итого:																1 174
2.3	Лифтовый холл. Пожаробезопасная зона для МГН	ОК	В	8.9	4.2	37.38	1.41	-33	+16	49	2580	0.1		0.10	2837.72	
Итого:																2 838
2.6	Антресоль	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Итого:																
2.7	Комната секретариата	НС	С	4.5	3.256	14.65	0.25	-33	+20	53	195	0.1		0.10	214.27	
		ОК	С	1.8	1.81	3.26	1.41	-33	+20	53	243	0.1		0.10	267.52	
Итого:																482
2.8	Коридор	НС	С	4.5	2.177	9.80	0.25	-33	+18	51	125	0.1		0.10	137.85	
		ОК	С	1.8	1.81	3.26	1.41	-33	+18	51	234	0.1		0.10	257.43	
Итого:																395
2.9	Коридор	НС	С	4.5	2.835	12.76	0.25	-33	+18	51	163	0.1		0.10	179.52	
		ОК	С	1.8	1.81	3.26	1.41	-33	+18	51	234	0.1		0.10	257.43	
Итого:																437
2.10	Кабинет	НС	С	4.5	4.341	19.53	0.25	-33	+20	53	260	0.1		0.10	285.66	
		ОК	С	1.8	1.81	3.26	1.41	-33	+20	53	243	0.1		0.10	267.52	
Итого:																553
2.11	Кабинет	НС	3	4.5	3.46	15.57	0.25	-33	+20	53	207	0.05		0.05	217.34	
		ОК	3	1.8	1.5	2.70	1.41	-33	+20	53	202	0.05		0.05	211.63	
Итого:																429

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
2.12	Кабинет	НС	3	4.5	3.35	15.08	0.25	-33	+20	53	200	0.05		0.05	210.43	
		ОК	3	1.8	1.5	2.70	1.41	-33	+20	53	202	0.05		0.05	211.63	
															Итого:	422
2.13	Кабинет директора	НС	3	4.5	3.32	14.94	0.25	-33	+20	53	199	0.05		0.05	208.55	
		ОК	3	1.8	1.5	2.70	1.41	-33	+20	53	202	0.05		0.05	211.63	
															Итого:	420
2.14	Кабинет	НС	3	4.5	3.14	14.13	0.25	-33	+20	53	188	0.05		0.05	197.24	
		ОК	3	1.8	1.5	2.70	1.41	-33	+20	53	202	0.05		0.05	211.63	
															Итого:	409
2.15	Лифтовый холл. Пожаробезопасная зона для МГН	НС	3	4.5	2.8	12.60	0.25	-33	+16	49	155	0.05		0.05	162.61	
		ОК	3	1.8	1.5	2.70	1.41	-33	+16	49	186	0.05		0.05	195.65	
															Итого:	358
2.20	Двуместный номер	НС	3	4.5	3.28	14.76	0.25	-33	+18	51	189	0.05		0.05	198.26	
		ОК	3	1.8	0.75	1.35	1.41	-33	+18	51	97	0.05		0.05	101.82	
		ДБ	3	2.7	0.75	2.03	0.93	-33	+18	51	96	0.05		0.05	100.87	
															Итого:	401
2.23	Двуместный номер для МГН	НС	3	4.5	6.02	27.09	0.25	-33	+18	51	347	0.05		0.05	363.88	
		ОК	3	1.8	0.75	1.35	1.41	-33	+18	51	97	0.05		0.05	101.82	
		ОК	3	1.8	0.75	1.35	1.41	-33	+18	51	97	0.05		0.05	101.82	
		БД	3	2.7	0.75	2.03	0.93	-33	+18	51	96	0.05		0.05	100.87	
		БД	3	2.7	0.75	2.03	0.93	-33	+18	51	96	0.05		0.05	100.87	
															Итого:	769

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
2.26	Двуместный номер	НС	3	4.5	3.14	14.13	0.25	-33	+18	51	181	0.05		0.05	189.80	
		БД	3	2.7	0.75	2.03	0.93	-33	+18	51	96	0.05		0.05	100.87	
		ОК	3	1.8	0.75	1.35	1.41	-33	+18	51	97	0.05		0.05	101.82	
Итого:																392
2.29	Двуместный номер	НС	3	4.5	3.15	14.18	0.25	-33	+18	51	181	0.05		0.05	190.40	
		БД	3	2.7	0.75	2.03	0.93	-33	+18	51	96	0.05		0.05	100.87	
		ОК	3	1.8	0.75	1.35	1.41	-33	+18	51	97	0.05		0.05	101.82	
Итого:																393
2.32	Двуместный номер	НС	3	4.5	3.16	14.22	0.25	-33	+18	51	181	0.05		0.05	190.37	
		БД	3	2.7	0.75	2.03	0.93	-33	+18	51	96	0.05		0.05	100.85	
		ОК	3	1.8	0.75	1.35	1.41	-33	+18	51	97	0.05		0.05	101.93	
Итого:																393
2.35	Двуместный номер	НС	3	4.5	3.16	14.22	0.25	-33	+18	51	182	0.05		0.05	191.01	
		БД	3	2.7	0.75	2.03	0.93	-33	+18	51	96	0.05		0.05	100.87	
		ОК	3	1.8	0.75	1.35	1.41	-33	+18	51	97	0.05		0.05	101.82	
Итого:																394
2.38	Двуместный номер	НС	3	4.5	3.16	14.22	0.25	-33	+18	51	182	0.05		0.05	191.01	
		БД	3	2.7	0.75	2.03	0.93	-33	+18	51	96	0.05		0.05	100.87	
		ОК	3	1.8	0.75	1.35	1.41	-33	+18	51	97	0.05		0.05	101.82	
Итого:																394
2.39	Комната дежурной	НС	3	4.5	3.14	14.13	0.25	-33	+18	51	181	0.05		0.05	189.80	
		БД	3	2.7	0.75	2.03	0.93	-33	+18	51	96	0.05		0.05	100.87	
		ОК	3	1.8	0.75	1.35	1.41	-33	+18	51	97	0.05		0.05	101.82	
Итого:																392

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
2.46	Двуместный номер	НС	3	4.5	3.79	17.06	0.25	-33	+18	51	218	0.05		0.05	229.09	
		БД	3	2.7	0.75	2.03	0.93	-33	+18	51	96	0.05		0.05	100.87	
		ОК	3	1.8	0.75	1.35	1.41	-33	+18	51	97	0.05		0.05	101.82	
Итого:																432
2.49	Двуместный номер	НС	3	4.5	3.29	14.81	0.25	-33	+18	51	189	0.05		0.05	198.86	
		БД	3	2.7	0.75	2.03	0.93	-33	+18	51	96	0.05		0.05	100.87	
		ОК	3	1.8	0.75	1.35	1.41	-33	+18	51	97	0.05		0.05	101.82	
Итого:																402
2.51	Спальня номера "Люкс"	НС	3	4.5	3.36	15.12	0.25	-33	+18	51	193	0.05		0.05	203.09	
		БД	3	2.7	0.75	2.03	0.93	-33	+18	51	96	0.05		0.05	100.87	
		ОК	3	1.8	0.75	1.35	1.41	-33	+18	51	97	0.05		0.05	101.82	
Итого:																406
2.54	Гостиная номера "Люкс"	НС	3	4.5	5.21	23.45	0.25	-33	+18	51	300	0.05		0.05	314.92	
		БД	3	2.7	0.75	2.03	0.93	-33	+18	51	96	0.05		0.05	100.87	
		ОК	3	1.8	0.75	1.35	1.41	-33	+18	51	97	0.05		0.05	101.82	
		ОК	3	1.8	0.9	1.62	1.41	-33	+18	51	116	0.05		0.05	122.18	
Итого:																640
2.77	Комната судей	НС	С	4.5	3.6	16.20	0.25	-33	+20	53	215	0.1		0.10	236.90	
		ОК	С	1.8	1.81	3.26	1.41	-33	+20	53	243	0.1		0.10	267.52	
Итого:																504

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
2.81	Кабинет	ОК	С	1.8	1.81	3.26	1.41	-33	+20	53	243	0.1	0.05	0.15	279.68		
		НС	С	4.5	3.45	15.53	0.25	-33	+20	53	206	0.1	0.05	0.15	237.35		
		НС	З	4.5	3.66	16.47	0.25	-33	+20	53	219	0.05	0.05	0.10	240.85		
		ОК	З	1.8	1.5	2.70	1.41	-33	+20	53	202	0.05	0.05	0.10	221.70		
															Итого:	980	
																Общие теплопотери на этаже	14 809
1.2	Лестница №1	НС	С	11.55	6.3	72.77	0.28	-33	+16	49	1015	0.1	0.05	0.15	1167.53		
		НС	В	11.55	6.1	70.46	0.28	-33	+16	49	983	0.1	0.05	0.15	1130.46		
		ОК	С	3.15	8.7	54.81	1.41	-33	+16	49	3783	0.1	0.05	0.15	4350.06		
		ОК	В	3.15	8.7	54.81	1.41	-33	+16	49	3783	0.1	0.05	0.15	4350.06		
		ПЛ	-	-	-	36.71	0.25	-33	+16	49	445			0.00	444.84		
		ПТ	-	-	-	36.71	0.26	-33	+16	49	461			0.00	461.27		
															Итого:	11 904	
1.3	Лестница №2	НС	С	11.55	6.3	72.77	0.28	-33	+16	49	1015	0.1	0.05	0.15	1167.53		
		НС	З	11.55	1.8	20.79	0.28	-33	+16	49	290	0.05	0.05	0.10	319.08		
		ОК	С	3.15	8.7	27.41	1.41	-33	+16	49	1891	0.1	0.05	0.15	2175.03		
		ПЛ	-	-	-	36.69	0.25	-33	+16	49	445			0.00	444.56		
		ПТ	-	-	-	36.69	0.26	-33	+16	49	461			0.00	460.97		
															Итого:	4 567	

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1.47	Лестница №3	НС	С	1.61	15	24.15	0.28	-33	+16	49	337	0.1	0.05	0.15	387.49	
		НС	3	3.2	11.7	37.44	0.28	-33	+16	49	522	0.05	0.05	0.10	574.61	
		НС	Ю	1.61	15	24.15	0.28	-33	+16	49	337		0.05	0.05	353.80	
		ДН	3	2.1	1.5	3.15	1.41	-33	+16	49	217	0.05	2.62	2.67	798.71	
		ПЛ	-	-	-	31.10	0.25	-33	+16	49	377			0.00	376.80	
		ПТ	-	-	-	31.10	0.26	-33	+16	49	391			0.00	390.71	
Итого:																2 882
1.84	Лестница №4	НС	С	1.61	15	24.15	0.28	-33	+16	49	337	0.1	0.05	0.15	387.49	
		НС	3	3.2	11.7	37.44	0.28	-33	+16	49	522	0.05	0.05	0.10	574.61	
		НС	Ю	1.61	15	24.15	0.28	-33	+16	49	337		0.05	0.05	353.80	
		ДН	3	2.1	1.5	3.15	1.41	-33	+16	49	217	0.05	2.62	2.67	798.71	
		ДН	3	2.1	1.5	3.15	1.41	-33	+16	49	217	0.05	2.62	2.67	798.71	
		ПЛ	-	-	-	31.10	0.25	-33	+16	49	377			0.00	376.80	
		ПТ	-	-	-	31.10	0.26	-33	+16	49	391			0.00	390.71	
Итого:																3 681

Приложение Г

Расчёт теплоступлений

Таблица Г.1 – Теплоступления от людей

Люди	Количество	Категория работ по тяжести ГОСТ 12.1.005-88	Температура внутреннего воздуха, °С		Количество тепла выделяемого 1 чел в ХП., Вт/чел		Количество тепла выделяемого 1 чел в ТП., Вт/чел		Количество тепла от людей в ХП, Вт		Количество тепла от людей в ТП, Вт	
			ТП	ХП	Явное	Полное	Явное	Полное	Явное	Полное	Явное	Полное
Спортивно-демонстрационное помещение со зрителями												
Зрители	550	Легкая работа	28	20	99	151	55	145	54450	83050	30250	79750
Спортсмены	50	Тяжелая работа	28	20	109	247	62	247	5440	12325	3103	12325
						Сумма Σ			59890	95375	33353	92075
Спортивно-демонстрационное помещение без зрителей												
Спортсмены	50	Тяжелая работа	28	20	109	247	62	247	5440	12325	3103	12325
						Сумма Σ			5440	12325	3103	12325
Разминочный зал												
Спортсмены	20	Тяжелая работа	28	20	109	247	62	247	2176	4930	1241	4930
						Сумма Σ			2176	4930	1241	4930
Тренировочный зал												
Спортсмены	20	Тяжелая работа	28	20	109	247	62	247	2176	4930	1241	4930
						Сумма Σ			2176	4930	1241	4930
Зал хореографии												
Спортсмены	25	Тяжелая работа	28	20	109	247	62	247	2720	6163	1551	6163
						Сумма Σ			2720	6163	1551	6163

Продолжение Приложения Г

Таблица Г.2 – Теплопоступления от солнечной радиации

Параметр	Часы суток													
	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Географическая широта г. Уфа 54°55'														
Спортивно-демонстрационное помещение														
В														
$q_{вп}, \text{Вт/м}^2$	482	594	621	579	461	283	105	0	0	0	0	0	0	0
$q_{вд}, \text{Вт/м}^2$	101	156	165	155	121	102	91	85	79	76	74	65	58	41
$F, \text{м}^2$	202.18													
k_1	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58
k_2	0.95													
k_a	0.9													
$\beta_{сз}$	0.75													
$Q_{ср}=Q_0$	51397	66119	69293	64709	51309	33941	17279	17411	16182	15568	15158	13315	11881	8398
$Q_0(\text{макс})$	69293													
Разминочный зал														
В														
$q_{вп}, \text{Вт/м}^2$	482	594	621	579	461	283	105	0	0	0	0	0	0	0
$q_{вд}, \text{Вт/м}^2$	101	156	165	155	121	102	91	85	79	76	74	65	58	41
$F, \text{м}^2$	38.42													
k_1	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58
k_2	0.95													
k_a	0.9													
$\beta_{сз}$	1													
$Q_{ср}$	13024	16755	17559	16398	13002	8601	4379	4412	4101	3945	3841	3374	3011	2128

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.2

Ю														
$q_{вп}, \text{Вт/м}^2$	0	0	83	207	327	428	479	479	428	327	207	83	0	0
$q_{вд}, \text{Вт/м}^2$	46	78	101	114	120	122	124	124	122	120	114	101	78	46
$F, \text{м}^2$	149.73													
k_1	1.58	1.58	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	1.58	1.58
k_2	0.95													
k_a	0.9													
$\beta_{сз}$	1													
$Q_{ср}$	9304	15777	16017	27943	38912	47878	52491	52491	47878	38912	27943	16017	15777	9304
Q_0	22328	32532	33576	44341	51913	56479	56870	56903	51978	42856	31784	19391	18787	11432
$Q_0(\text{макс})$	56903													
Тренировочный зал														
3														
$q_{вп}, \text{Вт/м}^2$	0	0	0	0	0	0	0	105	283	461	579	621	594	482
$q_{вд}, \text{Вт/м}^2$	41	58	65	74	76	79	85	91	102	121	155	165	156	101
$F, \text{м}^2$	173.55													
k_1	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68
k_2	0.95													
k_a	0.9													
$\beta_{сз}$	0.75													
$Q_{ср}$	7209	10199	11429	13012	13364	13891	14946	14833	29135	44044	55547	59482	56757	44119

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.2

Ю														
$q_{вп}, \text{Вт/м}^2$	0	0	83	207	327	428	479	479	428	327	207	83	0	0
$q_{вд}, \text{Вт/м}^2$	46	78	101	114	120	122	124	124	122	120	114	101	78	46
$F, \text{м}^2$	38.59													
k_1	1.58	1.58	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	1.58	1.58
k_2	0.95													
k_a	0.9													
$\beta_{сз}$	0.75													
$Q_{ср}$	1799	3050	3096	5402	7522	9255	10147	10147	9255	7522	5402	3096	3050	1799
Q_0	9008	13248	14526	18414	20886	23146	25093	24980	38391	51566	60948	62578	59807	45918
$Q_0(\text{макс})$	62578													
Зал хореографии														
В														
$q_{вп}, \text{Вт/м}^2$	482	594	621	579	461	283	105	0	0	0	0	0	0	0
$q_{вд}, \text{Вт/м}^2$	101	156	165	155	121	102	91	85	79	76	74	65	58	41
$F, \text{м}^2$	10.80													
k_1	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58
k_2	1													
k_a	1													
$\beta_{сз}$	1													
$Q_{ср}$	4282	5508	5772	5390	4274	2827	1439	1450	1348	1297	1263	1109	990	700

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.2

Ю														
$q_{вп}, \text{Вт/м}^2$	0	0	83	207	327	428	479	479	428	327	207	83	0	0
$q_{вд}, \text{Вт/м}^2$	46	78	101	114	120	122	124	124	122	120	114	101	78	46
$F, \text{м}^2$	14.40													
k_1	1.58	1.58	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	1.58	1.58
k_2	1													
k_a	1													
$\beta_{сз}$	1													
$Q_{ср}$	1047	1775	1802	3143	4377	5386	5905	5905	5386	4377	3143	1802	1775	1047
Q_0	5328	7283	7574	8534	8651	8213	7344	7355	6734	5674	4406	2911	2764	1746
$Q_0(\text{макс})$	8651													

Приложение Д
Расчет воздухообмена

Таблица Д.1 – Таблица воздухообмена

№ пом	Наименование помещения	S, м ²	h, м	V, м ³	Приток			Вытяжка		
					№ системы	Крат-ность, к, ч ⁻¹	Расход воздуха, L, м ³ /ч	№ системы	Крат-ность, к, ч ⁻¹	Расход воздуха, L, м ³ /ч
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Гимнастические залы										
1.15	Спортивно-демонстрационное помещение	902.08	12.5	11276	ПВ1,ПВ2	80 м3/ч на спортсмена, 20 м3/ч на зрителя	15000	ПВ1,ПВ2	80 м3/ч на спортсмена, 20 м3/ч на зрителя	15000
1.16	Разминочный зал	859.50	12.5	10744	ПВ3	80 м3/ч на спортсмена	1600	ПВ3	80 м3/ч на спортсмена	1600
1.17	Зал хореографии	212.64	4.5	957	ПВ4	80 м3/ч на спортсмена	2000	ПВ4	80 м3/ч на спортсмена	2000
1.94	Тренировочный зал	887.83	12.5	11098	ПВ5	80 м3/ч на спортсмена	1600	ПВ5	80 м3/ч на спортсмена	1600
1 этаж										
1.1	Вестибюль	224.24	4.18	937	П7	2	1875	-	0	0
1.4	Гардероб для зрителей	82.01	4.18	343	-	0	0	В16	2	686
1.5	Лифтовый холл	11.56	4.18	48	-	0	0	-	0	0
1.6	Кассы	12.51	4.18	52	П7	3	157	-	0	0
1.7	Кассовый вестибюль	7.5	4.18	31	П7	2	63	-	-	-

Продолжение Приложения Д

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.9	Санузел для инвалидов	7.07	4.18	30	-	0	0	B15	50 м3/час на 1ун.	50
1.10	Санузел для зрителей женский	35.23	4.18	147	-	0	0	B15	100 м3/час на 1ун.	900
1.11	Санузел для зрителей мужской	29.01	4.18	121	-	0	0	B15	100 м3/час на 1ун.	400
1.13	Комната уборочного инвентаря	10.14	4.18	42	-	0	0	B23	1.5	64
1.18	Инвенторная	17.15	4.18	72	-	0	0	B26	1	72
1.20	Обеденный зал	80.97	4.18	338	П10	40 м3/час на 1 чел	1680	B1	40 м3/час на 1 чел	1680
1.21	Моечная посуды	11.75	4.18	49	П10	4	196	B2	6	295
		Местный отсос			B3	2x250	500	B3	2x250	500
1.22	Раздаточная	18.03	4.18	75		100 м3/час на 1 работника	200		100 м3/час на 1 работника	200
1.23	Доготовочный цех	37.86	4.18	158	П10	5	800	B2	1	200
		Местный отсос			П10	400+400	800	B2	650+750	1400
1.26	Душевая	2.5	4.18	10	-	0	0	B6	75 м3/ч на сетку	75
1.27	Гардероб персонала	19.39	4.18	81	П10	по балансу	180	-	0	0
1.28	Моечная кухонной посуды	10.53	4.18	44	П10	4	176	B2	6	264
1.29	Помещение охлаждаемых камер	17.36	4.18	73	-	0	0	B7	3	218

Продолжение Приложения Д

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.30	Помещение отдыха	18.54	4.18	77	П8	3	232	В12	2	155
1.31	Загрузочная	8.30	4.18	35	П10	3	104	-	0	0
1.32	Коридор	34.04	4.18	142	П10	по балансу	400	-	0	0
1.33	Кладовая сухих продуктов	9.05	4.18	38	-	-	-	В25	1	38
1.34	Моечная тары	6.24	4.18	26	П10	4	104	В2	6	156
1.36	Кабинет	9.27	4.18	39	П10	1	39	ВЕ1	1	39
1.37	Комната уборочного инвентаря	4.17	4.18	17	-	0	0	В24	1.5	26
1.38	Санузел	3.56	4.18	15	-	0	0	В5	50 м3/час на 1ун.	50
1.39	Ресепшн. Охрана. Пожарный пост	15.33	4.18	64	-	0	0	В11	2	128
1.40	Гардероб для занимающихся	16.81	4.18	70	-	0	0	В11	2	141
1.41	Душевая оборудованная для МГН	8.07	4.18	34	-	0	0	В8	75 м3/ч на сетку; 50 м3/час на 1ун.	125
1.42	Душевая оборудованная для МГН	7.8	4.18	33	-	0	0	В8	75 м3/ч на сетку; 50 м3/час на 1ун.	125
1.43	Раздевалка для судей	18.91	4.18	79	П8	по балансу	180	-	0	0
1.44	Раздевалка для тренеров	19.61	4.18	82	П8	по балансу	180	-	0	0
1.45	Вестибюль	78.90	4.18	330		по балансу	260	-	0	0

Продолжение Приложения Д

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.48	Коридор	82.11	4.18	343	П8	по балансу	390	-	0	0
1.49	Ожидальная	19.91	4.18	83	П8	по балансу	350	-	0	0
1.50	Комната для взятия проб	19.38	4.18	81	-	0	0	В9	50 м3/час на 1ун.	150
1.52	Универсальный санузел	4.08	4.18	17	-	0	0	В9	50 м3/час на 1ун.	50
1.53	Универсальная душевая	4.52	4.18	19	-	0	0	В8	75 м3/ч на сетку	75
1.54	Процедурная	17.25	4.18	72	П6	3	216	В14	4	288
1.55	Ожидальная	23.22	4.18	97	П6	по балансу	230	-	0	0
1.56	Универсальный санузел	6.05	4.18	25	-	0	0	В9	50 м3/час на 1ун.	50
1.57	Кабинет врача	14.82	4.18	62	из кори- дора	60м3/ч на чел	60	В33	60м3/ч на чел	60
1.58	Кабинет физиотерапии	13.36	4.18	56	П6	2	112	В14	3	168
1.59	Кабинет персонала	8.87	4.18	37	-	0	0	В9	1	37
1.60	Комната уборочного инвентаря	5.05	4.18	21	-	0	0	В28	1.5	32
1.61	Санузел	5.85	4.18	24	-	0	0	В9	50 м3/час на 1ун.	50
1.62	Раздевалка	10.43	4.18	44	П8	по балансу	10	-	0	0
1.64	Санузел	1.52	4.18	6	-	0	0	В9	50 м3/час на 1ун.	50

Продолжение Приложения Д

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.65	Душевая	2.26	4.18	9	-	0	0	В8	75 м3/ч на сетку	75
1.66	Раздевалка для занимающихся	63.98	4.18	267	П8	по балансу	400	-	0	0
1.67	Душевая	11.37	4.18	48	Через туалет	5	238	В8	75 м3/ч на сетку	375
1.69	Санузел	3.95	4.18	17	-	0	0	В8	50 м3/час на 1ун.	50
1.70	Душевая, санузел для МГН	4.59	4.18	19	-	0	0	В9	75 м3/ч на сетку; 50 м3/час на 1ун.	125
1.71	Универсальный санузел	5.83	4.18	24	-	0	0	В9	50 м3/час на 1ун.	50
1.72	Санузел	3.87	4.18	16	-	0	0	В9	50 м3/час на 1ун.	50
1.73	Душевая	16.93	4.18	71	-	0	0	В8	75 м3/ч на сетку	300
1.74	Сауна	14.88	4.18	62	-	0	0	В12	5	311
1.75	Раздевальная	16.44	4.18	69	П8	по балансу	410	-	0	0
1.77	Массажная	15.94	4.18	67	П8	4	265		5	333
1.79	Душевая	11.37	4.18	48	Через туалет	5	238	В8	75 м3/ч на сетку	375

Продолжение Приложения Д

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.81	Санузел	3.81	4.18	16	-	0	0	В9	50 м3/час на 1ун.	50
1.82	Душевая	8.60	4.18	36	0	-	-	В9	75 м3/ч на сетку; 50 м3/час на 1ун.	125
1.83	Раздевалка для занимающихся	60.93	4.18	255	П8	по балансу	390	-	0	0
1.85	Раздевалка для занимающихся	54.51	4.18	228	П8	по балансу	280	-	0	0
1.86	Душевая	13.14	4.18	55	-	0	0	В8	75 м3/ч на сетку	375
1.88	Санузел	2.75	4.18	11	-	0	0	В9	50 м3/час на 1ун.	50
1.91	Душевая	13.42	4.18	56	-	0	0	В8	75 м3/ч на сетку	375
1.92	Раздевалка для занимающихся	54.56	4.18	228	П8	по балансу	280	-	0	0
1.93	Инвенторная	33.73	4.18	141	-	0	0	В27	1	141
	1 этаж					баланс	12 155		баланс	12 155
2 этаж										
2.1	Фойе	358.39	4.18	1498	П7	2	2996	-	0	0
2.7	Комната секретариата	15.18	4.18	63	П9	3	190	В18	2	127
2.8	Коридор	65.19	4.18	272	-	0	0	-	0	0
2.9	Коридор	44.95	4.18	188	П9	по балансу	0	-	0	412
2.10	Кабинет	21.99	4.18	92	-	0	0	В29	1	92

Продолжение Приложения Д

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2.11	Кабинет	23.97	4.18	100	-	0	0	B29	1	100
2.12	Кабинет	23.41	4.18	98	-	0	0	B29	1	98
2.13	Кабинет директора	22.23	4.18	93	-	0	0	B29	1	93
2.14	Кабинет	20.60	4.18	86	-	0	0	B29	1	86
2.18	Санузел	3.58	4.18	15	-	0	0	B30	50 м3/час на 1ун.	110
2.20	Двуместный номер	13.14	4.18	55		30 м3/ч на чел	60		30 м3/ч на чел	из с/у
2.21	Санузел для МГН	8.74	4.18	37	-	0	0	B30	50 м3/час на 1ун.	110
2.23	Двуместный номер для МГН	24.73	4.18	103		1	103		1	103
2.24	Санузел	3.67	4.18	15	-	0	0	B30	50 м3/час на 1ун.	110
2.26	Двуместный номер	12.74	4.18	53		30 м3/ч на чел	60		30 м3/ч на чел	из с/у
2.28	Санузел	3.50	4.18	15	-	0	0	B30	50 м3/час на 1ун.	110
2.29	Двуместный номер	12.77	4.18	53		30 м3/ч на чел	60		30 м3/ч на чел	из с/у
2.30	Санузел	3.55	4.18	15	-	0	0	B30	50 м3/час на 1ун.	110
2.32	Двуместный номер	12.77	4.18	53		30 м3/ч на чел	60		30 м3/ч на чел	из с/у

Продолжение Приложения Д

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2.34	Санузел	3.63	4.18	15	-	0	0	В30	50 м3/час на 1ун.	110
2.35	Двуместный номер	12.77	4.18	53		30 м3/ч на чел	60		30 м3/ч на чел	из с/у
2.36	Санузел	3.73	4.18	16	-	0	0	В30	50 м3/час на 1ун.	110
2.38	Двуместный номер	12.81	4.18	54		30 м3/ч на чел	60		30 м3/ч на чел	из с/у
2.40	Санузел	3.63	4.18	15	-	0	0	В30	50 м3/час на 1ун.	110
2.44	Санузел	3.80	4.18	16	-	0	0	В30	50 м3/час на 1ун.	110
2.46	Двуместный номер	14.76	4.18	62		30 м3/ч на чел	60		30 м3/ч на чел	из с/у
2.48	Санузел	3.86	4.18	16	-	0	0	В30	50 м3/час на 1ун.	110
2.49	Двуместный номер	12.96	4.18	54		30 м3/ч на чел	60		30 м3/ч на чел	из с/у
2.51	Спальня номера "Люкс"	16.01	4.18	67		1	67		1	67
2.52	Санузел	4.86	4.18	20	-	0	0	В30	50 м3/час на 1ун.	110
2.53	Ванная комната	6.29	4.18	26	-	0	0	В30	50 м3/час на 1ун.	50

Продолжение Приложения Д

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2.54	Гостинная номера "Люкс"	28.57	4.18	119		1	119		1	из с/у
2.55	Кладовая чистого белья	10.94	4.18	46	-	0	0	B21	1	46
2.56	Гладильный цех	12.70	4.18	53	-	0	0	B21	1	53
2.57	Постирочная	26.42	4.18	110	П8	4	442	B20	7	773
2.58	Техническое помещение	21.04	4.18	88	-	0	0	B35	1	88
2.59	Комната уборочного инвентаря	5.56	4.18	23	-	0	0	B21	1.5	35
2.60	Бельевая грязного белья	8.35	4.18	35	-	0	0	B21	1	35
2.61	Коридор	11.33	4.18	47		по балансу	0	-	0	566
2.64	Душевая	3.28	4.18	14	-	0	0	B8	75 м3/ч на сетку	75
2.65	Санузел	4.48	4.18	19	-	0	0	B9	50 м3/час на 1ун.	110
2.66	Санузел	4.26	4.18	18	-	0	0	B9	50 м3/час на 1ун.	110
2.67	Душевая	2.57	4.18	11	-	0	0	B8	75 м3/ч на сетку	75
2.68	Комната отдыха персонала	9.50	4.18	40	П8	3	119	BE2	2	79
2.69	Комната уборочного инвентаря	4.42	4.18	18	-	0	0	B13	1.5	28
2.70	Санузел мужской	7.84	4.18	33	-	0	0	B9	50 м3/час на 1ун.	50
2.71	Санузел женский	4.47	4.18	19	-	0	0	B9	50 м3/час на 1ун.	50

Продолжение Приложения Д

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2.72	Инвентарная для видеоапаратуры	15.93	4.18	67	-	0	0	В22	1	67
2.74	Видеомонтажная и звукооператорская	30.40	4.18	127	П9	3	381	В19	2	254
2.75	Конференцзал	72.41	4.18	303	В18	20 м3/ч на чел	800	П9	20 м3/ч на чел	800
2.77	Комната судей	20.11	4.18	84	П9	3	252	В18	2	168
2.78	Комната главного судьи и проведения совещаний	20.64	4.18	86	П9	20 м3/ч на чел	200	В18	20 м3/ч на чел	200
2.79	Прессцентр	52.14	4.18	218	П9	20 м3/ч на чел	280	В18	20 м3/ч на чел	280
2.80	Санузел для МГН	7.18	4.18	30	-	0	0	В10	50 м3/час на 1ун.	50
	2 этаж					баланс	6 430		баланс	6 430

Приложение Е

Расчёт вентиляции

Таблица Е.1 – Расчёт воздухораспределителей для зоны зрителей

Подача воздуха	Сверху-вниз	
Высота помещения	$H_{ном}, м$	13,2
Расход приточного воздуха	$L_{пр}, м^3 / ч$	11 000
Рабочая разность температур	$\Delta t_0, ^\circ C$	2
Размеры помещения в плане	м	45x30
Количество воздухораспределителей	$z_в, шт$	22
Марка воздухораспределителя	Сопловой диффузор KVL с вихревой насадкой	
Площадь живого сечения	$F_0, м^2$	0,0314
Скоростной коэффициент	m	6,5
Температурный коэффициент	n	5,5
Скорость воздуха на выходе из ВР	$v_0, м/с$	4,42
Коэффициент неизотермичности струи	K_n	0,73
Расчётная длина струи	$x, м$	9
Геометрическая характеристика приточной струи	$H, м$	19,9
Коэффициент стеснения струи	K_c	0,90
Коэффициент взаимодействия струи	$K_в$	1,00
Максимальная скорость воздуха на основном участке струи	$v_x, м/с$	0,37
Максимальная разность температур	$\Delta t_x, ^\circ C$	0,33

Продолжение Приложения Е

Таблица Е.2 – Расчёт воздухораспределителей для зоны выступлений

Подача воздуха	Сверху-вниз	
Высота помещения	$H_{ном}, м$	13,2
Расход приточного воздуха	$L_{пр}, м^3 / ч$	4 000
Рабочая разность температур	$\Delta t_0, ^\circ C$	2
Размеры помещения в плане	м	45x30
Количество воздухораспределителей	$z_в, шт$	10
Марка воздухораспределителя	Сопловой диффузорKVL с вихревой насадкой	
Площадь живого сечения	$F_0, м^2$	0,0314
Скоростной коэффициент	m	6,5
Температурный коэффициент	n	5,5
Скорость воздуха на выходе из ВР	$v_0, м/с$	3,54
Коэффициент неизотермичности струи	K_n	0,34
Расчётная длина струи	$x, м$	9
Геометрическая характеристика приточной струи	$H, м$	15,9
Коэффициент стеснения струи	K_c	0,90
Коэффициент взаимодействия струи	$K_в$	1,00
Максимальная скорость воздуха на основном участке струи	$v_x, м/с$	0,14
Максимальная разность температур	$\Delta t_x, ^\circ C$	0,70

Продолжение Приложения Е

Таблица Е.3 – Аэродинамический расчёт системы В1

Данные по схеме		Длина L, м	Размеры воздуховодов				Площадь поперечного сечения, м ²	Скорость v, м/с	Потери давление на трение, Па/м		Динамическое давление Р _{дин} , Па	Сумма коэффициентов местных сопротивлений, Σξ	Потери давления на местные сопротивления Z, Па	Общие потери давления на участке RL+Z, Па	Примечание
№ участка	Кол-во Воздуха, L м ³ /ч		Круглых	Прямоугольных					На 1 м R, Па/м	По длине участка RL, Па					
				Ширина b, м	Высота a, м	Эквивалентный диаметр Dэв=2AB/(A+B), м									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Магистраль															
ДКУ 250	500													32.00	
1	500	4.56	0.180			0.18	0.03	5.46	3.536	16.12	17.89	0.35	6.26	22.38	Отв. 90-1шт
2	1000	2.00	0.200			0.20	0.03	8.85	7.266	14.53	46.96	0	0.00	14.53	-
3	1500	2.00	0.250			0.25	0.05	8.49	5.114	10.23	43.27	0	0.00	10.23	-
4	2000	2.00	0.315			0.32	0.08	7.13	2.814	5.63	30.52	0	0.00	5.63	-
5	2500	2.00	0.315			0.32	0.08	8.92	4.175	8.35	47.69	0	0.00	8.35	-
6	3000	2.00	0.355			0.36	0.10	8.42	3.252	6.50	42.57	0	0.00	6.50	-
7	3500	2.00	0.355			0.36	0.10	9.83	4.272	8.54	57.95	0	0.00	8.54	-
8	4000	2.00	0.400			0.40	0.13	8.85	3.055	6.11	46.96	0	0.00	6.11	-
9	4500	2.00	0.450			0.45	0.16	7.86	2.141	4.28	37.10	0	0.00	4.28	-

Продолжение Приложения Е

Продолжение таблицы Е.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
10	5000	2.00	0.450			0.45	0.16	8.74	2.579	5.16	45.80	0	0.00	5.16	-
11	5500	1.06	0.450			0.45	0.16	9.61	3.053	3.24	55.42	0	0.00	3.24	-
12	11000	33.36	0.630			0.63	0.31	9.81	2.078	69.33	57.71	1.05	60.59	129.92	Отв. 90 - 3 шт
Ответвления															
ДКУ 250	500													32.00	
13	500	2.00	0.180			0.18	0.03	5.46	3.536	7.07	17.89	0.25	4.47	11.54	Тр. 90- 1 шт
Невязка: $\frac{\Delta p_1 - \Delta p_{13}}{\Delta p_1} \cdot 100\% = \frac{54,38 - 43,54}{54,38} \cdot 100\% = 19,93\% \longrightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_o = \frac{\Delta p_1 - \Delta p_{13}}{P_{дин}} = \frac{54,38 - 43,54}{17,89} = 3,04$															
ДКУ 250	500													32.00	
14	500	2.00	0.180			0.18	0.03	5.46	3.536	7.07	17.89	0.05	0.89	7.97	Тр. 90- 1шт
Невязка: $\frac{\Delta p_{1,2} - \Delta p_{14}}{\Delta p_{1,2}} \cdot 100\% = \frac{68,92 - 39,97}{68,92} \cdot 100\% = 42,01\% \longrightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_o = \frac{\Delta p_1 - \Delta p_{14}}{P_{дин}} = \frac{68,92 - 39,97}{17,89} = 1,62$															
ДКУ 250	500													32.00	
15	500	2.00	0.180			0.16	0.02	6.91	6.207	12.41	28.66	1	28.66	41.07	Тр.90-1 шт
Невязка: $\frac{\Delta p_{1-3} - \Delta p_{15}}{\Delta p_{1-3}} \cdot 100\% = \frac{79,14 - 24,76}{79,14} \cdot 100\% = 68,72\% \longrightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_o = \frac{\Delta p_{1-3} - \Delta p_{15}}{P_{дин}} = \frac{79,14 - 24,76}{28,66} = 3,04$															

Продолжение Приложения Е

Продолжение таблицы Е.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ДКУ 250	500													32.00	
16	500	2.00	0.180			0.18	0.03	5.46	3.536	7.07	17.89	0	0.00	7.07	Гр. 90 - 1 шт
Невязка: $\frac{\Delta p_{1-4} - \Delta p_{16}}{\Delta p_{1-4}} \cdot 100\% = \frac{84,77 - 22,97}{84,77} \cdot 100\% = 72,91\% \longrightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_{\partial} = \frac{\Delta p_{1-4} - \Delta p_{16}}{P_{дин}} = \frac{84,77 - 22,97}{17,89} = 0,85$															
ДКУ 250	500													32.00	
17	500	2.00	0.180			0.18	0.03	5.46	3.536	7.07	17.89	-0.9	-16.10	-9.03	Гр. 90 - 1 шт
Невязка: $\frac{\Delta p_{1-5} - \Delta p_{17}}{\Delta p_{1-5}} \cdot 100\% = \frac{93,12 - 22,97}{93,12} \cdot 100\% = 75,34\% \longrightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_{\partial} = \frac{\Delta p_{1-5} - \Delta p_{17}}{P_{дин}} = \frac{93,12 - 22,97}{17,89} = 3,92$															
1СДК 200	500													32.00	
18	500	2.00	0.180			0.18	0.03	5.46	3.536	7.07	17.89	-0.9	-16.10	-9.03	Гр. 90 - 1 шт
Невязка: $\frac{\Delta p_{1,2,3,4,5,6} - \Delta p_{18}}{\Delta p_{1,2,3,4,5,6}} \cdot 100\% = \frac{99,63 - 22,97}{99,63} \cdot 100\% = 76,95\% \longrightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_{\partial} = \frac{\Delta p_{1,2,3,4,5,6} - \Delta p_{18}}{P_{дин}} = \frac{99,63 - 22,97}{17,89} = 4,28$															
ДКУ 250	500													32.00	
19	500	2.00	0.180			0.18	0.03	5.46	3.536	7.07	17.89	-5.9	-105.56	-98.49	Гр. 90 - 1 шт
Невязка: $\frac{\Delta p_{1,2,3,4,5,6,7} - \Delta p_{19}}{\Delta p_{1,2,3,4,5,6,7}} \cdot 100\% = \frac{108,17 - 66,49}{108,17} \cdot 100\% = 161,47\% \longrightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_{\partial} = \frac{\Delta p_{1,2,3,4,5,6,7} - \Delta p_{19}}{P_{дин}} = \frac{108,17 - 66,49}{17,89} = 9,76$															

Продолжение Приложения Е

Продолжение таблицы Е.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ДКУ 250	500													32.00	
20	500	2.00	0.180			0.18	0.03	5.46	3.536	7.07	17.89	-2.8	-50.10	-43.03	Гр. 90 - 1 шт
Невязка: $\frac{\Delta p_{1,2,3,4,5,6,7,8} - \Delta p_{20}}{\Delta p_{1,2,3,4,5,6,7,8}} \cdot 100\% = \frac{114,28 - 11,03}{114,28} \cdot 100\% = 109,65\% \longrightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_o = \frac{\Delta p_{1,2,3,4,5,6,7,8} - \Delta p_{20}}{P_{дин}} = \frac{114,28 - 11,03}{17,89} = 7,00$															
ДКУ 250	500													32.00	
21	500	2.00	0.180			0.18	0.03	5.46	3.536	7.07	17.89	-2.8	-50.10	-43.03	Гр. 90 - 1 шт
Невязка: $\frac{\Delta p_{1-9} - \Delta p_{21}}{\Delta p_{1-9}} \cdot 100\% = \frac{118,56 - 11,03}{118,56} \cdot 100\% = 109,30\% \longrightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_o = \frac{\Delta p_{1-9} - \Delta p_{21}}{P_{дин}} = \frac{118,56 - 11,03}{17,89} = 7,24$															
ДКУ 250	500													32.00	
22	500	2.00	0.180			0.18	0.03	5.46	3.536	7.07	17.89	-2.8	-50.10	-43.03	Гр. 90 - 1 шт
Невязка: $\frac{\Delta p_{1-10} - \Delta p_{22}}{\Delta p_{1-10}} \cdot 100\% = \frac{123,72 - 11,03}{123,72} \cdot 100\% = 116,79\% \longrightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_o = \frac{\Delta p_{1-10} - \Delta p_{22}}{P_{дин}} = \frac{123,72 - 11,03}{17,89} = 7,53$															
ДКУ 250	500													32.00	
23	500	4.56	0.180			0.18	0.03	5.46	3.536	16.12	17.89	0.35	6.26	22.38	Отв. 90-1шт.

Продолжение Приложения Е

Продолжение таблицы Е.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
24	1000	2.00	0.200			0.20	0.03	8.85	7.266	14.53	46.96	0	0.00	14.53	-
25	1500	2.00	0.250			0.25	0.05	8.49	5.114	10.23	43.27	0	0.00	10.23	-
26	2000	2.00	0.315			0.32	0.08	7.13	2.814	5.63	30.52	0	0.00	5.63	-
27	2500	2.00	0.315			0.32	0.08	8.92	4.175	8.35	47.69	0	0.00	8.35	-
28	3000	2.00	0.355			0.36	0.10	8.42	3.252	6.50	42.57	0	0.00	6.50	-
29	3500	2.00	0.355			0.36	0.10	9.83	4.272	8.54	57.95	0	0.00	8.54	-
30	4000	2.00	0.400			0.40	0.13	8.85	3.055	6.11	46.96	0	0.00	6.11	-
31	4500	2.00	0.450			0.45	0.16	7.86	2.141	4.28	37.10	0	0.00	4.28	-
32	5000	2.00	0.450			0.45	0.16	8.74	2.579	5.16	45.80	0	0.00	5.16	-
33	5500	5.38	0.450			0.45	0.16	9.61	3.053	16.43	55.42	0.35	19.40	35.83	Отв. 90 -1 шт.
Невязка: $\frac{\Delta p_{1-11} - \Delta p_{23-33}}{\Delta p_{1-11}} \cdot 100\% = \frac{159,55 - 126,96}{159,55} \cdot 100\% = 25,67\% \longrightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_0 = \frac{\Delta p_{1-11} - \Delta p_{23-33}}{p_{дин}} = \frac{159,55 - 126,96}{4,72} = 6,9$															
ДКУ 250	500													32.00	
34	500	4.56	0.180			0.18	0.03	5.46	3.536	16.12	17.89	0.25	4.47	20.60	Тр. 90 - 1 шт
Невязка: $\frac{\Delta p_{23} - \Delta p_{34}}{\Delta p_{23}} \cdot 100\% = \frac{54,38 - 52,60}{54,38} \cdot 100\% = 3,29\%$															

Продолжение Приложения Е

Продолжение таблицы Е.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ДКУ 250	500													32.00	
35	500	4.56	0.180			0.18	0.03	5.46	3.536	16.12	17.89	0.05	0.89	17.02	Тр. 90 - 1 шт
Невязка: $\frac{\Delta p_{23-24} - \Delta p_{35}}{\Delta p_{23-24}} \cdot 100\% = \frac{68,92 - 49,02}{68,92} \cdot 100\% = 28,87\% \longrightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_o = \frac{\Delta p_{23-24} - \Delta p_{35}}{P_{дин}} = \frac{68,92 - 49,02}{17,89} = 2,93$															
ДКУ 250	500													32.00	
36	500	4.56	0.180			0.18	0.03	5.46	3.536	16.12	17.89	-0.8	-14.31	1.81	Тр. 90 - 1 шт
Невязка: $\frac{\Delta p_{23-25} - \Delta p_{36}}{\Delta p_{23-25}} \cdot 100\% = \frac{79,14 - 33,81}{79,14} \cdot 100\% = 57,28\% \longrightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_o = \frac{\Delta p_{23-25} - \Delta p_{36}}{P_{дин}} = \frac{79,14 - 33,81}{17,89} = 2,53$															
ДКУ 250	500													32.00	
37	500	4.56	0.180			0.18	0.03	5.46	3.536	16.12	17.89	0	0.00	16.12	Тр. 90 - 1 шт
Невязка: $\frac{\Delta p_{23-26} - \Delta p_{37}}{\Delta p_{23-26}} \cdot 100\% = \frac{84,77 + 32,02}{84,77} \cdot 100\% = 62,23\% \longrightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_o = \frac{\Delta p_{23-26} - \Delta p_{37}}{P_{дин}} = \frac{84,77 + 32,02}{17,89} = 2,95$															
ДКУ 250	500													32.00	
38	500	4.56	0.180			0.18	0.03	5.46	3.536	16.12	17.89	-0.9	-16.10	0.02	Тр. 90 - 1 шт
Невязка: $\frac{\Delta p_{23-27} - \Delta p_{38}}{\Delta p_{23-27}} \cdot 100\% = \frac{93,12 + 32,02}{93,12} \cdot 100\% = 65,62\% \longrightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_o = \frac{\Delta p_{23-26} - \Delta p_{37}}{P_{дин}} = \frac{93,12 + 32,02}{17,89} = 0,40$															

Продолжение Приложения Е

Продолжение таблицы Е.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ДКУ 250	500													32.00	
39	500	4.56	0.180			0.18	0.03	5.46	3.536	16.12	17.89	-1.1	-19.68	-3.56	Тр. 90 - 1 шт
Невязка: $\frac{\Delta p_{23-28} - \Delta p_{39}}{\Delta p_{23-28}} \cdot 100\% = \frac{99,63 + 28,44}{99,63} \cdot 100\% = 71,45\% \longrightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_o = \frac{\Delta p_{23-28} - \Delta p_{39}}{P_{дин}} = \frac{99,63 + 28,44}{17,89} = 0,12$															
ДКУ 250	500													32.00	
40	500	4.56	0.180			0.18	0.03	5.46	3.536	16.12	17.89	-5.9	-105.56	-89.44	Тр. 90 - 1 шт
Невязка: $\frac{\Delta p_{23-29} - \Delta p_{40}}{\Delta p_{23-29}} \cdot 100\% = \frac{108,17 - 57,44}{108,17} \cdot 100\% = 153,10\% \longrightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_o = \frac{\Delta p_{23-29} - \Delta p_{40}}{P_{дин}} = \frac{108,17 - 57,44}{17,89} = 9,26$															
ДКУ 250	500													32.00	
41	500	4.56	0.180			0.18	0.03	5.46	3.536	16.12	17.89	-2.8	-50.10	-33.98	Тр. 90 - 1 шт
Невязка: $\frac{\Delta p_{23-30} - \Delta p_{41}}{\Delta p_{23-30}} \cdot 100\% = \frac{114,28 - 1,98}{114,28} \cdot 100\% = 101,73\% \longrightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_o = \frac{\Delta p_{23-30} - \Delta p_{41}}{P_{дин}} = \frac{114,28 - 1,98}{17,89} = 6,5$															
ДКУ 250	500													32.00	
42	500	4.56	0.180			0.18	0.03	5.46	3.536	16.12	17.89	-2.8	-50.10	-33.98	Тр. 90 - 1 шт
Невязка: $\frac{\Delta p_{23-31} - \Delta p_{42}}{\Delta p_{23-31}} \cdot 100\% = \frac{118,56 - 1,98}{118,56} \cdot 100\% = 101,67\% \longrightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_o = \frac{\Delta p_{23-31} - \Delta p_{42}}{P_{дин}} = \frac{118,56 - 1,98}{17,89} = 6,74$															

Продолжение Приложения Е

Продолжение таблицы Е.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ДКУ 250	500													32.00	
43	500	4.56	0.180			0.18	0.03	5.46	3.536	16.12	17.89	-2.8	-50.10	-33.98	Гр. 90 - 1 шт
Невязка: $\frac{\Delta p_{23-32} - \Delta p_{43}}{\Delta p_{23-32}} \cdot 100\% = \frac{123,72 - 1,98}{123,72} \cdot 100\% = 101,6\% \longrightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_0 = \frac{\Delta p_{23-32} - \Delta p_{43}}{P_{дин}} = \frac{123,72 - 1,98}{28,66} = 7,03$															
														$\sum RL+Z, Па$	659

Таблица Е.4 – Аэродинамический расчёт системы П1

Данные по схеме		Длина l, м	Размеры воздуховодов				Площадь поперечного сечения, м ²	Скорость v, м/с	Потери давление на трение, Па/м		Динамическое давление P _{дин} , Па	Сумма коэффициентов местных сопротивлений, $\sum \xi$	Потери давления на местные сопротивления Z, Па	Общие потери давления на участке RL+Z, Па	Примечание
№ участка	Кол-во Воздуха, L м ³ /ч		Круглых	Прямоугольных					На 1 м R, Па/м	По длине участка RL, Па					
				Ширина b, м	Высота a, м	Эквивалентный диаметр D _{эв} =2AB/(A+B), м									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Магистраль															

Продолжение Приложения Е

Продолжение таблицы Е.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
KVL 200L	500													32,00	
1	500	4,56	0,180			0,18	0,03	5,46	3,536	16,12	17,89	0,35	6,26	22,38	Отв.90-1шт.
2	1000	2,00	0,200			0,20	0,03	8,85	7,266	14,53	46,96	0	0,00	14,53	
3	1500	2,00	0,250			0,25	0,05	8,49	5,114	10,23	43,27	0	0,00	10,23	
4	2000	2,00	0,315			0,32	0,08	7,13	2,814	5,63	30,52	0	0,00	5,63	
5	2500	2,00	0,315			0,32	0,08	8,92	4,175	8,35	47,69	0	0,00	8,35	
6	3000	2,00	0,355			0,36	0,10	8,42	3,252	6,50	42,57	0	0,00	6,50	
7	3500	2,00	0,355			0,36	0,10	9,83	4,272	8,54	57,95	0	0,00	8,54	
8	4000	2,00	0,400			0,40	0,13	8,85	3,055	6,11	46,96	0	0,00	6,11	
9	4500	2,00	0,450			0,45	0,16	7,86	2,141	4,28	37,10	0	0,00	4,28	
10	5000	2,00	0,450			0,45	0,16	8,74	2,579	5,16	45,80	0	0,00	5,16	
11	5500	1,06	0,450			0,45	0,16	9,61	3,053	3,24	55,42	0	0,00	3,24	
12	11000	23,82	0,630			0,63	0,31	9,81	2,078	49,50	57,71	1,05	60,59	110,0 9	Отв.90- 3 шт
Ответвления															
KVL 200L	500													32,00	
13	500	2,00	0,180			0,18	0,03	5,46	3,536	7,07	17,89	0,5	8,95	16,02	Тр. 90-1шт.
Невязка: $\frac{\Delta p_1 - \Delta p_{13}}{\Delta p_1} \cdot 100\% = \frac{54,38 - 48,02}{54,38} \cdot 100\% = 11,71\% \rightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_o = \frac{\Delta p_1 - \Delta p_{13}}{P_{дин}} = \frac{54,38 - 48,02}{17,89} = 0,36$															

Продолжение Приложения Е

Продолжение таблицы Е.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
KVL 200L	500													32,00	
14	500	2,00	0,180			0,18	0,03	5,46	3,536	7,07	17,89	1	17,89	24,96	Тр. 90-1шт.
Невязка: $\frac{\Delta p_{1,2} - \Delta p_{14}}{\Delta p_{1,2}} \cdot 100\% = \frac{68,92 - 56,96}{68,92} \cdot 100\% = 17,34\% \longrightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_o = \frac{\Delta p_1 - \Delta p_{14}}{p_{дин}} = \frac{68,92 - 56,96}{17,89} = 0,67$															
KVL 200L	500													32,00	
15	500	2,00	0,180			0,18	0,03	5,46	3,536	7,07	17,89	1,7	30,42	37,49	Тр. 90-1шт.
Невязка: $\frac{\Delta p_{1-3} - \Delta p_{15}}{\Delta p_{1-3}} \cdot 100\% = \frac{79,14 - 69,49}{79,14} \cdot 100\% = 12,20\% \longrightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_o = \frac{\Delta p_{1-3} - \Delta p_{15}}{p_{дин}} = \frac{79,14 - 69,49}{17,89} = 0,54$															
KVL 200L	500													32,00	
16	500	2,00	0,180			0,18	0,03	5,46	3,536	7,07	17,89	0	0,00	7,07	Тр. 90-1шт.
Невязка: $\frac{\Delta p_{1,2,3,4} - \Delta p_{16}}{\Delta p_{1,2,3,4}} \cdot 100\% = \frac{84,77 - 39,07}{84,77} \cdot 100\% = 53,91\% \longrightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_o = \frac{\Delta p_{1,2,3,4} - \Delta p_{16}}{p_{дин}} = \frac{84,77 - 39,07}{17,89} = 0,85$															
KVL 200L	500													32,00	
17	500	2,00	0,180			0,18	0,03	5,46	3,536	7,07	17,89	1,3	23,26	30,33	Тр. 90-1шт.
Невязка: $\frac{\Delta p_{1,2,3,4,5} - \Delta p_{17}}{\Delta p_{1,2,3,4,5}} \cdot 100\% = \frac{93,12 - 62,33}{93,12} \cdot 100\% = 33,07\% \longrightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_o = \frac{\Delta p_{1,2,3,4,5} - \Delta p_{17}}{p_{дин}} = \frac{93,12 - 62,33}{17,89} = 1,72$															

Продолжение Приложения Е

Продолжение таблицы Е.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
KVL 200L	500													32,00	
18	500	2,00	0,180			0,18	0,03	5,46	3,536	7,07	17,89	1,3	23,26	30,33	Тр. 90-1шт.
Невязка: $\frac{\Delta p_{1,2,3,4,5,6} - \Delta p_{18}}{\Delta p_{1,2,3,4,5,6}} \cdot 100\% = \frac{99,63 - 62,33}{99,63} \cdot 100\% = 33,44\% \longrightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_o = \frac{\Delta p_{1,2,3,4,5,6} - \Delta p_{18}}{P_{дин}} = \frac{99,63 - 62,33}{17,89} = 2,08$															
KVL 200L	500													32,00	
19	500	2,00	0,180			0,18	0,03	5,46	3,536	7,07	17,89	1,3	23,26	30,33	Тр. 90-1шт.
Невязка: $\frac{\Delta p_{1,2,3,4,5,6,7} - \Delta p_{19}}{\Delta p_{1,2,3,4,5,6,7}} \cdot 100\% = \frac{108,17 - 62,33}{108,17} \cdot 100\% = 71,96\% \longrightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_o = \frac{\Delta p_{1,2,3,4,5,6,7} - \Delta p_{19}}{P_{дин}} = \frac{108,17 - 62,33}{17,89} = 4,35$															
KVL 200L	500													32,00	
20	500	2,00	0,180			0,18	0,03	5,46	3,536	7,07	17,89	2,5	44,73	51,80	Тр. 90-1шт.
Невязка: $\frac{\Delta p_{1-8} - \Delta p_{20}}{\Delta p_{1-8}} \cdot 100\% = \frac{114,28 - 83,80}{114,28} \cdot 100\% = 26,67\% \longrightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_o = \frac{\Delta p_{1-8} - \Delta p_{20}}{P_{дин}} = \frac{114,28 - 83,80}{17,89} = 1,70$															
KVL 200L	500													32,00	
21	500	2,00	0,180			0,18	0,03	5,46	3,536	7,07	17,89	2,5	44,73	51,80	Тр. 90-1шт.
Невязка: $\frac{\Delta p_{1-9} - \Delta p_{21}}{\Delta p_{1-9}} \cdot 100\% = \frac{118,56 - 83,80}{118,56} \cdot 100\% = 26,67\% \longrightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_o = \frac{\Delta p_{1-9} - \Delta p_{21}}{P_{дин}} = \frac{118,56 - 83,80}{17,89} = 1,94$															

Продолжение Приложения Е

Продолжение таблицы Е.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
KVL 200L	500													32.00	
22	500	2,00	0,180			0,18	0,03	5,46	3,536	7,07	17,89	2,5	44,73	51,80	Тр. 90-1шт.
Невязка: $\frac{\Delta p_{1-10} - \Delta p_{22}}{\Delta p_{1-10}} \cdot 100\% = \frac{123,72 - 83,80}{123,72} \cdot 100\% = 34,60\% \rightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_o = \frac{\Delta p_{1-10} - \Delta p_{22}}{P_{дин}} = \frac{123,72 - 83,80}{17,89} = 2,23$															
KVL 200L	500													32.00	
23	500	4,56	0,180			0,18	0,03	5,46	3,536	16,12	17,89	0,35	6,26	22,38	Отв. 90-1шт
24	1000	2,00	0,200			0,20	0,03	8,85	7,266	14,53	46,96	0	0,00	14,53	-
25	1500	2,00	0,250			0,25	0,05	8,49	5,114	10,23	43,27	0	0,00	10,23	-
26	2000	2,00	0,315			0,32	0,08	7,13	2,814	5,63	30,52	0	0,00	5,63	-
27	2500	2,00	0,315			0,32	0,08	8,92	4,175	8,35	47,69	0	0,00	8,35	-
28	3000	2,00	0,355			0,36	0,10	8,42	3,252	6,50	42,57	0	0,00	6,50	-
29	3500	2,00	0,355			0,36	0,10	9,83	4,272	8,54	57,95	0	0,00	8,54	-
30	4000	2,00	0,400			0,40	0,13	8,85	3,055	6,11	46,96	0	0,00	6,11	-
31	4500	2,00	0,450			0,45	0,16	7,86	2,141	4,28	37,10	0	0,00	4,28	-
32	5000	2,00	0,450			0,45	0,16	8,74	2,579	5,16	45,80	0	0,00	5,16	-
33	5500	5,38	0,450			0,45	0,16	9,61	3,053	16,43	55,42	0,35	19,40	35,83	Отв. 90-1шт.
Невязка: $\frac{\Delta p_{1-11} - \Delta p_{23-33}}{\Delta p_{1-11}} \cdot 100\% = \frac{159,55 - 126,96}{159,55} \cdot 100\% = 25,67\% \rightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_o = \frac{\Delta p_{1-11} - \Delta p_{23-33}}{P_{дин}} = \frac{159,55 - 126,96}{4,72} = 6,9$															
KVL 200L	500													32.00	
34	500	4,56	0,180			0,18	0,03	5,46	3,536	16,12	17,89	0,5	8,95	25,07	Тр. 90-1шт
Невязка: $\frac{\Delta p_{23} - \Delta p_{34}}{\Delta p_{23}} \cdot 100\% = \frac{57,07 - 54,38}{54,38} \cdot 100\% = 4,93\%$															

Продолжение Приложения Е

Продолжение таблицы Е.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
KVL 200L	500													32,00	
35	500	4,56	0,180			0,18	0,03	5,46	3,536	16,12	17,89	1	17,89	34,01	Тр. 90-1шт.
Невязка: $\frac{\Delta p_{23-24} - \Delta p_{35}}{\Delta p_{23-24}} \cdot 100\% = \frac{68,92 - 66,01}{68,92} \cdot 100\% = 4,21\%$															
KVL 200L	500													32,00	
36	500	4,56	0,180			0,18	0,03	5,46	3,536	16,12	17,89	1,7	30,42	46,54	Тр. 90-1шт.
Невязка: $\frac{\Delta p_{23-25} - \Delta p_{36}}{\Delta p_{23-25}} \cdot 100\% = \frac{79,14 - 78,54}{79,14} \cdot 100\% = 0,77\%$															
KVL 200L	500													32,00	
37	500	4,56	0,180			0,18	0,03	5,46	3,536	16,12	17,89	0	0,00	16,12	Тр. 90-1шт.
Невязка: $\frac{\Delta p_{23-26} - \Delta p_{37}}{\Delta p_{23-26}} \cdot 100\% = \frac{84,77 - 48,17}{84,77} \cdot 100\% = 43,23\% \rightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_o = \frac{\Delta p_{23-26} - \Delta p_{37}}{p_{дин}} = \frac{84,77 - 48,17}{17,89} = 2,05$															
KVL 200L	500													32,00	
38	500	4,56	0,180			0,18	0,03	5,46	3,536	16,12	17,89	1,3	23,26	39,38	Тр. 90-1шт.
Невязка: $\frac{\Delta p_{23-27} - \Delta p_{38}}{\Delta p_{23-27}} \cdot 100\% = \frac{93,12 - 71,38}{93,12} \cdot 100\% = 23,35\% \rightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_o = \frac{\Delta p_{23-27} - \Delta p_{38}}{p_{дин}} = \frac{93,12 - 71,38}{17,89} = 3,00$															
KVL 200L	500													32,00	
39	500	4,56	0,180			0,18	0,03	5,46	3,536	16,12	17,89	1,3	23,26	39,38	Тр. 90-1шт.
Невязка: $\frac{\Delta p_{23-28} - \Delta p_{39}}{\Delta p_{23-28}} \cdot 100\% = \frac{99,63 - 71,38}{99,63} \cdot 100\% = 28,35\% \rightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_o = \frac{\Delta p_{23-28} - \Delta p_{39}}{p_{дин}} = \frac{99,63 - 71,38}{17,89} = 1,58$															

Продолжение Приложения Е

Продолжение таблицы Е.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
KVL 200L	500													32,00	
40	500	4,56	0,180			0,18	0,03	5,46	3,536	16,12	17,89	1,3	23,26	39,38	Тр. 90-1шт.
Невязка: $\frac{\Delta p_{23-29} - \Delta p_{40}}{\Delta p_{23-29}} \cdot 100\% = \frac{108,17 - 71,38}{108,17} \cdot 100\% = 34,01\% \longrightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_o = \frac{\Delta p_{23-29} - \Delta p_{40}}{p_{дин}} = \frac{108,17 - 71,38}{17,89} = 2,06$															
KVL 200L	500													32,00	
41	500	4,56	0,180			0,18	0,03	5,46	3,536	16,12	17,89	2,5	44,73	60,85	Тр. 90-1шт.
Невязка: $\frac{\Delta p_{23-30} - \Delta p_{41}}{\Delta p_{23-30}} \cdot 100\% = \frac{114,28 - 92,85}{114,28} \cdot 100\% = 18,75\% \longrightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_o = \frac{\Delta p_{23-30} - \Delta p_{41}}{p_{дин}} = \frac{114,28 - 92,85}{17,89} = 1,2$															
KVL 200L	500													32,00	
42	500	4,56	0,180			0,18	0,03	5,46	3,536	16,12	17,89	2,5	44,73	60,85	Тр. 90-1шт.
Невязка: $\frac{\Delta p_{23-31} - \Delta p_{42}}{\Delta p_{23-31}} \cdot 100\% = \frac{118,56 - 92,85}{118,56} \cdot 100\% = 21,68\% \longrightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_o = \frac{\Delta p_{23-31} - \Delta p_{42}}{p_{дин}} = \frac{118,56 - 92,85}{17,89} = 1,44$															
KVL 200L	500													32,00	
43	500	4,56	0,180			0,18	0,03	5,46	3,536	16,12	17,89	2,5	44,73	60,85	Тр. 90-1шт.
Невязка: $\frac{\Delta p_{23-32} - \Delta p_{43}}{\Delta p_{23-32}} \cdot 100\% = \frac{123,72 - 92,85}{123,72} \cdot 100\% = 24,95\% \longrightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_o = \frac{\Delta p_{23-32} - \Delta p_{43}}{p_{дин}} = \frac{123,72 - 92,85}{17,89} = 1,73$															
														Σ RL+Z, Па	1791

Таблица Е.5 – Аэродинамический расчёт системы В2

Данные по схеме		Длина L, м	Размеры воздуховодов				Площадь поперечного сечения, м ²	Скорость v, м/с	Потери давление на трение, Па/м		Динамическое давление P _{дин} , Па	Сумма коэффициентов местных сопротивлений, Σξ	Потери давления на местные сопротивления Z, Па	Общие потери давления на участке RL+Z, Па	Примечание
№ участка	Кол-во Воздуха, L м ³ /ч		Круглых	Прямоугольных					На 1 м R, Па/м	По длине участка RL, Па					
				Ширина b, м	Высота a, м	Эквивалентный диаметр D _{эв} =2AB/(A+B), м									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Магистраль															
ДКУ 250	400													32.00	
1	400	7.37	0.160			0.16	0.02	5.53	4.187	30.86	18.34	0.35	6.42	37.28	Отв.90-1 шт
2	800	5.37	0.180			0.18	0.03	8.74	8.108	43.54	45.80	0	0.00	43.54	
3	1200	5.37	0.250			0.25	0.05	6.79	3.447	18.51	27.70	0	0.00	18.51	
4	1600	5.37	0.280			0.28	0.06	7.22	3.333	17.90	31.29	0	0.00	17.90	
5	2000	8.79	0.315			0.32	0.08	7.13	2.814	24.73	30.52	0	0.00	24.73	
6	4000	9.40	0.355			0.36	0.10	11.23	5.414	50.89	75.69	0	0.00	50.89	
Ответвления															

Продолжение Приложения Е

Продолжение таблицы Е.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ДКУ 250	400													32.00	
7	400	2,00	0,160			0,16	0,02	5,53	4,187	8,37	18,34	0,25	4,59	12,96	Тр. 90 – 1 шт
Невязка: $\frac{\Delta p_1 - \Delta p_7}{\Delta p_1} \cdot 100\% = \frac{69,28 - 44,96}{69,28} \cdot 100\% = 35,10\% \longrightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_o = \frac{\Delta p_1 - \Delta p_7}{p_{дин}} = \frac{69,28 - 44,96}{18,34} = 1,33$															
ДКУ 250	400													32.00	
8	400	2,00	0,160			0,16	0,02	5,53	4,187	8,37	18,34	0,05	0,92	9,29	Тр. 90 – 1 шт
Невязка: $\frac{\Delta p_{1-2} - \Delta p_8}{\Delta p_{1-2}} \cdot 100\% = \frac{112,82 - 41,29}{112,82} \cdot 100\% = 63,40\% \longrightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_o = \frac{\Delta p_{1-2} - \Delta p_8}{p_{дин}} = \frac{112,82 - 41,29}{18,34} = 3,90$															
ДКУ 250	400													32.00	
9	400	2,00	0,160			0,16	0,02	5,53	4,187	8,37	18,34	-0,4	-7,34	1,04	Тр. 90 – 1 шт
Невязка: $\frac{\Delta p_{1-3} - \Delta p_9}{\Delta p_{1-3}} \cdot 100\% = \frac{131,33 - 33,04}{131,33} \cdot 100\% = 74,84\% \longrightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_o = \frac{\Delta p_{1-3} - \Delta p_9}{p_{дин}} = \frac{131,33 - 33,04}{18,34} = 5,96$															
ДКУ 250	400													32.00	
10	400	2,00	0,160			0,16	0,02	5,53	4,187	8,37	18,34	0	0,00	8,37	Тр. 90 – 1 шт
Невязка: $\frac{\Delta p_{1-4} - \Delta p_{10}}{\Delta p_{1-4}} \cdot 100\% = \frac{149,23 - 40,37}{149,23} \cdot 100\% = 72,94\% \longrightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_o = \frac{\Delta p_{1-4} - \Delta p_{10}}{p_{дин}} = \frac{149,23 - 40,37}{18,34} = 5,93$															

Продолжение Приложения Е

Продолжение таблицы Е.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ДКУ 250	400													32.00	
11	400	7.37	0.160			0.16	0.02	5.53	4.187	30.86	18.34	0.35	6.42	37.28	Отв.90-1 шт
12	800	5.37	0.180			0.18	0.03	8.74	8.108	43.54	45.80	0	0.00	43.54	
13	1200	5.37	0.250			0.25	0.05	6.79	3.447	18.51	27.70	0	0.00	18.51	
14	1600	5.37	0.280			0.28	0.06	7.22	3.333	17.90	31.29	0	0.00	17.90	
15	2000	3.26	0.315			0.32	0.08	7.13	2.814	9.17	30.52	0	0.00	9.17	
Невязка: $\frac{\Delta p_{1-5} - \Delta p_{11-15}}{\Delta p_{1-5}} \cdot 100\% = \frac{173,96 - 158,40}{173,96} \cdot 100\% = 8,94\%$															
ДКУ 250	400													32.00	
16	400	2,00	0,160			0,16	0,02	5,53	4,187	8,37	18,34	0,25	4,59	12,96	Тр. 90 – 1 шт
Невязка: $\frac{\Delta p_{11} - \Delta p_{16}}{\Delta p_{11}} \cdot 100\% = \frac{69,28 - 44,96}{69,28} \cdot 100\% = 35,10\% \rightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_{\delta} = \frac{\Delta p_{11} - \Delta p_{16}}{P_{дин}} = \frac{69,28 - 44,96}{18,34} = 1,33$															
ДКУ 250	400													32.00	
17	400	2,00	0,160			0,16	0,02	5,53	4,187	8,37	18,34	0,05	0,92	9,29	Тр. 90 – 1 шт
Невязка: $\frac{\Delta p_{11-12} - \Delta p_{17}}{\Delta p_{11-12}} \cdot 100\% = \frac{112,82 - 41,29}{112,82} \cdot 100\% = 63,40\% \rightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_{\delta} = \frac{\Delta p_{11-12} - \Delta p_{17}}{P_{дин}} = \frac{112,82 - 41,29}{18,34} = 3,90$															

Продолжение Приложения Е

Продолжение таблицы Е.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ДКУ 250	400													32,00	
18	400	2,00	0,160			0,16	0,02	5,53	4,187	8,37	18,34	-0,4	-7,34	1,04	Тр. 90 – 1 шт
Невязка: $\frac{\Delta p_{11-13} - \Delta p_{18}}{\Delta p_{11-13}} \cdot 100\% = \frac{131,33 - 33,04}{131,33} \cdot 100\% = 74,84\% \longrightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_o = \frac{\Delta p_{11-13} - \Delta p_{18}}{P_{дин}} = \frac{131,33 - 33,04}{18,34} = 5,36$															
ДКУ 250	400													32,00	
19	400	2,00	0,160			0,16	0,02	5,53	4,187	8,37	18,34	0	0,00	8,37	Тр. 90 – 1 шт
Невязка: $\frac{\Delta p_{11-14} - \Delta p_{19}}{\Delta p_{11-14}} \cdot 100\% = \frac{149,23 - 40,37}{149,23} \cdot 100\% = 72,94\% \longrightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_o = \frac{\Delta p_{11-14} - \Delta p_{19}}{P_{дин}} = \frac{149,23 - 40,37}{18,34} = 5,93$															
														$\Sigma RL+Z, Па$	703

Продолжение Приложения Е

Таблица Е.6 – Аэродинамический расчёт системы П2

Данные по схеме		Длина L, м	Размеры воздуховодов				Площадь поперечного сечения, м ²	Скорость v, м/с	Потери давление на трение, Па/м		Динамическое давление Р _{дин} , Па	Сумма коэффициентов местных сопротивлений, Σξ	Потери давления на местные сопротивления Z, Па	Общие потери давления на участке RL+Z, Па	Примечание
№ участка	Кол-во Воздуха, L м ³ /ч		Круглых	Прямоугольных					На 1 м R, Па/м	По длине участка RL, Па					
				Ширина b, м	Высота a, м	Эквивалентный диаметр Dэв=2AB/(A+B), м									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Магистраль															
KVL 160L	400													32.00	
1	400	7.37	0.160			0.16	0.02	5.53	4.187	30.86	18.34	0.35	6.42	37.28	Отв.90-1шт.
2	800	5.37	0.180			0.18	0.03	8.74	8.108	43.54	45.80	0	0.00	43.54	
3	1200	5.37	0.250			0.25	0.05	6.79	3.447	18.51	27.70	0	0.00	18.51	
4	1600	5.37	0.280			0.28	0.06	7.22	3.333	17.90	31.29	0	0.00	17.90	
5	2000	19.54	0.315			0.32	0.08	7.13	2.814	54.98	30.52	0	0.00	54.98	
6	4000	20.10	0.355			0.36	0.10	11.23	5.414	108.82	75.69	0	0.00	108.82	
Ответвления															

Продолжение Приложения Е

Продолжение таблицы Е.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
KVL 160L	400													32.00	
7	400	2,00	0,160			0,16	0,02	5,53	4,187	8,37	18,34	0,5	9,17	17,55	Тр. 90-1шт.
Невязка: $\frac{\Delta p_1 - \Delta p_7}{\Delta p_1} \cdot 100\% = \frac{69,28 - 49,55}{69,28} \cdot 100\% = 28,48\% \longrightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_o = \frac{\Delta p_1 - \Delta p_7}{P_{дин}} = \frac{69,28 - 49,55}{18,34} = 1,08$															
KVL 160L	400													32.00	
8	400	2,00	0,160			0,16	0,02	5,53	4,187	8,37	18,34	1	18,34	26,72	Тр. 90-1шт.
Невязка: $\frac{\Delta p_{1-2} - \Delta p_8}{\Delta p_{1-2}} \cdot 100\% = \frac{112,82 - 58,72}{112,82} \cdot 100\% = 47,96\% \longrightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_o = \frac{\Delta p_{1-22} - \Delta p_8}{P_{дин}} = \frac{112,82 - 58,72}{28,66} = 2,95$															
KVL 160L	400													32.00	
9	400	2,00	0,160			0,16	0,02	5,53	4,187	8,37	18,34	1,1	20,18	28,55	Тр. 90-1шт.
Невязка: $\frac{\Delta p_{1-3} - \Delta p_9}{\Delta p_{1-3}} \cdot 100\% = \frac{131,33 - 60,55}{131,33} \cdot 100\% = 53,90\% \longrightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_o = \frac{\Delta p_{1-3} - \Delta p_9}{P_{дин}} = \frac{131,33 - 60,55}{18,34} = 3,86$															
KVL 160L	400													32.00	
10	400	2,00	0,160			0,16	0,02	5,53	4,187	8,37	18,34	0,7	12,84	21,21	Тр. 90-1шт.
Невязка: $\frac{\Delta p_{1-4} - \Delta p_{10}}{\Delta p_{1-4}} \cdot 100\% = \frac{149,23 - 53,21}{149,23} \cdot 100\% = 64,34\% \longrightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_o = \frac{\Delta p_{1-4} - \Delta p_{10}}{P_{дин}} = \frac{149,23 - 53,21}{18,34} = 6,98$															
KVL 160L	400													32.00	
11	400	7,37	0,160			0,16	0,02	5,53	4,187	30,86	18,34	0,35	6,42	37,28	Отв. 90-1 шт.
12	800	5,37	0,180			0,18	0,03	8,74	8,108	43,54	45,80	0	0,00	43,54	
13	1200	5,37	0,250			0,25	0,05	6,79	3,447	18,51	27,70	0	0,00	18,51	

Продолжение Приложения Е

Продолжение таблицы Е.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
14	1600	5,37	0,280			0,28	0,06	7,22	3,333	17,90	31,29	0	0,00	17,90		
15	2000	3,26	0,315			0,32	0,08	7,13	2,814	9,17	30,52	0	0,00	9,17		
Невязка: $\frac{\Delta p_{1-5} - \Delta p_{11-15}}{\Delta p_{1-5}} \cdot 100\% = \frac{204,21 - 158,40}{204,21} \cdot 100\% = 22,43\% \longrightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_o = \frac{\Delta p_{1-5} - \Delta p_{11-15}}{p_{дин}} = \frac{204,21 - 158,40}{152,7} = 0,30$																
KVL 160L	400													32,00		
16	400	2,00	0,160			0,16	0,02	5,53	4,187	8,37	18,34	0,5	9,17	17,55	Тр. 90-1шт.	
Невязка: $\frac{\Delta p_{11} - \Delta p_{16}}{\Delta p_{11}} \cdot 100\% = \frac{69,28 - 49,55}{69,28} \cdot 100\% = 28,48\% \longrightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_o = \frac{\Delta p_{11} - \Delta p_{16}}{p_{дин}} = \frac{69,28 - 49,55}{18,34} = 1,08$																
KVL 160L	400													32,00		
17	400	2,00	0,160			0,16	0,02	5,53	4,187	8,37	18,34	1	18,34	26,72	Тр. 90-1шт.	
Невязка: $\frac{\Delta p_{11-12} - \Delta p_{17}}{\Delta p_{11-12}} \cdot 100\% = \frac{112,82 - 58,72}{112,82} \cdot 100\% = 47,96\% \longrightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_o = \frac{\Delta p_{11-12} - \Delta p_{17}}{p_{дин}} = \frac{112,82 - 58,72}{18,34} = 2,95$																
KVL 160L	400													32,00		
18	400	2,00	0,160			0,16	0,02	5,53	4,187	8,37	18,34	1,1	20,18	28,55	Тр. 90-1шт.	
Невязка: $\frac{\Delta p_{11-13} - \Delta p_{18}}{\Delta p_{11-13}} \cdot 100\% = \frac{131,33 - 60,55}{131,33} \cdot 100\% = 53,90\% \longrightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_o = \frac{\Delta p_{11-13} - \Delta p_{18}}{p_{дин}} = \frac{131,33 - 60,55}{18,34} = 3,86$																
KVL 160L	400													32,00		
19	400	2,00	0,160			0,16	0,02	5,53	4,187	8,37	18,34	0,7	12,84	21,21	Тр. 90-1шт.	
Невязка: $\frac{\Delta p_{11-14} - \Delta p_{19}}{\Delta p_{11-14}} \cdot 100\% = \frac{149,23 - 53,21}{149,23} \cdot 100\% = 64,34\% \longrightarrow$ Дроссель-клапан: $\xi_o = \frac{\Delta p_{11-14} - \Delta p_{19}}{p_{дин}} = \frac{149,23 - 53,21}{18,34} = 5,23$																
														Σ RL+Z, Па	915	

Продолжение Приложения Е

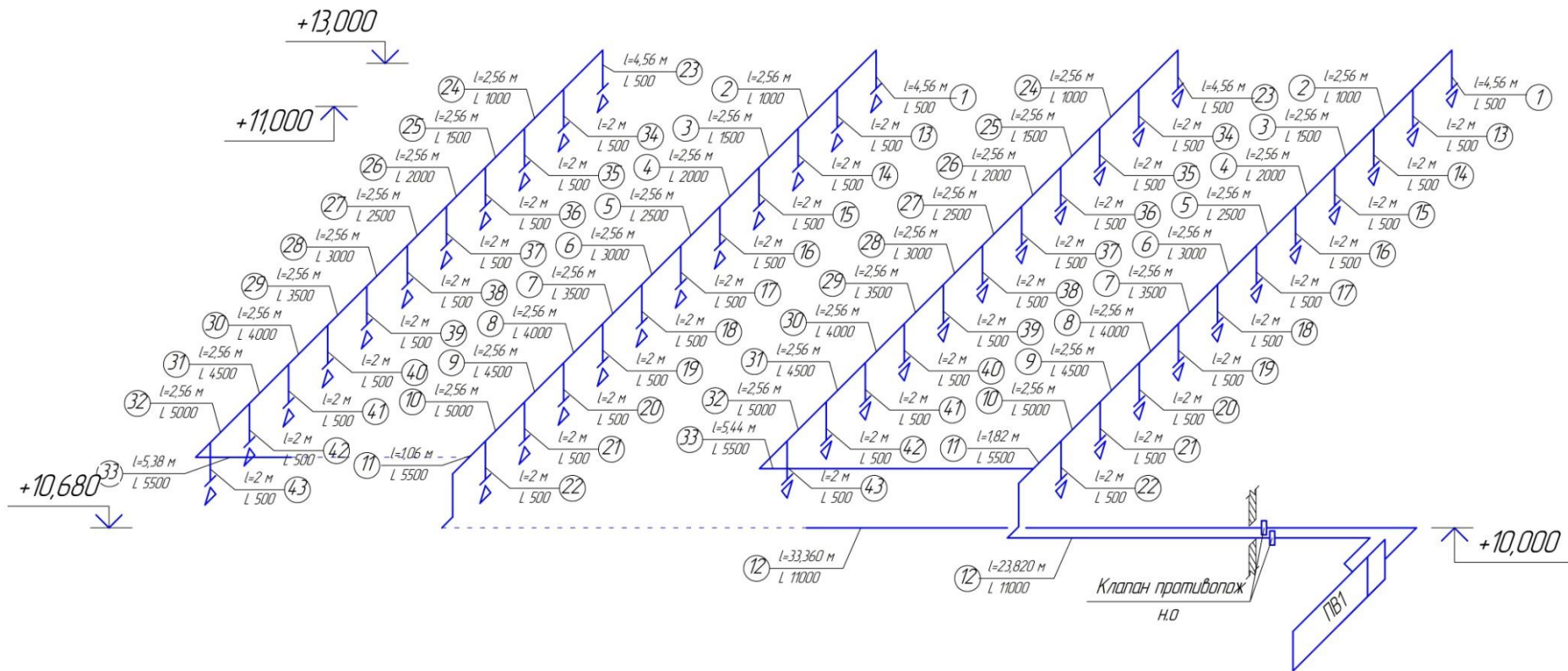


Рисунок Е.1 – Расчётная схема к аэродинамическому расчёту для системы ПВ1

Продолжение Приложения Е

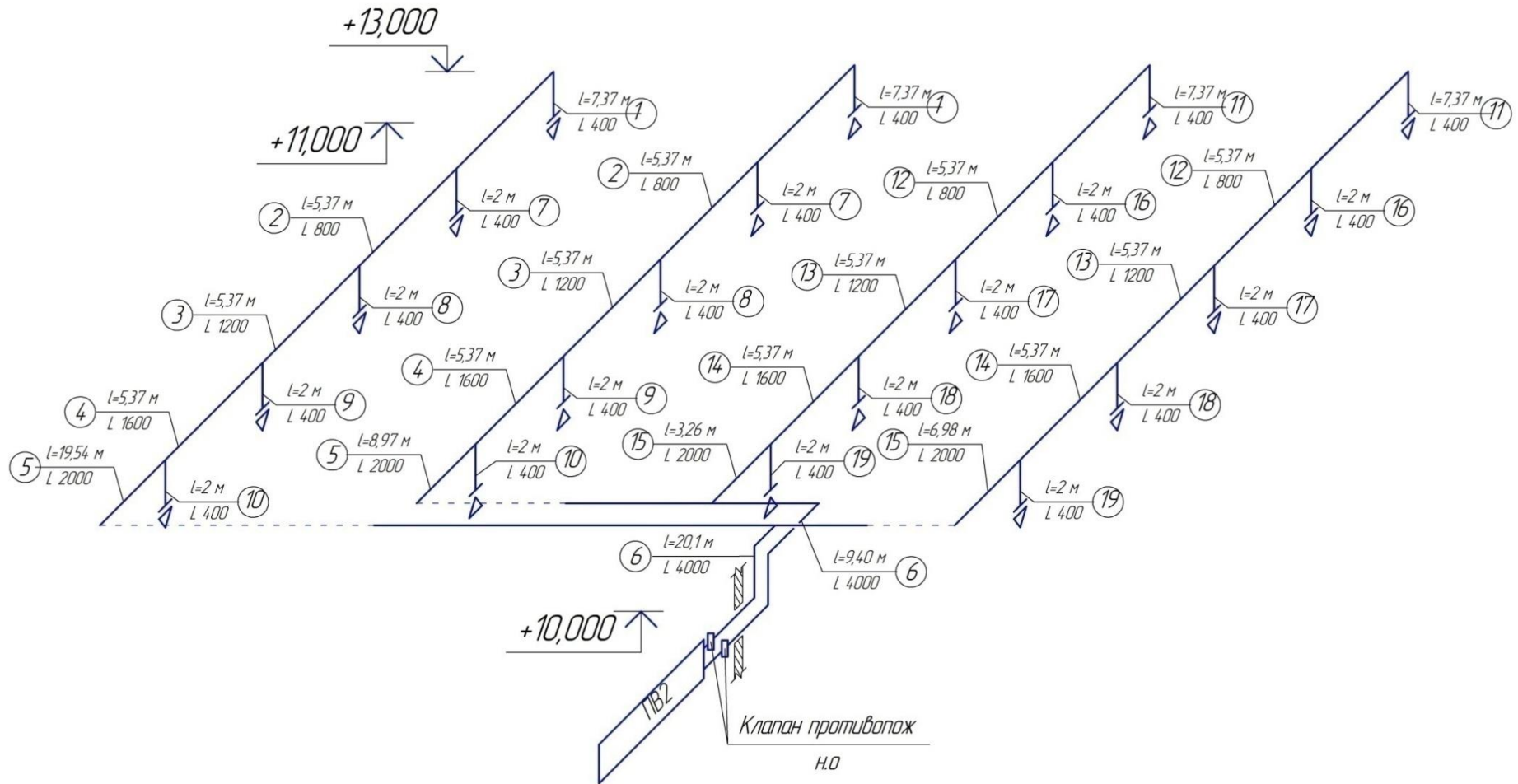


Рисунок Е.2 – Расчётная схема к аэродинамическому расчёту для системы ПВ2

Продолжение Приложения Е

Таблица Е.7 – Характеристики приточно-вытяжной установки ПВ1

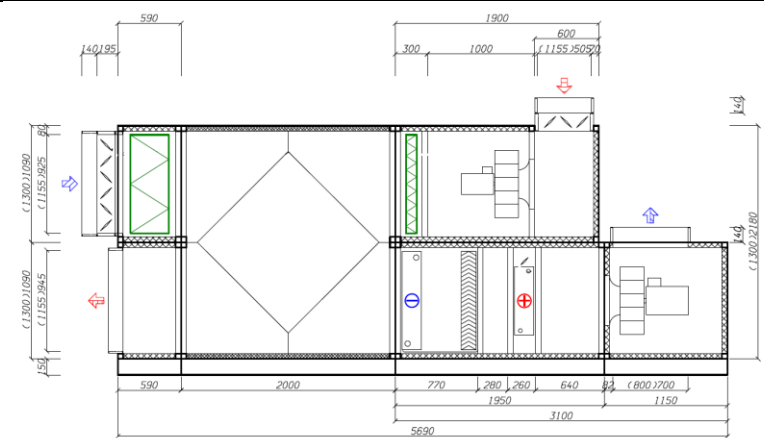
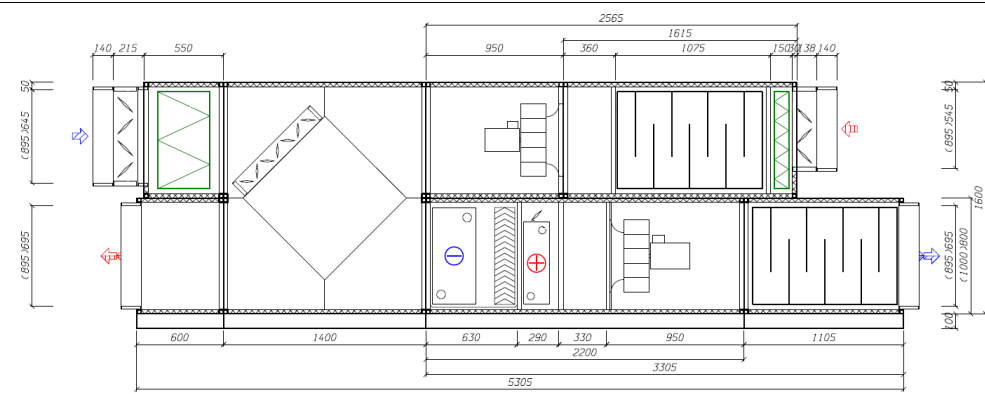
ПВ1

а) Клапан воздушный
б) Фильтр G4
в) Теплоутилизатор КПД=62%
г) Воздухоохладитель $Q_x=92,4$ кВт
д) Воздуонагреватель жидкостный $Q_T=62,53$ кВт
е) Вентилятор (вытяжка) $P_{полн}=790$ Па , $L_B=11\ 000$ м ³ /ч
ж) Вентилятор (приток) $P_{полн}=2150$ Па , $L_B=11\ 000$ м ³ /ч

Таблица Е.8 – Характеристики приточно-вытяжной установки ПВ2

ПВ2

а) Клапан воздушный
б) Фильтр G4
в) Теплоутилизатор КПД=62%
г) Воздухоохладитель $Q_x=33,6$ кВт
д) Воздуонагреватель жидкостный $Q_T=22,74$ кВт
е) Вентилятор (вытяжка) $P_{полн}=844$ Па , $L_B=4\ 000$ м ³ /ч
ж) Вентилятор (приток) $P_{полн}=1098$ Па , $L_B=4\ 000$ м ³ /ч

Продолжение Приложения Е

Таблица Е.9 – Характеристики приточно-вытяжной установки ПВ3

ПВ3	
а) Клапан воздушный	
б) Фильтр G4	
в) Теплоутилизатор КПД=62%	
г) Воздухоохладитель $Q_x=13,44$ кВт	
д) Воздуонагреватель жидкостный $Q_T=9,10$ кВт	
е) Вентилятор (вытяжка) $R_{полн}=636$ Па , $L_B=1\ 600$ м ³ /ч	
ж) Вентилятор (приток) $R_{полн}=1098$ Па , $L_B=1\ 600$ м ³ /ч	

Таблица Е.10 – Характеристики приточно-вытяжной установки ПВ4

ПВ4	
а) Клапан воздушный	
б) Фильтр G4	
в) Теплоутилизатор КПД=62%	
г) Воздухоохладитель $Q_x=16,8$ кВт	
д) Воздуонагреватель жидкостный $Q_T=11,4$ кВт	
е) Вентилятор (вытяжка) $R_{полн}=673$ Па , $L_B=2\ 000$ м ³ /ч	
ж) Вентилятор (приток) $R_{полн}=917$ Па , $L_B=2\ 000$ м ³ /ч	

Продолжение Приложения Е

Таблица Е.11 – Характеристики приточно-вытяжной установки ПВ5


ПВ5	
а) Клапан воздушный	
б) Фильтр G4	
в) Теплоутилизатор КПД=62%	
г) Воздухоохладитель $Q_x=13,44$ кВт	
д) Воздухонагреватель жидкостный $Q_T=9,1$ кВт	
е) Вентилятор (вытяжка) $P_{полн}=636$ Па , $L_B=1\ 600$ м ³ /ч	
ж) Вентилятор (приток) $P_{полн}=1098$ Па , $L_B=1\ 600$ м ³ /ч	

Таблица Е.12 – Характеристики подобранной завесы

Параметр	Значение
	Марка завесы: Серия 200 Комфорт (НПО «ТЕПЛОМАШ») КЭВ-9П2021Е
Габаритные размеры	
-длина, м	1,54
-ширина, м	0,255
-высота, м	0,220
Тепловая мощность, кВт	9
Производительность по воздуху, м ³ /ч	1350
Эффективная длина струи, м	2,5
Скорость воздуха на выходе из сопла, м/с	7,0

Продолжение Приложения Е

Таблица Е.13 – Характеристики вентилятора системы ВД4

Параметр	Значение
	Вентилятор крышной радиальный для удаления газов, возникающих при пожаре с выходом потока в стороны КРОС 91-080-ДУ400-Н-01850/4
Производительность по воздуху, м ³ /ч	29 000
Полное давление вентилятора, Па	800

Приложение Ж

Расчет кондиционирования

Таблица Ж.1 – Характеристика системы чиллер-фанкойлы-центральные кондиционеры для расчётных помещений

Наименование помещения	Обозначение системы	Тип системы	Количество систем, шт	№ помещения	Теплоизбытки помещения, Вт	Тип установки	Холодо-производительность, Вт	Расход теплоносителя, кг/ч
-	KB1	Чиллер	1	-	-	АкваМАКК	397 000	
Спортивно демонстрационный зал (Зона зрителей)	ПВ1	Приточно-вытяжная установка	1	1.15	90 838	ВЕРОСА 300	92 400	17 000
Спортивно демонстрационный зал (Зона выступлений)	ПВ2	Приточно-вытяжная установка	1		85 550	ВЕРОСА 300	33 600	14 000
	KB1-KB6	Канальный фанкойл	6			Вендо-КС	6x8 444	2 150
Разминочный зал	ПВ3	Приточно-вытяжная установка	1	1.16	66 320	ВЕРОСА 300	13 440	3761
	KB7-KB11	Канальный фанкойл	4			Вендо-КС	4x13 260	2 718
Зал хореографии	ПВ4	Приточно-вытяжная установка	1	1.17	17 853	ВЕРОСА 300	16 800	10 700
	KB12-KB13	Касетный фанкойл	2			Вендо-ПК	2x2 819	516
Тренировочный зал	ПВ5	Приточно-вытяжная установка	1	1.94	72 142	ВЕРОСА 300	13 440	3 762
	KB14-KB20	Канальный фанкойл	7			Вендо-КС	7x8 426	2 150

Продолжение Приложения Ж

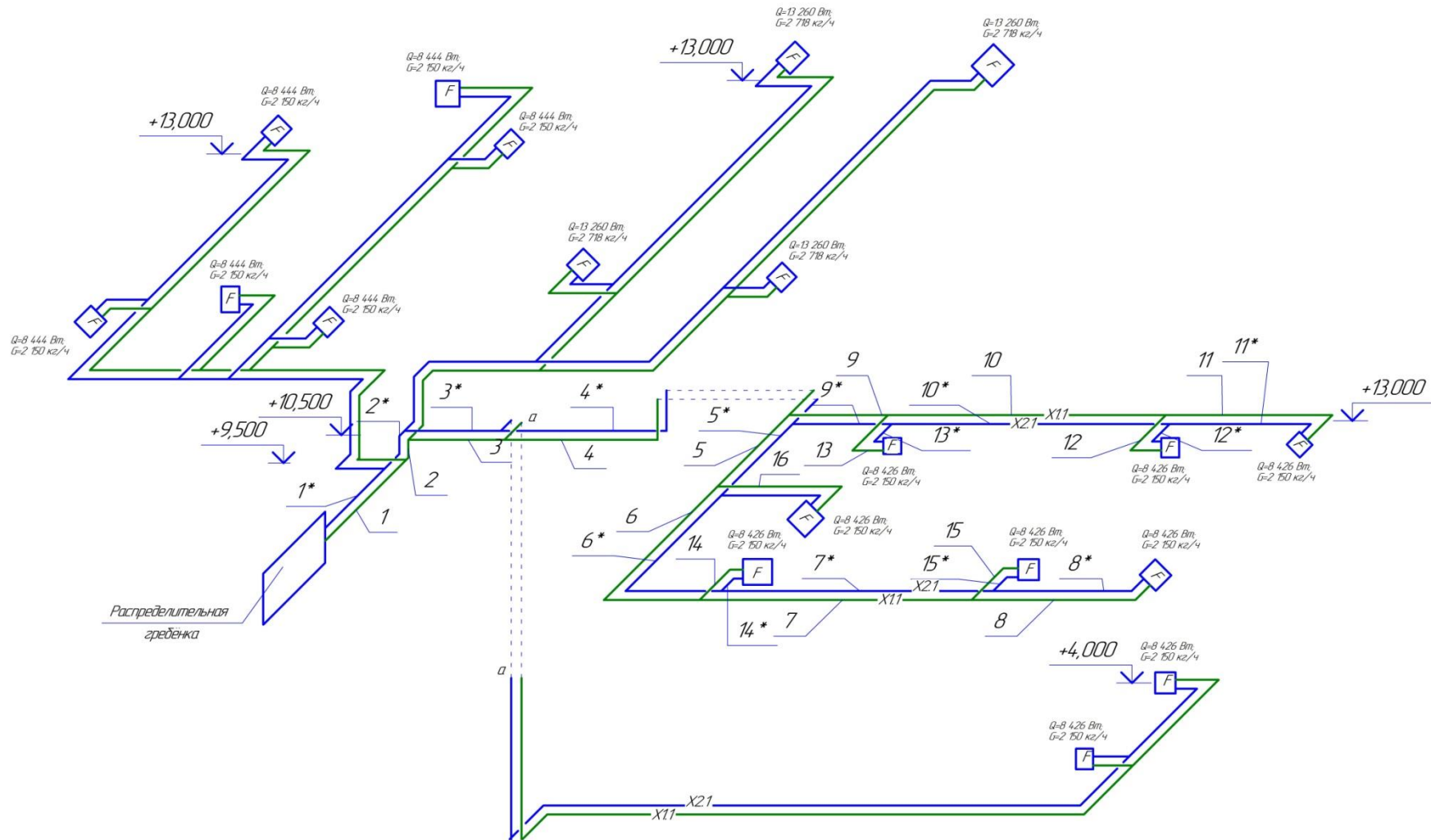


Рисунок Ж.1 – Принципиальная схема холодоснабжения системы на фанкойлы спортивных залов

Продолжение Приложения Ж

Таблица Ж.2 – Гидравлический расчёт системы холодоснабжения в тренировочном зале

Данные по схеме				Принято							
Участок	Qх, Вт	G, кг/с	l, м	d, мм	v, м/с	R, Па/м	Rl, Па	$\Sigma \xi$	Z, Па	Rl+Z, Па	Примечания
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Участок между теплообменником и циркуляционным насосом											
17	393452	20,61	11,7	159	0,5	25	292,50	2,4	0,30	292,80	уг 90-2шт
17'	393452	20,61	11,7	159	0,5	25	292,50	2,4	0,30	292,80	уг 90-2шт
Главное кольцо циркуляции											
1	179538	9,40	5,2	110	1,30	200,00	1040,00	1,2	1,01	1041,01	Ум.разм, тр 90
2	128874	6,75	1,6	90	1,50	290,00	464,00	2,4	2,70	466,70	уг 90-2шт
3	75834	3,97	6,5	90	0,94	120,00	780,00	1,2	0,53	780,53	Ум.разм, тр 90
4	58982	3,09	11,1	75	0,94	180,00	1998,00	2,0	0,88	1998,88	уг 90-2шт, тр 90
5	33704	1,77	5,2	75	0,50	50,50	262,60	1,2	0,15	262,75	Ум.разм, тр 90
6	25278	1,32	12,5	63	0,50	60,00	750,00	2,4	0,30	750,30	Ум.разм, уг. 90, тр 90
7	16852	0,88	14,9	50	0,58	100,10	1491,49	1,2	0,20	1491,69	Ум.разм, тр 90
8	8426	0,44	9,5	40	0,50	120,00	1140,00	1,2	0,15	1140,15	уг 90
8'	8426	0,44	9,5	40	0,50	120,00	1140,00	1,2	0,15	1140,15	уг 90
7'	16852	0,88	14,9	50	0,58	100,10	1491,49	1,2	0,20	1491,69	Ум.разм, тр 90
6'	25278	1,32	12,5	63	0,50	60,00	750,00	2,4	0,30	750,30	Ум.разм, уг. 90, тр 90
5'	33704	1,77	5,2	75	0,50	50,50	262,60	1,2	0,15	262,75	Ум.разм, тр 90
4'	58982	3,09	11,1	75	0,94	180,00	1998,00	2,0	0,88	1998,88	уг 90-2шт, тр 90
3'	75834	3,97	6,5	90	0,94	120,00	780,00	1,2	0,53	780,53	Ум.разм, тр 90
2'	128874	6,75	1,6	90	1,50	290,00	464,00	2,4	2,70	466,70	уг 90-2шт
1'	179538	9,40	5,2	110	1,30	200,00	1040,00	1,2	1,01	1041,01	Ум.разм, тр 90
										Σ	16449,64
Первое второстепенное кольцо циркуляции											
9	25278	1,32	4,6	63	0,50	60,00	276,00	0,80	0,10	276,10	тр 90
10	16852	0,88	15,1	50	0,58	100,10	1511,51	0,80	0,13	1511,64	тр.90
11	8 426	0,44	9,2	40	0,50	120,00	1104,00	1,20	0,15	1104,15	уг 90
11'	8 426	0,44	9,2	40	1	120	1104,00	1,20	0,15	1104,15	уг 90

Продолжение Приложения Е

Продолжение таблицы Е.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
10'	16852	0,88	15,1	50	0,58	100,1	1511,51	0,80	0,13	1511,64	гр.90
9'	25278	1,32	4,6	63	0,5	60	276,00	0,80	0,10	276,10	гр.90
Σ										5783,79	
Требуемое значение (ΣΔРкл)рег.уч(9-11)= 9159,86-5783,79=3376,07 Па											
Второе второстепенное кольцо циркуляции											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
12	8426	0,44	4,4	40	0,50	120,00	528,00	1,20	0,15	528,15	уг.90
12'	8426	0,44	4,4	40	0,50	120,00	528,00	1,20	0,15	528,15	уг.90
Σ										1056,30	
Требуемое значение (ΣΔРкл)рег.уч12=14943,64-1056,30=13887,34 Па											
Третье второстепенное кольцо циркуляции											
13	8426	0,44	4,4	40	0,50	120,00	528,00	1,20	0,15	528,15	уг.90
13'	8426	0,44	4,4	40	0,50	120,00	528,00	1,20	0,15	528,15	уг.90
Σ										1056,30	
Требуемое значение (ΣΔРкл)рег.уч13=9712,06-1056,30=8655,76 Па											
Четвертое второстепенное кольцо циркуляции											
14	8426	0,44	4,4	40	0,50	120,00	528,00	1,20	0,15	528,15	уг.90
14'	8426	0,44	4,4	40	0,50	120,00	528,00	1,20	0,15	528,15	уг.90
Σ										1056,30	
Требуемое значение (ΣΔРкл)рег.уч14=11185,96-1056,30=10129,66 Па											
Пятое второстепенное кольцо циркуляции											
15	8426	0,44	4,4	40	0,50	120,00	528,00	1,20	0,15	528,15	уг.90
15'	8426	0,44	4,4	40	0,50	120,00	528,00	1,20	0,15	528,15	уг.90
Σ										1056,30	
Требуемое значение (ΣΔРкл)рег.уч15=14169,34-1056,30=13113,04 Па											
Шестое второстепенное кольцо циркуляции											
16	8426	0,44	8,8	40	0,50	120,00	1056,00	1,20	0,15	1056,15	уг.90
16'	8426	0,44	8,8	40	0,50	120,00	1056,00	1,20	0,15	1056,15	уг.90
Σ										2112,30	
Требуемое значение (ΣΔРкл)рег.уч16=9685,36-2112,30=7573,06 Па											