

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

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

(наименование института полностью)

Центр

Центр инженерного оборудования

(наименование)

08.04.01 Строительство

(код и наименование направления подготовки)

Современные системы обеспечения микроклимата зданий и сооружений

(направленность (профиль))

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)**

На тему

Обеспечение микроклимата спортивного комплекса

с плавательным бассейном

«Атлант» г. Жигулевск

Обучающийся

Ю.А. Панькова

(инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Научный

канд. техн. наук, доцент, И.А. Лушкин

руководитель

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

Тольятти 2023

Содержание

Введение.....	5
1 Анализ исходных данных.....	7
1.1 Назначение и характеристики здания	7
1.2 Выбор расчетных параметров наружного воздуха.....	8
1.3 Выбор расчетных параметров внутреннего воздуха	9
2 Аналитический обзор литературных источников.....	10
2.1 Литературный обзор	10
2.1.1 Требования нормативной документации к системам обеспечения микроклимата зданий спортивных комплексов с закрытыми плавательными бассейнами	10
2.1.2 Анализ существующих конструктивных и технологических решений при проектировании систем обеспечения микроклимата в зданиях спортивных комплексов	15
2.2 Патентный поиск.....	22
2.2.1 Объект патентного поиска	22
2.2.2 Программа исследования выбранного объекта поиска	24
2.2.3 Патентно-техническая документация.....	27
2.2.4 Сравнительный анализ преимуществ и недостатков аналогов	28
2.2.5 Тенденции развития, выводы и рекомендации	29
3 Теплотехнический расчет.....	30
3.1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций	30
3.1.1 Теплотехнический расчет наружных стен	31
3.1.2 Теплотехнический расчет внутренних стен	36
3.1.3 Теплотехнический расчет плит перекрытия.	37
3.1.4 Расчет пола, контактирующего с грунтом.....	37
3.1.5 Теплотехнический расчет оконных проемов, наружных дверей....	38
3.1.6 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций (кровля)....	39

3.1.7 Результаты теплотехнического расчета.....	40
3.2 Определение теплопотерь здания.....	40
3.3 Определение теплопоступлений в здание	40
3.3.1 Расчет теплопоступлений от людей.....	41
3.3.2 Расчет теплопоступлений от искусственного освещения	42
3.3.3 Расчет теплопоступлений от солнечной радиации.....	42
3.3.4 Теплопоступления от системы отопления	45
3.3.5 Теплопоступления от нагретых обходных дорожек	46
3.4 Потери теплоты на нагрев воды в ванной бассейна.....	46
3.5 Тепловой баланс	47
4 Отопление	48
4.1 Конструирование систем отопления	48
4.2 Гидравлический расчет трубопроводов системы отопления	49
4.3 Тепловой расчет нагревательных приборов.....	56
4.4 Расчет и подбор отопительного оборудования	61
4.5 Расчет систем напольного отопления	62
5 Вентиляция и кондиционирование воздуха	71
5.1 Определение требуемых воздухообменов.....	71
5.1.1 Расчет большого бассейна.....	71
5.2 Выбор принципиальных решений и конструирования	80
5.3 Аэродинамический расчет.....	85
5.4 Расчет и подбор оборудования	87
5.4.1 Расчет и подбор мощности кондиционеров	87
5.4.2 Подбор осушителей для плавательных бассейнов	91
5.4.3 Расчет воздушно-тепловой завесы.....	94
5.4.4 Выбор и расчет воздухораспределительных устройств.....	95
5.4.5 Конструктивный расчет пластинчатого рекуператора	98
5.5 Приточно-вытяжные системы	101
6 Автоматизация.....	105

7 Технико-экономический расчет.....	115
7.1 Расчет энергосберегающего эффекта от применения рекуператора	115
7.2 Технико-экономический расчет.....	116
Заключение	119
Список используемых источников.....	121
Приложение А Расчетные параметры внутреннего воздуха	128
Приложение Б Патентный поиск.....	132
Приложение В.....	134
Теплотехнический расчет.....	134
Приложение Г Вентиляция и кондиционирование воздуха	154

Введение

Актуальность работы. В последние годы значительно увеличились темпы строительства и реконструкции спортивно-оздоровительных центров с крытыми плавательными бассейнами. К сожалению, инженерные (технические) решения по созданию в них требуемого температурно-влажностного режима, предлагаемые для помещений бассейнов, не дают желаемых результатов.

Постановка проблемы. Низкая эффективность существующих технических решений объясняется в процессе строительства экономией, а также отсутствием методической литературы по проектированию и расчету систем управления микроклимата в помещениях спортивных комплексов и бассейнов различного назначения. Неверный подход и недостаточное внимание при строительстве и реконструкции помещений бассейнов к вопросам обеспечения микроклимата приводит к негативным последствиям в процессе их эксплуатации: активной конденсации влаги на ограждающих конструкциях, образованию грибковой плесени, коррозии металлических и гниению деревянных конструкций, несоблюдению санитарно-гигиенических условий по температуре, влажности и подвижности воздуха в зоне пребывания людей.

Следует отметить, что помещения физкультурно-оздоровительных комплексов с закрытыми плавательными бассейнами относятся к категории помещений с влажным режимом, имеющие определенные особенности формирования в них тепловых и влажностных потоков. Поэтому здесь важен выбор технического решения по обеспечению требуемых санитарно-гигиенических условий. Таким образом, разработка инженерных систем – важный этап проектирования физкультурно-оздоровительных комплексов и бассейнов.

Цель диссертации – разработка технологических решений обеспечения требуемых параметров микроклимата в здании спортивного комплекса с плавательным бассейном, совмещающий в себе помещения различного назначения с различными параметрами внутреннего воздуха.

Для достижения поставленной цели, следует решить задачи:

- проанализировать нормативную, научно-техническую литературу, выполнить литературный обзор;
- выполнить патентный поиск по одному элементу системы обеспечения микроклимата;

- определить расчетные параметры наружного и внутреннего воздуха;
- выполнить теплотехнический расчет ограждающих конструкций;
- определить теплототери и теплопоступления;
- составить тепловой и воздушный балансы;
- запроектировать системы отопления, вентиляции и кондиционирования, предусмотреть их автоматизацию;
- рассчитать воздухораспределители, подобрать оборудование;
- провести технико-экономическое обоснование одного из принятых инженерных решений.

Объектом исследования является спортивный комплекс с плавательным бассейном «Атлант» г. Жигулевск.

Предметом исследования являются системы обеспечения требуемых параметров микроклимата в здании спортивного комплекса с плавательным бассейном.

В «данной работе были применены теоретические, эмпирические и математические методы исследования, изучена нормативно-техническая документация, выполнены расчеты и проведен анализ на основании полученных результатов расчетов» [1].

Практическая значимость работы. Результаты данного исследования могут быть полезны специалистам, занимающимся проектированием систем микроклимата физкультурно-оздоровительных комплексов.

Апробация результатов и публикации по теме работы «Особенности обеспечения микроклимата в физкультурно-оздоровительных комплексах с плавательными бассейнами» были изложены в следующих публикациях:

Принципиальные решения по системам микроклимата в больших и малых бассейнах / М.Н. Кучеренко, Ю.А. Панькова // Сборник студенческих работ «Студенческие дни науки в ТГУ-2022» - Тольятти, 2022.

Рекуператор, как энергосберегающая технология в организации микроклимата зданий и сооружений / И.А. Лушкин, Ю.А. Панькова // Сборник студенческих работ «Студенческие дни науки в ТГУ-2023» - Тольятти, 2023.

Магистерская диссертация состоит из графической части, представленной на 12 листах формата А1, и пояснительной записки, состоящей из 7 разделов на 192 страницах.

1 Анализ исходных данных

1.1 Назначение и характеристики здания

Объектом проектирования является здание спортивного комплекса с плавательным бассейном «Атлант», расположенное в городе Жигулевск Самарской области.

Предназначен для активного отдыха, учебно-тренировочного процесса, а также проведения соревнований регионального уровня. Включает в себя тренажерный зал, банный комплекс, бассейны, зал боевых искусств, спортивный зал для игр: мини-футбола, волейбола, баскетбола.

Общая максимальная единовременная пропускная способность сооружения: в тренировочном режиме – 90 человек; в режиме соревнований – 90 человек, 78 зрителей.

Размеры здания в плане 36 м × 63 м.

Ориентация главного фасада Южная (Ю).

Здание имеет два этажа и подвал. В подвальном этаже располагаются технические помещения (насосно - фильтровальная, электрощитовая, машинный зал) и подсобные помещения. Высота подвала имеет два значения минус 2,1 и минус 3,5м. На первом и втором этажах располагаются помещения общественного и административного назначения: холл с местом отдыха занимающихся, игровой спортивный зал 30 м × 18 м высота помещения 9,5 м, тренажерный зал и зал тяжелой атлетики, зал для боксеров 9 м × 18 м высота помещений 3 м, бассейны большой 25 м × 11 м высота помещения 6,2 м и детский 11 м × 7 м с высотой помещения 8,3 м, сауна с комнатой отдыха, шейпингзал, раздевалки, инвентарные, комнаты для обслуживающего персонала, комнаты для спортивного инвентаря, медицинский кабинет, административные помещения, а также насосно-фильтровальная и машинный зал для бассейна, лаборатория анализа воды.

Стены выполнены: подвала – из монолитного железобетона; стены наружные здания – из кирпича толщиной 510 – 1000 мм с навесными фасадными системами.

Источником теплоснабжения объекта являются существующие тепловые сети, теплоноситель – вода с параметрами 95–70°С.

Для отопительных и вентиляционных систем объекта подготовка теплоносителя осуществляется в индивидуальном тепловом пункте, размещенном в машинном помещении.

1.2 Выбор расчетных параметров наружного воздуха

К расчетным параметрам наружного воздуха относят: температуру t_n , энтальпию I_n , скорость ветра v и относительную влажность воздуха ϕ_n , значения которых зависят от района строительства, характера деятельности и т.п.

Расчетные параметры наружного воздуха определены в соответствии с СП [34, п. 10.1], [45] и приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Параметры наружного воздуха для г. Жигулевск

Наименование параметров наружного воздуха	Период года	
	Теплый	Холодный
Средняя температура отопительного периода, °С	-	-4,7
Скорость движения воздуха, м/с	-	3,0
Продолжительность отопительного периода, суток	-	196
ГСОП	-	4841,2
Барометрическое давление, ГПа	998	-

Таблица 2 – Параметры А и Б наружного воздуха для г. Жигулевск

Период года	Параметры А			Параметры Б			Средняя суточная амплитуда температуры воздуха, °С	Относительная влажность, %
	Температура воздуха t_n , °С	Удельная энтальпия I_n , кДж/кг	Скорость ветра, v м/с	Температура воздуха t_n , °С	Удельная энтальпия I_n , кДж/кг	Скорость ветра, v м/с		
Теплый	+25	48,4–52,6	2,3(З)	+29	52,6–56,8	2,3	10,7	63
Холодный	-16	80	3,5(В)	-27	80	3,5	6,7	83

Зона влажности района строительства – Сухая.

Условия эксплуатации А.

Для проектирования систем отопления параметры наружного воздуха (в холодный период года) принимаются по параметрам Б.

Для проектирования систем вентиляции параметры наружного воздуха для теплого периода принимаются по параметрам А, для холодного – по параметрам Б.

Для проектирования систем кондиционирования параметры наружного воздуха для теплого и холодного периода принимаются по параметрам Б.

1.3 Выбор расчетных параметров внутреннего воздуха

Параметры микроклимата помещений приняты по следующим нормативным документам [7], [47], [39], [38], [32], [44] и приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Параметры внутреннего воздуха для расчетных помещений при проектировании систем вентиляции (бассейн для плавания, детский бассейн)

Наименование помещений	Температура воздуха, t °С	Относительная влажность воздуха, φ %	Подвижность воздуха, υ м/с
1	2	3	4
Детский бассейн ХП года	30	50	0,2
Детский бассейн ТП года	30	60	0,2
Большой бассейн ХП года	28	50	0,2
Большой бассейн ТП года	28	60	0,2

Принятые значения расчетных температур внутреннего воздуха приведены в таблице А.1 (Приложение А).

Вывод по разделу 1

Объект – спортивный комплекс с плавательным бассейном «Атлант» г. Жигулевск. Размеры здания в плане 36 х 63 м. Площадь застройки 3750 м². В данном разделе определены параметры наружного и внутреннего воздуха.

2 Аналитический обзор литературных источников

2.1 Литературный обзор

2.1.1 Требования нормативной документации к системам обеспечения микроклимата зданий спортивных комплексов с закрытыми плавательными бассейнами

Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха должны обеспечивать параметры микроклимата и воздухообмена помещений плавательных бассейнов, указанных в СП 31-113-2004 «Бассейны для плавания» [39], в СП 31-112-2004 «Физкультурно-спортивные залы» [38], а также с учетом требований СНиП [30], [29], [35], [36].

В помещениях для физкультурно-оздоровительных занятий расчетная температура воздуха в холодный период года принимается 18 °С при относительной влажности 30 – 60 %, скорость движения воздуха не более 0,3 м/с и не более 0,5 м/с в залах для бокса и тяжелой атлетики и расчетной температуре наружного воздуха по параметрам Б [39].

Расчетная температура воздуха приведена для рабочего времени в холодный период года, в теплый период года температура в помещениях принимается в соответствии с требованиями СНиП 41-01-2003 [39].

«Обеспечение указанной подвижности воздуха в зонах нахождения занимающихся в зальных помещениях достигается сосредоточенной подачей приточного воздуха. Количество приточного воздуха определяют расчетом из условия ассимиляции избытков тепла, при этом приток наружного воздуха не должен быть менее 80 м³/ч на одного занимающегося в смену. Рекомендуемые параметры воздуха обеспечиваются системой воздушного отопления, совмещенного с приточной вентиляцией, в системе приточной вентиляции необходимо предусмотреть рециркуляцию воздуха» [39].

В спортзалах с естественной приточно-вытяжной вентиляцией со снижением температуры вне рабочее время, систему отопления рекомендуется

устанавливать из двух отдельных групп нагревательных приборов: основной с постоянным поддержанием температуры внутреннего воздуха плюс 5 °С, и дополнительной, обеспечивающей доведение внутренней температуры до расчетной.

Необходимо предусматривать самостоятельные системы приточной и вытяжной вентиляции для: спортивных залов, душевых, раздевалных для занимающихся и массажных, служебных помещений для административного и инженерно-технического персонала, инструкторско-тренерского состава, бытовых помещений для рабочих, технических помещений.

Систему вытяжной вентиляции из санитарных узлов 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 [41].

«Подавать воздух в зал и удалять его следует из верхней зоны. Приточные устройства и вытяжные устройства необходимо размещать со стороны, противоположной основным световым проемам. Приточно-вытяжные устройства можно располагать и с двух противоположных торцевых стен» [38].

«Систему приточно-вытяжной противодымной вентиляции физкультурно-спортивных залов и помещений следует предусматривать в соответствии с требованиями раздела 8 СНиП 41-02-2003» [30].

В залах с клеедеревянными конструкциями, при необходимости обеспечения требуемой относительной влажности в зоне этой конструкции (не менее 45 %) рекомендуется устройство увлажнения воздуха в системах приточной общеобменной вентиляции. В отдельных случаях при отсутствии приточной вентиляции допускается использование местных увлажнителей [41].

Оборудование приточных систем и установок кондиционирования воздуха, рекомендуется размещать в помещениях подвальных или цокольных этаж (на грунте), при этом протяженность трасс воздуховодов должна быть минимальной. В исключительных случаях, когда не представляется возможным разместить помещения с вентиляционным оборудованием в нижних этажах, допускается их размещение вне пределов основного здания (в отдельном или пристроенном помещении, в верхних этажах). В помещениях, предназначенных для оборудования приточных систем, допускается устройство вводов теплоносителя, бойлерных и водяных насосных [38].

Нагревательные приборы следует устанавливать у наружных ограждений в залах ванн бассейнов и залах для подготовительных занятий, а также спортивных залов в увязке с размещением спортивного оборудования. Ниши в наружных стенах для размещения нагревательных приборов в помещениях с влажным и мокрым режимами не устраиваются. Нагревательные приборы и трубопроводы в спортивных залах не должны выступать из плоскости стен в пределах высоты до 2 м от пола. «В случаях, когда элементы вентиляционных систем 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. Конструкция защитных устройств не должна снижать функциональные качества отопительно-вентиляционных систем» [41].

Для снижения интенсивность влаговыделения, при проектировании бассейнов нужно температуру воздуха принять на 1 – 2 °С больше температуры воды.

Подвижность воздуха в залах ванн бассейнов – не более 0,2 м/с; в залах для подготовительных занятий - 0,5 м/с. Расчет воздухообмена производится для двух режимов – со зрителями и без них.

Рекомендованные значения относительной влажности воздуха: 50 - 65 % - в залах ванн бассейнов; 30 – 60% - в залах для подготовительных занятий.

Нижние значения относительной влажности – для холодного периода года [40].

«При применении клеедеревянных конструкций в зоне их расположения должна обеспечиваться относительная влажность не менее 45 %, а температура не должна превышать плюс 35 °С» [32].

Обходные дорожки и стационарные скамьи бассейнов должны обогреваться [40].

Следует предусматривать самостоятельные системы приточной и вытяжной вентиляции для: залов ванн бассейнов, залов для подготовительных занятий; для занимающихся, массажных и помещений для отдыха занимающихся; для административного и инженерно-технического персонала, бытовых помещений для рабочих; хлораторных и складов хлора; технических помещений (насосно-фильтровальных, бойлерных и др.). Пульты для включения систем вентиляции, обслуживающих хлораторную и озонаторную, должны быть вне этих помещений. Вентиляционные установки для залов ванн необходимо подбирать из расчета их работы в двух режимах: самостоятельные приточные и вытяжные установки, которые предназначены для обеспечения воздухообмена бассейнов в нерабочее время, и дополнительные установки, обеспечивающие расчетный воздухообмен в период работы бассейнов совместно с первыми [40].

Удаление воздуха из залов ванн бассейнов следует осуществлять вытяжными системами с механическим побуждением, в залах подготовительных занятий допускаются системы с естественным побуждением [40]. «Удаления воздуха из залов подготовительных занятий осуществляется, как правило, вытяжными системами с естественным побуждением, при этом используются обычные вентиляционные шахты, устанавливаемые непосредственно на кровле зала. Шахты оборудуются утепленными клапанами с электроподогревом и дистанционным управлением, поддонами для сбора и удаления конденсата. К клапанам и поддонам должен быть обеспечен доступ обслуживающего персонала [42]. Размеры внутреннего

сечения шахт определяют по расчету с учетом гравитационного и ветрового напора и давления, создаваемого приточной вентиляцией» [39].

«Систему вытяжной вентиляции из санитарных узлов допускается объединять с системой вытяжной вентиляции из душевых. Компенсация вытяжки из помещений душевых осуществляется за счет дополнительного притока воздуха из помещений раздевален, куда предусматривается организованная подача воздуха в пятикратном объеме душевых, но не менее двукратного объема раздевальни. Удаление воздуха из раздевален предусматривается в двукратном объеме через помещения душевых. В случаях, когда количество воздуха, удаляемого из душевых (с учетом помещений раздевален), превышает десятикратный воздухообмен, разница объемов воздуха удаляется непосредственно из помещения раздевален.

Если раздевальни для занимающихся (с душевыми при них) объединены с другими помещениями общей системой приточной вентиляции с расчетной температурой приточного воздуха ниже 25 °С, то для них предусматривают отдельную ветвь воздуховодов, на которой устанавливают зональный подогреватель. Если же температура приточного воздуха в системе равна 25 °С (т.е. расчетной для раздевальни), то на воздуховоде в раздевальню зональный подогреватель не предусматривают, а для остальных помещений, требующих более низкой температуры воздуха в холодный период года, расчетную величину теплопотерь на отопление этих помещений уменьшают на величину перегрева приточного воздуха» [39].

Рекомендуется в залах ванн системы воздушного отопления совмещать с системами вентиляции воздуха, допускается применение рециркуляции воздуха. Объем подаваемого наружного воздуха не должен быть менее нормативного.

Приборы отопления следует располагать под окнами у наружных стен во избежание образования холодных потоков воздуха от окон.

В тамбурах основных входов плавательных бассейнов при температуре наружного воздуха зимой ниже минус 20 °С рекомендуется устраивать

воздушно-тепловые завесы, либо заменять её тамбуром с тройными последовательно расположенными дверями.

В помещениях хлораторных и складов хлора следует предусматривать вентиляцию периодического действия. Удаление воздуха должно быть организовано из двух зон: верхней в объеме $1/3$ и нижней – $2/3$ общего объема вытяжки. Вентиляционные агрегаты необходимо размещать вне этих помещений и управление ими осуществляют дистанционно от, устанавливаемых непосредственно у входа в помещения, пусковых устройств [40, 6].

В саунах и банях, как правило, организывают вытяжную вентиляцию с естественным побуждением и предусматривают пожарный сухотруб [40, 13].

2.1.2 Анализ существующих конструктивных и технологических решений при проектировании систем обеспечения микроклимата в зданиях спортивных комплексов

Оптимальные условия микроклимата создаются с помощью систем отопления и вентиляции. В спортивных сооружениях обычно используется центральное отопление (водяное, паровое или воздушное).

К оборудованию систем вентиляции, кондиционирования и отопления необходим разный подход для спортивного зала, раздевалок, душевых, массажных кабинетов, сауны, бассейна. При проектировании систем данных помещений необходимо учитывать режим и особенности их эксплуатации.

К системе отопления спортивных сооружений предъявляются следующие требования:

- поддержка нужной равномерной температуры воздуха в отдельных помещениях при любых колебаниях температуры наружного воздуха;
- поддержка необходимого качества воздушной среды.

В больших спортивных залах используются гибридные системы отопления, т.е. низкотемпературные системы воздушного или напольного отопления, которые более эффективны для больших объемов и площадей, в то время как традиционные радиаторные системы используются для небольших

площадей помещений [54]. Радиаторы отопления спортивных залов, закрытые защитными решетками, должны находиться в одной плоскости со стеной.

Отсутствие радиаторов в игровой зоне спортивных залов освобождает дополнительную площадь, повышает безопасность в случае травм, а использование автоматики с компенсацией по времени, термостатов и программаторов позволяет снижать температуру до 8-10°C в ночное время, а затем быстро нагревать ее [52].

«Удаление воздуха из залов осуществляется за счет давления, создаваемого приточной вентиляцией, и гравитационного давления; следует также предусматривать меры по использованию ветра как дополнительного побудителя.

В теплый период года предусматривается возможность отключения системы вентиляции и проветривание помещения через окна или фрамуги, а также, снижение воздухообмена в ночной период, и период, когда занятия не проводятся» [59].

При естественной приточно-вытяжной вентиляции в спортивных залах и организации снижения температуры вне рабочее время, систему отопления рекомендуется устраивать из двух отдельных групп нагревательных приборов: основной, поддерживающей температуру внутреннего воздуха, и дополнительной, которая обеспечивает доведение внутренней температуры до расчетной [49].

В спортивных комплексах применяется механическая вентиляция и кондиционирование воздуха. В системах воздушного отопления спортивных залов, совмещенных с вентиляцией и кондиционированием воздуха, допускается применение рециркуляции воздуха при обеспечении подачи нормативных объемов наружного воздуха, а также фильтрации и обеззараживания рециркуляционного воздуха. Рециркуляция для общественных зданий допускается только в пределах одного помещения [41, 59].

«Подача приточного воздуха осуществляется настилающимися струями, чтобы исключить дутье приточного воздуха на занимающихся. Для предотвращения появления застойных зон воздуха, приточные решетки распределяются равномерно распределять по всему объему спортивному залу» [59].

Зеркало воды в бассейнах большое, происходят огромные испарения, как воды, так и химических веществ (препаратов для очистки воды). Таким образом, микроклимат помещений с бассейном не благоприятный [61].

От повышенной влажности человек очень быстро устает, на стенках, окнах и конструкциях здания появляется плесень и грибки. Возможные зоны выпадения конденсата: воздухо- и водопроводы, светопрозрачные конструкции, элементы кровли и других ограждений [64].

Для устранения вышеизложенных неблагоприятных последствий повышенной влажности устанавливают вентиляционную систему.

Нормы воздухообмена в бассейне:

1. В помещении круглый год нужно поддерживать 30 °С.
2. Относительная влажность воздуха не более 55 – 65 %.
3. Подвижность воздуха 0,2 м/с, решается наличием большими вентиляционными решетками с минимальной скоростью.
4. Чтобы влажный воздух не выбивался в смежные помещения, вытяжка должна быть больше чем приток (объем приточного воздуха на 10 % - 15 % больше объема вытяжного) [3, с.74].

Микроклимат бассейна создает температура воды в чаше бассейна. Нормы данного параметра следующие: в спортивных бассейнах температура воды 24 - 28 °С, в лечебных 36 °С, в детских 29 – 32 °С [9, 1, с.5].

Воздух внутри помещения должен быть выше на 1 - 2 градуса температуры воды, такое соотношение обеспечивает комфорт, а не дает воде интенсивно испаряться [10].

Нормативы воздухообмена подбирают:

– по количеству людей – для больших бассейнов;

– по кратности воздухообмена – для малых чаш.

Все, выше перечисленные требования, обеспечиваются датчиками влажности и температуры системы вентиляции.

В бассейнах можно применять комбинированные системы центрального водяного и воздушного отопления. Во избежание образования холодных потоков воздуха от окон, приборы отопления следует располагать под ними и у наружных стен. Устройство ниш в наружных стенах для размещения нагревательных приборов не допускается.

«Обходные дорожки и стационарные скамьи бассейнов, а также полы водной зоны аквапарка должны обогреваться. В залах ванн рекомендуются системы воздушного отопления, совмещенные с системами вентиляции воздуха. В таких системах допускается применение рекуперации» [24].

С подвесными потолками в залах с ваннами бассейна применяют естественную или механическую вентиляцию полостей за подвесными потолками.

К оборудованию системы вентиляции предъявляется требование повышенной антикоррозионной стойкости. Необходимо предусмотреть на воздуховодах отвод сконденсированной влаги в дренаж. Также приветствуется самостоятельная система обдува потолков или их обдув с помощью воздухораспределителей с изменяемой формой струи теплого воздуха.

Для залов ванн рекомендуется подбирать вентиляционные установки из расчета их работы в двух режимах:

- самостоятельные приточные и вытяжные установки, предназначенные только для нерабочего периода бассейнов;
- дополнительные установки, которые совместно с первыми должны в период работы бассейнов обеспечить расчетный воздухообмен.

Совмещенная система вентиляции и воздушного отопления представлена на рисунке 1.

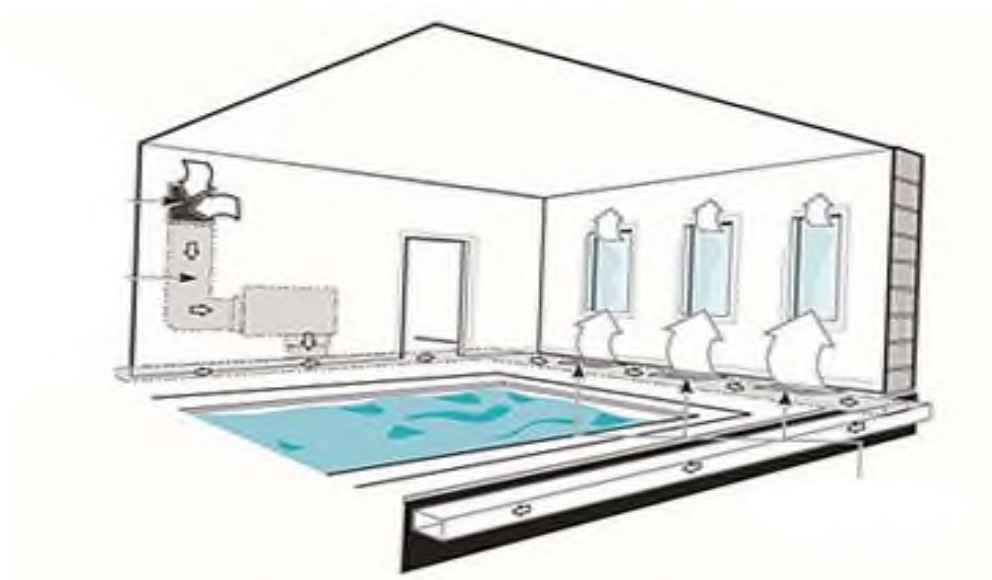


Рисунок 1 – Совмещенная система воздушного отопления и вентиляции

Для отдельно стоящих бассейнов, также может применяться верхняя раздача подогретого воздуха, при этом температура приточного воздуха должна быть выше на 3°C , чем самая холодная поверхность (температура точки росы).

При проектировании систем вентиляции малого бассейна одновременно используются приточная вентиляция и вытяжка, учитывается наличие окон, под ними устанавливаются с обдувом стекол сухим теплым воздухом. Избыточную влажность выводят с помощью вытяжки или устанавливают осушители.

Схема вентиляции малых бассейнов состоит из совмещенных систем притока и вытяжки, а также дополнительных устройств, выполняющих смежные функции [31]. Приточно-вытяжная вентиляция обеспечивает параллельно подачу свежего воздуха и вывод отработанного. Полная замена воздуха производится не менее 2 раза в час. Для крупных бассейнов кратность увеличивают до 3 - 3,5 (более точно определяют по индивидуальным нормативам притока на 1 человека).

Приточно-вытяжная вентиляция состоит из линий:

– Приточная, которая гонит воздух внутрь помещения с помощью вентилятора. Здесь проходит предварительная очистка воздуха от пыли и твердых частиц, поступающих снаружи. Воздух поступает в помещение через систему решеток, которые уменьшают скорость и энергию потока.

– Вытяжная – предназначена для отвода отработанного воздуха, насыщенного влагой. Для уравнения давления, а также исключения конденсата и ощущения духоты, производительность вытяжки подбирают в соответствии с параметрами притока.

На каждой линии устанавливается собственный центробежный (реже осевой) вентилятор заданной производительности. Регулировка производится с помощью специальных клапанов или шторок, установленных в воздуховодах.

Вентиляция должна выполнять также функцию обогрева. Это реализуется с помощью калориферов, установленных сразу после фильтров на приточной линии. Регулировка температуры производится по команде датчиков температуры путем подмешивания в нагретый поток воздуха некоторого количества холодного [63].

Также для малых бассейнов применяется комбинированная система вентиляции с осушителем – устройством для удаления избыточной влажности. Принцип действия осушителя напоминает холодильник или кондиционер. Через радиатор испарителя проходит влажный воздух, водяной пар оседает на холодных поверхностях и стекает в поддон для конденсата.

Осушитель избавляет от лишней влаги, а остальное выводится вместе с вытяжным потоком. Данная комбинированная система используется в небольших бассейнах с высокими температурами (семейные, детские бассейны, чаши в саунах и т.п.).

Для бассейнов средней величины, необходимо не только осушение, но и уменьшение температуры воздуха, поэтому используются комбинированные вентиляционные системы с осушителем и кондиционером.

Такое оборудование, как правило, используется в регионах с влажным и жарким климатом в летнее время [62].

Осушение приточного воздуха совмещают с его охлаждением (при необходимости с подогревом, отработанный воздух выводится с помощью вытяжных линий обычным способом, приемные решетки вытяжной линии распределяют по всему помещению равномерно.

Система кондиционирования, вентиляции и осушения воздуха для небольшого общественного плавательного бассейна представлена на рисунке 2.

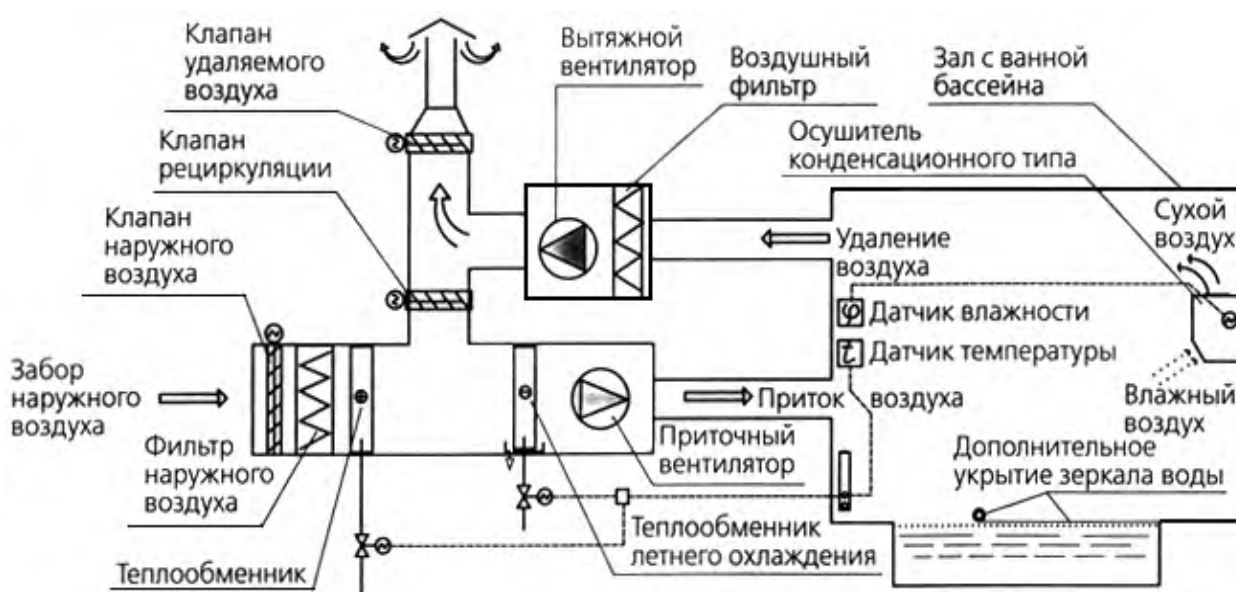


Рисунок 2 – Система кондиционирования, вентиляции и осушения воздуха для небольшого общественного бассейна

Системы с рекуперацией используют в крупных. Рекуперация – это отбор у вытяжного потока тепловой энергии. Вентиляционные системы с отделением рекуперации позволяют повторно использовать до 50 % тепловой энергии.

Система кондиционирования, вентиляции и осушения воздуха для большого плавательного бассейна представлена на рисунке 3.

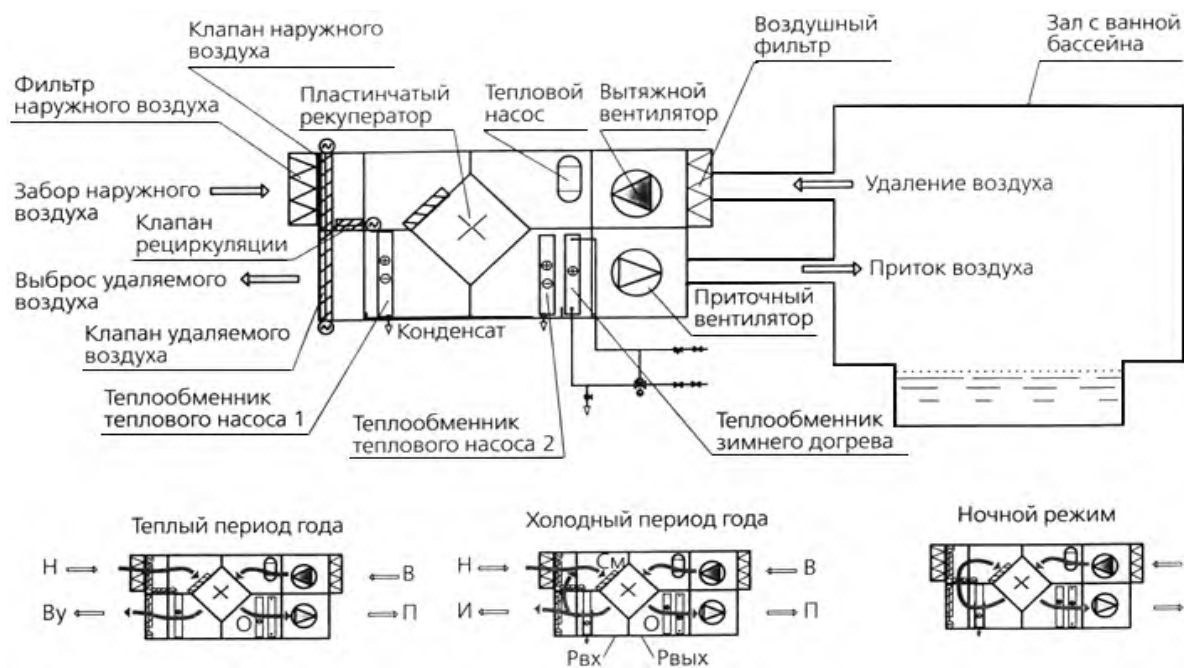


Рисунок 3 – Система кондиционирования, вентиляции и осушения воздуха для большого плавательного бассейна

Рекуператор с конструктивной точки зрения – это теплообменник типа «воздух-воздух». Производительность устройства не менее $1000 \text{ м}^3/\text{ч}$. Изменение режима вентиляции в летнее время, так как влажность наружного воздуха выше в 7 раз, приводит к исключению применения рекуператоров.

2.2 Патентный поиск

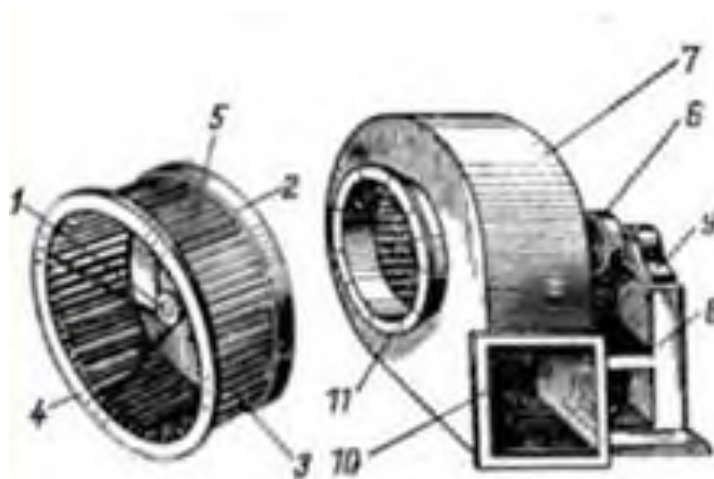
2.2.1 Объект патентного поиска

Когда речь заходит о системе вентиляции для здания, обычно различают централизованные системы, устанавливаемые, например, в подвалах или на чердаках зданий, и децентрализованные решения, обеспечивающие вентиляцию отдельных помещений. Последнее особенно востребовано при реновации существующих сооружений. Однако и в том, и в другом случае требуются вентиляторы с возможностью регулировки забора и выпуска воздуха. В централизованной системе вентиляторы подают воздух через

различные устройства, такие как фильтры и теплообменники, а также через систему воздуховодов. Для создания эффективной и экономичной системы вентиляции здания необходимо обеспечить возможность точной регулировки расхода воздуха во избежание образования избыточного или, наоборот, пониженного давления внутри здания. Дополнительным преимуществом для пользователей таких систем является возможность обработки вентиляторами сигналов, поступающих от внешних датчиков.

В случае централизованной системы вентиляции здания больше склоняются в пользу центробежных вентиляторов (особенно с загнутыми назад лопатками).

В качестве базового варианта (базы) выбираем центробежный вентилятор простейшего типа, устройство которого показано на рисунке 4.



1 – рабочее колесо, 2 – основной диск, 3 – рабочая лопатка, 4 – передний диск, 5 – лопастная решетка, 6 – шкив привода, 7 – корпус, 8 – станина, 9 – подшипники, 10 и 11 – фланцы крепления всасывающей и напорной труб.

Рисунок 4 – Центробежный вентилятор

«Рабочее колесо вентилятора состоит из литой ступицы 1, жесткосопряженной с основным диском 2. Рабочие лопатки 3 крепятся к основному диску 2 и переднему диску 4, обеспечивающему необходимую жесткость лопастной решетки 5; 6 – шкив привода вентилятора. Корпус 7 вентилятора крепится к литой или сварной станине 8, на которой располагаются подшипники 9, несущие вал вентилятора с посаженным на него

рабочим колесом; 10 и 11 – фланцы крепления всасывающей и напорной труб» [16].

«Принцип действия: «воздух поступает во входное отверстие, затем за счет вращения лопаточного колеса, расположенного в спиральном кожухе, он попадает в каналы между лопатками колеса, где перемещается под действием центробежной силы (отсюда и название вентилятора), и, наконец, собирается кожухом и направляется в выпускное отверстие» [16].

Область применения.

- Вентиляционные или отопительные комплексы.
- Системы аспирации и удаления отходов.
- Устройства наддува при сжигании.
- Противопожарные системы.

Универсальность и предпочтительность в применении радиальных вентиляторов обусловлено: неприхотливостью их в обслуживании, стабильной и равномерной работой, большим количеством типоразмеров.

2.2.2 Программа исследования выбранного объекта поиска

Целью исследования центробежного вентилятора для патентного поиска – выбор наиболее прогрессивного, оптимального типа и вида центробежного вентилятора.

Категория объекта – устройство. Имеет следующие конструктивные признаки: форма элементов, их взаимное расположение и взаимосвязь, форма рабочих колес, тип привода.

Лидерами по производству центробежных вентиляторов являются Россия (АРКТОС, Лиссант, ТЕПЛОМАШ, ВЕЗА, МосВент, ЗЕНИТ, KORF, МОВЕН, СовПлимидр.), Германия (Elektron, RUCKVENTILATOREN, Nicotra-Gebhardt), США, Италии, Франции. В качестве стран проверки выбираем Россию.

Исследуемый объект техники – центробежный вентилятор.

«Технические особенности: основные элементы вентилятора - корпус, рабочее колесо. Корпус имеет форму «улитки». Непосредственное

воздействие на газоздушную смесь осуществляет рабочее колесо, заставляя ее перемещаться с определенным импульсом. Колесо имеет форму цилиндра с лопатками, расположенными параллельно оси вращения. Забор производится вдоль оси вращения, а выброс – в перпендикулярном направлении. Устройство может быть использовано для нагнетения или для создания вакуума (всасывания)» [4, 5].

«Особенность радиальных вентиляторов: «способность создавать высокое давление, что позволяет использовать данные устройства в разветвленных линиях воздухопроводов, перемещать газоздушные смеси на большие расстояния, осуществлять вентиляцию помещений сложной конфигурации.

Параметры, определяющие технические возможности вентиляторов: производительность; давление; число лопаток рабочего колеса; направление и угол наклона лопаток; частота вращения; тип электродвигателя; тип исполнения по условиям эксплуатации [8].

Данные параметры дают представление о свойствах данной модели и позволяют выбирать тот или иной вариант.

Условия эксплуатации:

– температура перемещаемой газоздушной смеси не превышает 80 °С (для вентиляторов с двухсторонним всасыванием – до 60 °С);

– температура окружающей среды находится в пределах от минус 40 °С до плюс 40 °С;

– состав перемещаемой среды не должен включать в себя липкие и волокнистые взвеси, абразивные или агрессивные к материалу вентилятора вещества;

– содержание твердых частиц не должно превышать 0,1 г/м³;

– исключается наличие легковоспламеняющихся или взрывоопасных включений;

– уровень вибрации основания не должен превышать 2 мм/с [46].

Обозначения согласно ГОСТ:

- ВР или ВЦ – вентилятор радиальный или центробежный;
- коэффициент создаваемого давления, округленный до целых чисел;
- быстроходность;
- номер вентилятора (диаметр рабочего колеса).

Пример: ВР-86-77-6,3 - вентилятор радиальный, коэффициент давления – 0,86, быстроходность – 76,5, диаметр рабочего колеса – 630 мм.

У разных производителей встречаются собственные системы обозначений, отображающие иные параметры» [4].

Имеются разные номера вентиляторов, обозначающие их типоразмер. Так, № 1 означает диаметр рабочего колеса в метрах разделенный на 10, т.е. 0,1 м., №5 – соответственно 0,5 м.

«Определение классификационных рубрик МПК.

Принимаем за ключевое слово «вентиляция». По классификатору МПК определяем: Раздел F – Машиностроение; Освещение; Отопление.

Класс F04 – Нагрев; вентиляция; печи и плиты.

Подкласс F04D – Насосы и компрессоры не объемного вытеснения [51].

Выявим группу и подгруппу:

F04D17/00 – Насосы с радиальным потоком, специально предназначенные для упругих текучих сред, например центробежные насосы; спирально-центробежные насосы, специально предназначенные для упругих и хтекучих сред.

F04D17/08 – использующие центробежные силы текучей среды, поступающей в нагнетатель.

F04D29/00 – Конструктивные элементы, узлы и вспомогательные устройства.

F04D29/44 - Устройства, направляющие текучую среду, например диффузоры.

F04D29/66 – Предотвращение кавитации, завихрений, шума, вибрации и т.п.; балансировка.

Источники информации: источники кафедры теплогазоснабжения вентиляции, реферативный сборник «Изобретения стран мира» и др., информационные ресурсы сайта: www1.fips.ru, а также научно-техническая литература в области вентиляции» [20].

Глубина патентного поиска – 20 лет.

2.2.3 Патентно-техническая документация

Регламент патентного поиска, а также научно-техническая и патентная документация, отобранная для анализа, приведены в таблицах 4, 5.

Таблица 4 – Регламент поиска

«Объект: Центробежный вентилятор				
Вид исследований: исследование достигнутого уровня развития объекта техники определение тенденций развития				
Дата проведения поиска: с 1.11.2021 г. до 29.11.2021 г.				
Предмет поиска	Страна поиска	Индексы МПК и УДК	Глубина поиска	Источники информации
1	2	3	4	5
Центробежный вентилятор	Россия (СССР)	F04D17/08 F04D29/44 F04D29/66	20	Бюллетень изобретений
	ФРГ	621.635		Реферативные журналы
	Франция			«Изобретения стран мира»
	США			Научно-технические журналы
	Япония			Описания к авторским свидетельствам и патентам
	Италия			Сайт: www.fips.ru » [20].

Таблица 5 – Научно-техническая документация, отобранная для анализа

Предмет поиска	Автор(ы) УДК	Наименование	Сущность технического решения
1	2	3	4
Центробежный вентилятор	Соломахова Т.С., Чебышева К.В. 621.635	Центробежные вентиляторы. Аэродинамические схемы и характеристики: Справочник – М.: Машиностроение, 1980.	-
Вентилятор центробежный	Черкасский В.М. 621.635	Насосы, вентиляторы, компрессоры. – М.: Энергоатомиздат, 1984.	-
Центробежный вентилятор	Бак О. 621.635	Проектирование и расчет вентиляторов. – М.: Государственное научно-техническое издательство. Литература по горному делу, 1961.	-

Патентная документация, отобранная для анализа приведен в таблице Б.1 (Приложение Б).

2.2.4 Сравнительный анализ преимуществ и недостатков аналогов

Оцениваем в баллах от 0 до 0,999 обеспечение показателей положительного эффекта каждым аналогом. Результаты оценки отражены в таблице 6. Наибольшую сумму баллов имеет центробежный вентилятор по пат. №RU2470193С1, авторы В.Г. Караджии, Ю.Г. Московко. Поставленная цель, а именно повышение эффективности вентилятора достигнута. Обеспечены положительные эффекты: высокая гибкость в работе, управляемость, является наиболее бесшумным и отсутствует вибрация, а также более низкая потребляемая мощность.

Оценка преимуществ и недостатков аналогов изложена в таблице 6.

Таблица 6 – Оценка преимуществ и недостатков аналогов

Показатели	База	Аналоги			
		Россия пат. RU2470193С1	Россия пат. RU2215195С1	Россия пат. RU2330188С1	Россия пат. RU2132970С1
Коэффициент полезного действия	0	0,9	0,7	0,6	0,5
Способность работать с высоким давлением	0	0,8	0,5	0,6	0,2
Способность работать при наличии механических примесей	0	0,4	0,7	0,5	0,8
Бесшумность и отсутствие вибрации	0	0,8	0,9	0,7	0,4
Гибкость в работе, управляемость	0	0,8	0,5	0,6	0,3
Потребляемая мощность	0	0,7	0,6	0,5	0,4
Суммарный балл	0	4,4	3,9	3,6	2,6

Вывод: из всех рассмотренных типов центробежных вентиляторов, целью изобретения которых является повышение эффективности, изобретение пат. № RU2470193С1 является наиболее прогрессивным, так как имеет более высокий КПД, способен работать с высоким давлением, гибок в управлении, является одним из бесшумных.

2.2.5 Тенденции развития, выводы и рекомендации

Усовершенствование радиальных вентиляторов связано с изменением радиального рабочего колеса и диска, повышением требований надёжности и производительности, потребляемой мощности и бесшумности.

Все рассмотренные устройства (изобретения) имеют различные конструкции со своими положительными и отрицательными качествами.

Центробежный вентилятор может быть использован для перемещения воздушных или газовых потоков в ОВК.

Выводы по разделу 2

В данном разделе проведен аналитический обзор нормативных требований, предъявляемых к системам обеспечения микроклимата зданий спортивных комплексов с плавательными бассейнами, а также проведен обзор инженерных решений по проектированию данных объектов. Осуществлен патентный поиск, в качестве объекта исследования выбран центробежный (радиальный) вентилятор, в рамках патентного исследования сформирована программа исследования, подобрана патентно-техническая документация для анализа, проведена оценка преимуществ и недостатков аналогов, а также определены тенденции развития.

3 Теплотехнический расчет

3.1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

Методика теплотехнического расчета ограждающих конструкций изложена в СП [37]:

$$\Gamma\text{СОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{от}}) \cdot Z_{\text{от}}, \quad (1)$$

$$R_o^{\text{mp}} = a \times \Gamma\text{СОП} + b, \quad (2)$$

$$R_o^{\text{норм}} = R_o^{\text{mp}} \times m_p, \quad (3)$$

$$R_o^{\text{mp.усл}} = \frac{R_o^{\text{mp}}}{r}, \quad (4)$$

$$R_o^{\text{усл.мп}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum R_s + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}}, \quad (5)$$

$$R_s = \frac{\delta_s}{\lambda_s}, \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт} \quad (6)$$

$$k = \frac{1}{R_o^{\text{усл.мп}}} \quad (7)$$

$$\Delta t_o = \frac{(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}{R_o^{\text{мп}} \cdot \alpha_{\text{в}}}, \quad (8)$$

$$\tau_{\text{в}} \geq t_{\text{п}} \quad (9)$$

$$\tau_{\text{в}} = t_{\text{в}} - \Delta t_o \quad (10)$$

где $\Gamma\text{СОП}$ – градусо-сутки отопительного периода, $\text{°C} \cdot \text{сут}/\text{год}$;

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

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

$Z_{\text{от}}$ – продолжительность отопительного периода, сут;

$R_o^{тр}$ - требуемое сопротивление передачи ограждающей конструкции, $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$;

a, b – коэффициенты по [45, табл. 3];

$R_o^{норм}$ - нормируемое значение теплопередачи, $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$;

m_p – коэффициент, учитывающий особенности региона строительства, $m_p = 1$;

$R_o^{тр.усл}$ – требуемое условное сопротивление теплопередачи, $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$;

γ – коэффициент теплотехнической однородности;

$R_o^{усл.тр}$ – условно требуемое сопротивление теплопередаче, $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$;

$\alpha_{в}, \alpha_{н}$ – коэффициенты теплоотдачи внутренней и наружной поверхностей ограждающей конструкции;

R_s – термическое сопротивление слоя ограждения, $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$;

k – коэффициент теплопередачи конструкции;

Δt_o - расчетный температурный перепад между температурами внутреннего воздуха и внутренней поверхностью ограждающих конструкций, $^\circ C$;

$\tau_{в}$ – температура внутренней поверхности ограждающих конструкций, $^\circ C$;

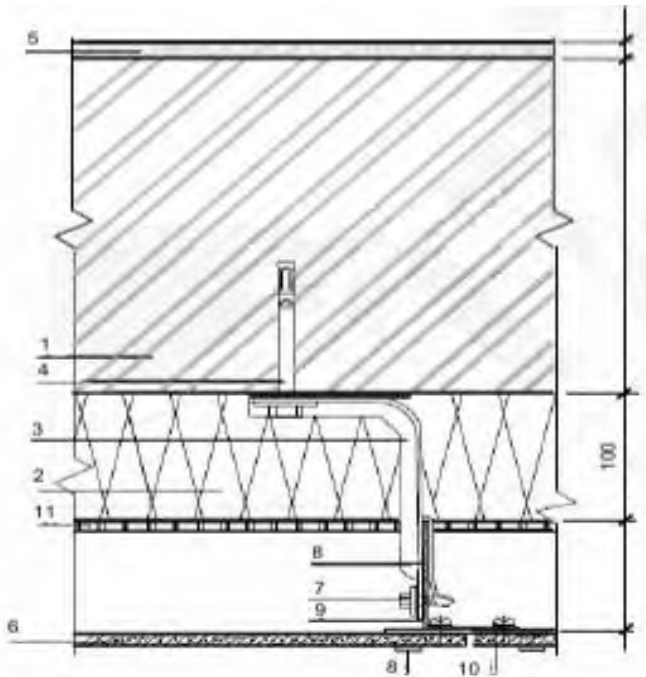
t_p – температура точки россы, $^\circ C$.

Проверяем на выполнение условий: $\Delta t_o \leq \Delta t_{н}$ и $\tau_{в} \geq t_p$.

Слои ограждающих конструкций спортивного комплекса «Атлант» представлены в таблице В.1 (Приложение В).

3.1.1 Теплотехнический расчет наружных стен

Наружные стены выполнены из керамического кирпича, утеплитель – минеральная вата, внутренняя поверхность стены покрыта штукатуркой, есть воздушный зазор между облицовкой и утеплителем, облицовка сделана гранитными плитами (система навесного фасада). Конструкция наружной стены представлена на рисунке 5.



«1 – несущая стена (кирпичная кладка из обыкновенного глиняного кирпича на цементно-песчаном растворе); 2 – теплоизоляция (Базальтовая теплоизоляция ROCKWOOL ВЕНТИБАТТС G = 100 кг/м³); 3 – кронштейн ККУ-L-80 с шайбой и паронитовой прокладкой; 4 – крепежный элемент; 5 – штукатурка из цементно-песчаного раствора; 6 – плиты из керамогранита; 7 – заклепка или саморез с прокладкой из ЭПДМ-резины; 8 – кляммер рядовой; 9 – вертикальные направляющие КППГ-60х44х3000; 10 – заклепка стальная; 11 – гидроветрозащитная пленка» [37].

Рисунок 5 – Состав наружных стен (тип 1)

Наружная стена (тип 1):

$$GCOП = (20 - (-4,7)) \cdot 196 = 4841,2 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{сут.}$$

$$a = 0,0003; b = 1,2 \text{ по СП 50.133330.2012 [45, табл. 3].}$$

$$R_o^{TP} = 0,0003 \cdot 4841,2 + 1,2 = 2,65 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C) / Вт.}$$

$$R_o^{норм} = 2,65 \cdot 1,00 = 2,65 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C) / Вт.}$$

$$R_o^{усл. TP} = 2,65 / 0,75 = 3,53 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C) / Вт.}$$

$$R_o^{усл. TP} = 1/\alpha_B + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + 1/\alpha_H$$

$$\delta_3 = (R_o^{усл. TP} - 1/\alpha_B - R_1 - R_2 - R_4 - R_5 - 1/\alpha_H) \cdot \lambda_3$$

$$\delta_3 = (3,53 - 1/8,7 - 0,02/0,93 - 0,77/0,81 - 0,04/0,2424 - 0,01/0,76 - 1/23) \cdot 0,045 = 0,100 \text{ м.}$$

Толщину утеплителя принимаем согласно сортамента производителя:

$$\delta_{ут} = 0,1 \text{ м} = 100 \text{ мм.}$$

$$R_{0\text{ усл.пр}} = 1/8,7 + 0,02/0,93 + 0,77/0,81 + 0,1/0,045 + 0,04/0,24242 + 0,01/0,76 + 1/23 = 3,53 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

$$R_{0\text{ усл.пр}} = 3,53 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт} \geq R_{0\text{ усл.тр}} = 3,53 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

$$k = 1/3,53 = 0,283 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C).}$$

$$\Delta t_0 = (20 - (-27)) / (3,53 \cdot 8,7) = 1,53 \text{ °C} \leq 4,5 \text{ °C} \text{ Условие выполнено.}$$

$$t_p = 9,28 \text{ °C по СП [45, прил. Р] при } \phi_B = 50\%. \tau_B = 20 - 1,53 = 18,47 \text{ °C, } 18,47 \text{ °C} \geq 9,28 \text{ °C. Условие выполнено.}$$

Наружная стена (тип 2):

$$GCOП = (20 - (-4,7)) \cdot 196 = 4841,2 \text{ °C} \cdot \text{сут.}$$

$$a = 0,0003; b = 1,2 \text{ по СП 50.133330.2012 [45, табл. 3].}$$

$$R_{0\text{ тр}} = 0,0003 \cdot 4841,2 + 1,2 = 2,65 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

$$R_{0\text{ норм}} = 2,65 \cdot 1 = 2,65 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

$$R_{0\text{ усл.тр}} = 2,65/0,75 = 3,53 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

$$\delta_3 = (R_{0\text{ усл.тр}} - 1/\alpha_B - R_1 - R_2 - R_4 - R_5 - 1/\alpha_H) \cdot \lambda_3$$

$$\delta_3 = (3,53 - 1/8,7 - 0,02/0,93 - 0,90/0,81 - 0,04/0,24242 - 0,01/0,76 - 1/23) \cdot 0,045 = 0,093 \text{ м.}$$

Толщину утеплителя принимаем согласно сортамента производителя:

$$\delta_{\text{ут}} = 0,1 \text{ м} = 100 \text{ мм.}$$

$$R_{0\text{ усл.пр}} = 1/8,7 + 0,02/0,93 + 0,9/0,81 + 0,1/0,045 + 0,04/0,24242 + 0,01/0,76 + 1/23 = 3,69 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

$$R_{0\text{ усл.пр}} = 3,69 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт} > R_{0\text{ усл.тр}} = 3,53 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

$$k = 1/3,69 = 0,271 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C).}$$

$$\Delta t_0 = (20 - (-27)) / (3,69 \cdot 8,7) = 1,46 \text{ °C} \leq 4,5 \text{ °C} \text{ – условие выполняется.}$$

$$\tau_B = 20 - 1,46 = 18,54 \text{ °C, } t_p = 9,28 \text{ °C, } \tau_B \geq t_p, 18,54 \text{ °C} \geq 9,28 \text{ °C} \text{ – условие выполняется.}$$

Наружная стена (тип 3):

$$R_{0\text{ тр}} = 0,0003 \cdot 4841,2 + 1,2 = 2,65 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

$$R_{0\text{ норм}} = 2,65 \cdot 1 = 2,65 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

$$R_{0\text{ усл.тр}} = 2,65/0,75 = 3,53 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

$$\delta_3 = (R_{0\text{ усл.тр}} - 1/\alpha_B - R_1 - R_2 - R_4 - R_5 - 1/\alpha_H) \cdot \lambda_3$$

$$\delta_3 = (3,53 - 1/8,7 - 0,02/0,93 - 1,0/0,81 - 0,04/0,2424 - 0,01/0,76 - 1/23) \cdot 0,045 = 0,087 \text{ м.}$$

Толщину утеплителя принимаем согласно сортамента производителя:

$$\delta_{\text{ут}} = 0,1 \text{ м} = 100 \text{ мм.}$$

$$R_{\text{o}}^{\text{усл.пр}} = 1/8,7 + 0,02/0,93 + 1,0/0,81 + 0,1/0,045 + 0,04/0,24242 + 0,01/0,76 + 1/23 = 3,81 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

$$R_{\text{o}}^{\text{усл.пр}} = 3,81 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт} > R_{\text{o}}^{\text{усл.тр}} = 3,53 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

$$k = 1/3,81 = 0,262 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C).}$$

$$\Delta t_{\text{o}} = (20 - (-27)) / (3,81 \cdot 8,7) = 1,42 \text{ °C} \leq 4,5 \text{ °C}$$

$$\tau_{\text{в}} = 20 - 1,42 = 18,58 \text{ °C}, \quad t_{\text{р}} = 9,28 \text{ °C}, \quad \tau_{\text{в}} \geq t_{\text{р}}, \quad 18,58 \text{ °C} \geq 9,28 \text{ °C} - \text{условие выполняется.}$$

Наружная стена (тип 4):

$$R_{\text{o}}^{\text{тр}} = 0,0003 \cdot 4841,2 + 1,2 = 2,65 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

$$R_{\text{o}}^{\text{норм}} = 2,65 \cdot 1 = 2,65 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

$$R_{\text{o}}^{\text{усл.тр}} = 2,65/0,85 = 3,12 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

$$\delta_3 = (3,12 - 1/8,7 - 0,02/0,93 - 0,51/0,81 - 0,04/0,2424 - 0,01/0,76 - 1/23) \cdot 0,045 = 0,096 \text{ м.}$$

Толщину утеплителя принимаем согласно сортамента производителя:

$$\delta_{\text{ут}} = 0,1 \text{ м} = 100 \text{ мм.}$$

$$R_{\text{o}}^{\text{усл.пр}} = 1/8,7 + 0,02/0,93 + 0,51/0,81 + 0,1/0,045 + 0,04/0,24242 + 0,01/0,76 + 1/23 = 3,21 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

$$R_{\text{o}}^{\text{усл.пр}} = 3,21 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт} > R_{\text{o}}^{\text{усл.тр}} = 3,12 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

$$k = 1/3,21 = 0,312 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C).}$$

$$\Delta t_{\text{o}} = (20 - (-27)) / (3,21 \cdot 8,7) = 1,68 \text{ °C} \leq 4,5 \text{ °C}$$

$$\tau_{\text{в}} = 20 - 1,68 = 18,32 \text{ °C}, \quad t_{\text{р}} = 9,28 \text{ °C}, \quad \tau_{\text{в}} \geq t_{\text{р}}, \quad 18,32 \text{ °C} \geq 9,28 \text{ °C} - \text{условие выполняется.}$$

Наружная стена (тип 5)

$$R_{\text{o}}^{\text{тр}} = 0,0003 \cdot 4841,2 + 1,2 = 2,65 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

$$R_{\text{o}}^{\text{норм}} = 2,65 \cdot 1 = 2,65 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

$$R_{\text{o}}^{\text{усл.тр}} = 2,65/0,85 = 3,12 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

$$\delta_3 = (3,12 - 1/8,7 - 0,02/0,93 - 0,64/0,81 - 0,04/0,2424 - 0,01/0,76 - 1/23) \cdot 0,045 = 0,092 \text{ м.}$$

Толщину утеплителя принимаем согласно сортамента производителя:

$$\delta_{\text{ут}} = 0,1 \text{ м} = 100 \text{ мм.}$$

$$R_o^{\text{усл.пр}} = 1/8,7 + 0,02/0,93 + 0,64/0,81 + 0,1/0,045 + 0,04/0,24242 + 0,01/0,76 + 1/23 = 3,29 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

$$R_o^{\text{усл.пр}} = 3,29 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт} > R_o^{\text{усл.тр}} = 3,12 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

$$k = 1/3,29 = 0,304 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C).}$$

$$\Delta t_o = (20 - (-27)) / (3,29 \cdot 8,7) = 1,64 \text{ °C} \leq 4,5 \text{ °C}$$

$\tau_{\text{в}} = 20 - 1,64 = 18,36 \text{ °C}$, $t_{\text{р}} = 9,28 \text{ °C}$, $\tau_{\text{в}} \geq t_{\text{р}}$, $18,36 \text{ °C} \geq 9,28 \text{ °C}$ – условие выполняется.

Наружная стена (тип 6)

$$R_o^{\text{тр}} = 0,0003 \cdot 4841,2 + 1,2 = 2,65 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

$$R_o^{\text{норм}} = 2,65 \cdot 1 = 2,65 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

$$R_o^{\text{усл.тр}} = 2,65/0,85 = 3,12 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

$$\delta_3 = (3,12 - 1/8,7 - 0,02/0,93 - 0,57/0,81 - 0,04/0,2424 - 0,01/0,76 - 1/23) \cdot 0,045 = 0,093 \text{ м.}$$

Толщину утеплителя принимаем согласно сортамента производителя:

$$\delta_{\text{ут}} = 0,1 \text{ м} = 100 \text{ мм.}$$

$$R_o^{\text{усл.пр}} = 1/8,7 + 0,02/0,93 + 0,57/0,81 + 0,1/0,045 + 0,04/0,24242 + 0,01/0,76 + 1/23 = 3,28 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

$$R_o^{\text{усл.пр}} = 3,28 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт} > R_o^{\text{усл.тр}} = 3,12 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

$$k = 1/3,28 = 0,305 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C).}$$

$$\Delta t_o = (20 - (-27)) / (3,28 \cdot 8,7) = 1,65 \text{ °C} \leq 4,5 \text{ °C} \text{ – условие выполняется.}$$

$\tau_{\text{в}} = 20 - 1,65 = 18,35 \text{ °C}$, $t_{\text{р}} = 9,28 \text{ °C}$, $\tau_{\text{в}} \geq t_{\text{р}}$, $18,35 \text{ °C} \geq 9,28 \text{ °C}$ – условие выполняется.

Наружная стена (тип 7):

$$R_o^{\text{тр}} = 0,0003 \cdot 4841,2 + 1,2 = 2,65 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

$$R_o^{\text{норм}} = 2,65 \cdot 1,00 = 2,65 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

$$R_o^{\text{усл.тр}} = 2,65/0,75 = 3,53 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

$$\delta_3 = (3,53 - 1/8,7 - 0,02/0,93 - 0,71/0,81 - 0,04/0,2424 - 0,01/0,76 - 1/23) \cdot 0,045 = 0,100 \text{ м.}$$

Толщину утеплителя принимаем согласно сортамента производителя:

$$\delta_{\text{ут}} = 0,1 \text{ м} = 100 \text{ мм.}$$

$$R_{o, \text{усл.пр}} = 1/8,7 + 0,02/0,93 + 0,71/0,81 + 0,1/0,045 + 0,04/0,24242 + 0,01/0,76 + 1/23 =$$

$$= 3,53 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

$$R_{o, \text{усл.пр}} = 3,53 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт} \geq R_{o, \text{усл.тр}} = 3,53 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

$$k = 1/3,53 = 0,283 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C).}$$

$$\Delta t_o = (20 - (-27)) / (3,53 \cdot 8,7) = 1,53 \text{ °C} \leq 4,5 \text{ °C} - \text{условие выполняется.}$$

$$\tau_b = 20 - 1,53 = 18,47 \text{ °C}, \quad t_p = 9,28 \text{ °C}, \quad \tau_b \geq t_p, \quad 18,47 \text{ °C} \geq 9,28 \text{ °C} - \text{условие}$$

выполняется.

Состав наружных стен (слои) представлены в таблице В.1 (Приложение В).

3.1.2 Теплотехнический расчет внутренних стен

Состав внутренних стен (слои) представлены в таблице В. 1 (Приложение В).

Внутренняя стена (тип 1):

$$R_{o, \text{усл.пр}} = 1/\alpha_b + R_1 + R_2 + R_3 + 1/\alpha_n$$

$$R_{o, \text{усл.пр}} = 1/8,7 + 0,02/0,93 + 0,38/0,81 + 0,02/0,93 + 1/8,7 = 0,742 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

$$k = 1/0,742 = 1,348 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C).}$$

Внутренняя стена (тип 2):

$$R_{o, \text{усл.пр}} = 1/8,7 + 0,02/0,93 + 0,12/0,81 + 0,02/0,93 + 1/8,7 = 0,421 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

$$k = 1/0,421 = 2,375 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C).}$$

Внутренняя стена (тип 3):

$$R_{o, \text{усл.пр}} = 1/8,7 + 0,02/0,93 + 0,51/0,81 + 0,02/0,93 + 0,04/0,52 + 0,06/0,76 + 1/8,7 =$$

$$= 1,058 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

$$k = 1/1,058 = 0,945 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C).}$$

Внутренняя стена (тип 4):

$$R_{o, \text{усл.пр}} = 1/8,7 + 0,02/0,93 + 0,25/0,81 + 0,02/0,93 + 1/8,7 = 0,581 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

$$k = 1/0,581 = 1,721 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C).}$$

Внутренняя стена (тип 5):

$$R_{o, \text{усл.пр}} = 1/8,7 + 0,0125/0,098 + 0,009/0,12 + 0,01/0,039 + 0,009/0,12 + 0,05/0,2424 +$$

$$+ 0,015/0,15 + 1/8,7 = 3,25 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

$$k = 1/3,25 = 0,308 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C).}$$

3.1.3 Теплотехнический расчет плит перекрытия.

Перекрытие – пол над подвалом (тип 1):

$$ГСОП = (20 - (-4,7)) \cdot 196 = 4841,2 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{сут.}$$

$$a = 0,00035; b = 1,3 \text{ согласно СП [45, табл. 3].}$$

Определяем требуемое сопротивление строительной ограждающей конструкции, $R_o^{\text{норм}}$, ($\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)/Вт:

$$R_o^{\text{норм}} = \frac{(t_g - t_n)}{(\Delta t_n \times \alpha_g)}. \quad (11)$$

$$R_o^{\text{норм}} = \frac{(20 - 5)}{(2,5 \times 8,7)} = 0,69 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) / \text{Вт}$$

$$R_o^{\text{нр}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,76} + \frac{0,01}{0,52} + \frac{0,05}{0,93} + \frac{0,03}{0,032} + \frac{0,24}{1,92} + \frac{1}{6} = 1,43 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) / \text{Вт}$$

$$k = \frac{1}{1,43} = 0,699 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$$

Перекрытие – пол над подвалом (тип 2):

$$R_o^{\text{норм}} = (20 - 5) / (2,5 \cdot 8,7) = 0,69 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) / \text{Вт.}$$

$$R_o^{\text{нр}} = 1/8,7 + 0,005/0,35 + 0,065/0,93 + 0,03/0,032 + 0,24/1,92 + 1/6 = 1,428 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) / \text{Вт.}$$

$$k = 1/1,428 = 0,700 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}).$$

3.1.4 Расчет пола, контактирующего с грунтом

Отметки пола подвала: 1 блок – 3.500, 2 блок – 2.100, 3 блок - 0.000.

Ширина зон - 2 метра. Первая зона начинается от края внутренней стены, так как стены подвала утеплены.

1 блок: Площади зон пола с отметкой минус 3.500 м:

$$F_{\text{п}}^1 = 224,8 \text{ м}^2; F_{\text{п}}^2 = 222,99 \text{ м}^2; F_{\text{п}}^3 = 201,22 \text{ м}^2; F_{\text{п}}^4 = 380,38 \text{ м}^2.$$

Согласно СП [45, прил. Е7] принимаем нормативные значения сопротивления теплопередачи.

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

$$R_{\text{п}}^4 = 14,2 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) / \text{Вт.}$$

Общая площадь пола, контактирующего с грунтом

$$F_{общ} = 224,8\text{м}^2 + 222,99\text{м}^2 + 201,22\text{м}^2 + 380,38\text{м}^2 = 1029,39\text{м}^2.$$

Приведенное сопротивление теплопередаче полов по грунту:

$$R_{0,пр} = \frac{F_{общ}}{\sum (F_i / R_n^i)}, \quad (12)$$

$$R_{0,пр} = 1029,39 / (224,8/2,1 + 222,99/4,3 + 201,22/8,6 + 380,38/14,2) = 4,92 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C) / Вт}.$$

$$k = \frac{1}{4,92} = 0,203 \text{ Вт / (м}^2 \cdot \text{°C)}.$$

2 блок: Площади зон пола с отметкой минус 2.100 м:

$$F_{п}^1 = 231,888 \text{ м}^2; F_{п}^2 = 94,92 \text{ м}^2; F_{п}^3 = 7,134 \text{ м}^2.$$

$$R_{п}^1 = 2,1 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C) / Вт}; R_{п}^2 = 4,3 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C) / Вт}; R_{п}^3 = 8,6 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C) / Вт};$$

$$R_{п}^4 = 14,2 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C) / Вт}.$$

$$F_{общ} = 231,888\text{м}^2 + 94,92\text{м}^2 + 7,134\text{м}^2 = 333,94\text{м}^2.$$

$$R_{0,пр} = 333,94 / (231,888/2,1 + 94,92/4,3 + 7,134/8,6) = 2,4047 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C) / Вт}.$$

$$k = \frac{1}{2,4047} = 0,416 \text{ Вт / (м}^2 \cdot \text{°C)}.$$

3 блок: Площади зон пола с отметкой 0.000 м:

$$F_{п}^1 = 249,14 \text{ м}^2; F_{п}^2 = 189,14 \text{ м}^2; F_{п}^3 = 157,14 \text{ м}^2; F_{п}^4 = 298,65 \text{ м}^2.$$

$$R_{п}^1 = 2,1 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C) / Вт}; R_{п}^2 = 4,3 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C) / Вт}; R_{п}^3 = 8,6 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C) / Вт};$$

$$R_{п}^4 = 14,2 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C) / Вт}.$$

$$F_{общ} = 249,14\text{м}^2 + 189,14\text{м}^2 + 157,14\text{м}^2 + 298,65\text{м}^2 = 894,07\text{м}^2.$$

$$R_{0,пр} = 894,07 / (249,14/2,1 + 189,14/4,3 + 157,14/8,6 + 298,65/14,2) = 4,43 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C) / Вт}.$$

$$k = \frac{1}{4,43} = 0,226 \text{ Вт / (м}^2 \cdot \text{°C)}.$$

3.1.5 Теплотехнический расчет оконных проемов, наружных дверей

Для остекления проемов здания принимаем пластиковые окна с двухкамерным стеклопакетом.

$$\text{ГСОП} = (20 - (-4,7)) \cdot 196 = 4841,2 \text{ °C} \cdot \text{сут}.$$

Коэффициенты $a = 0,00005$; $b = 0,2$ согласно СП [45, табл. 3].

$$R_{0}^{TP} = 0,00005 \cdot 4841,2 + 0,2 = 0,442 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

Приведенное сопротивление теплопередаче окна двухкамерного, согласно, паспорта изделия: $R_{0}^{TP} = 0,71 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$

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

Формула приведенного сопротивления теплопередаче наружных дверей:

$$R_{нд}^{np} = \frac{0,6 \times (t_{в} - t_{н})}{(\Delta t_{н} \times \alpha_{в})}. \quad (13)$$

Приведенное сопротивление теплопередаче двери ПВХ, согласно паспорта изделия: $R_{0}^{TP} = 0,47 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$

$$k = \frac{1}{0,47} = 2,128 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C).}$$

3.1.6 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций (кровля)

$$ГСОП = (20 - (-4,7)) \cdot 196 = 4841,2 \text{ °C} \cdot \text{сут.}$$

$a = 0,0004$; $b = 1,6$ по СП 50.133330.2012 [37, табл. 3].

$$R_{0}^{TP} = 0,0004 \cdot 4841,2 + 1,6 = 3,536 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

$$R_{0}^{норм} = 3,536 \cdot 1,00 = 3,536 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

$$R_{0}^{усл.тр} = 3,536 / 0,92 = 3,84 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

$$\delta_3 = (3,84 - 1/8,7 - 0,008/1,86 - 0,001/0,028 - 0,04/0,93 - 0,008/0,17 - 1/23) \cdot 0,030 = 0,107 \text{ м.}$$

Толщину утеплителя принимаем согласно сортамента производителя:

$$\delta_{ут} = 0,11 \text{ м} = 110 \text{ мм.}$$

$$R_{0}^{усл.пр} = 1/8,7 + 0,008/1,86 + 0,001/0,028 + 0,04/0,93 + 0,008/0,17 + 0,11/0,030 + 1/23 = 3,955 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

$$R_{0}^{усл.пр} = 3,955 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт} \geq R_{0}^{усл.тр} = 3,84 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

$$k = 1/3,955 = 0,253 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C).}$$

$$\Delta t_0 = (20 - (-27)) / (3,955 \cdot 8,7) = 1,37 \text{ °C} \leq 4,5 \text{ °C} - \text{условие выполняется.}$$

3.1.7 Результаты теплотехнического расчета

Результаты теплотехнического расчета сведены в таблицу В.2 (Приложение В).

3.2 Определение теплотерь здания

«Расчет теплотерь здания выполнен по методике, изложенной в справочном пособии.

Теплотери через ограждающие конструкции определяются по формуле:

$$Q = kF(t_g - t_n)n(1 + \sum \beta), \quad (14)$$

где k – коэффициент теплопередачи ограждающей конструкции,

Вт/(м²·°С);

F – площадь ограждающей конструкции, м²;

$\sum \beta$ – поправки на ориентацию по сторонам света, на угловую комнату.

Расчет теплотерь приведен в таблице В.3 (приложение В).

Теплотери здания составляют 112749,25 Вт» [57, с. 88].

3.3 Определение теплоступлений в здание

Расчет теплоступлений приведен для основных помещений: спортивный зал 30 x 18 м, бассейн 25 x 11 м, детский бассейн, шейпингзал, зал для боксеров, тренажерный зал.

Для проектирования систем вентиляции параметры наружного воздуха для теплого периода принимаются по параметрам А, для холодного – по параметрам Б. При проектировании систем кондиционирования параметры наружного воздуха для обоих периодов принимаются по параметрам Б.

Параметры наружного воздуха для холодного периода года: $t_n = - 27 \text{ }^\circ\text{C}$ и $I_n = 80 \text{ кДж/кг}$; для теплого периода года: $t_n = + 25 \text{ }^\circ\text{C}$ и $I_n = 48,4 - 52,6 \text{ кДж/кг}$.

3.3.1 Расчет тепlopоступлений от людей

Тепlopоступления от людей зависят от тяжести выполняемой работы.

Для общественных зданий можно выделить следующие категории работ:

- Состояние покоя;
- Легкая;
- Работа средней тяжести;
- Тяжелая работа.

От людей в помещение поступает явная теплота (за счет лучисто-конвективного обмена), скрытая теплота (выделяемая с влагой выдыхаемого воздуха), влага и углекислый газ. Во всей справочной литературе выделения вредностей приведены от одного взрослого мужчины, чтобы посчитать вредности выделяющиеся от женщин необходимо ввести коэффициент 0,85. Вредность для которой нет коэффициента – это CO_2 [25].

Расчет тепловыделений и выделения вредностей рассчитываем для зала бассейна, в котором находится 20 человек пловцов, выполняющих тяжелую работу и 2 тренера, выполняющих легкую работу, так как в помещении и поддерживается одинаковая температура независимо от периода, то расчет для одного периода будет актуален и для других:

Явное тепlopоступление от людей $Q_{\text{явн}}$, Вт рассчитывается по формуле:

$$Q_{\text{явн}} = q_{\text{явн}} \cdot N, \quad (15)$$

где N – количество людей в помещении, чел, в нашем случае

принимаем, что в бассейне 50 % мужчины 50 % женщин, то есть 10 мужчин и 10 женщин, (на людей находящихся в воде вводится коэффициент 0,67), а также 1 тренер – женщина, 1 тренер – мужчина; q – удельные выделения явного тепла, Вт/чел принимается по [54, табл. 2.2].

Формула полного теплопоступления от людей $Q_{\text{полн}}$, Вт:

$$Q_{\text{полн}} = q_{\text{полн}} N, \quad (16)$$

где $q_{\text{полн}}$ – удельные выделения полного тепла, Вт/чел, [56, табл. 2.2].

Расчет теплопоступлений от людей представлен в таблице В.4 (Приложение В).

3.3.2 Расчет теплопоступлений от искусственного освещения

Общее теплопоступление от искусственного освещения $Q_{\text{ио}}$, Вт рассчитывается по формуле:

$$Q_{\text{ио}} = q_{\text{осв}} \cdot A_{\text{пл}} \cdot \eta_{\text{осв}} \cdot E, \quad (17)$$

где $q_{\text{осв}}$ – максимально допустимая удельная установленная мощность светильника, Вт/м², принимается по [4, приложение 18] для прямого света люминесцентных ламп при высоте помещения 5000 мм.

$$q_{\text{осв}} = 0,067 \text{ Вт/м}^2;$$

$A_{\text{пл}}$ – площадь пола, м²;

$$A_{\text{пл}} = 430,65 \text{ м}^2;$$

$\eta_{\text{осв}}$ – доля тепла поступающая от светильника в помещение, принимается равной 0,6;

E – уровень освещенности помещения, лк, принимается по [53, табл. 17] для крытых бассейнов;

$$E = 150 \text{ лк.}$$

$$Q_{\text{ио}} = 0,067 \cdot 430,65 \cdot 0,6 \cdot 150 = 2596,8 \text{ Вт.}$$

Расчет приведен для бассейна для плавания.

3.3.3 Расчет теплопоступлений от солнечной радиации

«Теплопоступления от солнечной радиации определены по методике, изложенной в справочниках.

Теплопоступления от солнечной радиации через вертикальное остекление оконных проемов $Q_{сол}$, Вт, рассчитывают для теплого периода года по формуле:

$$Q_{сол} = (q_{ен} + q_{вр}) \cdot F_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_a \cdot \beta_{сз}, \quad (18)$$

где $q_{вр}$ – поступление тепла от прямой солнечной радиации в июле через вертикальное и горизонтальное одинарное остекление световых проемов со стеклом толщиной 2,5 – 3,5 мм [4, табл. 2.3];
 $q_{вр}$ – поступление тепла от рассеянной солнечной радиации в июле через вертикальное и горизонтальное одинарное остекление световых проемов со стеклом толщиной 2,5 – 3,5 мм [4, табл. 2.3];
 F_0 – поверхность остекления, м;
 k_1 – коэффициент, учитывающий затенение остекления и загрязнения атмосферы [34, табл. 2.17];
 k_2 – коэффициент, учитывающий загрязнение стекла. Принимаем по справочнику [34, табл. 2.18];
 $\beta_{сз}$ – коэффициент теплопропускания солнцезащитных устройств, принимаемый равным 1.
 k_a – коэффициент, учитывающий аккумуляцию тепла внутренними ограждающими конструкциями помещения» [4, 16].

При наличии средств солнцезащиты в помещении или межстекольном пространстве $k_a = 1$, при их отсутствии и отсутствии наружных средств солнцезащиты световых проемов:

$$k_a = \frac{F_1 m_1 + F_2 m_2 + F_3 m_3 + 0,5 F_4 m_4 + 1,5 F_5 m_5}{F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5}, \quad (19)$$

где F_1, F_2, F_3, F_4, F_5 – площади соответственно трех внутренних стен, потолка и пола помещения, м²;

m_1, m_2, m_3, m_4, m_5 – коэффициенты, учитывающие аккумуляцию тепла соответственно тремя внутренними стенами, потолком и полом помещения и принимаемые в зависимости от материала ограждающей конструкции и ее толщины. При этом в многослойной ограждающей конструкции учитывается только основной слой, ближайший к облучаемой поверхности; расчетная толщина стен и перегородок, разделяющих два смежных нагреваемых солнцем помещения, принимается равной половине их фактической толщины, а если одно из смежных помещений нагревается солнцем, а другое нет – то их фактической толщине.

Расчет тепlopоступлений от солнечной радиации сведен в таблице В.5 (Приложение В).

Средний тепловой поток через покрытие Q_{cp}^n , Вт определяется по формуле:

$$Q_{cp}^n = \frac{(t_{н.у} - t_в) F_n}{R_n}, \quad (20)$$

где $t_в$ – расчетная температура воздуха в зоне покрытия, °C; $t_в = 28$ °C,

F_n – площадь покрытия, м²;

R_n – расчетное сопротивление теплопередаче покрытия, (м²·°C)/Вт;

$t_{н.у}$ – условная наружная температура над покрытием, °C:

$$t_{н.у} = \frac{q_{cp} \cdot p_n}{\alpha_n} + t_n, \quad (21)$$

где q_{cp} – среднесуточный тепловой поток солнечной радиации на

горизонтальную поверхность, Вт, по [16] $q_{cp} = 327,5$ Вт;

p_n – коэффициент поглощения солнечной радиации поверхностью покрытия, по [16] $p_n = 0,6$;

α_n – коэффициент теплопередачи наружной поверхности к воздуху, Вт/м²·°С:

$$\alpha_n = 8,7 + 2,6\sqrt{V_n}, \quad (22)$$

где V_n – расчетная скорость ветра для теплого периода, м/с, принимается по [34, табл. 4.1], $V_n = 2,3$ м/с.

$$\alpha_n = 8,7 + 2,6\sqrt{2,3} = 12,64 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°С}$$

$$t_{н.у} = 327,5 \cdot 0,6 / 12,64 + 25 = 40,5 \text{ °С}$$

$$Q_{ср}^п = (40,5 - 28) \cdot 450 / 3,955 = 1422,25 \text{ Вт.}$$

Средний тепловой поток через вертикальную поверхность:

$$Q_{ср}^п = 113,24 + 372,52 + 225,03 = 710,79 \text{ Вт.}$$

3.3.4 Теплопоступления от системы отопления

Теплопоступления от системы отопления $Q_{с.о.}$, Вт, определяют путем пересчета тепловых потерь на расчетную температуру внутреннего воздуха для отопления.

$$Q_{с.о.} = Q_{т.пот.} \frac{(t_{ср.нагр.пр.} - t_{вн.вент.})}{(t_{ср.нагр.пр.} - t_{вн.отоп.})}, \quad (23)$$

где $Q_{т.пот.}$ – общие потери теплоты по помещению, Вт;

$t_{ср.нагр.пр.}$ – средняя температура отопительного прибора, °С;

$t_{вн.вент.}$, $t_{вн.отоп.}$ – температура внутреннего воздуха для расчета вентиляции и отопления, °С.

$$Q_{с.о.} = 25556 \cdot ((95 - 70) / 2 - 28) / (82,5 - (28 - 4)) = 23808 \text{ Вт.}$$

Расчет теплопоступлений от систем отопления сведены в таблице В.6 (Приложение В).

3.3.5 Теплопоступления от нагретых обходных дорожек

Теплопоступления от нагретых обходных дорожек $Q_{дор}$, Вт, определяются по формуле:

$$Q_{дор} = \alpha_{дор} \cdot F_{дор} \cdot (t_{дор} - t_в), \quad (24)$$

где $\alpha_{дор}$ – коэффициент теплоотдачи, Вт/м²·°С, принимается равным

$$\alpha_{дор} = 10 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°С};$$

$F_{дор}$ – площадь обходных дорожек, м²; $F_{дор} = 143,6 \text{ м}^2$ – бассейн для плавания, $F_{дор} = 55,9 \text{ м}^2$ – детский бассейн.

$t_{дор}$ – температура поверхности обходных дорожек, °С; $t_{дор} = 31 \text{ °С}$.

$$Q_{дор} = 10 \cdot 143,6 \cdot (31 - 28) = 4308 \text{ Вт} \text{ – бассейн для плавания.}$$

$$Q_{дор} = 10 \cdot 55,9 \cdot (31 - 30) = 559 \text{ Вт} \text{ – детский бассейн.}$$

3.4 Потери теплоты на нагрев воды в ванной бассейна

Потери теплоты на нагрев воды $Q_{вод}$, Вт, определяются по формуле:

$$Q_{вод} = \alpha_{вод} \cdot F_{вод} \cdot (t_в - t_w), \quad (25)$$

где $\alpha_{вод}$ – коэффициент отдачи явного тепла от внутреннего воздуха к

поверхности водного зеркала, Вт/м²·°С, принимается равным

$$\alpha_{вод} = 4 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°С};$$

$F_{вод}$ – площадь зеркала воды, м²;

t_w – температура поверхности воды, °С, принимаемая на 1 °С меньше температуры воды в бассейне.

Бассейн для плавания: $F_{вод} = 273,9 \text{ м}^2$, $t_w = 26 \text{ °С}$.

$$Q_{вод} = 4 \cdot 273,9 \cdot (28 - 26) = 2191,2 \text{ Вт.}$$

Детский бассейн: $F_{вод} = 60 \text{ м}^2$, $t_w = 28 \text{ °С}$.

$$Q_{вод} = 4 \cdot 60 \cdot (30 - 28) = 480 \text{ Вт.}$$

3.5 Тепловой баланс

Свод поступлений и потерь тепла по основным помещениям физкультурно-оздоровительного комплекса «Атлант» представлен в таблице В.7 (Приложение В).

Вывод по разделу 3

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

4 Отопление

4.1 Конструирование систем отопления

Существующие тепловые сети являются источником теплоснабжения спортивного комплекса, теплоноситель – вода (95 – 70°C). Приготовление теплоносителя для отопительных систем объекта осуществляется в индивидуальном тепловом пункте, размещенном в машинном помещении подвала, тепловой узел в помещении ИТП оборудован устройствами автоматического регулирования параметров теплоносителя в местных системах теплоснабжения [43].

Поддержание температурного режима в системах теплоснабжения выполняют регулирующие клапаны, управляемые контроллером зависимости от температуры наружного воздуха, для циркуляции теплоносителя в системах теплоснабжения, отопления предусмотрена установка насосов с частотным преобразователем, фирмы «GRUNDFOS», для трубопроводов теплового узла предусмотрена тепловая изоляция «K-FLEX» с покровным слоем алюминиевой фольгой.

Отопление комплекса запроектировано местными нагревательными приборами: конвекторами настенного типа «Универсал ТБ». В помещениях бассейнов и спортзала конвекторы приняты без кожуха. В помещениях хранения хлора и реагентов – регистрами из гладких труб.

В здании запроектированы четыре самостоятельные системы отопления с местными нагревательными приборами:

- CO1 – двухтрубная система с нижней разводкой магистралей с тупиковым движением теплоносителя для административных и вспомогательных помещений;
- CO2 – система с верхней разводкой магистралей для спортзала;
- CO3 и CO4 – системы с нижней разводкой магистралей для бассейнов.

Для отопления дорожек бассейнов принята система отопления с параметрами теплоносителя 55 – 45 °С. Приготовление теплоносителя осуществляется в регулирующем узле для систем напольного отопления.

4.2 Гидравлический расчет трубопроводов системы отопления

Гидравлический расчет выполнен для определения требуемых диаметров трубопроводов и потерь давления воды в системе.

Принципиальная схема системы отопления СО1 – двухтрубной системы с нижней разводкой магистралей с тупиковым движением теплоносителя для административных и вспомогательных помещений представлена на рисунке 6. Гидравлический расчет данной системы приведен в таблице 7. Эюра циркуляционного давления СО1 представлена на рисунке 7.

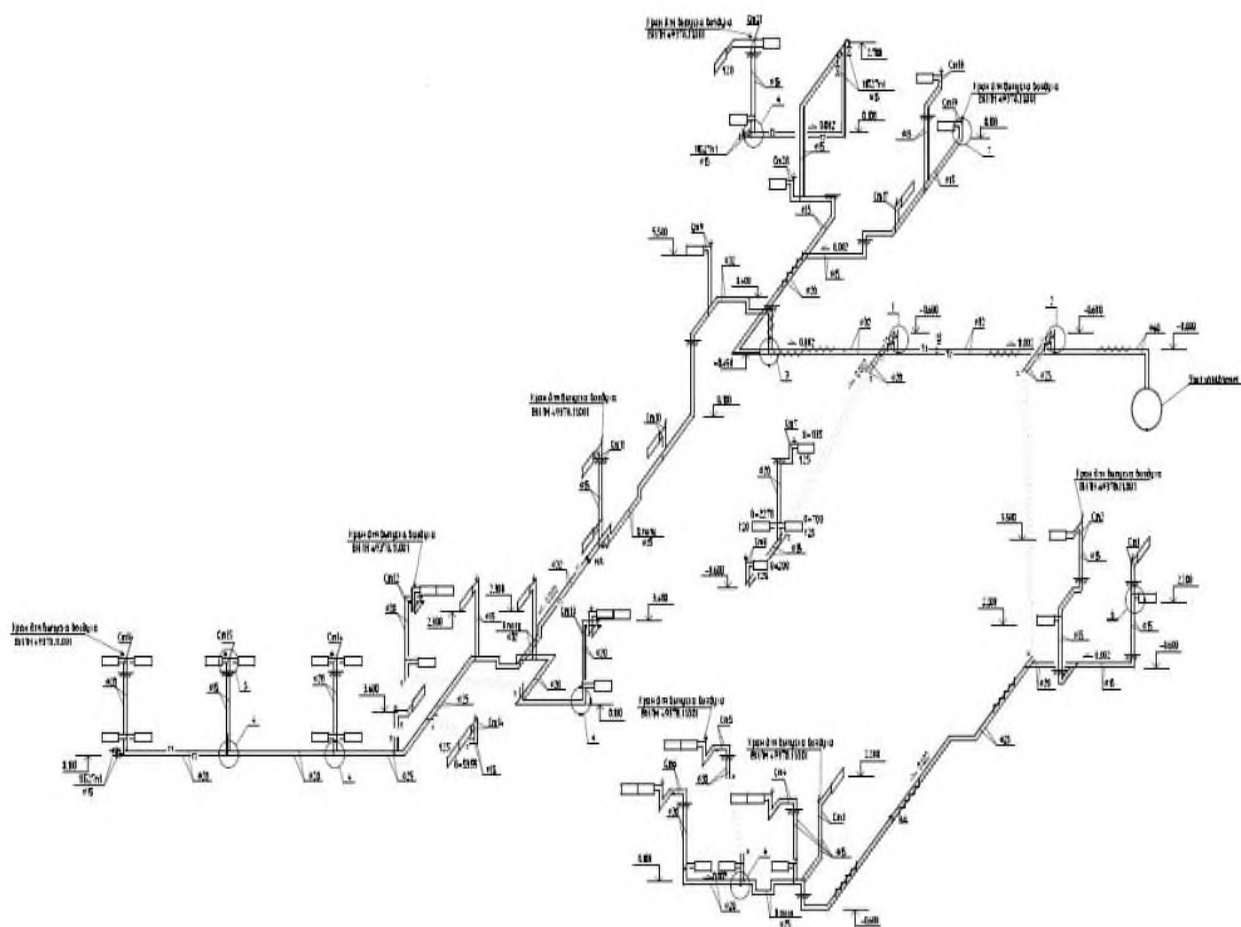


Рисунок 6 – Расчетная схема отопления административных и вспомогательных помещений СО1

Потери давления системы отопления $\Delta P_{уч}$, Па:

$$\Delta P_{уч} = R \cdot l + Z, \quad (26)$$

Определяем давления насосное, естественное и располагаемое в ветке на СО1: $\Delta P_H = 15677$ Па; $\Delta P_e = 9,81 \cdot 2,805 \cdot 0,64 \cdot (95 - 70) = 440$ Па; $\Delta P_p = 15853$ Па.

Таблица 7 – Гидравлический расчет системы отопления СО1

№ участка	Q _{уч} , Вт	G _{уч} , кг/ч	l, м	du, мм	v, м/с	R, Па/м	R ср	Rl, Па	∑ξ	Z, Па	(Rl+Z), Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Основное циркуляционное кольцо $\Delta P_p = 15853$ Па											
1-2	39170	1442	7,516	40	0,3	34	59,2	256	17,5	785,1	1041
2-3	32972	1214	9,426	32	0,334	50		471	1	55,6	527
3-4	28633	1054	7,33	32	0,29	38		279	1	41,9	320
4-5	23606	869	6,018	32	0,238	26		156	11	310,6	1967
5-6	21920	807	7,38	32	0,228	24		177	4	103,7	281
6-7	21339	785	6,19	32	0,218	22		136	7	165,8	302
7-8	19698	725	7,662	32	0,196	18		138	5,5	105,3	243
8-9	14429	531	2,612	32	0,144	10		26	4	41,3	67
9-10	13216	486	4,343	25	0,234	36		156	2,5	68,2	225
10-11	7861	289	2,192	25	0,136	13		28	2,5	23,1	52
11-12	6648	245	3,686	25	0,115	9,5		35	1	6,6	42
12-13	4644	171	6,402	20	0,132	17		109	1	8,7	118
a-13	3702	136	6,207	20	0,104	11		68	1	5,4	74
14-a	3702	136	0,722	20	0,104	11		8	1	5,4	1513
14-15	933	34	1,59	15	0,073	10		16	40,5	107,6	123
15-6	3702	136	0,722	20	0,104	11		8	1,5	8,1	2016
6-16	3702	136	6,207	20	0,104	11		68	1,5	8,1	76
16-17	4644	171	6,402	20	0,132	17		109	1,5	13,0	122
17-18	6648	245	3,686	25	0,115	9,5		35	1,5	9,9	45
18-19	7861	289	3,039	25	0,136	13		40	3	27,7	67
19-20	13216	486	3,495	25	0,234	36		126	3	81,9	208
20-21	14429	531	3,057	32	0,144	10		31	6	62,0	93
21-22	19698	725	7,106	32	0,196	18		128	4,5	86,2	214
22-23	21339	785	6,2	32	0,218	22		136	7,5	177,7	314
23-24	21920	807	7,369	32	0,228	24		177	4,5	116,6	293
24-25	23606	869	6,143	32	0,238	26		160	11,5	324,7	2484
25-26	28633	1054	7,732	32	0,29	38	294	1,5	62,9	357	
26-27	32972	1214	9,426	32	0,334	50	471	1,5	83,4	555	
27-1'	39170	1442	6,91	40	0,3	34	235	17,5	785,1	1020	
			156,77								14759
Стояк 17 $\Delta P_p = 331$ Па											

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
14-28	1836	68	3,3	20	0,052	2,4		8	58	78	86
28-29	918	34	0,966	15	0,093	14		14	10,5	45	59
29-15	1851	68	3,3	20	0,079	7		23	42,5	132	155
			7,57								300
Стояк 16 ΔPp = 4010 Па											
13-30	942	35	4,023	20	0,027	0,95		4	60,5	22	1026
30-31	942	35	0,967	15	0,05	3,2		3	10,5	13	16
31-16	942	35	4,023	20	0,027	0,95		4	2	0,7	1505
			9,013								2547
Увязка балансировочными клапанами Vallorex и Vallofix настройка "1.0"											
Стояк 15 ΔPp = 4249 Па											
12-32	2064	76	0,722	20	0,058	3,4		2	60	101	1103
32-33	1545	57	3,3	20	0,044	1,5		5	60	58	63
33-34	954	35	0,966	15	0,05	3,2		3	11,5	14	17
34-35	1545	57	3,3	20	0,044	1,5		5	12	12	17
35-17	2064	76	0,722	20	0,058	3,4		2	1	2	1504
			9,01								2704
Увязка балансировочными клапанами Vallorex и Vallofix настройка "2.0"											
Стояк 14а ΔPp = 4336 Па											
11-36	1213	45	2,943	15	0,061	4,5		13	32	59	73
37-18	1213	45	2,708	15	0,061	4,5		12	8	15	27
			5,651								100
Увязка балансировочными клапанами Vallorex и Vallofix настройка "2.5"											
Ветвь А ΔP = 4428 Па											
10-38	5355	197	2,554	15	0,269	100		255	14	505	760
39-19	5355	197	1,16	15	0,269	100		116	8	289	405
			3,714								1165
Увязка балансировочными клапанами Vallorex и Vallofix настройка "6.5"											
Стояк 14б ΔPp = 4861 Па											
9-40	1213	45	3,862	15	0,061	4,5		17	30	56	73
41-20	1213	45	3,292	15	0,061	4,5		15	5,5	10	25
			7,154								98
Увязка балансировочными клапанами Vallorex и Vallofix настройка "2.5"											
Ветвь Б ΔPp = 5504 Па											
8-42	5270	194	1,5	20	0,148	22		33	1,5	16	49
42-43	1213	45	3,862	20	0,035	1,2		5	32	20	24
43'-42'	1213	45	3,292	20	0,035	1,2		4	8	5	9
42-44	4057	149	3,899	20	0,116	14		55	3	20	75
44-45	2029	75	5,014	20	0,058	3,4		17	33,5	56	1073
45-46	838	31	6,106	20	0,025	0,85		5	40	12	18
46'-45'	838	31	5,494	20	0,025	0,85		5	12,5	4	9
45'-44'	2029	75	5,895	20	0,058	3,4		20	9,5	16	1536
44-47	2029	75	2,252	20	0,058	3,4		8	29	49	1056
47-48	838	31	6,106	20	0,025	0,85		5	39,5	12	17
48'-47'	838	31	5,494	20	0,025	0,85		5	12,5	4	9
47'-44'	2029	75	1,757	20	0,058	3,4		6	6,5	11	1517
44'-42'	4057	149	3,899	20	0,116	14		55	1,5	10	65

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
42'-21	5270	194	1	20	0,148	22		22	1,5	16	38
			55,57								5495
Стояк 11 $\Delta P_p = 6120$ Па											
7-49	1641	60	1,499	15	0,081	10		15	29	95	1110
49-50	451	17	4,015	15	0,024	1,5		6	30	9	15
50'-49'	451	17	3,75	15	0,024	1,5		6	7	2	8
49'-22	1641	60	1,275	15	0,081	10		13	5	16	1529
			10,54								2661
Увязка балансировочными клапанами Ballorex и Vallofix настройка "3,0"											
Стояк 10 $\Delta P_p = 6524$ Па											
6-51	581	21	1,539	20	0,018	0,65		1	29	5	6
51'-23	581	21	1,246	20	0,018	0,65		1	5	1	2
			2,785								7
Увязка балансировочными клапанами Ballorex и Vallofix настройка "0,5"											
Стояк 9 $\Delta P_p = 6695$ Па											
5-52	1687	62	3,006	32	0,033	0,5		2	28,5	15	17
52'-24	1687	62	3,098	32	0,033	0,5		2	5,5	3	5
			6,10								22
Увязка балансировочными клапанами Ballorex и Vallofix настройка "0,5"											
Ветка В $\Delta P_p = 11823$ Па											
4-53	4726	174	8,057	20	0,133	18		145	2	18	1163
53-54	803	30	6,278	15	0,041	2,6		16	34,5	29	45
54-55	569	21	2,516	15	0,03	1,9		5	1,5	1	5
55-56	441	16	4,134	15	0,022	1,4		6	33	8	14
55-57	129	5	5,758	15	0,008	0,5		3	31,5	1	1004
57'-55'	129	5	5,199	15	0,008	0,5		3	7	0,2	1503
56'-55'	441	16	3,651	15	0,022	1,4		5	8,5	2	7
55'-54'	569	21	2,516	15	0,03	1,9		5	1,5	1	5
54'-53'	803	30	6,443	15	0,041	2,6		17	10	8	25
53-59	3924	144	5,023	15	0,196	55		276	3	57	334
59-60	431	16	1,543	15	0,022	1,4		2	33,5	8	10
60'-59'	431	16	1,543	15	0,022	1,4		2	9,5	2	4
59-61	3493	129	16,465	15	0,176	45		741	4,5	69	810
61-62	3493	129	0,484	15	0,176	45		22	30	463	1485
62-63	2136	79	3,3	15	0,107	18		59	30	171	231
63-63'	2136	79	2,412	15	0,107	18		43	29,5	168	212
63'-62'	1178	43	3,3	15	0,058	4		13	5,5	9	22
62'-61'	2136	79	0,722	15	0,107	18		13	5,5	31	1544
61'-59'	3493	129	17,684	15	0,176	45		795,78	4,5	69	865
59'-53'	3924	144	4,859	15	0,196	55		267	3	57	325
53'-25	4726	174	8,364	20	0,133	18		151	2,5	22	1673
			110,25								11287
Ветка Г $\Delta P_p = 12905$ Па											
3-64	4339	160	3,698	20	0,124	16		59	1,5	11	1071
64-65	963	35	0,775	20	0,027	0,95		1	30	11	1012
65-66	2264	83	4,629	20	0,066	5		23	33	72	95
66'-65'	1301	48	4,377	20	0,037	1,3		6	10	7	13
65'-64'	3752	138	0,658	20	0,106	12		8	5,5	31	1539

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
64-67	587	22	4,16	15	0,03	1,9		8	31,5	14	22
67'-64'	587	22	3,847	15	0,03	1,9		7	7	3	10
64'-26	4339	160	3,79	20	0,124	16		61	1,5	11	1572
			25,93								5333
Увязка балансировочными клапанами Vallorex и Vallofix настройка "0,5"											
Ветка Д ΔРр = 14966 Па											
2-68	6197	228	3,669	25	0,106	8,5		31	1,5	8	1040
68-69	3765	139	19,046	25	0,066	3,6		69	6	13	82
69-75	123	5	4,931	15	0,008	0,5		2	31,5	1	3
75'-69'	123	5	4,84	15	0,008	0,5		2	7	0,2	3
69-70	3642	134	0,285	25	0,024	0,5		0,1	1	0,3	0,4
70-76	961	35	0,729	15	0,05	3,2		2	30	37,4	1040
76-77	838	31	5,537	15	0,044	2,8		16	36	35	50
77'-76'	838	31	5,737	15	0,05	3,2		18	11,5	14	33
76'-70'	961	35	0,724	15	0,05	3,2		2	5,5	7	1509
70-71	2682	99	4,009	25	0,046	1,6		6	6	6	13
71-78	1844	68	0,729	20	0,052	2,4		2	30	40	1042
78-79	838	31	5,537	20	0,025	0,85		5	36,5	11	16
79'-78'	838	31	5,737	20	0,025	0,85		5	12,5	4	9
78'-71'	1844	68	0,724	20	0,052	2,4		2	5,5	7	1509
71-72	838	31	4,14	20	0,076	6,5		27	1,5	4	31
72-80	838	31	5,537	20	0,025	0,85		5	36,5	11	16
80'-72'	838	31	5,737	20	0,025	0,85		5	12,5	4	9
72'-71'	838	31	4,098	20	0,076	6,5		27	1,5	4	31
71'-70'	2682	99	4,038	25	0,046	1,6		6	6	6	13
70'-69'	3642	134	0,285	25	0,024	0,5		0,1	1	0,3	0,4
69'-68'	3765	139	19,389	25	0,066	3,6		70	6	13	83
68-73	2432	90	3,051	15	0,125	24		73	1	8	81
73-81	1147	42	4,227	15	0,057	3,8		16	33	53	70
81-82	726	27	6,09	15	0,038	2,4		15	36	26	41
82'-81'	726	27	5,627	15	0,038	2,4		14	11,5	8	22
81'-73'	1147	42	3,66	15	0,057	3,8		14	8,5	14	28
73-74	1285	47	6,454	15	0,064	5,5		35	31,5	64	100
74-83	487	18	1,918	15	0,025	1,6		3	30	9	12
83'-74'	487	18	1,773	15	0,025	1,6		3	5,5	2	5
74'-73'	1285	47	6,854	15	0,064	5,5		38	7	14	52
73'-68'	2432	90	2,502	15	0,125	24		60	1	8	68
68'-27	6197	228	3,776	25	0,106	8,5		32	1,5	8	1540
			105,46								6532
Увязка балансировочными клапанами Vallorex и Vallofix настройка "2,0"											

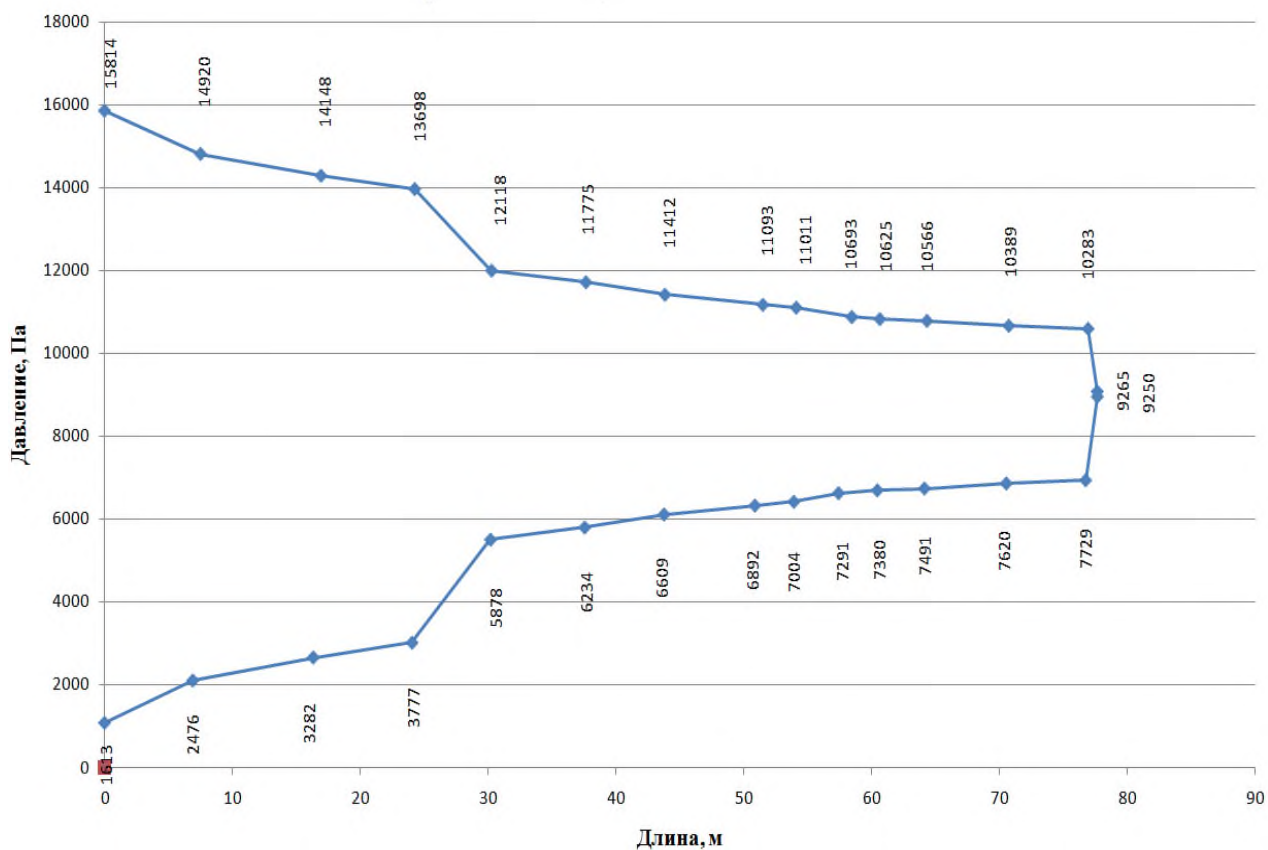


Рисунок 7 – Эпюра циркуляционного давления в магистралях и стояках системы отопления СО1

Потери давления в главном циркуляционном кольце:

$$(\Delta P_p - \sum P_{yч}) / \Delta P_p \cdot 100\% \leq 10\% \quad (27)$$

$$(15853 - 14759) / 15853 \cdot 100\% = 6,9\% \leq 10\%.$$

Принципиальная схема системы отопления СО2 – двухтрубной системы с верхней разводкой магистралей с тупиковым движением теплоносителя для отопления спортивного зала представлена на рисунке 8. Гидравлический расчет данной системы приведен в таблице 8.

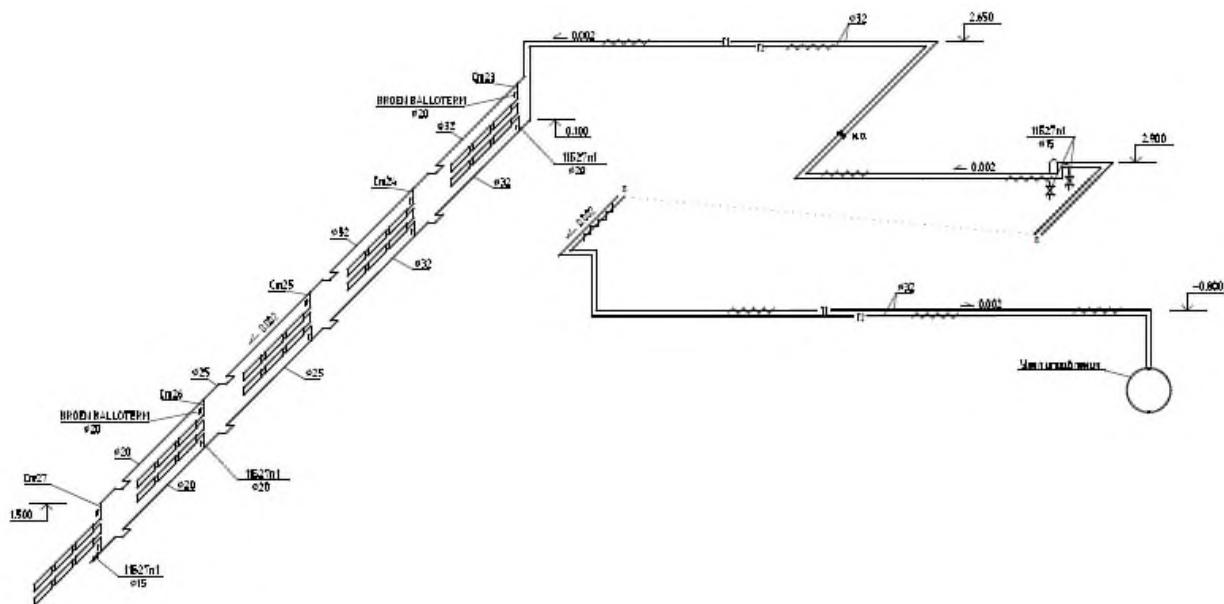


Рисунок 8 – Расчетная схема отопления спортивного зала CO2

Таблица 8 – Гидравлический расчет системы отопления CO2

№ участка	Q _{уч} , Вт	G _{уч} , кг/ч	l, м	d _у , мм	v, м/с	R, Па/м	R _{ср}	Rl, Па	∑ξ	Z, Па	(Rl+Z), Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Основное циркуляционное кольцо ΔP _p = 19718 Па											
1-2	26586	979	70	32	0,269	34	59,0	2380	40,5	1460,9	3841
2-3	21269	783	6,7	32	0,214	22		147	9	205,5	353
3-4	15952	587	6,7	32	0,161	13		87	9	116,3	203
4-5	10634	391	6,7	25	0,185	24		161	9	153,6	1814
5-a	5317	196	6,7	20	0,155	24		161	9	107,8	269
a-б	5317	196	2	20	0,155	24		48	58,5	700,6	4249
б-6	5317	196	6,7	20	0,155	24		161	9,5	113,8	275
6-7	10634	391	6,7	25	0,185	24		161	9,5	162,1	2323
7-8	15952	587	6,7	32	0,161	13		87	9,5	122,8	210
8-9	21269	783	6,7	32	0,214	22		147	9,5	216,9	364
9-1'	26586	979	70	32	0,269	34		2380	40,5	1460,9	3841
			195,6								17741
Стояк 27 ΔP _p = 4337 Па											
a-10	5317	196	0,63	20	0,155	24		15	1,5	18	1033
10-11	5317	196	2,88	20	0,155	24		69	42	503	572
11-б	5317	196	0,58	20	0,155	24		14	1,5	18	1532
			4,09								3137
Увязка балансирующими клапанами Vallohex и Vallofix настройка "2.5"											
Стояк 26 ΔP _p = 4880 Па											
5-12	5317	196	0,63	20	0,155	24		15	1,5	18	1033
12-13	5317	196	2,88	20	0,155	24		69	42	503	572
13-б	5317	196	0,58	20	0,155	24		14	1,5	18	1532
			4,09								3137
Увязка балансирующими клапанами Vallohex и Vallofix настройка "2.5"											

Продолжение таблицы 10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Стойк 25 $\Delta P_p = 9017$ Па											
4-14	5317	196	0,63	20	0,155	24		15	1,5	18	1033
14-15	5317	196	2,88	20	0,155	24		69	42	503	572
15-7	5317	196	0,58	20	0,155	24		14	1,5	18	1532
			4,09								3137
Увязка балансировочными клапанами Vallorex и Vallofix настройка "1.5"											
Стойк 24 $\Delta P_p = 9430$ Па											
3-16	5317	196	0,63	20	0,155	24		15	1,5	18	1033
16-17	5317	196	2,88	20	0,155	24		69	42	503	572
17-8	5317	196	0,58	20	0,155	24		14	1,5	18	1532
			4,09								3137
Увязка балансировочными клапанами Vallorex и Vallofix настройка "2.0"											
Стойк 23 $\Delta P_p = 10147$ Па											
2-18	5317	196	0,63	20	0,155	24		15	1,5	18	1033
18-19	5317	196	2,88	20	0,155	24		69	42	503	572
19-9	5317	196	0,58	20	0,155	24		14	1,5	18	1532
			4,09								3137
Увязка балансировочными клапанами Vallorex и Vallofix настройка "2.0"											

Потери давления в главном циркуляционном кольце:

$$(19718-17741)/19718 \cdot 100\% = 10,0\% \leq 10\%$$

Условие соблюдено.

4.3 Тепловой расчет нагревательных приборов

«Тепловой расчет отопительных приборов произведен по методике:

Тепловая мощность прибора, т.е. его расчётная теплоотдача $Q_{пр}$, Вт, определяется теплотребностью помещения за вычетом теплоотдачи теплопроводов, проложенных в этом помещении $Q_{тр}$ » [12].

«Теплоотдача отопительного прибора $Q_{пр}$, Вт, определяется по формуле:

$$Q_{пр} = q_{пр} \cdot F_{пр}, \quad (28)$$

где $q_{пр}$ – поверхностная плотность теплового потока прибора, Вт/м²;

$F_{пр}$ – расчётная площадь прибора, м².

Отсюда площадь поверхности отопительного прибора F_{np} , м²:

$$F_{np} = \frac{Q_{np}}{q_{np}}. \quad (29)$$

Требуемая теплоотдача прибора, Q_{np} , Вт, определяется по формуле:

$$Q_{np} = Q_n - \beta_{тр} \cdot Q_{тр}, \quad (30)$$

где Q_n – теплопотери помещения, Вт;

$\beta_{тр}$ – коэффициент, учитывающий долю теплоотдачи теплопроводов ($\beta_{тр}$ при прокладке труб открыто – 0,9; скрыто в глухой борозде стены – 0,5; замоноличенно в тяжёлый бетон – 1,8);
 $Q_{тр}$ – суммарная теплоотдача проложенных в пределах помещения нагретых труб стояка (ветви) и подводок, к которым непосредственно присоединён прибор, Вт» [12].

«Суммарную теплоотдачу теплопроводов $Q_{тр}$, Вт, находят по формуле:

$$Q_{тр} = l_v q_v + l_g q_g, \quad (31)$$

где q_v , q_g – теплоотдача 1 м вертикальных и горизонтальных труб в помещении, Вт/м, принимается [55];

l_v , l_g – длина вертикальных и горизонтальных труб в пределах помещения, м.

Расчётная плотность теплового потока для теплоносителя (воды):

$$q_{np} = \left(\frac{\Delta t_{cp}}{70} \right)^{1+n} \left(\frac{G_{np}}{360} \right)^p c q_{ном}, \quad (32)$$

где Δt_{cp} – средний температурный напор в отопительном приборе, с учётом понижения температуры воды в подающей магистрали и стояке, °С;

$G_{пр}$ – действительный расход воды в отопительном приборе, кг/ч» [12];

$q_{ном}$ – номинальная плотность прибора при стандартных условиях работы, Вт/м², [3];

n, p, c – коэффициенты [3, табл. 9.1, 9.2].

«Для двухтрубных систем водяного отопления, когда каждый нагревательный прибор подключается к подающей магистрали независимо, средний температурный напор Δt_{cp} , °С в отопительном приборе определяется по формуле:

$$\Delta t_{cp} = 0,5(t_г - t_o) - t_в, \quad (33)$$

где $t_в$ – температура внутри помещения, °С;

$t_г$ – температура воды на входе в прибор, °С;

t_o – температура воды на выходе из прибора, °С» [12].

«Расход воды в отопительном приборе $G_{пр}$, кг/ч:

$$G_{пр} = \frac{3,6Q_n}{c_в(t_г - t_o)}, \quad (34)$$

где $c_в$ – удельная массовая теплоёмкость воды, равная 4,19 кДж/(кг·°С).

Число секций радиаторов N , шт, определяют по формуле:

$$N = \frac{F_{пр} \beta_4}{f_{пр} \beta_3}, \quad (35)$$

где $f_{пр}$ – площадь поверхности нагрева одной секции, м² [55];

β_4 – коэффициент, учитывающий способ установки отопительных приборов» [33];

β_3 – коэффициент, учитывающий число секций в одном радиаторе:

$$\beta_3 = 0,92 + \frac{0,16}{F_{np}}, \quad (36)$$

«Число панельных радиаторов типа РСВ1 и РСВ2 рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{F_{np}}{f_1}, \quad (37)$$

где f_1 – площадь одной панели, m^2 » [55].

«Число элементов конвекторов без кожуха или ребристых труб в ярусе по вертикали или в ряду по горизонтали определяется по формуле:

$$N = \frac{F_{np}}{f_1 n}, \quad (38)$$

где n – число ярусов или рядов элементов, составляющих прибор;

f_1 – площадь одного элемента конвектора или одной ребристой трубы принятой длины, m^2 , принимается» [55].

«Длина греющей трубы l , м, в ярусе или в ряду гладкотрубного прибора составляет:

$$l = \frac{F_{np} \beta_4}{f_1 n}, \quad (39)$$

где f_1 – площадь открытой горизонтальной трубы принятого диаметра, m^2/m » [12].

Результаты теплового расчета отопительных приборов систем отопления представлены в таблицах 9, 10.

Таблица 9 – Тепловой расчет отопительных приборов системы отопления СО1

№ пом.	Q _{пом} , Вт	G _{пр} , кг/ч	t _{вх} , °C	t _{вых} , °C	Δt _{ср} , °C	q _{пр} , Вт/м ²	Q _{гр} , Вт	Q _{пр} , Вт	F, м ²	N, шт	Тип прибора	
102	1866	68,41	94,64	70	64,32	284,71	205,34	1681	5,91	2	КСК 20-1,311к	
103	519	19,01	94,64		62,32	180,77	95,44	433	2,39	1	КСК 20-0,918к	
104	531	19,45	94,64		62,32	250,93	95,44	444,7	1,77	1	КСК 20-0,787к	
109	895	32,81	94,64		60,32	191,15	84,61	819	4,28	1	КСК 20-1,573к	
113	526	19,27	94,64		60,32	173,69	95,44	440	2,53	1	КСК 20-0,918к	
117	480	17,60	94,64		60,32	170,88	84,61	404	2,36	1	КСК 20-0,918к	
120	915	33,53	94,64		62,32	259,95	84,61	839	3,23	1	КСК 20-1,180к	
123	441	16,15	94,64		62,32	247,00	84,61	364	1,48	1	КСК 20-0,655к	
124	233	8,56	94,64		62,32	156,58	84,61	157	1,00	1	КСК 20-0,479к	
127	592	21,69	94,64		62,32	185,12	84,61	516	2,79	1	КСК 20-0,479п	
											1	КСК 20-0,655к
128	2381	87,30	94,64		62,32	278,34	95,44	2295	8,24	4	КСК 20-0,787п	
129	1006	36,89	94,64		58,32	240,07	95,44	920	3,83	1	КСК 20-1,442к	
131	1183	43,38	94,64		58,32	242,81	165,61	1034	4,26	1	КСК 20-0,4п	
											1	КСК 20-1,311к
133	587	21,52	94,64		57,32	165,81	84,61	511	3,08	1	КСК 20-1,180к	
135	422	15,46	94,64		62,32	246,25	84,61	346	1,4	1	КСК 20-0,655к	
137	963	35,30	94,64		57,32	181,26	273,61	717	3,95	1	КСК 20-1,442к	
139	798	29,25	94,64		62,32	257,48	84,61	722	2,80	1	КСК 20-1,049к	
143	1972	72,30	94,64		66,32	297,43	84,61	1896	6,37	3	КСК 20-0,787к	
201	1836	68,86	94,09		64,05	283,26	315,44	1553	5,48	2	КСК 20-1,573к	
202	423	15,86	94,09		64,05	181,29	84,61	347	1,91	1	КСК 20-0,918к	
203	519	19,47	94,09		62,05	249,51	95,60	433	1,74	1	КСК 20-0,655к	
204	460	17,25	94,09		62,05	176,62	95,60	374	2,12	1	КСК 20-0,787к	
205	494	18,50	94,09		62,05	178,87	95,60	407	2,28	1	КСК 20-0,918к	
211	366	13,71	94,09		62,05	242,78	85,44	289	1,19	1	КСК 20-0,655к	
214	1687	63,24	94,09		57,05	242,24	452,75	1279	5,28	1	КСК 20-1,966к	
216	1178	44,18	94,09		64,05	274,60	85,44	1101	4,01	1	КСК 20-1,442к	
217	129	4,83	94,09		64,05	146,35	85,44	52	0,35	1	КСК 20-0,4к	
220	487	18,27	94,09		64,05	185,98	85,44	410	2,21	1	КСК 20-0,918к	
221	4046	151,7	94,09	64,05	272,22	427,20	3661	13,5	5	КСК 20-0,4п		
										5	КСК 20-0,655к	
222	658	24,67	94,09	58,05	172,74	85,44	581	3,36	1	КСК 20-1,311к		
224	1301	48,79	94,09	60,05	204,09	366,98	971	4,76	1	КСК 20-1,704к		
226	958	35,91	94,09	64,05	210,03	85,44	881	4,19	1	КСК 20-1,573к		

Таблица 10 – Тепловой расчет отопительных приборов системы отопления СО2

№ пом	Q _{пом} , Вт	G _{пр} , кг/ч	t _{вх} , °C	t _{вых} , °C	Δt _{ср} , °C	q _{пр} , Вт/м ²	Q _{гр} , Вт	Q _{пр} , Вт	F, м ²	N, шт	Тип прибора
101	26586	32,81	93	82,97	64,97	191,15	210,8	819	4,28	10	КСК 20-1,573к
		68,41	93	82,97	64,97	284,71	240,9	1681	5,91	10	КСК 20-1,311к
		68,41	93	82,97	64,97	284,71	270,7	1681	5,91	10	КСК 20-1,311к

В системах отопления CO1 и CO2 здания спортивного комплекса «Атлант» запроектированы местные нагревательные приборы – конвекторами настенного типа «Универсал ТБ». В помещениях бассейнов и спортзала конвекторы запроектированы в зашивке и приняты без кожуха.

Отопительные приборы обеспечивают в помещениях поддержание расчетной температуры. Отопительные приборы на путях эвакуации устанавливаются на высоте 2,0 м от пола.

Крепление отопительных приборов производится к стенам.

Запорная арматура устанавливается на подающих ветвях системы и стояках.

Для гидравлической регулировки систем предусмотрена установка балансировочных клапанов Ballorex Venturi DRV – на обратных стояках и ветвях систем. Клапаны «Баллорекс» на стояках используются для опорожнения системы. Теплоотдача отопительных приборов регулируется терморегуляторами. В верхних точках систем установлены воздухоотводчики, в нижних спускники.

4.4 Расчет и подбор отопительного оборудования

$$G_{\text{тс}} = \frac{39170}{4,187(150 - 70)} = 116,93 \text{ кг/ч} = 0,116 \text{ т/ч};$$

$$G_{\text{со}} = \frac{39170}{4,187(95 - 70)} = 374,21 \text{ кг/ч} = 0,374 \text{ т/ч};$$

$$u = 2,2$$

$$G_{\text{н}} = 1,1 \cdot 2,2 \cdot 0,116 = 0,281 \text{ т/ч};$$

$$\Delta p_{\text{н}} = 14759 \cdot 1,15 = 16,97 \text{ кПа.}$$

Согласно данных характеристик, выбрано несколько вариантов циркуляционных насосов фирмы Grundfos [3]. Варианты насосов с их характеристиками изложены на рисунке 9.

4.5 Расчет систем напольного отопления

Для отопления дорожек бассейнов принята система отопления с параметрами теплоносителя 55 – 45 °С. Приготовление теплоносителя осуществляется в регулирующем узле систем напольного отопления.

Средняя температура пола для обходных дорожек крытых плавательных бассейнов 31 °С.

Способ укладки труб системы напольного отопления – зигзагообразный (змейка).

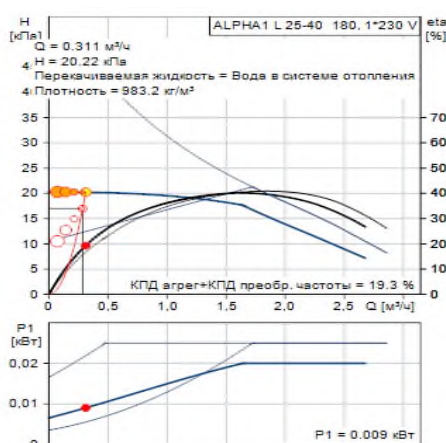
Для водогреваемых полов применяются металлополимерные трубы Valtec диаметром d20x2 мм, шаг укладки 500 мм на систему отопления пола бассейнов, 200 мм на систему отопления сидений бассейна для взрослых.

Тепловой поток контура Q , Вт, напольного отопления:

$$Q = qF_t, \quad (40)$$

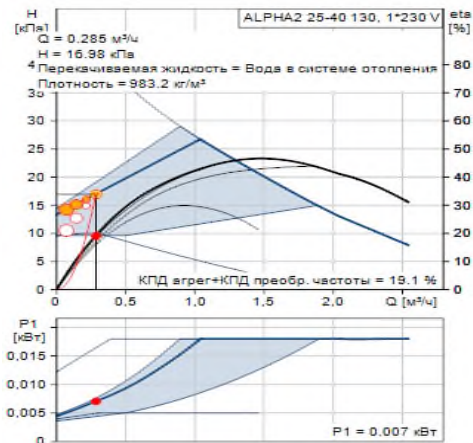
где q – удельная теплоотдача контура определяется по номограммам поставщика, Вт/м²;

F_t – площадь, занимаемая контуром, м².



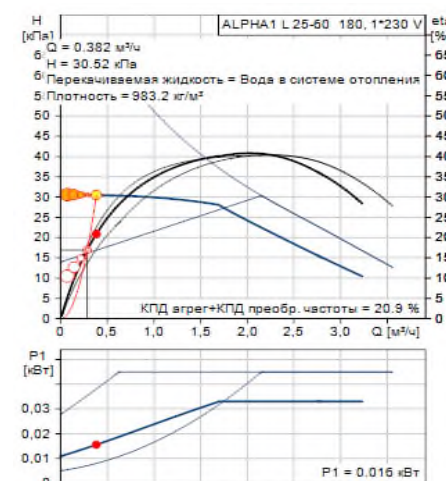
Номер продукта: 99199611
Индикатор склада: Подтверждается в заказе
Группа продукта: A2
Экономия тепловой энергии [UER/15 лет]: 78
U [В]: 230

Наименование продукции: ALPHA1 L 25-40 180
Прайс-лист без НДС [UER]: 137,00
Издержки за срок службы [UER/15 лет]: 224
Фаза: 1
Тип соединения: G



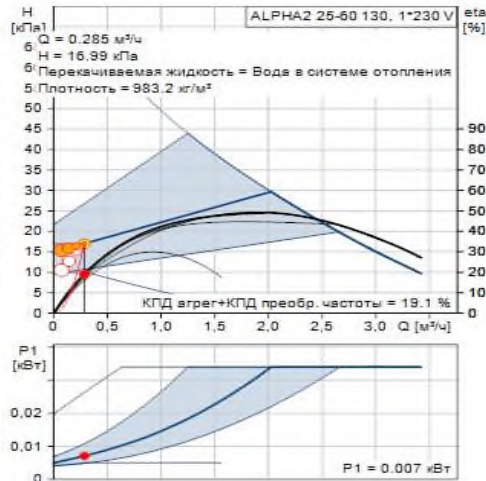
Номер продукта: 99411143
Индикатор склада: Подтверждается в заказе
Группа продукта: A2
Экономия тепловой энергии [UER/15 лет]: 78
U [В]: 230

Наименование продукции: ALPHA2 25-40 130
Прайс-лист без НДС [UER]: 207,00
Издержки за срок службы [UER/15 лет]: 271
Фаза: 1
Тип соединения: G



Номер продукта: 99199612
Индикатор склада: Подтверждается в заказе
Группа продукта: A2
Экономия тепловой энергии [UER/15 лет]: 78
U [В]: 230

Наименование продукции: ALPHA1 L 25-60 180
Прайс-лист без НДС [UER]: 161,00
Издержки за срок службы [UER/15 лет]: 303
Фаза: 1
Тип соединения: G



Номер продукта: 99411150
Индикатор склада: Подтверждается в заказе
Группа продукта: A2
Экономия тепловой энергии [UER/15 лет]: 78
U [В]: 230

Наименование продукции: ALPHA2 25-60 130
Прайс-лист без НДС [UER]: 237,00
Издержки за срок службы [UER/15 лет]: 304
Фаза: 1
Тип соединения: G

Рисунок 9 – Характеристики насосов для системы отопления CO1

Расход теплоносителя G , кг/ч, в расчетном контуре:

$$G = \frac{0,86Q}{\Delta t}, \quad (41)$$

где $\Delta t = (t_r - t_o)$ – расчетная разность температур подающего и обратного теплоносителя, °С.

Длина трубопровода контура L , м.п.:

$$L = \frac{F_t}{b}, \quad (42)$$

где b – шаг укладки трубопровода, м.

Гидравлическое сопротивление контура ΔP_t , Па:

$$\Delta P_t = 1,3LR, \quad (43)$$

где R – удельная потеря давления на трение трубы, Па/м.

Подбор насоса:

Расчет мощности источника тепла Q_n , кВт:

$$Q_n = \frac{S_n Q_{уд}}{1000}, \quad (44)$$

где S_n – отапливаемая площадь, м²;

$Q_{уд}$ – удельная тепловая потребность помещения Вт/м².

Расчет производительности насоса Q_{pu} , м³/час:

$$Q_{pu} = \frac{Q_n}{k_\tau \Delta t}, \quad (45)$$

где k_t – коэффициент теплоемкости жидкости, (если в качестве теплоносителя используется вода, то значение этого параметра – 1,164);

Δt – температурный перепад на входе и выходе системы, °С.

Расчет необходимой мощности (высоты) напора H_{pu} , м:

$$H_{pu} = \frac{R \times L \times ZF_t}{10000}, \quad (46)$$

где R – потери в трубах, Па/м;

L – протяженность контура отопления, м;

ZF – коэффициент гидравлического сопротивления фасонной и запорной арматуры системы (при отсутствии термостатического вентиля в системе он равен 1,3, а при его наличии – 2,2).

Расчет контуров напольного отопления и подбор насосов, коллекторных групп приведен в таблицах 11, 12, 13.

Таблица 11 – Расчет контуров напольного отопления РУ-1

№ по м.	Обозначение контура	Площадь контура F_t , м ²	Тепловой поток контура Q , Вт	Расход G , кг/ч	Диаметр труб, мм	Шаг b , мм	Длина труб L , м.п.	Уд. потеря давления на трение трубы, R , Па/м	Потери давления ΔP_t , кПа
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Регулирующий узел №1									
219	A1	49,1	2798	241	20x2	0,5	60,9	110	8,71
219	A2	31,8	1814	156	20x2	0,5	51,7	85	5,71
			4612				112,6		14,42

Подбор насоса:

$$Q_n = 4,612 \text{ кВт},$$

$$Q_{pu} = 4,612 \text{ кВт} / (1,164 \cdot 10 \text{ °С}) = 0,4 \text{ м}^3/\text{час},$$

$$H_{pu} = (110 \text{ Па} \cdot 60,9 \text{ м} \cdot 2,2 + 85 \text{ Па} \cdot 51,66 \text{ м} \cdot 2,2) / 10000 = 2,44 \text{ м}.$$

График подбора циркуляционного насоса производителя представлен на рисунке 10.

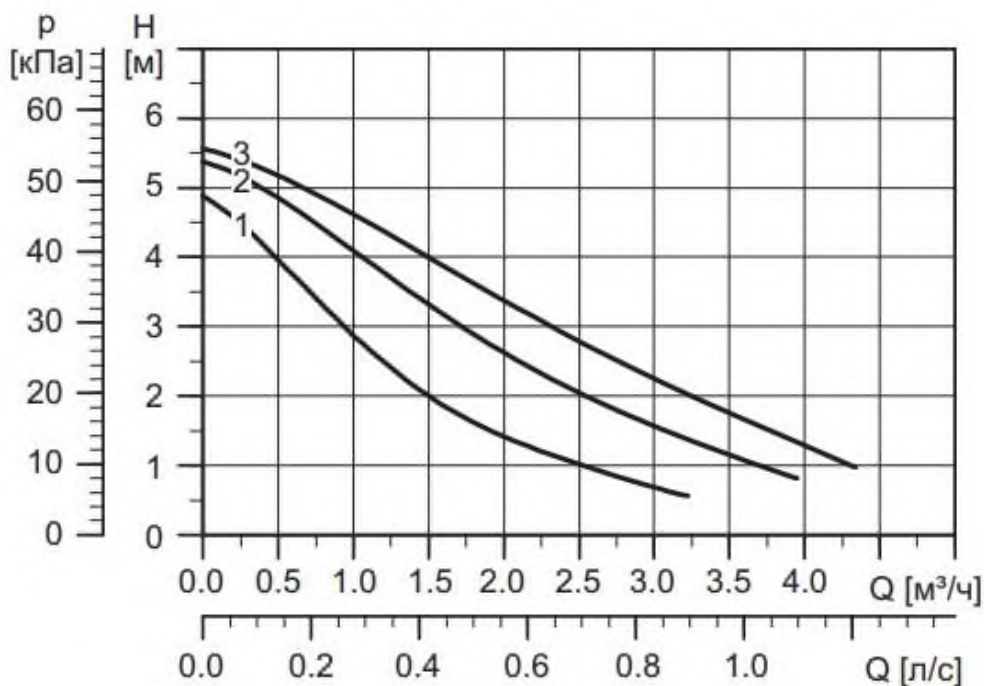


Рисунок 10 – Характеристика циркуляционный UPS 25 – 60 Grundfos

Согласно графика и расчетов подобран насос циркуляционный UPS 25 – 60 Grundfos со следующими характеристиками:

Тип – циркуляционный.

Вид – насос с «мокрым ротором».

Рабочая среда – вода.

Максимальный напор = 6 м.

Номинальный напор = 3.17 м.

Максимальный расход = 4.4 м³/ч.

Номинальный расход = 2.17 м³/ч.

Температура рабочей среды = плюс 2 °С...плюс 110 °С.

Температура окружающей среды = 0 °С...плюс 40 °С.

Максимальное рабочее давление = 10 бар.

Напряжение питания = 1x230 В / 50 Гц.

Ток при скорости 3 = 0.28 А.

Подключение питания – однофазный.

Максимальная потребляемая мощность = 60 Вт.

Материал корпуса – чугун.

Цвет корпуса – красный.

Вес (нетто) = 2.6 кг.

Проход условный = 25 мм.

Управление – трёхступенчатое (для создания наиболее экономичного режима электродвигатель имеет 3 скорости вращения, переключение скоростей производится вручную).

Присоединение - резьбовое: внутренняя резьба R1", наружная резьба G1-1/2".

Особенности конструкции: насос встроен в линию.

Комплект присоединительный – в комплекте с гайками.

Комплект поставки: насос – 1 шт., присоединительная гайка – 2 шт., уплотнение для резьбового соединения – 2 шт.

Подбор коллекторной группы для регулирующего узла (рисунок 11).



Рисунок 11 – Коллекторная группа Tim(КА003) 1”ВР, 3 отвода 3/4”З

Коллекторный блок служит для распределения потоков по контурам теплого пола, где в качестве теплоносителя используется вода либо

незамерзающие растворы гликоля с максимальной рабочей температурой 70 °С, рабочим давлением до 6 бар. Серия КА для теплого пола – Расходомер на каждом контуре (на подаче) для индикации и регулировки расхода теплоносителя. Оптимальные регулирующие вентили на обратном патрубке, с возможностью замены колпачка ручного или дистанционного регулирования на сервопривод. В комплект входят шаровые краны с термометрами и воздухоотводчики со сливными кранами.

Производитель – Tim

Вид – коллекторная группа

Тип коллектора – проходной

Тип управления – регулируемый

Материал – латунь

Количество отводов – 3

Тип соединения у отвода – резьбовой

Диаметр резьбы у отвода, дюйм – 3/4

Диаметр резьбы выходного соединения, дюйм – 1

Диаметр резьбы входного соединения, дюйм – 1

Комплектация – воздухоотводчик, кран, кронштейны, расходомер, сливной кран, термометр

Назначение – теплый пол

Расходомер – есть

Kvs – 1.3

Рабочая среда – вода, гликоль

Тип соединения у отвода – резьбовой

Тип резьбы у отвода – наружная

Тип подключения выходного соединения – резьбовой

Тип резьбы выходного соединения – внутренняя

Тип подключения входного соединения – резьбовой

Тип резьбы входного соединения – внутренняя

Таблица 12 – Расчет контуров напольного отопления РУ-2

№ пом.	Обозначение контура	Площадь контура $F_t, \text{ м}^2$	Тепловой поток контура $Q, \text{ Вт}$	Расход $G, \text{ кг/ч}$	Диаметр труб, мм	Шаг $b, \text{ мм}$	Длина труб $L, \text{ м.п.}$	Уд. потеря давления на трение трубы, $R, \text{ Па/м}$	Потери давления $\Delta P_t, \text{ кПа}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Регулирующий узел № 2									
219	Б1	66,2	3771	324	20x2	0,5	72,6	170	16,05
219	Б2	6,9	1045	90	20x2	0,2	51,6	19	1,28
			4816						17,32

Подбор насоса:

$$Q_n = 4,612 \text{ кВт},$$

$$Q_{pu} = 4,612 \text{ кВт} / (1,164 \cdot 10 \text{ }^\circ\text{C}) = 0,4 \text{ м}^3/\text{час},$$

$$H_{pu} = (110 \text{ Па} \cdot 60,9 \text{ м} \cdot 2,2 + 85 \text{ Па} \cdot 51,66 \text{ м} \cdot 2,2) / 10000 = 2,44 \text{ м}.$$

Согласно графика подбора циркуляционного насоса производителя подобран насос циркуляционный UPS 25 - 60 Grundfos.

Подбор коллекторной группы:

Коллекторная группа Tim(КА003) 1” ВР, 3 отвода 3/4”3.

Таблица 13 – Расчет контуров напольного отопления РУ-3

№ пом.	Обозначение контура	Площадь контура $F_t, \text{ м}^2$	Тепловой поток контура $Q, \text{ Вт}$	Расход $G, \text{ кг/ч}$	Диаметр труб, мм	Шаг $b, \text{ мм}$	Длина труб $L, \text{ м.п.}$	Уд. потеря давления на трение трубы, $R, \text{ Па/м}$	Потери давления $\Delta P_t, \text{ кПа}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Регулирующий узел №3									
	В1	33,2	1892	162,8	20x2	0,5	51,6	44	2,95
	В2	25,6	1460	125,5	20x2	0,5	43,9	33	1,88
			3352						4,84

Подбор насоса:

$$Q_n = 2,306 \text{ кВт},$$

$$Q_{pu} = 2,306 \text{ кВт} / (1,164 \cdot 10 \text{ }^\circ\text{C}) = 0,2 \text{ м}^3/\text{час},$$

$$H_{pu} = (44 \text{ Па} \cdot 51,6 \text{ м} \cdot 2,2 + 33 \text{ Па} \cdot 43,92 \text{ м} \cdot 2,2) / 10000 = 0,82 \text{ м}.$$

Согласно графика подбора циркуляционного насоса производителя подобран насос циркуляционный UPS 25 - 60 Grundfos.

Подбор коллекторной группы:

Коллекторная группа Тiм(КА003) 1” ВР, 3 отвода 3/4”.

Выводы к разделу 4.

В данном разделе представлен гидравлический расчет запроектированных систем отопления, их в данном проекте четыре: первая – двухтрубная система с нижней разводкой магистралей с тупиковым движением теплоносителя для административных и вспомогательных помещений; вторая – система с верхней разводкой магистралей для спортзала; третья и четвертая – системы с нижней разводкой магистралей для бассейнов. Также осуществлен расчет и подбор отопительного оборудования: запроектированы в качестве приборов отопления в помещениях конвекторы настенного типа «Универсал ТБ», помещениях хранения хлора и реагентов – регистры из гладких труб.

Поддержание температурного режима в системах теплоснабжения будут выполнять регулирующие клапаны, управляемые контроллером в зависимости от температуры наружного воздуха, для циркуляции теплоносителя в системах теплоснабжения, отопления предусмотрена установка насосов с частотным преобразователем, фирмы «GRUNDFOS», для трубопроводов теплового узла предусмотрена тепловая изоляция «K-FLEX» с покровным слоем алюминиевой фольгой.

У входа в вестибюль предусмотрено устройство воздушно-тепловой завесы фирмы «Тепломаш», завеса располагается над проемом дверей, имеет электрический источник тепла.

5 Вентиляция и кондиционирование воздуха

5.1 Определение требуемых воздухообменов

В спортивных, тренажерных залах расход воздуха принимаем по санитарной норме: 80 м³/ч – на одного спортсмена; 20 м³/ч – на одного зрителя. В залах бассейнов также воздухообмен принимается по расчету воздухообмена. Для остальных помещений расход воздуха принимается по кратности [26].

Расход вентилируемого воздуха по нормируемой кратности L , м³/ч:

$$L = kV, \quad (47)$$

где k – кратность воздухообмена, ч⁻¹, принимается по [3], [4], [10], [20];

V – внутренний объем помещения, м³.

Воздухообмен по всем помещениям представлен в таблице Г. 1 (Приложение Г).

5.1.1 Расчет большого бассейна

Холодный период: $t_{в}^{ХП} = 28$ °С, $\phi_{в} = 50$ %, $v = 0,1$ м; $t_{н} = -27$ °С, $J_{н} = -26,6$ кДж/кг, $d_{н} = 0,3$ г/кгс.в., $\phi_{н} = 84$ %.

Теплый период: $t_{в}^{ТП} = 28$ °С, $\phi_{в} = 60$ %, $v = 0,1$ м; $t_{н} = 25$ °С, $J_{н} = 52,8$ кДж/кг, $d_{н} = 10,8$ г/кгс.в., $\phi_{н} = 54$ %.

Температура воды в бассейне равна $t_w = 27$ °С, температура поверхности воды $t_{пв} = 26$ °С.

Площадь ванны бассейна $F_{отк} = 273,9$ м².

Размеры помещения: 14,5 м x 29,7 м, высота помещения – 6,2 м.

Площадь обходных дорожек: $F_{дор} = 146,15$ м².

Число пловцов: $N = 20$ человек.

Температура воздуха рабочей зоны: $t_b = 28$ °С.

Теплопоступления от системы отопления: $Q_{с.о} = 23808$ Вт.

Теплопоступления от нагретых обходных дорожек: $Q_{дор} = 4308$ Вт.

Потери теплоты на нагрев воды в ванной бассейна: $Q_{вод} = 2191,2$ Вт.

Избытки явного тепла:

$$\sum Q_{яТП} = Q_{сол} + Q_{люд} + Q_{дор} - Q_{вод} = 6835 + 935,40 + 4308 - 2191,20 = 9887,20 \text{ Вт.}$$

$$\sum Q_{яХП} = Q_{осв} + Q_{люд} + Q_{дор} - Q_{вод} = 2597 + 935,40 + 4308 - 2191,20 = 5649,20 \text{ Вт.}$$

Влаговыведения от людей:

Формула общего поступления влаги от пловцов M_w , г/час:

$$M_w = m_w N, \quad (51)$$

где m_w – удельное выделение влаги одним человеком, г/час·чел,

по [54, табл. 2.2].

Поступление влаги с поверхности воды:

$$W_{\delta} = A \cdot F \cdot \delta_{исп} \cdot (d_w - d_s) / 1000, \quad (52)$$

где A – коэффициент, учитывающий интенсификацию испарения с поверхности воды при наличии купающихся по сравнению со спокойной поверхностью. $A = 1,5$;

F – площадь зеркала воды, m^2 ;

$\delta_{исп}$ – коэффициент испарения, $кг/м^2 \cdot ч$.

$$\delta_{исп} = 25 \cdot 19V, \quad (53)$$

где V – подвижность воздуха над ванной бассейна, $V = 0,1$ м/с.

$$\delta_{исп} = 25 \cdot 19 \cdot 0,1 = 26,9 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{ч.}$$

Теплый период года:

$$d_b = 14,4 \text{ г/кг при } t_b = 28 \text{ }^\circ\text{C и } \phi_b = 60\%$$

$$d_w = 21,6 \text{ г/кг при } \phi = 100\% \text{ и } t_{пов} = t_w - 1 \text{ }^\circ\text{C} = 27 - 1 = 26 \text{ }^\circ\text{C.}$$

$$W_{\deltaТП} = 1,5 \cdot 273,9 \cdot 26,9 \cdot (21,6 - 14,4) / 1000 = 79,57 \text{ кг/час.}$$

Холодный период года:

$$d_b = 13,5 \text{ г/кг при } t_b = 28 \text{ }^\circ\text{C и } \phi_b = 50 \%$$

$d_w = 21,6$ г/кг при $\phi = 100\%$ и $t_{пов} = t_w - 1\text{ }^\circ\text{C} = 27 - 1 = 26\text{ }^\circ\text{C}$.

$W_{6ХП} = 1,5 \cdot 273,9 \cdot 26,9 \cdot (21,6 - 13,5) / 1000 = 106,1$ кг/час.

Площадь смоченной части обходных дорожек составляет 0,45 от всей их площади.

Количество испаряемой влаги с обходных дорожек $W_{од}$, г/ч:

$$W_{од} = 6,1 \cdot (t_с - t_{мт}) \cdot F, \quad (54)$$

где $t_{мт}$ – температура мокрого термометра в теплый период времени

$t_{мт} = 22\text{ }^\circ\text{C}$; температура мокрого термометра в холодный период времени $t_{мт} = 20,3\text{ }^\circ\text{C}$.

$W_{одГП} = 6,1 \cdot (28 - 22) \cdot 143,6 \cdot 0,45 = 2365,09$ г/ч.

$W_{одХП} = 6,1 \cdot (28 - 20,3) \cdot 143,6 \cdot 0,45 = 3035,20$ г/ч.

Общее поступление влаги:

$\sum W_{ГП} = W_{пл} + W_6 + W_{од} = 3,86 + 79,57 + 2,37 = 86,29$ кг/ч.

$\sum W_{ХП} = W_{пл} + W_6 + W_{од} = 3,86 + 106,10 + 3,04 = 113,49$ кг/ч.

Расчет влаговыделений в основных помещениях спортивного комплекса представлен в таблице 14.

Таблица 14 – Влаговыведения в основных помещениях спорткомплекса

Люди	N, чел	Категория работ по тяжести ГОСТ 12.1.005-88	t _в , °C		m _w в ХП, г/чел	m _w в ТП, г/чел	M _w , гр/ч		W _б , кг/ч		W _{од} , кг/ч	
			ХП	ТП			ХП	ТП	ХП	ТП	ХП	ТП
Бассейн 25x11												
Спортсмены	20м+ж	Тяжелая работа	28	28	221,77+188,50	221,77+188,50	4102,75	4102,75				
Тренеры	2м+ж	Легкая работа	28	28	136+115,60	136+115,60	251,60	251,60				
Σ:							4354,35	4354,35	106,10	79,57	3,04	2,37
Спортзал 30x18												
Спортсмены	20м+ж	Тяжелая работа	18	18	218+185,30	218+185,30	4033,00	4033,00				
Тренеры	2м+ж	Легкая работа	18	18	128+108,80	128+108,80	236,80	236,80				
Зрители	78ж+м	Легкая работа	18	18	128+108,80	128+108,80	9235,20	9235,20				
Σ:							13505,00	13505,00				
Детский бассейн												
Спортсмены	20дети	Тяжелая работа	30	30	178,39	178,39	3567,75	3567,75				
Тренеры	2ж+м	Легкая работа	30	30	150+127,50	150+127,50	277,50	277,50				
Σ:							3845,25	3845,25	26,63	19,85	1,26	0,95
Шейпингзал (116, 201)												
Спортсмены	10ж	Тяжелая работа	18	21	185,30	213,35	1853,00	2133,50				
Σ:							1853,00	2133,50				
Тренажерный зал												
Спортсмены	12	Тяжелая работа	18	21	218	251	2616,00	3012,00				
Σ:							2616,00	3012,00				
Зал боксеров												
Спортсмены	17	Тяжелая работа	18	18	218	218	3706,00	3706,00				
Σ:							3706,00	3706,00				

Формула полной теплоты, $\sum Q_n$, кДж/ч:

$$\sum Q_n = Q_{скр.б.} + Q_{скр.дор} + Q_{скр.люд} + 3,6 \sum Q_{я}, \quad (55)$$

$$\text{где } Q_{скр.бТП} = W_b \cdot (2501,3 - 2,39 \cdot t_{н.в.}), \quad (56)$$

$$Q_{скр.дорТП} = W_{од} \cdot (2501,3 - 2,39 \cdot t_{од}), \quad (57)$$

$$Q_{скр.людТП} = n \cdot (q_{пол} - q_{я}) \cdot 3,6 = (Q_{пол.люд} - Q_{яв.люд}) \cdot 3,6. \quad (58)$$

Теплый период года:

$$Q_{скр.бТП} = 79,57 \cdot (2501,3 - 2,39 \cdot 26) = 194083,96 \text{ кДж/ч.}$$

$$Q_{скр.дорТП} = 2,37 \cdot (2501,3 - 2,39 \cdot 31) = 5752,49 \text{ кДж/ч.}$$

$$Q_{скр.людТП} = (3862,80 - 935,40) \cdot 3,6 = 10538,64 \text{ кДж/ч.}$$

$$\sum Q_{нТП} = 194083,96 + 5752,49 + 10538,64 + 3,6 \cdot 9887,20 = 245969,01 \text{ кДж/ч.}$$

Холодный период года:

$$Q_{скр.бХП} = 106,1 \cdot (2501,3 - 2,39 \cdot 26) = 258794,88 \text{ кДж/ч.}$$

$$Q_{скр.дорХП} = 3,04 \cdot (2501,3 - 2,39 \cdot 31) = 7378,72 \text{ кДж/ч.}$$

$$Q_{скр.людХП} = (3862,80 - 935,40) \cdot 3,6 = 10538,64 \text{ кДж/ч.}$$

$$\sum Q_{нХП} = 258794,88 + 7378,72 + 10538,64 + 3,6 \cdot 5649,20 = 297049,36 \text{ кДж/ч.}$$

Для определения воздухообмена выбирают одну формулу воздухообмена (для явного тепла, полного тепла, для влаги и т.п.) в зависимости от величины луча процесса:

$$\varepsilon = \frac{3600 \cdot Q_{изб}^n}{W} \quad (59)$$

Если $\varepsilon > 4000$, то расчет ведут по избыткам явного тепла;

Если $3000 \leq \varepsilon \leq 4000$, то расчет ведется по полному теплу и влаге;

Если $\varepsilon < 3000$, то расчет только по влаге.

Тепловлажностное соотношение, ε , кДж:

Тёплый период.

В теплый период года рассматривается прямоточный процесс обработки воздуха.

Луч процесса:

$$\varepsilon = \frac{3600 \cdot 245969,01}{86,29} = 2850,5 \approx 2850 < 3000 \text{ кДж/кг} \quad - \quad \text{следовательно}$$

воздухообмен определяется только на удаление влаги.

Параметры точек в теплый период года предсавлены в таблице 15. Процесс обработки воздуха представлен на рисунке 12.

Таблица 15 - Параметры точек в теплый период года

Точка	t, °С	I, кДж/кг	d, г/кг	φ, %
В	28	64,5	14,2	60
У	29	74,4	17,7	70
П	27	54,5	10,8	49
Н	25	52,8	10,8	54

Расчет производится по влаге:

$$G_n = \frac{W}{(d_y - d_n)}, \quad (60)$$

$$G_n = \frac{86290}{(17,7 \times 10,8)} = 12505,8 \approx 12506 \text{ кг/ч}$$

Определяются объёмные расходы:

$$L = \frac{G}{\rho}, \quad \rho = \frac{353}{273 + t}$$

$$\rho = \frac{353}{273 + 27} = 1,176 \approx 1,18 \text{ кг/м}^3, \quad L_n = \frac{12506}{1,18} = 10598 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Холодный период.

С целью экономии в холодный период предусматривается рекуперационная обработка воздуха.

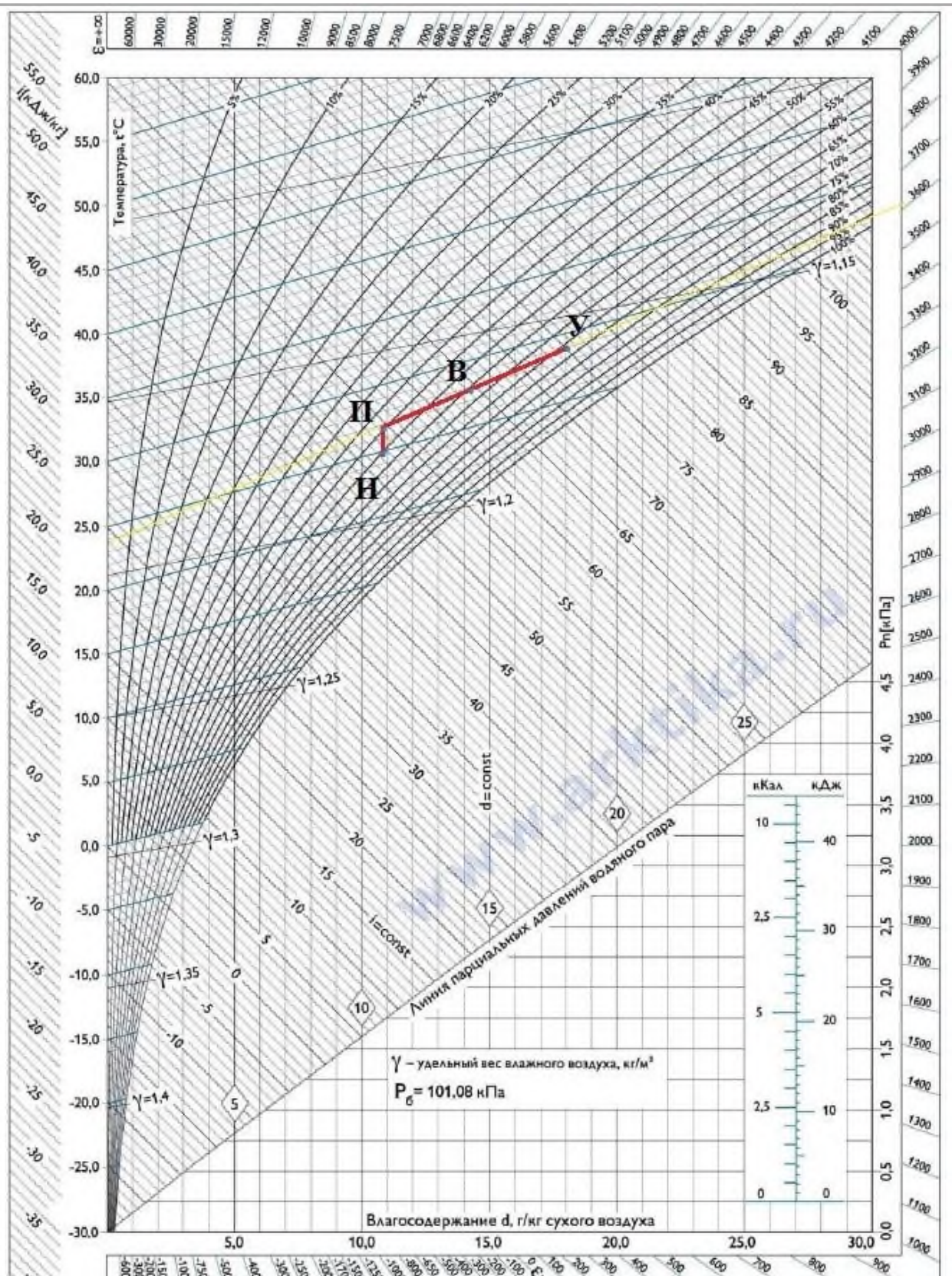


Рисунок 12 – Процесс обработки воздуха в тёплый период года

Луч процесса:

$$\varepsilon = \frac{3600 \cdot 297049,36}{113,49} = 2617,4 \approx 2617 < 3000 \text{ кДж/кг} \quad - \quad \text{следовательно,}$$

воздухообмен определяется только на удаление влаги.

Параметры точек в теплый период года предсавлены в таблице 16.

Процесс обработки воздуха представлен на рисунке 13. Задаёмся, что параметры приточного воздуха равны внутреннему. Следовательно, смесь должна соответствовать положению точки П', расположенной на один градус ниже внутреннего воздуха, с учётом нагрева в вентиляторе.

Из формулы (60) определяется влагосодержание удаляемого воздуха:

$$d_y = \frac{W}{G_n} + d_n, \quad (61)$$

$$d_y = \frac{113490}{12506} + 14,2 = 23,32 / \text{кг} \text{ (наносим на луч процесса точку У)}$$

Строится линия смешения из т.У через т.П' до пересечения с постоянным влагосодержанием d_n , получаем точку до которой нужно нагреть наружный воздух т.Т.

Таблица 16 - Параметры точек в холодный период года

Точка	t, °C	I, кДж/кг	d, г/кг	φ, %
В	28	64,5	14,2	60
У	28,3	88	23,3	95
П'=С	27	63,5	14,2	64
Т	24,8	25	0,3	2
Н	-27	-26,6	0,3	83

Определяются соотношения наружного и рециркуляционного воздуха.

$$G_n = G_p + G_n - \text{воздушный баланс}$$

$$G_n \cdot d_n = G_p \cdot d_y + G_n \cdot d_n - \text{влажностный баланс.}$$

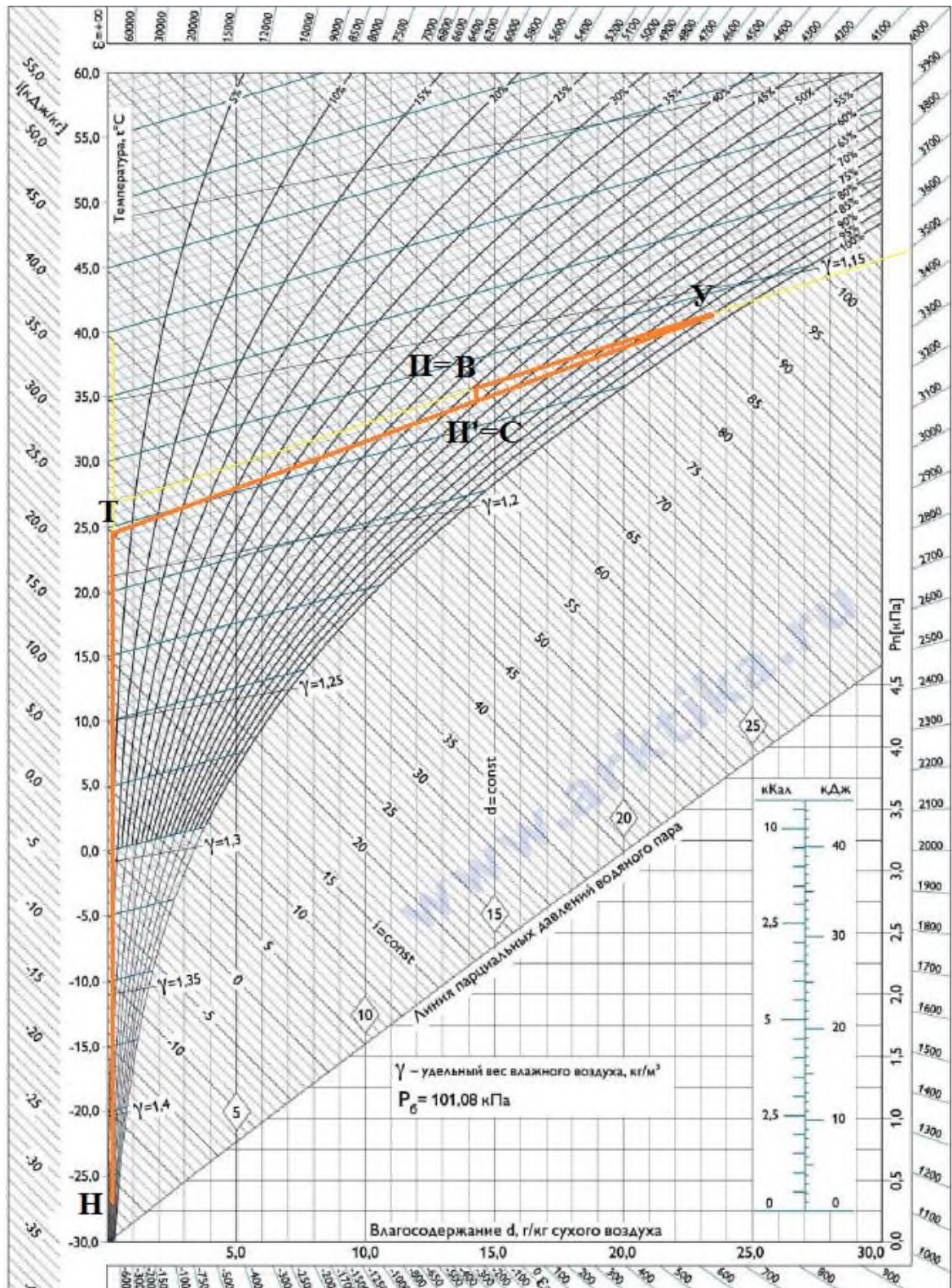


Рисунок 13 – Процесс обработки воздуха в холодный период года

Из уравнений балансов:

$$G_n = G_n \cdot \frac{d_y - d_n}{d_y - d_n} \quad (62)$$

$$G_n = 12506 \cdot \frac{23,3 - 14,2}{23,3 - 0,3} = 4948 \text{ кг/ч.}$$

$$G_p = G_n - G_n \quad (63)$$

$$G_p = 12506 - 4948 = 7558 \text{ кг/ч.}$$

$$G_n = \frac{86290}{(17,7 - 10,8)} = 12505,8 \approx 12506 \text{ кг/ч.}$$

Наружный нагретый воздух:

$$\rho = \frac{353}{273 + 24,8} = 1,185 \approx 1,19 \text{ кг/м}^3, L_n = \frac{4948}{1,19} = 4158 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Удаляемый воздух:

$$\rho = \frac{353}{273 + 28,3} = 1,171 \approx 1,17 \text{ кг/м}^3, L_n = \frac{7558}{1,17} = 6460 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

5.2 Выбор принципиальных решений конструирования

Проектом предусмотрена приточно-вытяжная вентиляция с механическим и естественным побуждением. Воздухообмен в бассейнах и спортивных залах определен расчетом на удаление теплоилагоизбытков с учетом минимальных норм подачи наружного воздуха на человека. В административных, бытовых, складских помещениях кратность воздухообмена принята согласно строительных норм.

Объединение помещений различного функционального назначения в единые системы вентиляции выполнено с учетом требований СП 60.13330.2020 и противопожарных норм [21], [15], [23].

Отдельные вытяжные вентиляционные системы запроектированы для следующих групп помещений:

- бассейн;
- бассейн для детей;
- спортзал;
- зал для боксеров;
- административные помещения;
- санузлы и душевые;
- помещения склада;
- технические помещения.

Вытяжка из помещений сбалансирована с притоком и осуществляется из верхней зоны, приточный воздух подается в верхнюю и нижнюю (помещения бассейнов) зоны.

Разводка воздуховодов по коридорам предусматривается за подшивным потолком. Крепление воздуховодов осуществляется к строительным конструкциям [50].

Воздуховоды изолированных участков воздуховода приняты из оцинкованной стали класса «П» ($b = 0,8$ мм); класса «Н» - в остальных случаях. Тепловая изоляция для воздуховодов принята из минеральной ваты «УРСА» [48]. Приточные установки приняты производства VTS (Польша). В качестве вытяжного оборудования приняты канальные вентиляторы в шумоизолированном корпусе фирмы «RUCK» и вытяжные установки фирмы «VTS».

В целях увеличения энергоэффективности здания системы ПВ1, ПВ2 предусмотрены с рекуперацией тепла.

Для удаления избыточной влаги в помещениях бассейнов предусмотрена установка конденсационных осушителей настенного типа CDP - 65.

Для снижения шума от вентиляционных агрегатов:

- предусмотрена установка шумоглушителей в воздуховодах;

– вентоборудование расположено под и над помещениями без постоянного пребывания людей [27, 28].

Управление вентустановками систем общеобменной вентиляции предусмотрено централизованное с пульта управления.

Технологическая система автоматизации работы приточных систем включает в себя:

- управление электродвигателем приточной системы;
- блокировка клапана наружного воздуха с электродвигателем вентилятора;
- контроль за параметрами наружного и внутреннего воздуха и теплоносителя;
- защита от обмерзания воздухонагревателя;
- защита от обмерзания рекуператора.

Автоматизацию и блокировку осуществляет система автоматического управления, поставляемая в комплекте с приточными установками.

Список систем:

- система ПВ1: Детский бассейн;
- система ПВ2: Большой бассейн;
- система ПЗ: Игровой спортзал;
- система П4: Душевые;
- система П5: Насосно–фильтровальная;
- система П6: Зал бокса;
- система П7: Сауна 1 этаж;
- система ВЗ: Тренажерный зал;
- система В4: Душевые спортзала;
- система В5: Медкабинет;
- система В6: Кабинеты 1, 2 этажей, гардероб;
- система В7: Санузлы;
- система В8: Санузел сауны;
- система В9: Комната отдыха сауны;

- система В10: Душевые раздевалок детского бассейна;
- система В11: Командные раздевалки 1 этаж;
- система В12: Подсобное помещение 1 этажа, комната обслуживающего персонала, кабинет главного инженера;
- система В13: Тренерская, раздевалка большого бассейна;
- система В14: Комната обслуживающего персонала 1 этаж;
- система В15: Шейпзал 1 этаж;
- система В16: Санузлы;
- система В17: Шейпзал 2 этаж;
- система В18: Насосно-фильтровальная;
- система В19: Кабинет инструктора, подсобное помещение, лаборатория анализа воды;
- система В20: Кабинеты 1, 2 этажей, машинный зал подвала;
- системы ВЕ1, ВЕ2: Залбокса;
- системы ВЕ3, ВЕ4: Игровой спортзал;
- система ВЕ5: Сауна;
- система ВЕ6: Электрощитовая;
- система ВЕ7: Шибер деревянный;
- система ВЕ8: Помещение хранения хлора;
- система ВЕ9: Помещение хранения реагентов.

Принципиальные схемы вентиляции приведены на прилагаемых чертежах.

Теплоснабжение воздухонагревателей осуществляется от теплового узла ввода, размещенного в помещении машинного зала. Трубопроводы диаметром более 40 мм выполнить из стальных электросварных труб (ГОСТ 10704-91), диаметром менее 40 мм – из стальных водогазопроводных труб (ГОСТ 3262-75). Теплоноситель системы теплоснабжения – вода с параметрами 95 – 70 °С.

Трубопроводы необходимо покрыть изоляцией из вспененного каучука «KFLEXST» толщиной 19 мм. В верхних точках обвязки воздухонагревателей

предусмотрен выпуск воздуха, в нижних – спускводы. Запорная арматура на подающих трубопроводах и регулирующая арматура на обратных предусмотрена фирмы BROEN.

Для регулирования температуры приточного воздуха на узлах обвязки воздухонагревателей предусмотрен узел автоматического регулирования параметров теплоносителя в зависимости от температуры наружного воздуха.

В комплект обвязки входят:

- клапан балансировочный ручной;
- клапан обратный латунный;
- клапан регулирующий (в комплекте с приточной установкой);
- насосы циркуляционные.

Основные решения по кондиционированию.

В летний период для поддержания комфортных параметров внутреннего воздуха вентиляция совмещена с системой кондиционирования.

Кондиционирование воздуха за проектировано сплит-системами на базе оборудования фирмы «KENTATSU». Системы работают в режиме рециркуляции (тепло–холод). Фреоновые трубопроводы и трубопроводы для слива конденсата проложить за подвесным потолком. В качестве трубопроводов холодоснабжения применены медные трубы. Изоляцию трубопроводов предусмотреть из трубок «KFLEXST» толщиной 13 мм. Хладагентом является фреон 410А.

Отвод конденсата от внутренних блоков подключить в систему канализации с установкой обратного клапана и гидрозатвора.

Внутренние блоки кондиционеров приняты кассетного и настенного типа.

Наружные блоки кондиционеров размещены на кровле здания с ограждением, исключающим доступ к ним посторонних лиц. Крепление наружных блоков предусмотрено к стене.

Управление работой внутренних блоков производится через индивидуальный пульт управления.

5.3 Аэродинамический расчет

Аэродинамический расчет производится с целью определения потерь давления по магистральному направлению воздуховода и увязки ответвлений для дальнейшего подбора оборудования.

Рекомендуемые скорости на участках для систем вентиляции:

- в воздухоприемных решетках 2 – 4 м/с;
- на магистральном направлении у вентилятора 5 – 8 м/с;
- для ответвлений 2 – 5 м/с;
- воздухозаборной шахте 4 м/с;
- для систем естественной вентиляции 1 - 1,5 м/с.

Ориентировочную площадь сечения воздуховода F_{op} , м², определяют по величине расхода воздуха на участке L и по рекомендуемой скорости движения воздуха v_{op} , м/с:

$$F_{op} = \frac{L}{3600 \cdot v_{op}}, \quad (64)$$

Предварительный диаметр воздуховода на участке (до ближайшего стандартного размера) d_{op} , мм:

$$d_{op} = 1000 \times \sqrt{4F_{op} / \pi} = 1130 \sqrt{F_{op}} \quad (65)$$

Размеры воздухопроводов принимаются строго в соответствии с [56].

Размеры сторон прямоугольных воздухопроводов подбирают также по ориентировочному сечению, т.е. чтобы $a \times b \approx F_{op}$ в соответствии с [56], с учетом того, что отношение сторон не должно превышать 1:3. Минимальное прямоугольное сечение составляет 100×150 мм, максимальное - 2000×2000 мм.

Уточняем скорость воздуха v_{ϕ} , м/с:

$$v_{\phi} = \frac{L}{3600F}, \quad (66)$$

где L – расход на данном участке воздуховода, м³/ч;

F – площадь сечения воздуховода, м^2 .

Эквивалентный диаметр для прямоугольных воздуховодов:

$$d_{\text{экв}} = \frac{2ab}{a+b}, \quad (67)$$

для круглых воздуховодов $d_{\text{экв}} = d$.

Удельные потери давления на трение R , Па/м :

$$R = \frac{(0,195v_{\phi})^{1,8}}{(d_{\text{экв}}/100)^{1,2}}, \quad (68)$$

Потери давления в местных сопротивлениях Z , Па :

$$Z = \sum \zeta \times P_{\text{д}}, \quad (69)$$

где $\sum \zeta$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений,

$P_{\text{д}}$ – динамическое давление на участке, Па .

Полные потери давления на участке, $P_{\text{уч}}$, Па :

$$P_{\text{уч}} = Rl + Z \quad (70)$$

Невязка потерь давления в ответвлениях и на магистрали не должна превышать 15%:

$$\frac{\Delta P_{\text{м}} - \Delta P_{\text{отв}}}{\Delta P_{\text{м}}} \times 100\% \leq 15\% \quad (71)$$

Если невязка больше 15%, то на ответвлении устанавливается дроссель-клапан.

В рамках данного проекта рассчитывается основное направление и ответвление систем притока и вытяжки системы ПВ2, ПВ1 и систем притока ПЗ – П6 таблицы Г.2 – 7 (Приложение Г).

5.4 Расчет и подбор оборудования

5.4.1 Расчет и подбор мощности кондиционеров

«Расчет мощности охлаждения Q , кВт производится по методике:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3, \quad (72)$$

$$Q_1 = \frac{S \cdot h \cdot q}{1000}, \quad (73)$$

где Q_1 – теплопритоки от окон, стен, пола и потолка, кВт;

Q_2 – теплопритоки от людей, кВт;

Q_3 – теплопритоки от бытовых приборов, кВт;

S – площадь помещения, m^2 ;

h – высота помещения, м;

q – коэффициент инсоляции, Вт/ m^2 :

для затененного помещения – 30, при средней освещенности – 35, с хорошей освещенностью – 40.

Теплопритоки от взрослого человека Q_2 : 0,1 кВт – в спокойном состоянии; 0,13 кВт – при легком движении; 0,2 кВт – при физической нагрузке.

Тепловые притоки от бытовых приборов Q_3 : 0,3 кВт – от компьютера; 0,2 кВт – от телевизора; для других приборов 30 % от максимальной потребляемой мощности.

Мощность кондиционера, сплит-системы должна лежать в диапазоне Q_{range} от минус 5 % до плюс 15 % расчетной мощности Q » [2, 60].

Все результаты расчета и подбора сплит-систем сведены в таблицу 17.

Описание одной из подобранных сплит-систем приведено в Приложении Г рисунок 13.

В летний период для поддержания комфортных параметров внутреннего воздуха вентиляция совмещена с системой кондиционирования.

Кондиционирование воздуха запроектировано сплит-системами на базе оборудования фирмы «KENTATSU». Системы работают в режиме рециркуляции (тепло - холод). Фреоновые трубопроводы и трубопроводы для слива конденсата проложить за подвесным потолком. В качестве трубопроводов холодоснабжения применены медные трубы. Изоляцию трубопроводов предусмотреть из трубок «K FLEX ST» толщиной 13 мм. Хладагентом является фреон 410А.

Отвод конденсата от внутренних блоков подключить в систему канализации с установкой обратного клапана и гидрозатвора.

Внутренние блоки кондиционеров приняты кассетного и настенного типа.

Наружные блоки кондиционеров размещены на кровле здания с ограждением, исключающим доступ к ним посторонних лиц. Крепление наружных блоков предусмотрено к стене.

Управление работой внутренних блоков производится через индивидуальный пульт управления.

Таблица 17 – Расчет сплит-систем

Уст ано вка	Наименование помещения	Номер кабине та	Площадь помещения, S, м.кв.	Высота помеще ния, h, м	Коэфф. инсоляции (освещенности солнцем), q, Вт/м.кв	Теплоприто ки от окон, стен, пола и потолка, Q1, кВт	Теплоприто ки от людей, Q2, кВт	Теплопритоки от бытов. Приборов, Q3- кВт	Компенсация тепловой нагрузки от приточного воздуха, кВт	Мощность охлаждения , Q, кВт	Рекомендуемый диапазон, Qrange, кВт	
											12	13
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
К1	Тренажерный зал	102	81,00	3,00	30,00	7,29	2,20	-	1,53	11,02	10,47	12,67
К2	Медкабинет	103	18,70	3,00	35,00	1,96	0,13	-	0,41	2,51	2,38	2,88
К3	Кабинет	104	18,20	3,00	35,00	1,91	0,13	0,30	0,40	2,74	2,61	3,15
К4	Вестибюль	128	98,70	3,00	30,00	8,88	1,30	-	1,87	12,05	11,45	13,86
К5	Шейпинг-зал	201	38,22	3,00	40,00	4,59	2,00	-	0,96	7,55	7,17	8,68
К6	Тренерская	202	12,41	3,00	35,00	1,30	0,39	-	0,83	2,53	2,40	2,91
К7	Кабинет директора	203	15,70	3,00	35,00	1,65	0,13	0,30	0,35	2,42	2,30	2,79
К8	Кабинет зам. директора	204	13,20	3,00	35,00	1,39	0,13	0,30	0,60	2,41	2,29	2,77
К9	Кабинет гл. бухгалтера	205	14,00	3,00	35,00	1,47	0,13	0,30	0,63	2,53	2,41	2,91
К 10												
К 11	Зал боксеров	221	158,00	3,00	40,00	18,96	3,66	-	3,98	26,60	25,27	30,59

Продолжение таблицы 17

Уст ано вка	Наименование помещения	Номер кабинета	Наименование и технические характеристики		Тип, марка, обозначение	Завод- изгото- витель	Кол-во сплит- систем, компл
1	2	3	14	15	16	17	18
К1	Тренажерный зал	102	сплит-система «тепло-холод», Qхол=10,55кВт, Qн=11,72кВт, N=3,85кВт	внутрен .блок кассетного типа, наружный блок, декоративная панель	KSVP105HFAN3, KSUN105HFAN3, KPU95D	KENTATSU	1
К2	Медкабинет	103	сплит-система «тепло-холод», Qхол=2,64кВт, Qн=2,93кВт, N=0,8кВт	внутрен. блок настен. типа, наружный блок	KSGH26HFAN1, KSRN26HFAN1	KENTATSU	1
К3	Кабинет	104	сплит-система «тепло-холод», Qхол=2,64кВт, Qн=2,93кВт, N=0,8кВт	внутрен. блок настен. типа, наружный блок	KSGH26HFAN1, KSRN26HFAN1	KENTATSU	1
К4	Вестибюль	128	сплит-система «тепло-холод», Qхол=10,55кВт, Qн=11,72кВт, N=3,85кВт	внутрен. блок кассетного типа, наружный блок, декоративная панель	KSVP105HFAN3, KSVP105HFAN3, KPU95D	KENTATSU	1
К5	Шейпинг-зал	201	сплит-система «тепло-холод», Qхол=5,28кВт, Qн=5,86кВт, N=1,88кВт	внутрен. блок кассетного типа, наружный блок, декоративная панель	KSVP53HFAN1, KSUN53HFAN1, KPU95D	KENTATSU	1
К6	Тренерская	202	сплит-система «тепло-холод», Qхол=2,64кВт, Qн=2,93кВт, N=0,8кВт	внутрен. блок настен. типа, наружный блок	KSGH26HFAN1, KSRN26HFAN1	KENTATSU	1
К7	Кабинет директора	203	сплит-система «тепло-холод», Qхол=2,64кВт, Qн=2,93кВт, N=0,8кВт	внутрен. блок настен. типа, наружный блок	KSGH26HFAN1, KSRN26HFAN1	KENTATSU	1
К8	Кабинет зам. директора	204	сплит-система «тепло-холод», Qхол=2,64кВт, Qн=2,93кВт, N=0,8кВт	внутрен. блок настен. типа, наружный блок	KSGH26HFAN1, KSRN26HFAN1	KENTATSU	1
К9	Кабинет гл. бухгалтера	205	сплит-система «тепло-холод», Qхол=2,64кВт, Qн=2,93кВт ,N=0,8кВт	внутрен. блок настен. типа, наружный блок	KSGH26HFAN1, KSRN26HFAN1	KENTATSU	1
К10	Зал боксеров	221	сплит-система «тепло-холод», Qхол=14,07кВт, Qн=15,24кВт, N=4,94кВт	внутрен. блок кассетного типа, наружный блок, декоративная панель	KSVP140HFAN3, KSUN140HFAN3, KPU95D	KENTATSU	1
К11			сплит-система «тепло-холод», Qхол=14,07кВт, Qн=15,24кВт, N=4,94кВт	внутрен. блок кассетного типа, наружный блок, декоративная панель	KSVP140HFAN3, KSUN140HFAN3, KPU95D	KENTATSU	1

5.4.2 Подбор осушителей для плавательных бассейнов

Для устранения высокой влажности воздуха в помещении и конденсации влаги на стенах, окнах и на потолке, вызывающей коррозию и гниение материалов, риск разрушения внутренней отделки помещений и несущих конструкций, и главное, некомфортные условия для людей были подобраны системы осушения воздуха в залах бассейнов ФОК «Атлант».

В качестве систем осушения выбраны осушители Dantherm, серии CDP, данная серия осушителей предназначена для обработки воздуха, содержащего хлор и другие химические агрессивные реагенты. Корпус осушителей выполнен из горячеоцинкованной стали с дополнительным наружным и внутренним эмалевым покрытием. Поддержание требуемого уровня влажности 60 % обеспечивается с помощью встроенного гигростата.

«Интенсивность испарения зависит от площади водной поверхности, температуры воды, активности купающихся, влажности воздуха и скорости воздушного потока» [14].

Для расчета количества испаряющейся влаги W , л/ч, применим следующие формулы:

– формула стандарта VDI2089, выведенная Ассоциацией немецких инженеров;

– формула Бязина-Крумме, выведенная британскими специалистами.

Формула стандарта VDI 2089:

$$W = \varepsilon \cdot S \cdot (P_{нас} - P_{уст}), \quad (74)$$

где S – площадь водной поверхности бассейна, м²;

$P_{нас}$ – давление водяных паров насыщенного воздуха при температуре воды в бассейне, мбар;

$P_{уст}$ – парциальное давление водяных паров при заданных температуре и влажности воздуха, мбар;

ε – эмпирический коэффициент, г/(м³·ч·мбар), для общественных бассейнов с нормальной активностью купающихся $\varepsilon = 20$.

Формула Бязина-Крумме для периода, когда в бассейне находятся купающиеся:

$$W_{отк} = (0,118 + 0,01995 \cdot \alpha \cdot (P_{нас} - P_{уст})) / 1,333 \cdot S, \quad (75)$$

где α – коэффициент занятости бассейна людьми, для общественных бассейнов $\alpha = 0,5$.

Количество влаги, удаляемой посредством вентиляции:

$$W_{вент} = V_{возд} \cdot \rho \cdot (d_v - d_n), \quad (76)$$

где $V_{возд}$ – расход свежего воздуха, м³/ч;

ρ – плотность воздуха, кг/м³;

d_v, d_n – влагосодержание вытяжного и наружного воздуха, г/кг.

Производительность осушителя:

$$W_{осуш} = W_{отк} - W_{вент} \quad (77)$$

Бассейн для взрослых (плавательный):

$$S = 273,9 \text{ м}^2;$$

$P_{нас} = 33,6$ мбар (температура воды 60 °С, относительная влажность 100 %);

$P_{устХП} = 18,94$ мбар (температура воздуха 28 °С, относительная влажность 50%);

$P_{устТП} = 22,72$ мбар (температура воздуха 28 °С, относительная влажность 60%).

Интенсивность испарения:

$$W_{ТП} = 20 \cdot 273,9 \cdot (33,6 - 22,72) = 59600,64 \text{ гр/ч} = 59,6 \text{ л/ч.}$$

$$W_{ХП} = 20 \cdot 273,9 \cdot (33,6 - 18,94) = 90307,48 \text{ гр/ч} = 80,3 \text{ л/ч.}$$

$$W_{откТП} = (0,118 + 0,01995 \cdot 0,5 \cdot (33,6 - 22,72)) / 1,333 \cdot 273,9 = 54,62 \text{ л/ч.}$$

$$W_{откХП} = (0,118 + 0,01995 \cdot 0,5 \cdot (33,6 - 18,94)) / 1,333 \cdot 273,9 = 62,37 \text{ л/ч.}$$

Количество влаги, удаляемой посредством вентиляции:

$$W_{\text{вентГП}} = 12000 \cdot 1,17 \cdot (14,2 - 10,8) = 47736 \text{ гр/ч} = 47,74 \text{ л/ч.}$$

$$W_{\text{вентХП}} = 12000 \cdot 1,17 \cdot (12,7 - 0,3) = 174096 \text{ гр/ч} = 174,1 \text{ л/ч.}$$

$$W_{\text{осуш}} = 59,6 - 47,74 = 11,86 \text{ л/ч.}$$

Для оценки требуемого режима осушения и подбора осушителей Dantherm воспользуемся эмпирическими формулами при соблюдении требований: осушение производится в закрытом помещении, температура в помещении соответствует диапазону рабочих температур данного осушителя.

Расчет режима осушения:

Требуемый влагосъем, Q , л/с:

$$Q = S \cdot 0,25, \quad (78)$$

где S – площадь зеркала воды, м^2 .

$$Q = 273,9 \cdot 0,25 = 68,48 \text{ л/с}$$

Приток наружного воздуха, V , $\text{м}^3/\text{ч}$:

$$V = 10 \cdot S \quad (79)$$

$$V = 10 \cdot 273,9 = 2739 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Было принято решение подобрать модели осушителей фирмы Dantherm, сводная таблица характеристик модельного ряда представлена в Приложении Г рисунок 14.

Из модельного ряда осушителей фирмы Dantherm подобрана модель CDP65 в количестве 4 штук, осушители настенного типа, монтаж на уровне 2.200 м с характеристиками, изложенными в таблице 18.

Таблица 18 – Характеристики выбранного воздухоосушителя

Модель	Влагодъем (при 28 °C/60 % RH), л/сут	Расход воздуха, м ³ /ч	Влажность (рабочий диапазон), %	Температура (рабочий диапазон), °C	Высота, мм	Ширина, мм	Глубина, мм	Вес, кг
CDP65	60	750	40-100	10-36	800	1800	315	101

5.4.3 Расчет воздушно-тепловой завесы

У входа в вестибюль согласно требованиям СП [41, п. 7.8.16] предусматривается устройство воздушно-тепловой завесы. Подбор оборудования был выполнен по методике, изложенной в справочнике проектировщика Павлова-Шиллера [5, стр. 71].

Предусмотрим завесу смешивающего типа, с электрическим источником тепла, расположенную над проемом дверей. Исходные данные представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Исходные данные для расчета воздушно-тепловой завесы

Название	Обозначение, ед.изм.	Значение
Температура наружного воздуха	$t_n, ^\circ\text{C}$	-27
Плотность наружного воздуха	$\rho_n, \text{кг/м}^3$	1,43
Температура внутреннего воздуха	$t_v, ^\circ\text{C}$	16
Плотность внутреннего воздуха	$\rho_v, \text{кг/м}^3$	1,22
Расчетная температура смеси воздуха, согласно СП 60.13330.2020	$t_{см}, ^\circ\text{C}$	18
Высота этажа	$h_{эт}, \text{м}$	3,3
Высота лестничной клетки	$h_{лк}, \text{м}$	8,1
Высота створки входной двери	$h_{дв}, \text{м}$	2,1
Ширина двери	$b_{дв}, \text{м}$	1,0
Площадь двери	$F_{дв}, \text{м}^2$	2,1
Пропускная способность	$n, \text{чел/ч}$	200

Результаты расчета сведены в таблицу 20.

Таблица 20 – Результаты расчета воздушно-тепловой завесы

Название	Формула, ед.изм.	Значение
Расчетная высота	$h_{расч}=0,5 \cdot h_{дв}$, м	1,05
Разность давлений воздуха с двух сторон ограждения на уровне проема, оборудованного завесой	$\Delta\rho=9,8 \cdot h_{расч} \cdot (\rho_n - \rho_v)$, Па	2,16
Поправочный коэффициент	k_2	0,05
Расход воздуха для завесы	$G_3=5100 \cdot k_2 \cdot \mu_{вх} \cdot F_{вх} \cdot (t_{см} - t_n) \cdot \sqrt{\Delta\rho \cdot \rho_n / (t_3 - t_{см})}$, кг/ч	860,3
Температура воздуха для завесы	$t_3 = t_n + \frac{t_{см} - t_n}{q \cdot (1 - Q)}$, °C	54, но согласно требованию СП принимаем 50
Требуемый расход воздуха завесой	$L_{тр}=G_3/\rho_3$, м ³ /ч	789,2
Требуемая тепловая мощность завесы	$Q_{тр(3)}=A \cdot G_3 \cdot (t_3 - t_{нач})$, Вт	7071,5

Подобрана воздушно-тепловая завеса с производительностью по воздуху $L \geq L_{тр} = 789,2$ м³/ч и тепловой мощностью $Q_3 \geq Q_{тр(3)} = 7,07$ кВт.

Сводная таблица характеристик модельного ряда осушителей фирмы Dantherm представлена на рисунке 14 Приложение Г.

Характеристики подобранной завесы представлены в Приложении Г таблица Г.7, рисунок 15.

5.4.4 Выбор и расчет воздухораспределительных устройств

Расчет воздухораспределительных устройств выполнен для основного помещения: бассейна для взрослых.

Для минимизации появления нежелательных струй холодного воздуха в рабочей зоне бассейна, приточный воздух подается вдоль наружных стен и окон методом «снизу-вверх». Струя приточного воздуха двигаясь вверх по стенам, не будет затрагивать рабочую зону и купающихся, в рабочую зону будут попадать лишь обратные остаточные потоки, которые не должны превышать нормы 0,2 м/с. Вытяжные решетки устанавливаются на противоположной стороне от притока свежего воздуха.

При подборе воздухораспределителей необходимо учитывать, что:

– Скорость на выходе из воздухораспределителя должна быть не более 3 м/с.

– Скорость в струе приточного воздуха в обслуживаемой зоне не должна превышать 0,2 м/с в помещении бассейна и 0,3 м/с в помещении спортивного зала.

Так как приточный воздух в помещении ванного зала подается непосредственно в рабочую зону, было принято решение использовать низкоструйные воздухораспределители. Они осуществляют подачу воздуха непосредственно в рабочую зону с малой скоростью и малым температурным перепадом, обеспечивающим принцип вытесняющей вентиляции. Также было принято решение размещение таких воздухораспределителей вдоль стены для большей эстетичности, в связи с этим были подобраны воздухораспределители типа РНБ2 1000х150 в количестве 10 штук, установка в полу, применены решетки на стенные АДР 300*100; двухрядные алюминиевые в количестве 5шт, индивид. регулир. жалюзи; клапан расхода воздуха фирмы «Арктос», размещенные под потолком бассейна.

1. Расчетная длина струи x , м:

$$x = a + h - h_{0.3} \quad (80)$$

где a – длина модуля помещения, обслуживаемого одним

воздухораспределителем, м;

h – высота помещения, м;

$h_{0.3}$ – высота обслуживаемой (рабочей) зоны воздухораспределителем, м.

$$x = 14,6 + 6,2 - 2 = 18,8 \text{ м.}$$

2. Расстояние между воздухораспределителями $l_{0,2}$, м:

$$l_{0,2} = 0,2 \cdot l, \quad (81)$$

где l – длина рабочей зоны, м.

$$l_{0,2} = 24 \cdot 0,2 = 4,8 \text{ м.}$$

3. Количество воздухораспределителей N , шт:

$$N=l:l_{0,2}, \quad (82)$$

$$N = 24:4,8 = 5 \text{ шт.}$$

4. Объемный расход воздуха через воздухоораспределитель L_o , $\text{м}^3/\text{ч}$:

$$L_o=L/N, \quad (83)$$

где L – воздухообмен помещения, $\text{м}^3/\text{ч}$.

$$L_o = 1000/5 = 200 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

5. Избыточная температура воздуха в приточной струе Δt_o , $^{\circ}\text{C}$:

$$\Delta t_o = |t_o - t_{o.з.}|, \quad (84)$$

где t_o – температура приточного воздуха, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{o.з.}$ – средняя температура в обслуживаемой зоне, $^{\circ}\text{C}$.

$$\Delta t_o = |27 - 28| = 1 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

6. По заданным L_o , Δt_o их определили типоразмер воздухоораспределителя по каталогу производителя «Арктос» - решетка АДР с углом поворота жалюзи $\alpha = 0^{\circ}$ размером 300x100 мм, $F_o = 0,027 \text{ м}$, $m = 8,4$, $n = 7,1$.

7. Скорость выпуска воздуха в расчетном сечении воздухоораспределителя, $\text{м}/\text{с}$:

$$V_o = L_o / (3600 \cdot F_o), \quad (85)$$

$$V_o = 200 / (3600 \cdot 0,027) = 2,058 \text{ м}/\text{с.}$$

Проверяем комфортные условия:

8. Скорость на оси струи V_x , $\text{м}/\text{с}$, в точке входа струи в рабочую зону:

$$V_x = (m \cdot V_o \cdot \sqrt{F_o/x}) \cdot k_c \cdot k_g \cdot k_n, \quad (86)$$

где m – скоростной коэффициент воздухораспределителя;

k_c – коэффициент стеснения струи;

k_b – коэффициент взаимодействия;

k_n – коэффициент неизотермичности.

$$V_x = (8,4 \cdot 2,058 \cdot \sqrt{0,027/18,8}) \cdot 1,01 \cdot 1 \cdot 1 = 0,153 \text{ м/с.}$$

9. Отклонение температуры в струе от температуры рабочей зоны Δt_x , °C, в этой же точке:

$$\Delta t_x = (n \cdot \Delta t_o \cdot \sqrt{F_o/x}), \quad (87)$$

где n – температурный коэффициент воздухораспределителя.

$$\Delta t_x = (5,1 \cdot 1 \cdot \sqrt{0,027/18,8}) = 0,05 \text{ °C.}$$

Воздух входит в рабочую зону с температурой на 0,06 °C ниже, чем температура воздуха рабочей зоны, то есть с температурой $t_x = 28 \text{ °C} - 0,05 \text{ °C} = 27,95 \text{ °C}$ и со скоростью 0,15 м/с.

Так как $V_x \leq V_n$ и $\Delta t_x \leq \Delta t_n$ ($0,153 \text{ м/с} \leq 0,2 \text{ м/с}$ и $0,05 \text{ °C} \leq 1,5 \text{ °C}$), то воздухораспределительная решетка подобрана верно. Δt_n определяется по СП 60.13330.2020 таблица Д.2

5.4.5 Конструктивный расчет пластинчатого рекуператора

Конструктивный расчет пластинчатого рекуператора проведен для приточно-вытяжной системы ПВ2.

Скорость воздуха:

$$w = \left(0,8 \cdot \frac{v_n}{\delta^2} \cdot \frac{k}{c_v} \cdot \frac{1-\rho}{\rho} \cdot x \right)^{0,5}, \text{ м/с} \quad (88)$$

где v_n – нормативный расход воздуха на одного человека, м³/с, $v_n = 0,022 \text{ м}^3/\text{с}$;

δ – шаг пластин, м – 0,0055 м;

k – коэффициент теплопередачи через плоскую стенку, Вт/м²·К,

$k = 5,3 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$;

c_v – удельная объемная теплоемкость воздуха, Дж/(м³·К),

$c_v = 1186$ Дж/(м³·К);

ρ – доля регенерации теплоты удаляемого воздуха – 0,6;

x – кратность длины сторон А/В – 2.

$$w = \left(0,8 \cdot \frac{0,022}{0,0055^2} \cdot \frac{5,3}{1186} \cdot \frac{1-0,6}{0,6} \cdot 2 \right)^{0,5} = 1,87 \text{ м/с}$$

Длина пластин:

$$A = \left(\frac{c_v \cdot w \cdot \delta}{k} \cdot \frac{\rho}{1 - (a+b) \cdot \rho} \right), \text{ м} \quad (89)$$

где $a+b$ – коэффициент для противотока из формулы профессора Воскресенского, м/с.

$$A = \left(\frac{1186 \cdot 1,87 \cdot 0,0055}{5,3} \cdot \frac{0,6}{1 - 1 \cdot 0,6} \right) = 1,73 \text{ м}$$

Ширина пластин:

$$B = \frac{A}{x}, \text{ м} \quad (90)$$

$$B = \frac{1,73}{2} = 0,86 \text{ м}$$

Количество пластин:

$$n = \left(\frac{m}{A \cdot B} \cdot \frac{c_v \cdot v}{k} \cdot \frac{\rho}{1 - (a+b) \cdot \rho} \right), \text{ шт} \quad (91)$$

где m – количество человек, чел.

$$n = \left(\frac{22}{1,73 \cdot 0,86} \cdot \frac{1186 \cdot 0,022}{5,3} \cdot \frac{0,6}{1 - 1 \cdot 0,6} \right) = 110 \text{ шт}$$

Высота пакета пластин:

$$C = 0,0055 \cdot 110 = 0,605 \text{ м.}$$

Площадь поверхности пластин:

$$F_n = n \cdot A \cdot B, \text{ м}^2 \quad (92)$$

$$F_n = 110 \cdot 1,73 \cdot 0,86 = 163,7 \text{ м}^2.$$

Площадь поверхности теплообмена:

$$F_m = \left(\frac{c_v \cdot m \cdot v}{k} \cdot \frac{\rho}{1 - (a+b) \cdot \rho} \right), \text{ м}^2 \quad (93)$$

$$F_m = \left(\frac{1186 \cdot 22 \cdot 0,022}{5,3} \cdot \frac{0,6}{1 - 1 \cdot 0,6} \right) = 162,5 \text{ м}^2$$

Расчет сошелся $F_n \approx F_m$.

Площадь поверхности теплообмена:

$$\rho_\rho = \left(\frac{c_v \cdot m \cdot v}{k \cdot F} + (a+b) \right)^{-1}, \quad (94)$$

$$\rho_\rho = \left(\frac{1186 \cdot 22 \cdot 0,022}{5,3 \cdot 163} + 1 \right)^{-1} = 0,601$$

Расчет сошелся $\rho_\rho \approx \rho$.

Тепловая мощность рекуперации на единицу располагаемого температурного напора:

$$\frac{Q}{\Delta t_\rho} = c_v \cdot v \cdot m \cdot \rho, \text{ Вт/}^\circ\text{C} \quad (95)$$

$$\frac{Q}{\Delta t_\rho} = 1186 \cdot 0,022 \cdot 22 \cdot 0,6 = 344 \text{ Вт/}^\circ\text{C}$$

Температура воздуха в помещении плюс 28 °С и наружного воздуха минус 27°С. Температура, подаваемая рекуператором воздуха, составит:

$$t_p = t_n + \rho \cdot (t_g - t_n), \text{ } ^\circ\text{C} \quad (96)$$

$$t_p = -27 + 0,6 \cdot (28 + 27) = 6 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Для приточно-вытяжной системы ПВ2 подобран пластинчатый теплообменник VS 120 PCR.

5.5 Приточно-вытяжные системы

Приточно-вытяжная установка ПВ-1 (детский бассейн) каркасного типа VS-21-R-PH фирмы-изготовителя “VTSGroup” комплектуется следующими блоками:

а) приточная часть:

- 1) Фильтр VS 21 В. FLTG4;
- 2) Водяной нагреватель VS 21 WCL 2;
- 3) Перекрестноточный теплообменник VS21PCR;
- 4) Вентилятор VS21DRCT.DR.FAN2v.2;

б) вытяжная часть:

- 1) Фильтр VS 21 В. FLTG4;
- 2) Вентилятор VS 21DRCT.DR.FAN 2v.2;
- 3) Каплеуловитель VS 21 DPR.ELTR в комплекте с блоком автоматике AP-33E;
- 4) Плавкая вставка предохранителя VS 21-150 FUSEgG 20A – 2 штуки;

– HMI Interfase Basic HMI Basuc UPS;

– HMI Interfase Advanced HMI Advanced;

- 5) Канальный термодатчик – 4 штуки;
- 6) Датчик комнатной температуры VS 00 AD.ASTRON-OFF;
- 7) Сервопривод воздух клапан VS 00 AD.ASTRON-OFF;
- 8) Сервопривод воздух клапан VS 00 AD.ASTR0-10;

- 9) Блок клапана VS 00 3W.VLV 16;
- 10) Датчик давления VS 10-150 – 2 штуки;
- 11) Термостат противозамораживающий VS10-40 – 2 штуки.

Приточно-вытяжная установка ПВ-2 (плавательный бассейн) каркасного типа VS-120-R-PH фирмы-изготовителя “VTSGroup” комплектуется следующими блоками:

а) приточная часть:

- 1) Фильтр VS 120 B.FLTG4;
- 2) Водяной нагреватель VS 120 WCL 2;
- 3) Перекрестноточный теплообменник VS 120 PCR;
- 4) Вентилятор VS 120/150 DRCT.DR.FAN 1v.2;

б) вытяжная часть:

- 1) фильтр VS 120 B.FLTG4 [11];
- 2) Вентилятор VS 120/150 DRCT.DR.FAN 1v.2;
- 3) Каплеуловитель VS 120DPR.ELTR в комплекте с блоком автоматики AP-33E;
- 4) Плавкая вставка предохранителя VS 21-150 FUSEgG 16A– 2 штуки;

– HMI Interfase Basic HMI Basuc UPS;

– HMI Interfase Advanced HMI Advanced;

- 5) Канальный термодатчик – 4 штуки;
- 6) Датчик комнатной температуры VS 00 TEMP.SNRROOM;
- 7) Сервопривод воздушный клапан VS 00 AD.ASTRON-OFF;
- 8) Сервопривод воздушный клапан VS 00 AD.ASTR0-10;
- 9) Блок клапана VS 00 3W.VLV 16;
- 10) Датчик давления VS 10-150 – 2 штуки;
- 11) Термостат противозамораживающий VS 55-150.

Характеристики подобранного оборудования представлены в таблицах Г.8 - Г.12 (Приложение Г).

Выводы по разделу 5

В данной главе был определен требуемый воздухообмен в помещениях здания. Для спортивных залов и бассейнов принят по расчету, для остальных помещений по нормируемой кратности. Более подробно представлен расчет воздухообмена бассейна для плавания по вредностям с построением графиков процесса обработки воздуха в теплый и холодный периоды года. Приняты принципиальные решения конструирования систем вентиляции. Отдельные вытяжные системы запроектированы для следующих групп помещений: бассейн для плавания, бассейн для детей, спортзал, зал для боксеров, административные помещения, санузлы и душевые, помещения склада, технические помещения.

Вытяжка из помещений сбалансирована с притоком и осуществляется из верхней зоны, приточный воздух подается в верхнюю и нижнюю (помещения бассейнов) зоны. Разводка воздуховодов по коридорам предусматривается за подшивным потолком. Крепление воздуховодов осуществляется к строительным конструкциям.

Воздуховоды изолированных участков воздуховода приняты из оцинкованной стали класса «П» ($\delta = 0,8\text{мм}$); класса «Н» - в остальных случаях. Тепловая изоляция для воздуховодов принята из минеральной ваты «УРСА».

Приточные установки приняты производства VTS. В качестве вытяжного оборудования приняты канальные вентиляторы в шумоизолированном корпусе «РУСК» и вытяжные установки фирмы VTS.

В целях увеличения энергоэффективности здания приточно-вытяжные системы бассейнов предусмотрены с рекуперацией тепла.

Для удаления избыточной влаги в помещениях бассейнов предусмотрена установка конденсационных осушителей настенного типа CDP-65.

Для снижения шума от вентиляционных агрегатов вентиляторное оборудование расположено под и над помещениями без постоянного пребывания людей, а также предусмотрена установка шумоглушителей в воздуховодах.

В рамках данной главы выполнен аэродинамический расчет запроектированных систем вентиляции, осуществлен выбор и расчет воздухораспределительных устройств.

В летний период для поддержания комфортных параметров внутреннего воздуха дополнительно запроектировано кондиционирование воздуха сплит-системами на базе оборудования фирмы «KENTATSU».

Системы работают в режиме рециркуляции (тепло - холод). Фреоновые трубопроводы и трубопроводы для слива конденсата проложить за подвесным потолком. В качестве трубопроводов холодоснабжения применены медные трубы. Изоляцию трубопроводов предусмотреть из трубок «K FLEX ST» толщиной 13 мм. Хладагентом является фреон 410А.

6 Автоматизация

Предусмотрено центральное управление вентиустановками систем общеобменной вентиляции с пульта управления.

Технологическая система автоматизации работы приточных систем включает в себя: управление электродвигателем приточной системы; блокировка клапана наружного воздуха с электродвигателем вентилятора; контроль за параметрами наружного и внутреннего воздуха и теплоносителя; защита от обмерзания воздухонагревателя; защита от обмерзания рекуператора.

Автоматизацию и блокировку осуществляет система автоматического управления, поставляемая в комплекте с приточными установками.

Система автоматизации вентиляционных систем выполняют следующие задачи:

Функции регулирования параметров:

1. Регулирование температуры и относительной влажности.
 - регулирование температуры воздуха приточного, вытяжного либо температуры (и относительной влажности) воздуха в помещении;
 - управление работой трехходового клапана (нагревателя и охладителя), а также работой компрессорно-конденсаторного блока;
 - управление скоростью вращения вращающегося регенератора, клапаном байпаса или клапанами компрессорно-конденсаторного блока;
 - управление скоростью вращения вращающегося регенератора, клапаном байпаса или клапанами камеры смешивания, в зависимости от типа и конфигурации агрегата.
2. Регулирование воздухопроизводительности:
 - поддержание постоянной воздухопроизводительности вентиляторов;
 - поддержание постоянного статического давления в магистральном воздуховоде;
 - регулирование скорости вращения каждого вентилятора.

Функции защиты:

- защита вращающегося регенератора от обмерзания путем снижения скорости вращения насадки;
- защита перекрестноточного теплообменника открытием клапана байпаса опционально реализовано: оптимизация защиты путем автоматической настройки температуры защиты энергоутилизатора от замерзания конденсата в зависимости от параметров вытяжного воздуха, минимизация снижения эффективности во время защиты от замерзания;
- защита от замерзания теплоносителя в водяных теплообменниках (противозамораживающий термостат, смонтированный за нагревателем; датчик обратной воды);
- защита электродвигателя вентилятора от перегрузки (функция реализована с помощью коммутирующего устройства ЕС – двигателей или преобразователя частоты двигателей АС);
- противопожарная защита – блокировка работы агрегата в случае отсутствия внешнего сигнала противопожарной защиты.

Функция предотвращения:

- непрерывный контроль степени загрязнения фильтров (путем измерения перепада давления на фильтрах с помощью датчиков перепада давления, оценки степени загрязнения для различных расходов воздуха);
- отложенная остановка вентиляторов – предотвращение перегрева электрического нагревателя;
- прогрев водяного нагревателя путем открытия трехходового клапана перед запуском вентиляторов;
- периодический запуск насосов в летний период, что предотвращает солевые отложения.

Функция календаря:

- программирование режимов работы на неделю;
- удобная визуализация настроек контроллера с помощью веб-браузера (компьютер или мобильное устройство).

Описание основных элементов систем автоматизации представлены в таблице 21.

Таблица 21 – Описание основных элементов систем автоматизации

Щит автоматики	
	<p>Главным элементом автоматики является щит управления и питания со смонтированными внутри микропроцессорным контроллером. Щит оснащен контроллером, элементами электрической защиты и клеммной колодкой для подключения всех элементов управления. Внутри щита смонтированы элементы электрической защиты вентиляторных групп, привода вращающегося регенератора, элементов автоматики и узла регулирования тепловой мощности водяного нагревателя.</p>
Канальный термодатчик	
	<p>Функция и применение:</p> <ul style="list-style-type: none"> - измерение температуры приточного и вытяжного воздуха; - защита энергоутилизатора от замерзания конденсата; - измерение температуры наружного воздуха для определения необходимости утилизации теплоты/холода и включения защиты для водяного нагревателя. <p>Параметры работы: Диапазон измерений: минус 50°C – плюс 90°C. Точность измерений: ± 0,5 К. Измерительный элемент: NTC 10к. Относительная влажность воздуха: 5 – 100%. Степень защиты: IP67. Длина экранированного провода: максимально 100 м.</p>
Термостат противозамораживающий	
	<p>Функция и применение:</p> <ul style="list-style-type: none"> - защита водяного нагревателя от замерзания теплоносителя путем измерения температуры воздуха за нагревателем (рекомендуемое значение настроек сигнала защиты от замерзания: плюс 5°C). <p>Параметры работы: Диапазон измерений: минус 18°C – плюс 15°C. Величина гистерезиса: 1,7 – 12 К. Номинальные параметры работы: 30VDC или 230V AC. Выходной сигнал: без напряжения (переключаемый контакт). Степень защиты: IP 44.</p>

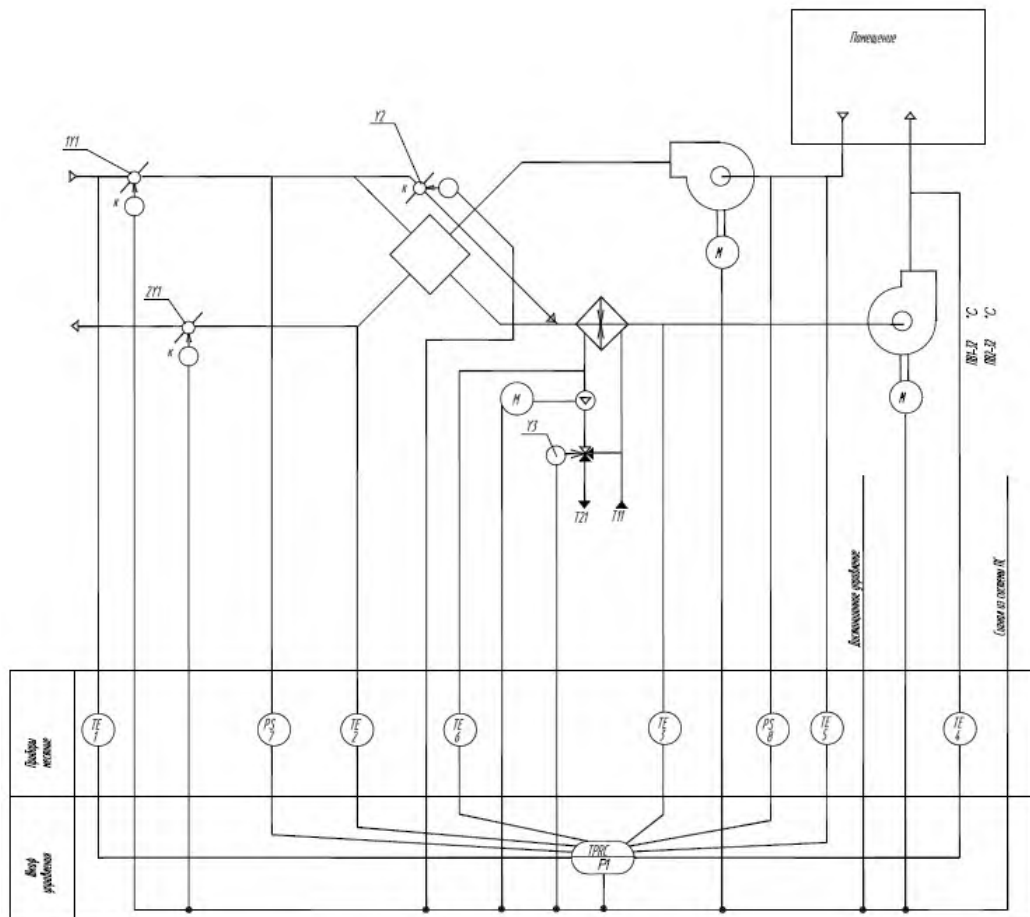
Продолжение таблицы 21

Датчик перепада давления воздуха	
	<p>Функция и применение: регулирование расходаприточного и вытяжного воздуха (функция CAV); регулирование статического давления в вентиляционных каналах (функция VAV); непрерывное измерение потерь давления на воздушных фильтрах (контроль степени загрязнения фильтров).</p> <p>Параметры работы: Диапазон измерений: 6000 Па. Точность измерений: 0,25% интервала. Коммуникация: ModBusRTU. Напряжение питания: 21,5В до 30В DCили 21,5В до 26,5ВАС. Рабочая температура: минус 20°С – плюс 50°С. Степень защиты: IP 65.</p>
Сервопривод воздушного клапана ON/OFF	
	<p>Функция и применение: открытие или закрытие прохода для потока воздуха на входе и выходе из агрегата. Для агрегатов с водяным нагревателем сервопривод воздушного клапана на входе воздуха оснащен обратной пружиной.</p> <p>Параметры работы: Тип регулирования: ON/OFF (двухпозиционный). Угол оборота: 90°. Момент вращения: 16 Нм (максимальная площадь воздушного клапана 4 м²). Время закрытия/открытия: 120 с (с пружиной 10 с). Напряжение питания: 24В AC/DC. Рабочая температура: минус 20°С – плюс 50°С. Степень защиты: IP 44.</p>
Интерфейс пользователя НМИ BASIC	
	<p>Функция и применение: постоянное обслуживание вентиляционного агрегата: установка и считывание температуры, измерение режимов работы, обслуживание независимого календаря, считывание зарегистрированных аварийных кодов; конфигурация универсальных входов и выходов контроллера.</p> <p>Параметры работы: Питание непосредственно от контроллера. Связь с контроллером- последовательный порт RS485. Длина коммуникационного провода: максимально 500 м. Рабочая температура: минус 20°С – плюс 60°С. Относительная влажность: < 85% (без конденсации). Степень защиты: IP 31.</p>

Интерфейс пользователя HMI ADVANCED	
	<p>Функция и применение:</p> <ul style="list-style-type: none">- постоянное обслуживание вентиляционного агрегата: установка и считывание параметров работы агрегата (температура, расход воздуха, СЩ2, относительная влажность и т.д.), изменение режимов работы;- программирование недельного календаря;- сервисное обслуживание – конфигурация всех расширенных параметров работы агрегата, конфигурация универсальных входов и выходов контроллера;- дистанционное программирование преобразователей частоты; <p>Обслуживание ошибок и аварийных сигналов работы агрегата (полное текстовое описание), сброс ошибок.</p> <p>Параметры работы: Питание непосредственно от контроллера. Связь с контроллером- последовательный порт RS485. Длина коммуникационного провода: максимально 1200 м. Рабочая температура: минус 20°C – плюс 60°C. Относительная влажность: < 85% (без конденсации). Степень защиты: IP 31.</p>

Функциональная схема автоматизации приточно-вытяжных систем ПВ1, ПВ2 представлена на рисунке 14.

Функциональная схема автоматизации приточно-вытяжных систем ПЗ-ПВ6 представлена на рисунке 15.



Обозначение		Наименование и техническая характеристика	Количество
TE	поз. 1	Канальный датчик температуры наружного воздуха	1
	поз. 2	Канальный датчик температуры за блоком энергоутилизации	1
	поз. 3	Термостат защиты от замораживания по воздуху	1
	поз. 4	Канальный датчик температуры воздуха в приточном воздуховоде	1
	поз. 5	Канальный датчик температуры воздуха в вытяжном воздуховоде	1
	поз. 6	Термостат защиты от замораживания по воде ESM-11Danfoss	1
PS	поз. 7	Реле перепада давления на фильтре (приточный блок)	1
	поз. 8	Реле перепада давления на фильтре (вытяжной блок)	1
TPRC	P1	Контроллер CAREL mPC "Small board"	1

Рисунок 14 – Функциональная схема автоматизации приточно-вытяжных систем ПБ1, ПБ2

Комплектация автоматизации системы ПБ1 бассейн для детей:

а) Плавкая вставка предохранителя VS 21-150 FUSEgG 20A– 2 штуки:

1) HMIInterfaseBasicHMIBasicUPS;

2) HMIInterfaseAdvancedHMIAdvanced;

б) Канальный термодатчик NTC.TEMP.SNRDUCT– 4 штуки;

в) Датчик комнатной температуры;

г) Сервопривод воздушного клапанаVS 00 AD.ASTRON-OFF/S;

д) Сервопривод воздушного клапанаVS 00 AD.ASTR0-10;

е) Блок клапана VS 00 3W.VLV 16;

ж) Датчик давления VS 10-150 DFF.PRSS.GG 400 Pa– 2 штуки;

з) Термостат противозамораживающийVS10-40 – 2 штуки;

и) Щит автоматики VS 10-75 CGUPC.

Комплектация автоматизации системы ПБ2бассейн для взрослых:

а) Плавкая вставка предохранителя VS 21-150 FUSEgG 16A– 2 штуки:

1) HMIInterfaseBasicHMIBasicUPS;

2) HMIInterfaseAdvancedHMIAdvanced;

б) Канальный термодатчикNTC.TEMP.SNRDUCT – 4 штуки;

в) Датчик комнатной температуры VS 00 TEMP.SNRROOM;

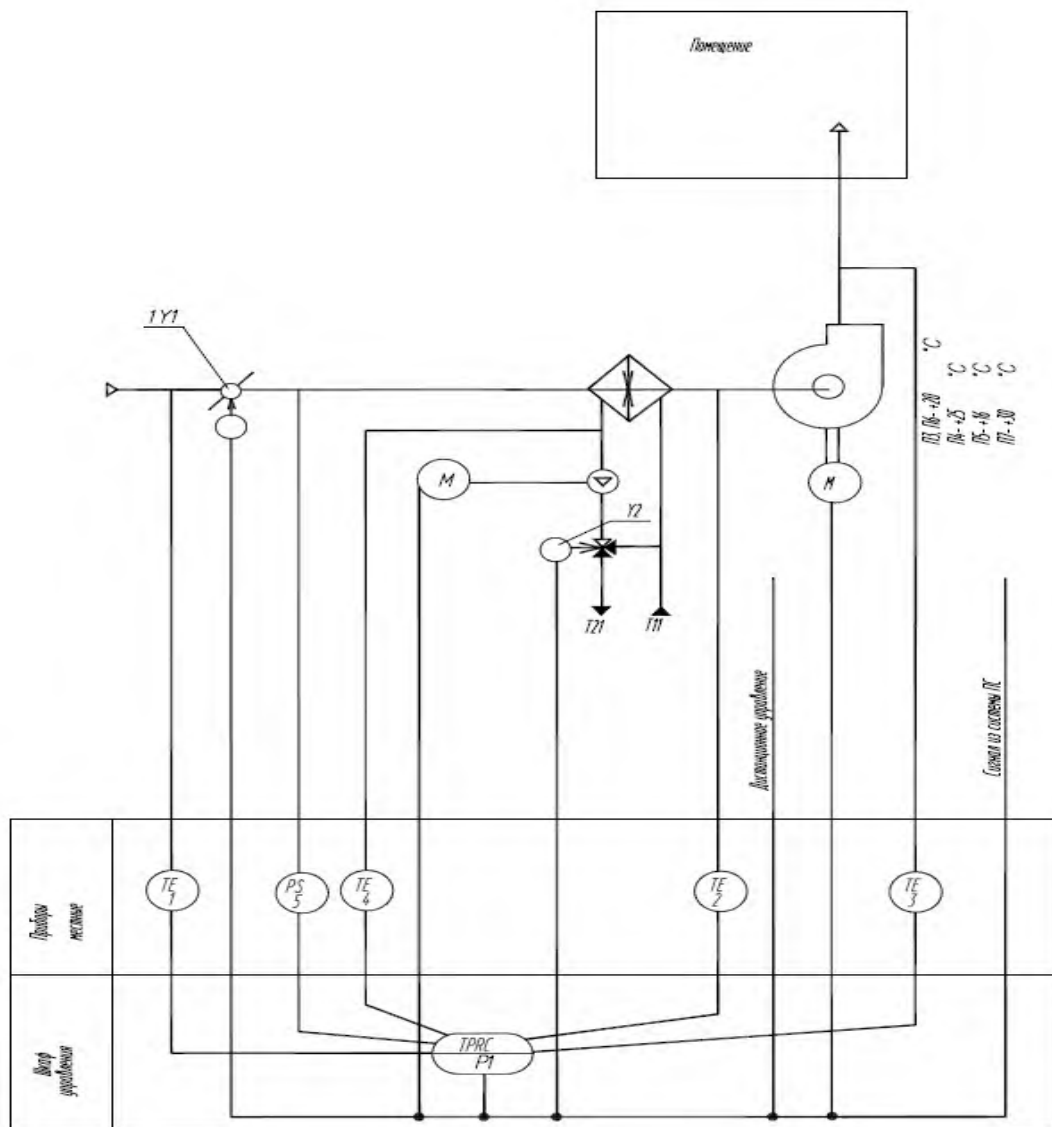
г) Сервопривод воздушного клапанаVS 00 AD.ASTRON-OFF;

д) Сервопривод воздушного клапанаVS 00 AD.ASTR0-10;

е) Блок клапана VS 00 3W.VLV 16;

ж) Датчик давления VS 10-150 DFF.PRSS.GG 400 Pa– 2 штуки;

з) Термостат противозамораживающий VS 55-150.



Обозначение		Наименование и техническая характеристика	Количество
TE	поз. 1	Канальный датчик температуры наружного воздуха	1
	поз. 2	Термостат защиты от замораживания по воздуху	1
	поз. 3	Канальный датчик температуры воздуха в приточном воздуховоде	1
	поз. 4	Термостат защиты от замораживания по воде ESM-11Danfoss	1
PS	поз. 5	Реле перепада давления на фильтре (приточный блок)	1

Рисунок 15 – Функциональная схема автоматизации приточных систем ПЗ-П6

Комплектация автоматизации системы ПЗ спортзал:

а) Плавкая вставка предохранителя VS 21-150 FUSEgG 16A:

1) HMIInterfaseBasicHMIBasucUPS;

б) Канальный термодатчик NTC.TEMP.SNPDUCT– 2 штуки;

в) Сервопривод воздушного клапана VS 00 AD.ASTRON-OFF/S;

г) Блок клапана VS 00 3W.VLV 16;

д) Датчик давления VS 10-150 DFF.PRSS,GG 400 Pa;

е) Термостат противозамораживающий CapillarygripVS 55-150FROST.THMST 6mVSCPLRY.GRIP.SET 3#.

Комплектация автоматизации системы П4 душевые:

а) Плавкая вставка предохранителя VS 21-150 FUSEgG 20A:

-1) HMIInterfaseBasicHMIBasucUPS;

б) Канальный термодатчик NTC.TEMP.SNPDUCT– 2 штуки;

в) Сервопривод воздушного клапана VS 00 AD.ASTRON-OFF/S;

г) Блок клапана VS 00 3W.VLV 10;

д) Датчик давления VS 10-150 DFF.PRSS,GG 400 Pa;

е) Термостат противозамораживающий CapillarygripVS 10-40 FROST.THMST 2mVSCPLRY.GRIP.SET 3#.

Комплектация автоматизации системы П5 насосно-фильтровальная:

а) Плавкая вставка предохранителя VS 21-150 FUSEgG 20A:

1) HMIInterfaseBasicHMIBasucUPS;

б) Канальный термодатчик NTC.TEMP.SNPDUCT– 2 штуки;

в) Сервопривод воздушного клапана VS 00 AD.ASTRON-OFF/S;

г) Блок клапана VS 00 3W.VLV 6,3;

д) Датчик давления VS 10-150 DFF.PRSS,GG 400 Pa;

е) Термостат противозамораживающий CapillarygripVS 10-40FROST.THMST 2mVSCPLRY.GRIP.SET 3#

Комплектация автоматизации системы Пбспортзал для боксеров:

а) Плавкая вставка предохранителя VS 21-150 FUSEgG 10A:

1) HMIInterfaseBasicHMIBasucUPS;

- б) Канальный термодатчик NTC.TEMP.SNPDUCT– 2 штуки;
- в) Сервопривод воздушного клапана VS 00 AD.ASTRON-OFF/S;
- г) Блок клапана VS 00 3W.VLV 4;
- д) Датчик давления VS 10-150 DFF.PRSS,GG 400 Pa.

Комплектация автоматизации системы П7 сауна:

- а) Плавкая вставка предохранителя VS 21-150 FUSEgG 10A:

- 1) HMIInterfaseBasicHMIBasicUPS;

- б) Канальный термодатчик NTC.TEMP.SNPDUCT– 2 штуки;
- в) Сервопривод воздушного клапана VS 00 AD.ASTRON-OFF/S;
- г) Блок клапана VS 00 3W.VLV2,5;
- д) Датчик давления VS 10-150 DFF.PRSS,GG 400 Pa.

Выводы по разделу 6

В данном разделе приведены схемы автоматизации приточно-вытяжных установок. Предусмотрено центральное управление вентустановками систем общеобменной вентиляции с пульта управления.

Технологическая система автоматизации работы приточных систем включает в себя: управление электродвигателем приточной системы; блокировка клапана наружного воздуха с электродвигателем вентилятора; контроль за параметрами наружного и внутреннего воздуха и теплоносителя; защита от обмерзания воздухонагревателя; защита от обмерзания рекуператора.

Автоматизацию и блокировку осуществляет система автоматического управления, поставляемая в комплекте с приточными установками.

7 Техничко-экономический расчет

7.1 Расчет энергосберегающего эффекта от применения рекуператора

Тепловыделения $Q_{\text{выд}} = 34,58$ кВт.

Теплопотери $Q_{\text{пот}} = 27,75$ кВт.

Массовые расходы приточного $G_{\text{п}}$ и удаляемого $G_{\text{у}}$ воздуха $G_{\text{п}} = G_{\text{у}} = 3,47$ кг/с.

«Влажосодержание наружного воздуха $d_{\text{н1}} = 0,3$ г/кг. В предварительном подогревателе воздух нагревается до $t_{\text{н1}} = 6^{\circ}\text{C}$. Температура приточного воздуха $t_{\text{п}} = \text{минус } 27^{\circ}\text{C}$. Эффективность теплообменника утилизатора $\varepsilon = 0,6$.

Уравнение тепловых балансов для теплообменника-утилизатора, вентилируемого помещения и системы в целом» [58]:

$$Q_{\text{ту}} = G \cdot (H_{\text{н2}} - H_{\text{н1}}) = G \cdot (H_{\text{у1}} - H_{\text{у2}}), \text{ кВт.} \quad (97)$$

Энергосберегающий эффект:

$$\sum Q_{\text{э}} = G \cdot \varepsilon \cdot (H_{\text{у1}} - H_{\text{н1}}), \text{ кВт.} \quad (98)$$

Рассчитаем энтальпии влажного воздуха $H_{\text{н1}}$, $H_{\text{п}}$, $H_{\text{у1}}$.

$$H_{\text{н1}} = C_{\text{в}}t_{\text{н1}} + d_{\text{н1}} \cdot (r_0 + C_{\text{п}}t_{\text{н1}}) = 1,005 \cdot 6 + 0,3 \cdot 10^{-3} \cdot (2500 + 1,807 \cdot 6) = 6,78 \text{ кДж/кг.}$$

$$H_{\text{п}} = C_{\text{в}}t_{\text{п}} + d_{\text{п}} \cdot (r_0 + C_{\text{п}}t_{\text{п}}) = 1,005 \cdot 27 + 0,3 \cdot 10^{-3} \cdot (2500 + 1,807 \cdot 27) = 27,90 \text{ кДж/кг.}$$

$$H_{\text{у1}} = \Delta Q/G + H_{\text{п}} = 6,828/3,47 + 27,90 = 29,87 \text{ кДж/кг.}$$

$$\sum Q_{\text{э}} = 3,47 \cdot 0,6 \cdot (29,87 - 6,78) = 48,1 \text{ кВт.}$$

7.2 Технико-экономический расчет

Технико-экономический расчет был проведен для установки системы ПВ2 с рекуператором. Даная установка обслуживает бассейн для взрослых.

Затраты тепла на нагрев наружного воздуха без использования рекуператора [22]:

$$Q = v \cdot \rho_n \cdot \frac{1}{3600} \cdot c \cdot (t_{np} - t_{он}), \text{кВт} \cdot \text{ч}, \quad (99)$$

где v – расход приточного воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$;

ρ_n – плотность наружного воздуха, $\text{кг}/\text{м}^3$;

c – удельная теплоемкость при постоянном давлении, $\text{кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$;

t_{np} , $t_{он}$ – температура приточного и наружного воздуха, $^{\circ}\text{C}$.

$$Q = 12000 \cdot 1,316 \cdot \frac{1}{3600} \cdot 1,005 \cdot (27 + 4,7) = 139,75 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Годовые затраты тепла установки без рекуператора:

$$Q_{год} = Q \cdot z_{от} \cdot 12, \text{кВт} \cdot \text{ч} / \text{год} \quad (100)$$

где $z_{от}$ – длина отопительного периода, дни.

$$Q_{год} = 139,75 \cdot 196 \cdot 12 = 328692 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{год}$$

Температура воздуха на выходе из пластинчатого рекуператора:

$$t_{ин2} = t_{ин1} + \varepsilon \cdot (t_{y1} - t_{ин1}), ^{\circ}\text{C} \quad (101)$$

где t_{y1} – температура удаляемого воздуха из бассейна, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{ин1}$ – температура наружного воздуха, $^{\circ}\text{C}$;

ε – эффективность работы рекуператора.

$$t_{ин2} = -4,7 + 0,608 \cdot (28,3 + 4,7) = 15,4^{\circ}\text{C}.$$

Затраты на нагрев наружного воздуха в рекуператоре:

$$Q_{ip} = v \cdot \rho_n \cdot \frac{1}{3600} \cdot c \cdot (t_{np} - t_{in2}), \text{кВт} \cdot \text{ч} \quad (102)$$

$$Q = 12000 \cdot 1,316 \cdot \frac{1}{3600} \cdot 1,005 \cdot (27 - 15,4) = 51,14 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Затраты тепла годовые в системе вентиляции с рекуператором:

$$Q_{год\delta p} = Q_{ip} \cdot z_{om} \cdot 12, \text{кВт} \cdot \text{ч} / \text{год} \quad (103)$$

$$Q_{год} = 51,14 \cdot 196 \cdot 12 = 120281,28 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{год}$$

Количество сэкономленной энергии:

$$\Delta Q_p = Q_{год} - Q_{год\delta p}, \text{кВт} \cdot \text{ч} / \text{год} \quad (104)$$

$$\Delta Q_p = 328692 - 120281,28 = 208410,72, \text{кВт} \cdot \text{ч} / \text{год}$$

Стоимость сэкономленной энергии:

$$\mathcal{E} = \Delta Q_p \cdot \Pi, \text{руб} / \text{год} \quad (105)$$

где Π – стоимость энергии, руб/кВт·ч.

$$\mathcal{E} = 208410,72 \cdot 5,05 = 1052474,14 \text{ руб} / \text{год}$$

Срок окупаемости приточно-вытяжной установки с рекуператором в бассейне для взрослых системы ПВ2:

$$\tau = \frac{\Pi_{уст}}{\mathcal{E}}, \text{год} \quad (106)$$

где $\Pi_{уст}$ – стоимость приточно-вытяжной установки с рекуператором, руб./кВт.

$$\tau = \frac{1310715}{1052474,14} = 1,25 \text{ лет}.$$

Срок окупаемости приточно-вытяжной установки с рекуператором во взрослом бассейне системы ПВ2 равен 1,25 года (15 месяцам).

Вывод по разделу 7

В разделе 7 выполнен конструктивный расчет пластинчатого рекуператора для приточно-вытяжной системы бассейна для плавания, проведен расчет энергосберегающего эффекта от применения рекуператора, а также выполнен технико-экономический расчет данной системы, определен срок окупаемости приточно-вытяжной установки с рекуператором.

Для приточно-вытяжной системы ПВ2 подобран пластинчатый теплообменник VS 120 PCR.

Срок окупаемости приточно-вытяжной установки с рекуператором в бассейне для взрослых системы ПВ2 1,25 лет.

Заключение

В ходе выполнения магистерской диссертации были определены параметры наружного и внутреннего воздуха, в литературном обзоре была перечислена основная нормативно-техническая документация. В качестве объекта патентного поиска выбран радиальный вентилятор.

Проведен в работе теплотехнический расчет ограждающих конструкций. Теплотери здания составляют 112,75 кВт. Определены тепловой и воздушный балансы.

В здании запроектированы четыре самостоятельные системы отопления с местными нагревательными приборами:

- СО 1 – двухтрубная система с нижней разводкой магистралей с тупиковым движением теплоносителя для административных и вспомогательных помещений;

- СО 2 – система с верхней разводкой магистралей для спортзала;

- СО 3 и СО 4 – системы с нижней разводкой магистралей для бассейнов.

Для физкультурно-оздоровительного комплекса “Атлант” предусмотрели завесу смешивающего типа. Завеса располагается над проемом дверей, завеса имеет электрический источник тепла. По рассчитанным характеристикам подобрана завеса ТЕПЛОМАШ КЭВ-8П1062Е.

Запроектированы следующие системы вентиляции:

- система ПВ1: Детский бассейн;

- система ПВ2: Большой бассейн;

- система ПЗ: Игровой спортзал;

- система П4: Душевые;

- система П5: Насосно-фильтровальная;

- система П6: Зал бокса;

- система П7: Сауна 1 этаж;

- система ВЗ: Тренажерный зал;

- система В4: Душевые спортзала;

- система В5: Медкабинет;

- система В6: Кабинеты 1, 2 этажей, гардероб;

- система В7: Санузлы;

- система В8: Санузел сауны;

- система В9: Комната отдыха сауны;
- система В10: Душевые раздевалок детского бассейна;
- система В11: Командные раздевалки 1 этаж;
- система В12: Подсобное помещение 1 этажа, комната обслуживающего персонала, кабинет главного инженера;
- система В13: Тренерская, раздевалка большого бассейна;
- система В14: Комната обслуживающего персонала 1 этаж;
- система В15: Шейпзал 1 этаж;
- система В16: Санузлы;
- система В17: Шейпзал 2 этаж;
- система В18: Насосно–фильтровальная;
- система В19: Кабинет инструктора, подсобное помещение, лаборатория анализа воды;
- система В20: Кабинеты 1, 2 этажей, машинный зал подвала;
- системы ВЕ1, ВЕ2: Зал бокса;
- системы ВЕ3, ВЕ4: Игровой спортзал;
- система ВЕ5: Сауна;
- система ВЕ6: Электрощитовая;
- система ВЕ7: Шибер деревянный;
- система ВЕ8: Помещение хранения хлора;
- система ВЕ9: Помещение хранения реагентов.

Для устранения высокой влажности воздуха в помещении и конденсации влаги на стенах, окнах и на потолке, вызывающей коррозию и гниение материалов, риск разрушения внутренней отделки помещений и несущих конструкций, и главное, некомфортные условия для людей были подобраны системы осушения воздуха в залах бассейнов ФОК «Атлант».

В качестве систем осушения выбраны осушители Dantherm, серии CDP, данная серия осушителей предназначена для обработки воздуха, содержащего хлор и другие химические агрессивные реагенты.

Также в процессе выполнения работы подобраны сплит-системы для ряда помещений.

Выполнен расчет рекуператора, а также его энергосберегающий эффект. Выполнен технико-экономический расчет системы ПВ2 с рекуператором и определен срок окупаемости данной системы (1 год и 3 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, 4000 с.
3. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч.Ч1. 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. – 344с.
4. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч.Ч3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн.1/В.Н. Богословский, А.И. Пирумов, В.Н., Посохин и др.; Под ред. Н.Н. Павлова и Ю.Н. Шиллера. – 4-е изд., перераб. и доп.-М.: Стройиздат, 1992. – 319 с.: ил. - (Справочник проектировщика).
5. Внутренние санитарно-технические устройства. Часть 3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Книга 1: справочник проектировщика / В.Н. Богословский, А.И. Пирумов, В.Н. Посохин и др.; под ред Н.Н. Павлова, Ю.И. Шиллера, - 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1992. – 319 с.
6. ГОСТ 12.1.005-88. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением N 1) [Электронный ресурс]. - Введ. 1989-01-01. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200003608>.
7. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях [Электронный ресурс]. - Введ. 2013-01-01. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-30494-2011>.
8. ГОСТ 34002-2016. Вентиляторы. [Электронный ресурс]. - Введ. 2018-07-01. - Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200146494>.

9. ГОСТ Р 53491.1-2009. Бассейны. Подготовка воды. Часть 1. Общие требования. [Электронный ресурс]. - Введ. 2010-07-01. - Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200080205>.

10. ГОСТ Р 53491.2-2012. Бассейны. Подготовка воды. Часть 2. Требования безопасности. [Электронный ресурс]. - Введ. 2010-07-01. - Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200101522>.

11. ГОСТ Р ЕН 779-2014. Фильтры очистки воздуха общего назначения. Определение технических характеристик [Электронный ресурс]. - Введ. 2015-12-01. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200115106>.

12. Макаров, А. И. Расчет отопительных приборов и подбор теплогенератора для частного дома площадью 301 м² / А. И. Макаров // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. – 2016. – № 4(30). – С. 69-72. – EDN UPHHAA.

13. Методические рекомендации к СП 7.13130.2013 «Расчетное определение основных параметров противодымной вентиляции зданий» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293776/4293776355>.

14. Можяев, Л. Системы вентиляции и осушения воздуха для бассейнов / Л. Можяев // Сантехника, Отопление, Кондиционирование. – 2010. – № 3(99). – С. 68-71. – EDN POWISF.

15. НПБ 110-03. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией [Электронный ресурс]. - Введ. 2003-06-18. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901866575>.

16. Основы энергетики : учебник / Г. Ф. Быстрицкий. - М.: КноРус, 2017. - 350 с.

17. Патент № 2215195 С1 Российская Федерация, МПК F04D 17/08. Центробежный вентилятор : № 2002111372/06 : заявл. 27.04.2002 : опубл. 27.10.2003 / В. Г. Караджи, Ю. Г. Московко. – EDN PONZKL.

18. Патент № 2330188 С1 Российская Федерация, МПК F04D 17/08, F04D 29/66. Радиальный вентилятор (варианты) : № 2007108453/06 : заявл. 07.03.2007 : опубл. 27.07.2008 / В. Г. Караджи, Ю. Г. Московко. – EDN XTVBIS.

19. Патент № 2470193 С1 Российская Федерация, МПК F04D 29/66, F04D 17/08, F04D 29/30. Радиальный вентилятор : № 2011118959/06 : заявл. 12.05.2011 : опубл. 20.12.2012 / В. Г. Караджи, Ю. Г. Московко. – EDN GUNGEL.

20. Патентный поиск: <https://www.fips.ru/>

21. Пособие 4.91 к СНиП 2.04.05-91 Противодымная защита при пожаре – Введ. 1992-01-01. – Промстройпроект – М., 1992 – 109 с.

22. Практическое пособие по выбору и разработке энергосберегающих проектов : справочно-методическое пособие / Технопромстрой ; [Костюченко П. А. и др.] ; под общ. ред. О. Л. Данилова, П. А. Костюченко. – Москва : Технопромстрой, 2006. – 668 с. – ISBN 5-86472-163-8. – EDN QMJQOH.

23. Р НП "АВОК" 5.5.1-2018 Расчет параметров систем противодымной защиты жилых и общественных зданий : Рекомендации АВОК 5.5.1-2018 / Ю. А. Табунщиков, М. М. Бродач, В. М. Есин [и др.]. – Москва : ООО ИИП «АВОК-ПРЕСС», 2018. – 70 с. – ISBN 978-5-98267-100-4. – EDN UAGGQT.

24. Р НП "АВОК" 7.5-2020. Обеспечение микроклимата и энергосбережение в крытых плавательных бассейнах. Нормы проектирования [Электронный ресурс]. - Введ. 2019-12-06. - Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/564319345>.

25. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». [Электронный ресурс]. - Введ. 2021-01-08. - Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/573500115>.

26. Системы вентиляции и кондиционирования. Рекомендации по проектированию для производственных и общественных зданий: справочное пособие / Ю.С. Краснов. – Москва: Термокул, 2006. – 288 с.

27. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки [Электронный ресурс]. - Введ. 1996-10-31. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901703278>.

28. СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий [Электронный ресурс]. - Введ. 1996-10-31. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901703281>.

29. СНиП 21-01-97*. Пожарная безопасность зданий и сооружений [Электронный ресурс]. - Введ. 1998-01-01. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/871001022>.

30. СНиП 41-02-2003. Тепловые сети. [Электронный ресурс]. - Введ. 2003-09-01. - Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200035108>.

31. Соколов, Л. И. Системы водоснабжения и водоотведения бань и бассейнов : учебно-практическое пособие / Л. И. Соколов. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2017. – 221 с. : ил., схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=466796> (дата обращения: 16.06.2023). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9729-0145-6. – Текст : электронный. Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=466796.

32. СП 118.13330.2012. Общественные здания и сооружения. [Электронный ресурс]. - Введ. 2014-09-01. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200092705>.

33. СП 124.13330.2012. Тепловые сети. [Электронный ресурс]. - Введ. 2013-01-01. - Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200095545>.

34. СП 131.13330.2020. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99 [Электронный ресурс]. - Введ. 2021-06-25. - Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/573659358>.

35. СП 2.1.3678-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к эксплуатации помещений, зданий, сооружений, оборудования и транспорта, а также условиям деятельности хозяйствующих субъектов, осуществляющих продажу товаров, выполнение работ или оказания услуг» [Электронный ресурс]. - Введ. 2020-12-24. - Режим доступа:

http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_373317/b5f6f90c3a26fddb05614f3bf71ca0a4ed198f7/.

36. СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда». [Электронный ресурс]. - Введ. 2020-12-02. - Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/573230583>.

37. СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий [Электронный ресурс]. – Введ. 2004-06-01. - Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200037434>.

38. СП 31-112–2004. Физкультурно-спортивные залы. Часть 1 [Электронный ресурс]. - Введ. 2004-04-30. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200040660>.

39. СП 31-113–2004. Бассейны для плавания [Электронный ресурс]. - Введ. 2004-04-30. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200040480>.

40. СП 332.1325800.2017. Бассейны для плавания. Правила проектирования. [Электронный ресурс]. – Введ. 2018-06-27. – Режим доступа: <https://dokipedia.ru/document/5344056>.

41. СП 332.1325800.2017. Спортивные сооружения. Правила проектирования. [Электронный ресурс]. – Введ. 2018-05-15. – Режим доступа: <https://dokipedia.ru/document/5344064>.

42. СП 4.13130.2013. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям [Электронный ресурс]. - Введ. 2013-06-24. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200101593>.

43. СП 41-101-95. Проектирование тепловых пунктов. Общие требования [Электронный ресурс]. - Введ. 1996-07-01. - Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/871001264>.

44. СП 44.13330.2011. Административные и бытовые здания. [Электронный ресурс]. - Введ. 2011-05-20. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200084087>.

45. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 [Электронный ресурс]. - Введ. 2013-07-01. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200095525>.

46. СП 51.13330.2011. Защита от шума [Электронный ресурс]. - Введ. 2011-05-20. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200084097>.

47. СП 60.13330.2020. Отопление, вентиляция и кондиционирование» [Электронный ресурс]. - Введ. 2021-07-01. - Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/573697256>.

48. СП 61.13330.2012. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов [Электронный ресурс]. - Введ. 2013-01-01. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200091050>.

49. СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Противопожарные требования» » изм. №1 от 27.02.2020 изм. №2 от 12.03.2020 [Электронный ресурс]. - Введ. 2013-02-25. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200098833>.

50. СП 73.13330.2016. (СНиП 3.05.01-85). Внутренние санитарно-технические системы зданий [Электронный ресурс]. - Введ. 2017-04-01. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/456029018>.

51. Справочник кодов общероссийских классификаторов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://classinform.ru/mpk/f24f.html>.

52. Справочник по инженерному оборудованию жилых и общественных зданий. / П. П. Якубчик, А. Е. Татура, Н. А. Черников, О. А. Продоус; Под ред. В. С. Дикаревского. Издательство «Будивэльник», 1989. – 213 с.

53. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч.3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн.2. / Под ред. Н.Н.Павлова и Ю.И.Шиллера. – М.: Стройиздат, 1992. – 416 с.

54. Теплогазоснабжение и вентиляция : метод. указ. к курс. работе / В.И. Ляшков, С.Н. Кузьмин. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 1993. – 43 с.

55. Теплогазоснабжение и вентиляция: учеб. для студентов, обуч. по направлению "Строительство" / Е. М. Авдолимов [и др.]. - 2-е изд., перераб.; гриф УМО. - Москва: Академия, 2013. – 399 с.
56. Теплопотери здания: справочное пособие /Е.Г. Малявина. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2007. – 144 с.
57. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция / К.В. Тихомиров, Э.С. Сергеенко. – М. : Стройиздат, 1991. – 480 с.
58. Цыганков А.В., Иванов А.В., Леонтьева В.А., Оценка технико-экономических параметров проектного решения системы кондиционирования, Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Холодильная техника и кондиционирование», 2015.
59. Шонина, Н. А. Особенности проектирования систем отопления и вентиляции фитнес-клубов / Н. А. Шонина // АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. – 2014. – № 6. – С. 44-50. – EDN SNWKAV.
60. Щукина, Т. В. Монтажное проектирование и технология сборки систем кондиционирования микроклимата зданий и сооружений : Учебное пособие для СПО / Т. В. Щукина, И. И. Полосина. – Саратов : Профобразование, 2019. – 180 с. – ISBN 978-5-4488-0370-3. – EDN HXCTOG.
61. Cristina Baglivo, Delia D'Agostino, Paolo Maria Congedo, Design of a Ventilation System Coupled with a Horizontal Air-Ground Heat Exchanger (HAGHE) for a Residential Building in a Warm Climate, *Energies Journal*, 2018.
62. Kyung-Soon Park, Sang-Woo Kim, Seong-Hwan Yoon, Application of Breathing Architectural Members to the Natural Ventilation of a Passive Solar House, *Energies Journal*, 2016.
63. Mohannad Bayoumi, Improving Natural Ventilation Conditions on Semi-Outdoor and Indoor Levels in Warm–Humid Climates, *Buildings Journal*, 2018.
64. Zijing Tan, Xiang Deng, Assessment of Natural Ventilation Potential for Residential Buildings across Different Climate Zones in Australia, *Atmosphere Journal*, 2017.

Приложение А

Расчетные параметры внутреннего воздуха

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

№ помещения	Наименование помещения	Расчетная внутренняя температура, t°С	Примечание
1	2	3	4
1 этаж			
101	Спортзал	18	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.1.4
102	Тренажерный зал	18	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.1.4
103	Медицинский пункт	20	ГОСТ 30494-2011, табл.3, помещение 5-ой категории
104	Кабинет	20	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.7
105	Касса	20	ГОСТ 30494-2011, табл.3, помещение 2-ой категории
106	Коридор	18	
107	Санузел	18	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.8
108	Инвентарная	18	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.10
109	Командная раздевалка №1	22	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.2
110	Душевая	24	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.3
111	Санузел	18	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.8
112	Коридор	18	
113	Командная раздевалка №2	22	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.2
114	Душевая к раздевалке №2	24	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.3
115	Санузел	18	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.8
116	Зал шейпинга	18	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.1.4
117	Командная раздевалка №3	22	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.2
118	Санузел	18	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.8
119	Душевая к раздевалке №3	24	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.3
120	Комната обслуживающего	20	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.7
121	Душевая обслуживающего	24	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.3

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4
122	Санузел обслуживающего персонала	18	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.8
123	Кабинет главного инженера	20	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.7
124	Комната приема пищи персонала	20	ГОСТ 30494-2011, табл.3, помещение 1-ой категории
125	Подсобное помещение	18	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.10
126	Коридор	18	
127	Холл с местами отдыха	20	СП 31-113-2004, табл. 11.1, п.3
128	Вестибюль с гардеробом	20	СП 31-113-2004, табл. 11.1, п.3
129	Комната отдыха при сауне	24	ГОСТ 30494-2011, табл.3, помещение 5-ой категории
130	Сауна	100*	СП 31-113-2004, табл. 11.1, п.8 СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.5
131	Помывочная	24	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.3
132	Тренерская	18	СП 31-113-2004, табл. 11.1, п.9
133	Раздевалка для мальчиков	25	СП 31-113-2004, табл. 11.1, п.5
134	Санузел при раздевалке для мальчиков	20	СП 31-113-2004, табл. 11.1, п.11
135	Душевая для мальчиков	20	СП 31-113-2004, табл. 11.1, п.6
136	Инвентарная	15	СП 31-113-2004, табл. 11.1, п.13
137	Раздевалка для девочек	25	СП 31-113-2004, табл. 11.1, п.5
138	Санузел при раздевалке для девочек	20	СП 31-113-2004, табл. 11.1, п.11
139	Душевая при раздевалке для девочек	20	СП 31-113-2004, табл. 11.1, п.6
140	Бассейн детский	30	СП 31-113-2004, табл. 11.1, п.1
141	Насосно-фильтровальная, машинный зал	12	Тех. задание
142	Помещение для хранения реагентов	5	СП 31-113-2004, табл. 11.1, п.19
143	Тамбур главного входа	16	
2 этаж			
201	Зал шейпинга	18	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.1.4
202	Тренерская	19	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.7
203	Кабинет директора	20	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.7

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4
204	Кабинет заместителя директора	20	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.7
205	Кабинет главного бухгалтера	20	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.7
206	Коридор	18	
207	Лестничный марш	16	ГОСТ 30494-2011, табл.3, помещение 6-ой категории
208	Инвентарная	18	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.10
209	Санузлы	18	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.8
210	Подсобное помещение	18	ГОСТ 30494-2011, табл.3, помещение 1-ой категории
211	Комната приема пищи	20	ГОСТ 30494-2011, табл.3, помещение 1-ой категории
212	Раздевалка (бассейн)	25	СП 31-113-2004, табл. 11.1, п.5
213	Санузел (бассейн)	20	СП 31-113-2004, табл. 11.1, п.11
214	Душевая (бассейн)	25	СП 31-113-2004, табл. 11.1, п.6
215	Помещение мед. сестры	20	ГОСТ 30494-2011, табл.3, помещение 5-ой категории
216	Подсобное помещение	18	СП 31-113-2004, табл. 11.1, п.14
217	Лаборатория анализа воды	18	СП 31-113-2004, табл. 11.1, п.14
218	Комната инструктора + инвентарная	20	СП 31-113-2004, табл. 11.1, п.9
219	Бассейн	28	СП 31-113-2004, табл. 11.1, п.1
220	Подсобное помещение	18	СП 31-113-2004, табл. 11.1, п.14
221	Зал боксеров	18	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.1.4
222	Душевая	24	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.3
223	Санузел	18	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.8
224	Раздевалка	22	СП 332.1325800.2017, табл.11, п.2.2
225	Коридор, лестничный марш	18	
226	Коридор	18	
227	Коридор	18	
Техподполье (-1)			
001	Машинный зал	5	
002	Насосно-фильтровальная	5	
003	Подсобное помещение	5	

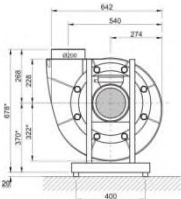
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4
004	Подсобное помещение	5	
005	Подсобное помещение	5	
006	Подсобное помещение	5	
007	Подсобное помещение	5	
008	Подсобное помещение	5	
009	Подсобное помещение	5	
010	Подсобное помещение	5	
011	Электрощитовая	5	
012	Подсобное помещение	5	
013	Подсобное помещение	5	

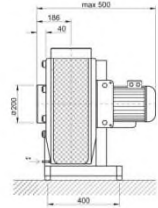
Приложение Б
Патентный поиск

Таблица Б.1 – 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
1	2	3	4	5
Центробежный вентилятор	Россия пат. RU2132970C1 F04D 17/08 F04D 29/44 F04D 29/66	В.Г. Караджи, Россия 21.01.98 10.07.99 Центробежный вентилятор	«Центробежный вентилятор. Конструкция: спиральный корпус; рабочее колесо на валу с загнутыми назад лопатками и с конусным покрывным диском; всасывающий патрубок с участками криволинейного профиля в диаметральном сечении; направляющий аппарат, размещенный с внешней стороны всасывающего патрубка перед циркуляционным зазором; выходной патрубок, равный по ширине корпусу вентилятора» [16]. «Цель - обеспечение безотрывного обтекания покрывного диска и лопаток рабочего колеса при больших коэффициентах расхода вентилятора» [16].	Подлежит 
Радиальные вентиляторы	Россия пат. RU2338931C2 F04D17/08 F04D29/66	В.Г. Караджи Ю.Г.Московко Россия 21.03.2006 20.11.2008 Радиальные вентиляторы	«Радиальный вентилятор. Конструкция: спиральный корпус, оснащенный языком; рабочее колесо на валу с загнутыми назад лопатками и с конусным покрывным диском; входной коллектор с участками криволинейного профиля в меридиональном сечении; вихрегаситель; выходной патрубок, равный по ширине корпусу вентилятора» [52]. «Цель - повышение эффективности вентилятора. Технический результат заключается в увеличении напорной характеристики и коэффициента полезного действия вентилятора в рабочей зоне» [52].	Подлежит

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5
Радиальные вентиляторы	Россия пат. RU2330188C1 F04D17/08 F04D29/66	В.Г. Караджи Ю.Г.Московко Россия 07.03.2007 27.07.2008 Радиальные вентиляторы	«Радиальный вентилятор. Конструкция: спиральный корпус, оснащенный языком; рабочее колесо, установленное в корпусе на валу, с загнутыми назад лопатками и с конусным покрывным диском; входной коллектор с участками криволинейного профиля в диаметральном сечении; выходной патрубок, ширина которого равна ширине спирального корпуса; вихрегаситель - в виде одной пластины, которая размещена с внешней стороны всасывающего патрубка перед окружным зазором между проходящими через ось вращения рабочего колеса плоскостями. Цель - повышение эффективности вентилятора. Технический результат заключается в увеличении напорной характеристики и коэффициента полезного действия вентилятора в рабочей зоне при уменьшении звуковой мощности на входе вентилятора» [18]	Подлежит 
Центробежный вентилятор	Россия пат. RU2215195C1 F04D17/08	В.Г. Караджи Ю.Г.Московко Россия 27.04.2002 27.10.2003 Центробежный вентилятор	«Центробежный вентилятор. Конструкция: спиральный корпус; рабочее колесо с загнутыми назад лопатками и с конусным покрывным диском, установленное на валу; всасывающий патрубок с участками криволинейного профиля в диаметральном сечении; направляющий аппарат, размещенный с внешней стороны всасывающего патрубка перед циркуляционным зазором; выходной патрубок, равный по ширине корпусу вентилятора. Цель - обеспечение безотрывного обтекания покрывного диска и лопаток рабочего колеса при больших коэффициентах расхода ф вентилятора» [17].	Подлежит
Радиальный вентилятор	Россия пат. RU2470193C1 F04D 17/08 F04D 29/30 F04D 29/66	В.Г. Караджи Ю.Г.Московко Россия 12.05.2011 20.12.2012 Радиальный вентилятор	«Радиальный вентилятор. Конструкция: спиральный корпус; радиальное рабочее колесо на валу; входной коллектор; язык. Рабочее колесо содержит передний и задний диски и расположенные между ними лопатки, передний диск радиального рабочего колеса расположен со стороны входного коллектора, задний диск расположен со стороны энергопривода» [19]. «Цель - снижение уровня звуковой мощности на входе и выходе радиальных вентиляторов в спиральном корпусе как высокого, так и среднего и низкого давления» [19].	Подлежит

Приложение В
Теплотехнический расчет

Таблица В.1 - Слои ограждающих конструкций

№	Наименование материала	Толщина, δ , м	Плотность, ρ_0 , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности, λ , Вт/м ² ·°С
1	2	3	4	5
Наружная стена (тип 1)				
1	Цементно-песчаный раствор (штукатурка)	0,02	1800	0,93
2	Кладка из кирпича глиняного обыкновенного на песчаном растворе	0,77	1800	0,81
3	Базальтовая теплоизоляция ROCKWOOL ВЕНТИБАТТС G=100кг/м ³	подбор	90 (100)	0,045
4	Воздушный зазор	0,04	1	0,2424
5	Керамогранитная плита	0,01	2600	0,76
Наружная стена (тип 2)				
1	Цементно-песчаный раствор (штукатурка)	0,02	1800	0,93
2	Кладка из кирпича глиняного обыкновенного на песчаном растворе	0,90	1800	0,81
3	Базальтовая теплоизоляция ROCKWOOL ВЕНТИБАТТС G=100кг/м ³	подбор	90 (100)	0,045
4	Воздушный зазор	0,04	1	0,2424
5	Керамогранитная плита	0,01	2600	0,76
Наружная стена (тип 3)				
1	Цементно-песчаный раствор (штукатурка)	0,02	1800	0,93
2	Кладка из кирпича глиняного обыкновенного на песчаном растворе	1,00	1800	0,81
3	Базальтовая теплоизоляция ROCKWOOL ВЕНТИБАТТС G=100кг/м ³	подбор	90 (100)	0,045
4	Воздушный зазор	0,04	1	0,2424
5	Керамогранитная плита	0,01	2600	0,76
Наружная стена (тип 4)				
1	Цементно-песчаный раствор (штукатурка)	0,02	1800	0,93
2	Кладка из кирпича глиняного обыкновенного на песчаном растворе	0,51	1800	0,81
3	Базальтовая теплоизоляция ROCKWOOL ВЕНТИБАТТС G=100кг/м ³	подбор	90 (100)	0,045

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5
4	Воздушный зазор	0,04	1	0,2424
5	Керамогранитная плита	0,01	2600	0,76
Наружная стена (тип 5)				
1	Цементно-песчаный раствор (штукатурка)	0,02	1800	0,93
2	Кладка из кирпича глиняного обыкновенного на песчаном растворе	0,64	1800	0,81
3	Базальтовая теплоизоляция ROCKWOOL ВЕНТИБАТТС G=100кг/м ³	подбор	90 (100)	0,045
4	Воздушный зазор	0,04	1	0,2424
5	Керамогранитная плита	0,01	2600	0,76
Наружная стена (тип 6)				
1	Цементно-песчаный раствор (штукатурка)	0,02	1800	0,93
2	Кладка из кирпича глиняного обыкновенного на песчаном растворе	0,57	1800	0,81
3	Базальтовая теплоизоляция ROCKWOOL ВЕНТИБАТТС G=100кг/м ³	подбор	90 (100)	0,045
4	Воздушный зазор	0,04	1	0,2424
5	Керамогранитная плита	0,01	2600	0,76
Наружная стена (тип 7)				
1	Цементно-песчаный раствор (штукатурка)	0,02	1800	0,93
2	Кладка из кирпича глиняного обыкновенного на песчаном растворе	0,71	1800	0,81
3	Базальтовая теплоизоляция ROCKWOOL ВЕНТИБАТТС G=100кг/м ³	подбор	90 (100)	0,045
4	Воздушный зазор	0,04	1	0,2424
5	Керамогранитная плита	0,01	2600	0,76
Внутренняя стена (тип 1)				
1	Цементно-песчаный раствор (штукатурка)	0,02	1800	0,93
2	Кладка из кирпича глиняного обыкновенного на песчаном растворе	0,38	1800	0,81
3	Цементно-песчаный раствор (штукатурка)	0,02	1800	0,93
Внутренняя стена (тип 2)				
1	Цементно-песчаный раствор (штукатурка)	0,02	1800	0,93

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5
2	Кладка из кирпича глиняного обыкновенного на песчаном растворе	0,12	1800	0,81
3	Цементно-песчаный раствор (штукатурка)	0,02	1800	0,93
Внутренняя стена (тип 3)				
1	Цементно-песчаный раствор (штукатурка)	0,02	1800	0,93
2	Кладка из кирпича глиняного обыкновенного на песчаном растворе	0,51	1800	0,81
3	Цементно-песчаный раствор (штукатурка)	0,02	1800	0,93
4	Плиточный клей	0,04	1300	0,52
5	Плитка облицовочная, кафельная	0,06	2000	0,76
Внутренняя стена (тип 4)				
1	Цементно-песчаный раствор (штукатурка)	0,02	1800	0,93
2	Кладка из кирпича глиняного обыкновенного на песчаном растворе	0,25	1800	0,81
3	Цементно-песчаный раствор (штукатурка)	0,02	1800	0,93
Внутренняя стена (тип 5)				
1	Гипсокартон	0,0125	850	0,098
2	OSB-3 - ориентированно-стружечная плита третьего типа.	0,009	650	0,12
3	Пароизоляция (ИзоспанВ)	0,00025	-	-
4	Теплоизоляция ROKWOOL Лайт Баттс	0,10	37	0,039
5	Пароизоляция (ИзоспанВ)	0,00025	-	-
6	OSB-3 - ориентированно-стружечная плита третьего типа.	0,009	650	0,12
7	Обрешетка (воздушная прослойка 50мм)	0,05	-	0,2424
8	Вагонка из липы	0,015	540	0,15
Перекрытие – пол над подвалом (тип 1)				
1	Керамическая плитка	0,01	1800	0,76
2	Клей для укладки керамической плитки	0,01	1400	0,52
3	Выравнивающая цементно-песчаная стяжка	0,05	1800	0,93
4	Утеплитель экструзионный пенополистерол “Техноплекс”	0,03	26	0,032
5	Железобетонная монолитная плита	0,24	2500	1,92

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5
Перекрытие – пол над подвалом (тип 2)				
1	Линолеум	0,005	1800	0,35
2	Выравнивающая цементно-песчаная стяжка	0,065	1800	0,93
3	Утеплитель экструзионный пенополистерол “Техноплекс”	0,03	26	0,032
4	Железобетонная монолитная плита	0,24	2500	1,92
Кровля				
1	Бетонная смесь	0,008	1500	1,86
2	Полиэтиленовая пленка	0,001	915	0,028
3	Утеплитель – STYROFOAM*300А – экструдированный пенополистирол	подбор	32	0,030
4	Цементная штукатурка	0,04	1800	0,93
5	Рубероид	0,008	200	0,17

Продолжение Приложения В

Таблица В.2 – Теплотехнические характеристики наружных ограждений спортивного комплекса «Атлант»

Наименование ограждающей конструкции	Толщина ограждающей конструкции, м	Требуемое сопротивление теплопередаче, $R_{тр}$, (м ² ·°С)/Вт	Приведенное сопротивление теплопередаче (расчетное), R_o , (м ² ·°С)/Вт	Коэффициент теплопередачи, k , Вт/(м ² ·°С).
1	2	3	4	5
Наружная стена (НС1)	0,77	3,53	3,53	0,283
Наружная стена (НС2)	0,90	3,53	3,69	0,271
Наружная стена (НС3)	1,00	3,53	3,81	0,262
Наружная стена (НС4)	0,51	3,12	3,21	0,312
Наружная стена (НС5)	0,64	3,12	3,29	0,304
Наружная стена (НС 6)	0,57	3,12	3,28	0,305
Наружная стена (НС7)	0,71	3,53	3,53	0,283
Внутренняя стена (ВС1)	0,38	-	0,742	1,348
Внутренняя стена (ВС2)	0,12	-	0,421	2,375
Внутренняя стена (ВС3)	0,51	-	1,058	0,945
Внутренняя стена (ВС4)	0,25	-	0,581	1,721
Внутренняя стена (ВС5)	0,12	-	3,25	0,308
Пол контактирующий с грунтом	-	-	4,43	0,226
Покрытие пол над подвалом (тип 1)	-	-	1,43	0,699
Окно двухкамерное	-	-	0,71	1,41
Дверь ПВХ	-	-	0,47	2,128
Дверь металлическая	-	-	0,843	1,19
Покрытие (кровля)	0,167	3,84	3,955	0,253

Продолжение Приложения В

Таблица В.3 – Теплопотери через ограждающие конструкции

Номер помещения	Ограждающие конструкции										Q, Вт	Добавки на теплопотери, %			Q(1+Σβ)	Q _о , Вт
	Наименование помещения	Наименование ограждения	Ориентация по сторонам света	Размеры		F, м ²	k, Вт/м ²	t _{вн} , °C	t _в , °C	Δt _н , t _{вн} , °C		Сторона света	прочие	Σβ		
				a	b											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1 этаж																
101, 18°C	Спортзал	НС4	С	18,89	9,811	185,33	0,312	- 27	18	45	2 602,03	0,1	0,05	0,15	2 992,33	
		НС4	В	2,64	9,811	25,90	0,312	- 27	18	45	363,64	0,1	0,05	0,15	418,20	
		НС2	3	30,76	9,811	173,15	0,271	- 27	18	45	2 111,56	0,05	0,05	0,1	2 322,67	
		ОД	3	26,95	1,92	128,64	1,41	- 27	18	45	8 162,21	0,05	0,05	0,1	8 978,43	
		НС4	Ю	3,2	9,811	31,40	0,312	- 27	18	45	440,86		0,05	0,05	462,83	
		ПЛ				517,58	0,226	- 27	18	45	5 263,82				5 263,82	
		КП				540,00	0,253	- 27	18	45	6 147,90				6 147,90	
Итого:																26 586,18
102, 18°C	Тренажерный зал	НС4	Ю	15,31	3,34	51,14	0,312	- 27	18	45	717,94		0,05	0,05	753,84	
		НС4	3	6,38	3,34	21,31	0,312	- 27	18	45	299,18	0,05	0,05	0,1	329,10	
		ПЛ				77,01	0,226	-27	18	45	783,24				783,24	
Итого:																1 866,18
103, 20°C	Медицинский пункт	НС4	Ю	3,42	3,34	8,75	0,312	- 27	20	47	128,37				128,37	
		ОД	Ю	1,39	1,92	2,67	1,41	- 27	20	47	176,86				176,86	
		ПЛ		5,87	3,42	20,08	0,226	-27	20	47	213,24				213,24	
Итого:																518,47
104, 20°C	Кабинет	НС4	Ю	4,25	3,34	11,53	0,312	- 27	20	47	169,02				169,02	
		ОД	Ю	1,29	1,92	2,67	1,41	- 27	20	47	176,86				176,86	
		ПЛ		4,16	4,18	17,39	0,226	- 27	20	47	184,70				184,70	
Итого:																530,59
105, 20°C	Касса	ПЛ		2,84	1,73	4,91	0,226	- 27	20	47	52,19				52,19	
		Итого														
106, 18°C	Коридор	ПЛ		9,13	1,59	14,52	0,226	- 27	18	45	147,64				147,64	
		Итого:														

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
107, 18°C	Санузел	ПЛ		2,94	3,41	10,03	0,226	-27	18	45	101,96				101,96	
		Итого:														101,96
108, 18°C	Инвентарная	ПЛ		5,87	3,41	20,02	0,226	-27	18	45	203,57				203,57	
		Итого:														203,57
109, 22°C	Командная раздевалка №1	ВС2		8,94	3,34	29,86	2,375	18	22	4	283,67				283,67	
		ВС1		4,06	3,34	13,56	1,348	18	22	4	73,12				73,12	
		ВС2		3,02	3,34	8,67	2,375	18	22	4	82,34				82,34	
		ВС2		1,46	3,34	4,88	2,375	18	22	4	46,33				46,33	
		ВС2		3,7	3,34	10,36	2,375	18	22	4	98,40				98,40	
		ПЛ		9	4,12	28,08	0,226	-27	22	49	310,99				310,99	
Итого:																894,84
110, 24°C	Душевая	ВС2		2,16	3,34	7,21	2,375	18	24	6	102,81				102,81	
		ВС2		1,98	3,34	6,61	2,375	18	24	6	94,24				94,24	
		ПЛ		2,16	2,04	4,41	0,226	-27	24	51	50,79				50,79	
Итого:																247,83
111, 18°C	Санузел	ПЛ		3,02	1,52	4,59	0,226	-27	18	45	46,68				46,68	
Итого:																46,68
112, 18°C	Коридор	ПЛ		3,87	1,4	5,42	0,226	-27	18	45	55,10				55,10	
Итого:																55,10
113, 22°C	Командная раздевалка №2	ВС2		4,01	3,34	13,39	2,375	18	22	4	125,24				127,24	
		ВС2		3,06	3,34	8,80	2,375	18	22	4	83,60				83,60	
		ПЛ		7,3	5,13	28,43	0,226	-27	22	49	314,81				314,81	
Итого:																525,65
114, 24°C	Душевая к раздевалке №2	ВС2		1,52	3,34	5,08	2,375	18	24	6	72,34				72,34	
		ВС2		2,12	3,34	7,08	2,375	18	24	6	100,90				100,90	
		ПЛ		2,12	2,04	4,32	0,226	-27	24	51	49,85				49,85	
Итого:																223,09
115, 18°C	Санузел	ПЛ		3,09	1,52	4,70	0,226	-27	18	45	47,77				47,77	
Итого:																47,77
116, 18°C	Зал шейпинга	ПЛ		12,52	3,87	48,45	0,226	-27	18	45	492,76				492,76	
Итого:																492,76

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
117, 22°С	Командная раздевалка №3	ВС2		4,5	3,34	15,03	2,375	18	22	4	142,79				142,79	
		ВС2		3,06	3,34	8,80	2,375	18	22	4	83,60				83,60	
		ПЛ		5,13	6,62	24,94	0,226	-27	18	45	253,63				253,63	
		Итого:														
118, 18°С	Санузел	ПЛ		3,09	1,52	4,70	0,226	-27	18	45	47,77				47,77	
		Итого:														
119, 24°С	Душевая к разд №3	ВС2		1,52	3,34	5,08	2,375	18	24	6	72,34				72,34	
		ВС2		2,12	3,34	7,08	2,375	18	24	6	100,90				100,90	
		ПЛ		2,12	2,04	4,32	0,226	-27	24	51	49,85				49,85	
		Итого:														
120, 20°С	Комната обслуживающего персонала	НС5	С	8,94	3,34	27,19	0,304	-27	20	47	388,50	0,1		0,1	427,35	
		ОД	С	1,39	1,92	2,67	1,41	-27	20	47	176,86	0,1		0,1	194,55	
		ПЛ		4,06	9	27,56	0,226	-27	20	47	292,79				292,79	
		Итого:														
121, 24°С	Душевая обслуживающего персонала	ВС2		5,52	3,34	18,44	2,375	20	24	4	175,15				175,15	
		ВС2		3,58	3,34	11,96	2,375	18	24	6	170,39				170,39	
		ПЛ		2,12	2,04	4,32	0,226	-27	24	51	49,85				49,85	
		Итого:														
122, 18°С	Санузел обслу- живающего персонала	ПЛ		3,06	1,52	4,65	0,226	-27	18	45	47,30				47,30	
		Итого:														
123, 20°С	Кабинет главного инженера	НС5	С	4,40	3,34	14,68	0,304	-27	20	47	209,74	0,1		0,1	230,71	
		ВС3		3,23	3,34	10,79	0,945	12	20	8	81,56				81,56	
		ПЛ		2,91	4,15	12,08	0,226	-27	20	47	128,28				128,28	
		Итого:														
124, 20°С	Комната приема персонала	ВС3		3,37	3,34	11,24	0,945	12	20	8	84,99				84,99	
		ПЛ		3,37	4,15	13,97	0,226	-27	20	47	148,38				148,38	
		Итого:														
125, 18°С	Подсобные помещения и лестнич марш	НС5	С	1,85	3,34	2,68	0,304	-27	18	45	36,65	0,1		0,1	40,31	
		НД	С	1,4	2,5	3,5	2,128	-27	18	45	335,16	0,1		0,1	368,68	

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		ВС3		5,88	3,34	19,65	0,312	12	18	6	36,79				36,79	
		ПЛ		5,82	4,21	24,52	0,226	-27	18	45	249,36				249,36	
		Итого:														
126, 18°C	Коридор	НС5	С	1,65	3,34	2,02	0,304	-27	18	45	27,64	0,1		0,1	30,40	
		НД	С	1,4	2,5	3,50	1,22	-27	18	45	192,15	0,1		0,1	211,37	
		ПЛ		1,85	12,74	23,57	0,226	-27	18	45	239,85				239,85	
		Итого:														
127, 20°C	Холл с местами отдыха	ПЛ		9	6,19	55,71	0,226	-27	20	47	591,75				591,75	
		Итого:														
128, 20°C	Вестибюль с гардеробом	ВС1		3,3	3,34	11,03	1,348	16	20	4	14,87				14,87	
		НС1	Ю	7,91	3,34	15,63	0,283	-27	20	47	207,88				207,88	
		ОД	Ю	5,62	1,92	10,79	1,41	-27	20	47	715,08				715,08	
		НД	Ю	1,9	2,1	3,99	1,19	-27	20	47	55,93				55,93	
		ПЛ		14,93	8,75	130,64	0,226	-27	20	47	1 387,63				1 387,63	
		Итого:														
129, 24°C	Комната отдыха при сауне	НС1	Ю	1,41	3,34	4,71	0,283	-27	24	51	67,98				67,98	
		НС1	Ю	3	1,42	4,26	0,283	-27	24	51	61,49				61,49	
		НС1	Ю	0,325	3,34	1,09	0,283	-27	24	51	15,74				15,74	
		НС1	Ю	1	1,24	1,24	0,283	-27	24	51	17,85				17,85	
		ОД	Ю	3	1,92	5,76	1,41	-27	24	51	414,20				414,20	
		НД	Ю	1	2,1	2,1	1,19	-27	24	51	127,45				127,45	
		ПЛ		8,13	7,02	26,15	0,226	-27	24	51	301,43				301,43	
		Итого:														
130, 100°C	Сауна	ВС1		0,35	3,34	1,18	1,348	20	100	80	126,79				126,79	
		ВС1		4,05	3,34	13,53	1,348	30	100	70	1 276,41				1 276,41	
		ВС2		4,41	3,34	14,73	2,375	24	100	76	2 658,66				2 658,66	
		ПЛ				14,42	0,226	-27	100	127	414,02				414,02	
		Итого:														
131, 24°C	Помывочная	НС1	Ю	2,39	3,34	7,99	0,283	-27	24	51	115,32				115,32	
		ПЛ				16,5	0,226	-27	24	51	130,02				130,02	
		Итого:														

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
132, 18°C	Тренерская	ПЛ		4,02	2,81	11,29	0,226	-27	18	45	114,88				114,88	
		Итого:														114,88
133, 25°C	Раздевалка для мальчиков	BC1		5,62	3,34	18,77	1,348	20	25	5	126,52				126,52	
		BC2		6,24	3,34	18,80	2,375	20	25	5	223,31				223,31	
		BC2		1,73	3,34	5,76	2,375	20	25	5	68,42				68,42	
		ПЛ		9,87	3,12	6,55	0,226	-27	25	52	77,02				77,02	
		ПП		9,87	3,12	6,55	0,699	5	25	20	91,76				91,76	
Итого:														587,02		
134, 20°C	Санузел при раздевалке для М	ПП		1,52	3	4,56	0,699	5	20	15	47,81				47,81	
		Итого:														47,81
135, 20°C	Душевая для мальчиков	BC2		3,19	3,34	9,23	2,375	20	25	5	109,66				109,66	
		BC1		1,64	3,34	5,47	1,347	20	25	5	36,87				36,87	
		ПП				19,66	0,699	5	20	15	274,79				274,79	
		Итого:														421,32
136, 15°C	Инвентарная	ПП		4,44	3,18	14,10	0,699	5	15	10	98,58				98,58	
		Итого:														98,58
137, 25°C	Раздевалка для девочек	BC3		9,74	3,34	32,53	0,945	12	25	13	399,65				399,65	
		BC2		2,46	3,34	6,18	2,375	20	25	5	73,38				73,38	
		BC2		1,42	3,34	4,73	2,375	20	25	5	56,12				56,12	
		ПП		14,47	2,52	31,02	0,699	5	25	20	433,72				433,72	
Итого:														962,87		
138, 20°C	Санузел при раздевалке для Д	BC3		3,76	3,34	15,88	0,945	12	20	8	120,07				120,07	
		ПП		4,63	1,16	5,38	0,699	5	20	15	56,36				56,36	
		Итого:														176,43
139, 20°C	Душевая при раздевалке для Д	BC2		6,16	3,34	20,57	2,375	20	25	5	244,28				244,28	
		HC1	В	6,26	3,34	20,89	0,283	-27	25	52	307,44	0,1		0,1	338,19	
		ПП				15,40	0,699	5	25	20	215,29				215,29	
Итого:														797,76		
140, 30°C	Бассейн детский	BC1		3	3,34	8,4	1,348	18	30	12	135,88				135,88	
		BC1		5,09	3,34	16,98	1,348	24	30	6	137,37				137,37	

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		BC6	З	3,24	8,3	26,85	0,305	-27	30	57	466,80	0,05	0,05	0,1	513,48	
		BC6	Ю	10,09	8,3	83,75	0,305	-27	30	57	1 455,94		0,05	0,05	1528,74	
		BC2	В	15,37	8,3	92,52	0,271	-27	30	57	1429,22	0,1	0,05	0,15	1643,61	
		ОД	В	12,45	2,815	35,05	1,41	-27	30	57	2816,71	0,1	0,05	0,15	3239,21	
		ПП		14,87	8,99	133,70	0,699	5	30	25	2336,40				2336,40	
		КП				133,70	0,253	-27	30	57	1 928,08				1 928,08	
Итого:																11 462,75
141, 12°C	Насосно- фильтровальная, машинный зал	НС	Ю	9,53	3,34	31,81	0,283	-27	12	39	351,13		0,05	0,05	368,68	
		НС7	В	15,28	3,34	51,02	0,283	-27	12	39	563,09	0,1	0,05	0,15	647,55	
		ОД	В	2,06	1,92	3,96	1,41	-27	12	39	217,50	0,1	0,05	0,15	250,12	
		НС3	С	19,25	3,34	64,30	0,262	-27	12	39	656,97	0,1	0,05	0,15	755,51	
		НС3		11,92	3,34	37,41	0,262	5	12	7	68,62				68,62	
		НС1	З	3,36	3,34	11,22	0,283	-27	12	39	123,86	0,05	0,05	0,1	136,25	
КП		30	14,9	447,00	0,699	5	12	7	2 187,17				2 187,17			
Итого:																4 413,90
142, 5°C	Помещение для хранения реагентов	НС4	З	3,39	3,25	11,02	0,312	-27	5	32	110,00	0,05	0,05	0,1	121,00	
		НС4	В	3,39	3,25	11,02	0,312	-27	5	32	110,00	0,1	0,05	0,15	126,50	
		НС3	С	12,43	3,25	34,34	0,312	-27	5	32	342,83	0,1	0,05	0,15	394,25	
		НД	С	3,03	2	6,06	2,128	-27	5	32	412,66	0,1	0,05	0,15	474,56	
		ПЛ		3,03	11,41	34,58	0,226	-27	5	32	250,11				250,11	
Итого:																1 366,42
143, 16°C	Тамбур главного входа	НД	Ю	2,60	2,5	6,5	2,128	-27	16	43	595,12		0,05	0,05	624,88	
		ОД	Ю	2,60	4,18	10,87	1,41	-27	16	43	659,05		0,05	0,05	692,01	
		НС4	Ю	0,51	6,68	3,41	0,312	-27	16	43	46,01		0,05	0,05	48,31	
		НС4	В	3,00	6,68	20,04	0,312	-27	16	43	269,18	0,1	0,05	0,15	309,56	
		ПЛ		3	6,3	18,90	0,226	-27	16	43	183,67				183,67	
Доб.пот			9,8				-27	16	43				0,27	113,78		
Итого:																1 972,21
2 Этаж																
201, 18°C	Зал шейпинга	НС4	З	0,51	3,4	1,73	0,312	-27	18	45	24,35	0,05		0,05	25,56	
		ОД	З	5,49	1,92	10,54	1,41	-27	18	45	668,81	0,05		0,05	702,25	

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		НС4	Ю	7,22	3,4	19,21	0,312	-27	18	45	269,71				269,71	
		ОД	Ю	2,78	1,92	5,34	1,41	-27	18	45	338,67				338,67	
		КП		6,8	5,62	38,22	0,243	-27	18	45	435,09				435,09	
		Итого:														
202, 19°C	Тренерская	НС4	Ю	3,14	3,4	7,99	0,312	-27	19	46	114,67				114,67	
		ОД	Ю	1,39	1,92	2,67	1,41	-27	19	46	173,10				173,10	
		КП		3,01	4,12	12,41	0,253	-27	19	46	144,47				144,47	
		Итого:														
203, 20°C	Кабинет директора	НС4	Ю	3,92	3,4	10,66	0,312	-27	20	47	156,31				156,31	
		ОД	Ю	1,39	1,92	2,67	1,41	-27	20	47	176,86				176,86	
		КП		3,8	4,12	15,66	0,253	-27	20	47	186,17				186,17	
		Итого:														
204, 20°C	Кабинет замдиректора	НС4	Ю	3,32	3,4	8,62	0,312	-27	20	47	126,39				126,39	
		ОД	Ю	1,39	1,92	2,67	1,41	-27	20	47	176,86				176,86	
		КП		3,2	4,12	13,18	0,253	-27	20	47	156,77				156,77	
		Итого:														
205, 20°C	Кабинет главного бухгалтера	НС4	Ю	3,82	3,4	10,31	0,312	-27	20	47	151,17				151,17	
		ОД	Ю	1,39	1,92	2,67	1,41	-27	20	47	176,86				176,86	
		КП		3,38	4,12	13,91	0,253	-27	20	47	165,44				165,44	
		Итого:														
206, 18°C	Коридор	КП		13,89	1,38	19,17	0,253	-27	18	45	218,20				218,20	
		Итого:														
207, 16°C	Лестничный марш	НС4	Ю	3,66	6,0	21,96	0,312	-27	16	43	294,98		0,05	0,05	309,73	
		ОД	Ю	2,56	1,92	4,92	1,41	-27	16	43	298,01		0,05	0,05	312,91	
		НС7	Ю	3,32	4,08	13,55	0,283	-27	16	43	164,89		0,05	0,05	173,14	
		НС7	Ю	0,61	1,92	1,18	0,283	-27	16	43	14,36		0,05	0,05	15,08	
		НС4	В	3,57	3,4	12,14	0,312	-27	16	43	162,84	0,1	0,05	0,15	187,27	
		КП		6,57	3,00	19,71	0,253	-27	16	43	214,43				214,43	
Итого:															1 212,56	
208, 18°C	Инвентарная	КП		4,49	2,81	12,62	0,253	-27	18	45	143,64				143,64	
		Итого:														

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
209, 18°C	Санузлы	КП		3,2	2,02	6,47	0,253	-27	18	45	73,70				73,70	
	Итого:															73,70
210, 18°C	Подсоб.помещение	КП		2,35	3,2	7,52	0,253	-27	18	45	85,62				85,62	
	Итого:															85,62
211, 20°C	Комната приема пищи	КП				30,75	0,253	-27	20	47	365,70				365,70	
		Итого:														
212, 25°C	Раздевалка (басс)	BC2		4,79	3,4	16,29	2,375	18	25	7	270,76				270,75	
		BC1		7,54	3,4	23,60	1,348	16	25	9	286,30				286,30	
		BC2		9,14	3,4	31,08	2,375	20	25	5	369,03				369,03	
		BC2		3,29	3,4	9,39	2,375	20	25	5	111,46				111,46	
		КП				33,77	0,253	-27	25	52	444,25				444,25	
		Итого:														
213, 20°C	Санузел (басс)	КП		0,9	2,99	2,69	0,253	-27	20	47	32,00				32,00	
		Итого:														
214, 25°C	Душевая (басс)	BC2		3,72	3,4	12,65	2,375	18	25	7	210,27				210,27	
		BC2		12,38	3,4	42,08	2,375	18	25	7	699,50				699,50	
		BC2		3,18	3,4	10,81	2,375	20	25	5	128,39				128,39	
		BC3		0,9	3,4	3,06	0,945	20	25	5	14,46				14,46	
		BC2		6,00	3,4	20,38	2,375	20	25	5	242,05				242,05	
		ПК				29,79	0,253	-27	25	52	391,95				391,95	
Итого:															1 686,62	
215, 20°C	Помещение мед.сестры	BC1		6,00	3,4	18,57	1,348	16	20	4	100,2				100,2	
		ПК		5,55	2,27	12,59	0,253	-27	20	47	149,67				149,67	
		Итого:														
216, 18°C	Подсобное помещение	HC4	С	10,12	3,4	34,39	0,312	-27	18	45	482,85	0,1		0,1	482,85	
		ПК				56,83	0,253	-27	18	45	647,03				647,03	
		Итого:														
217, 18°C	Лаборатория анализа воды	ПК				11,31	0,253	-27	18	45	128,73				128,73	
		Итого:														
218, 20°C	Комната инструк- тора (инвент)	ПК				23,24	0,253	-27	20	47	276,30				276,30	
		Итого:														

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
219, 28°C	Бассейн	НС1	З	3,30	6,2	20,43	0,283	-27	28	55	317,98	0,05	0,05	0,1	349,78	
		НС2	С	31,23	6,2	118,03	0,271	-27	28	55	1759,18	0,1	0,05	0,15	2023,05	
		ОД	С	26,85	2,82	75,6	1,41	-27	28	55	5862,78	0,1	0,05	0,15	6742,20	
		НС1	В	16,16	6,2	100,19	0,283	-27	28	55	1559,49	0,1	0,05	0,15	1793,41	
		НС1	Ю	9,59	6,2	59,43	0,283	-27	28	55	924,98		0,05	0,05	971,23	
		ВС3		3,71	3,4	12,61	0,945	16	28	12	143,03				143,04	
		ВС3		2,46	3,4	8,36	0,945	20	28	8	63,23				63,23	
		ВС3		4,34	3,4	14,76	0,945	25	28	3	41,83				41,83	
		ВС3		2,9	3,4	9,86	0,945	20	28	8	74,54				74,54	
		ВС3		3,61	3,4	12,27	0,945	18	28	10	115,99				115,99	
		ВС3		1,74	3,4	66,90	0,945	16	28	12	66,90				66,90	
		ПЛ		14,49	29,66	429,77	0,699	5	28	23	6909,41				6 909,41	
ПК				450	0,253	-27	28	55	6261,75				6 261,75			
Итого:																25 556,37
220, 18°C	Подсобное помещение	НС1	В	5,88	3,4	11,65	0,283	-27	18	45	254,38	0,1		0,1	279,82	
		ПК				18,23	0,253	-27	18	45	207,54				207,54	
		Итого:														
221, 18°C	Зал боксеров	НС1	Ю	17,81	3,4	30,46	0,283	-27	18	45	387,92				387,92	
		ОД	Ю	14,6	2,06	30,08	1,41	-27	18	45	1908,32				1908,32	
		ПК		17,62	8,72	153,65	0,253	-27	18	45	1749,26				1749,26	
Итого:																4 045,51
222, 24°C	Душевая	ВС2		7,28	3,4	24,75	2,375	18	24	6	352,72				352,72	
		ПК		4,22	5,61	23,65	0,253	-27	24	51	305,20				305,20	
		Итого:														
223, 18°C	Санузел	ПК		1,33	4,51	5,99	0,253	-27	18	45	68,22				68,22	
		Итого:														
224, 22°C	Раздевалка	ВС2		8,61	3,4	27,26	2,375	18	22	4	258,94				258,94	
		ВС1		8,55	3,4	29,07	1,348	18	22	4	156,75				156,75	
		ПК		8,61	8,3	71,42	0,253	-27	22	49	885,41				885,41	
		Итого:														

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
225, 18°C	Коридор, лестничный марш	ПК		9,2	8,56	78,75	0,253	-27	18	45	896,59				896,59	
		Итого:														
226, 18°C	Коридор	НС4	С	1,44	1,1	1,59	0,312	-27	16	43	21,50	0,1		0,1	23,65	
		НС4	С	1,242	3,34	4,15	0,312	-27	16	43	55,68	0,1		0,1	61,25	
		НД	С	1,1	1,9	2,09	1,19	-27	16	43	106,95	0,1		0,1	117,64	
		ПК		2,325	2,21	5,14	0,253	-27	16	43	55,92				55,92	
		Итого:														
227, 18°C	Коридор	НС4	С	1,44	1,1	1,59	0,312	-27	16	43	21,34	0,1		0,1	23,48	
		НС4	С	1,39	3,34	4,65	0,312	-27	16	43	62,39	0,1		0,1	68,63	
		НД	С	1,1	1,9	2,09	1,19	-27	16	43	106,95	0,1		0,1	117,64	
		ПК		27,6	2,49	68,75	0,253	-27	16	43	747,94				747,94	
		Итого:														
Итого 2 этаж: 45 029,07																
Всего: 112 749,25																

Продолжение Приложения В

Таблица В.4 – Теплопоступления 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	
			ХП	ТП	Явное	Полное	Явное	Полное	Явное	Полное	Явное	Полное
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Бассейн 25x11</i>												
Спортсмены	20 муж + жен	Тяжелая работа	28	28	45,56 + 38,73	194,30 + 165,16	45,56 + 38,73	194,30 + 165,16	842,90	3594,55	842,90	3594,55
Тренеры	2 муж + жен	Легкая работа	28	28	50 + 42,50	145 + 123,25	50 + 42,50	145 + 123,25	92,50	268,25	92,50	268,25
Сумма:									935,40	3862,80	935,40	3862,80
<i>Спортзал 30x18</i>												
Спортсмены	20 муж + жен	Тяжелая работа	18	18	151 + 128,35	290 + 246,50	151 + 128,35	290 + 246,50	2793,50	5365	2793,50	5365
Тренеры	2 муж + жен	Легкая работа	18	18	112 + 95,20	156 + 132,60	112 + 95,20	156 + 132,60	207,20	288,60	207,20	288,60
Зрители	78 жен + муж	Легкая работа	18	18	112 + 95,20	156 + 132,60	112 + 95,20	156 + 132,60	8080,80	11255,40	8080,80	11255,40
Сумма:									11081,50	16909	11081,50	16909
<i>Детский бассейн</i>												
Спортсмены	20	Тяжелая работа	30	30	25,13	145,73	25,13	145,73	502,60	2914,60	502,60	2914,60
Тренеры	2 жен + муж	Легкая работа	30	30	40 + 34	145 + 123,25	40 + 34	145 + 123,25	74	268,25	74	268,25
Сумма:									576,60	3182,85	576,60	3182,85
<i>Шейпинг зал (116, 201)</i>												
Спортсмены	10 жен	Тяжелая работа	18	21	122,4	246,5	103,6	246,5	1224	2465	1036	2465
Сумма:									1224	2465	1036	2465
<i>Тренажерный зал</i>												
Спортсмены	12	Тяжелая работа	18	21	144	290	123	290	1728	3480	1476	3480
Сумма:									1728	3480	1476	3480
<i>Зал боксеров</i>												
Спортсмены	17	Тяжелая работа	18	18	144	290	144	290	2448	4930	2448	4930
Сумма:									2448	4930	2448	4930

Продолжение Приложения В

Таблица В.5 – 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. Тольятти 53°31'													
Бассейн 25x11														
С														
q _{вп}	159	64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	64	159
q _{вр}	76	90	87	83	78	77	74	74	77	78	83	87	90	76
F, м ²	75,6													
k ₁	0,45	0,45	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	0,45	0,45
k ₂	0,95													
β _{сз}	1													
k _а	0,9													
Q _{ср}	<u>6835</u>	4479	5905	5633	5294	5226	5022	5022	5226	5294	5633	5905	4479	<u>6835</u>
Спортзал 30x18														
З														
q _{вп}	-	-	-	-	-	-	-	105	283	461	579	621	594	482
q _{вр}	41	58	65	74	76	79	85	91	102	121	155	165	156	101
F, м ²	128,64													
k ₁	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
k ₂	0,95													
β _{сз}	0,2 (шторы жалюзи с металлическими пластинами)													
k _а	0,9													
Q _{ср}	947	1340	1501	1709	1755	1825	1963	1940	3811	5761	7266	<u>7781</u>	7424	5771

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.6

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
Детский бассейн (В)														
$q_{вп}$	482	594	621	579	461	283	105	-	-	-	-	-	-	-
$q_{вр}$	101	156	165	155	121	102	91	85	79	76	74	65	58	41
$F, м^2$	35,04													
k_1	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
$k_2/ \beta_{сз} / k_a$	0,95 / 1 / 0,9													
$Q_{ср}$	7860	10111	<u>10597</u>	9896	7846	5190	2642	2674	2485	2391	2328	2045	1825	1290
Зал боксеров (Ю)														
$q_{вп}$	-	-	83	207	327	428	479	479	428	327	207	83	-	-
$q_{вр}$	46	78	101	114	120	122	124	124	122	120	114	101	78	46
$F, м^2$	30,08													
k_1	1,05	1,05	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	1,05	1,05
$k_2/ \beta_{сз} / k_a$	0,95 / 1 / 0,9													
$Q_{ср}$	1242	2106	2129	3715	5173	6365	<u>6979</u>	<u>6979</u>	6365	5173	3715	2129	2106	1242
Шейпинг зал (Ю)														
$q_{вп}$	-	-	83	207	327	428	479	479	428	327	207	83	-	-
$q_{вр}$	46	78	101	114	120	122	124	124	122	120	114	101	78	46
$F, м^2$	5,34													
k_1	1,05	1,05	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	1,05	1,05
$k_2/ \beta_{сз} / k_a$	0,95 / 1 / 0,9													
$Q_{ср}$	221	374	378	660	918	1130	<u>1239</u>	<u>1239</u>	1130	918	660	378	374	221
Q_0	17105	18410	20510	<u>21613</u>	20986	19736	17845	17854	19017	19537	19602	18238	16208	15359

Продолжение Приложения В

Таблица В.6 – Теплопоступления от систем отопления

Номер помещения	Наименование помещения	Теплопоступления от системы отопления, Вт
101, 18 °С	Спортзал 30x18	25033,55
102, 18 °С	Тренажерный зал	1757,20
116, 18 °С	Зал шейпинга	463,98
140, 30 °С	Бассейн детский	10651,19
201, 18 °С	Зал шейпинга	1667,85
219, 28 °С	Бассейн	23808,31
221, 18 °С	Зал боксеров	3809,25

Продолжение Приложения В

Таблица В.7 – Тепловой баланс по основным помещениям

Период года	Поступления теплоты, Вт					Потери теплоты, Вт		Баланс теплоты		Общее поступление влаги, кг/ч
	от людей	от освещения	от солнечной радиации	от системы отопления	от нагретых обход. дорожек	на нагрев воды	через наружные ограждения	Вт	кДж/ч	
<i>Бассейн 25x11</i>										
ХП	3 862,80	2 596,80	-	23 808,31	4 308,00	2 191,20	25 556,37	6 828,34	24 582,02	87,6
ТП	3 862,80	-	6 835,00	-	4 308,00	2 191,20	-	12 814,60	46 132,56	87,6
<i>Спортивный зал</i>										
ХП	16 909,00	5 001,40		25 033,55	-	-	26 586,18	20 357,77	73 287,97	13,51
ТП	16 909,00	-	7 781,00	-	-	-	-	24 690,00	88 884,00	13,51
<i>Зал боксеров</i>										
ХП	4 930,00	1 137,60	-	3 809,25	-	-	4 045,51	5 831,34	20 992,82	3,71
ТП	4 930,00	-	6 979,00	-	-	-	-	11 909,00	42 872,40	3,71
<i>Тренажерный зал</i>										
ХП	3 480,00	583,20	-	1 757,20	-	-	1 866,18	3 954,22	14 235,19	2,62
ТП	3 480,00	583,20	-	-	-	-	-	4 063,20	14 627,52	3,01
<i>Бассейн для детей</i>										
ХП	3 182,85	837,80	-	10 651,19	559,00	480,00	11 462,75	3 991,87	14 370,73	22,56
ТП	3 182,85	-	10 597,00	-	559,00	480,00	-	13 858,85	49 891,86	22,56
<i>Зал шейпинга 1 этаж</i>										
ХП	2 465,00	423,70	-	463,98	-	-	492,76	2 859,92	10 295,71	1,85
ТП	2 465,00	423,70	-	-	-	-	-	2 888,70	10 399,32	2,13
<i>Зал шейпинга 2 этаж</i>										
ХП	2 465,00	366,90	-	1 667,85	-	-	1 771,29	2 728,46	9 822,46	1,85
ТП	2 465,00	-	1 239,00	-	-	-	-	3 704,00	13 334,40	2,13

Приложение Г

Вентиляция и кондиционирование воздуха

Таблица Г. 1 – Воздушный баланс

№ пом	Наименование помещения	S, м ²	h, м	V, м ³	Приток		Вытяжка	
					Кратность, к, ч ⁻¹	Расход воздуха, L, м ³ /ч	Кратность, к, ч ⁻¹	Расход воздуха, L, м ³ /ч
1	2	3	4	5	7	8	10	11
001	Машинный зал			1022	1	1000	1	1000
					по балансу	850*		
002	Насосно-фильтровальная	173	5,1	883	2	1800	3	2650
003	Подсобное помещение (лаборатория анализа воды)	9,5	6,5	50	3	150	3	150
006	Подсобное помещение	11	3,5	38,5	-	-	1	40
007	Подсобное помещение	6,7	3,5	23,5	-	-	1	25
008	Подсобное помещение	3,4	3,5	11,9	-	-	1	12
009	Подсобное помещение	7,5	3,5	26,3	-	-	1	30
010	Электрощитовая	22,7	3,5	79,5	-	-	3	250
011	Коридор	24	3,5	84	по балансу	357*	-	-
Итого:						4157		4157
* компенсация								
101	Спортзал 30x18	533,2	9,5	5065	по санитарной норме м 20 заним + 80 зрит по 80 м ³ на одного занимающегося и не менее 20 м ² на одного зрителя	8000	по санитарной норме м 20 заним + 80 зрит по 80 м ³ на одного занимающегося и не менее 20 м ² на одного зрителя	8000
102	Тренажерный зал 13,5x6	81	3	243	по санитарной норме м 12 заним по 80 м ³	960	по санитарной норме м 12 заним по 80 м ³	960
103	Медицинский пункт	18,7	3	56	3	168	2	112
104	Кабинет	18,7	3	56	3	168	2	112

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г. 1

1	2	3	4	5	7	8	10	11
105	Касса	3,73	3	11,2	-	-	2	30
107	Санузел	9,5	3	28,5	-	-	50 м ³ /час на 1 ун.	50
108	Инвентарная	18,3	3	55	-	-	1	55
109	Командная раздевалка №1	25	3	75	-	250		
110	Душевая к раздевалке №1	3,92	3	11,7 5	-	-	75 м ³ /ч на душ	150
111	Санузел	4,4	3	13,2	-	-	50 м ³ /час на 1 ун.	100
113	Командная раздевалка №2	26,4	3	79,2	-	250		
114	Душевая к раздевалке №2	3,84	3	11,5	-	-	75 м ³ /ч на душ	150
115	Санузел	3,98	3	11,9 3	-	-	50 м ³ /час на 1 ун.	100
116	Зал шейпинга	44,14	3	132, 4	по санит.норм. 10 заним по 80 м ³	800	по санит.норма м 10 заним по 80 м ³	800
117	Командная раздевалка №3	22,35	3	67,1	-	250		
118	Санузел	3,98	3	11,9 3			50 м ³ /час на 1 ун.	100
119	Душевая	3,84	3	11,5			75 м ³ /ч на душ	150
120	Комната обслуживающего персонала	25,8	3	77,4	3	235	2	155
121	Душевая	3,84	3	11,5			75 м ³ /ч на душ	75
122	Санузел	4,12	3	12,5			50 м ³ /час на 1 ун.	50
123	Кабинет главного инженера	11,09	3	33,3	3	100	2	67
124	Комната приема пищи	12,4	3	37,2	2	75	3	112
127	Холл с местами отдыха	67,5	3	202, 5			по балансу	230*
128.1	Вестибюль	66,7	3	200	2	400		
128.2	Гардероб	18,7	3	56			2	120
129	Комната отдыха при сауне	32,7	3	98	2 по балансу	200 215*	2	200

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г. 1

1	2	3	4	5	7	8	10	11
130	Сауна	9,7	2,1	20			5 (периодического действия при отсутствии людей)	100
131.1	Бассейн			53	по расчету	300	по расчету	300
131.2	Душевая	0,92	3	2,76	-	-	75 м ³ /ч на душ	75
131.3	Санузел	1,8	3	5,4	-	-	50 м ³ /час на 1 ун.	50
132	Тренерская	11,74	3	35,2	3	106	2	71
133	Раздевалка для мальчиков	39,1	3	117,3	-	325	-	-
134	Санузел	4,2	3	12,6			50 м ³ /час на 1 ун.	100
135	Душевые	7,9	3	23,7			75 м ³ /ч на душ	225
136	Инвентарная	9	3	27			1	30
137	Раздевалка для девочек	23,62	3	70,9		275		
138	Санузел при раздевалке девочек	10,4	3	31,2			50 м ³ /час на 1 ун.	50
139	Душевая	7,4	3	22,2			75 м ³ /ч на душ	225
140	Бассейн детский	126	8,3	1046	по расчету	350	по расчету	400
142.1	Помещение для хранения реагентов	6,8	3,25	22,1			2	45
142.2	Помещение для хранения хлора	6,8	3,25	22,1	10		12	265
142.3	Тамбур	6,8	3,25	22,1		310		
Итого:						13 737		13 737
* компенсация								
201	Зал шейпинга	38,22	3	114,7	по санитар.нормам 10 заним по 80 м ³	800	по санитар.нормам 10 заним по 80 м ³	800
202	Тренерская	12,5	3	37,5			2	75
203	Кабинет директора	15,7	3	47,1	3	142	2	95
204	Кабинет замдиректора	13,2	3	39,6	3	119	2	80

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г. 1

1	2	3	4	5	7	8	10	11
205	Кабинет главного бухгалтера	14	3	42	3	126	2	84
206	Коридор	19	3	57	по балансу	300*		
208	Инвентарная	13,1	2,9	38			1	38
209	Санузлы	6,3	2,9	18,3			50 м ³ /час на 1 ун.	100
210	Подсобное помещение	7,52	2,9	21,8			1	22
211	Комната приема пищи	30,4	2,9	88,2	1	90	1	90
212	Раздевалка	33,3	2,9	96,6	-	625	-	-
213	Санузел	2,6	2,9	7,54			50 м ³ /час на 1 ун.	100
214	Душевая	25,5	2,9	74			75 м ³ /ч на душ	525
215	Помещение мед сестры	9,9	3	29,7	3	90	2	60
216	Подсобное помещение	45,8	2,9	133			1	133
217	Лаборатория анализа воды	11,4	3	34,2	3 (в лабор.местн. отсосы по заданию на проект-ие)	103	2	69
218	Комната инструктора + инвентарная	23,3	3	70			1	70
219	Бассейн плавательный	430,3	5	2152	по расчету	12000	по расчету	12000
220	Подсобное помещение	17,9	3	53,7			1	54
221	Зал боксеров	158	3	474	по санитар. нормам 17 заним по 80 м ³	1360	по санитар. нормам 17 заним по 80 м ³	1360
222	Душевая	21,9	3	65,7			75 м ³ /ч на душ	450
223	Санузел	5,72	3	17,2			50 м ³ /час на 1 ун.	100
224	Раздевалка	71,43	3	214,3		550		
Итого:						16 005		16 005
* компенсация								

Продолжение Приложения Г

Таблица Г.2 – Аэродинамический расчет приточной системы ПВ2

№ участка	Расчетный расход L, м ³ /ч	Размеры воздуховода					потери давления на трение		поправка на шероховатость, βш	Потери на трение Rl βш, Па	Динамическое давление Рд, Па	Сумма коэффициентов местных сопротивлений Σξ	Местные потери Z, Па	Полные потери на участке Rl βш + Z, Па
		Длина l, м	d или aхb, мм	F, м ²	v, м/с	dэкв, мм	R, ПА/м	Rl, Па						
1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Магистраль														
РНБ 2 1000х150														5,70
1	1100	2,217	400х200	0,08	3,82	266,67	0,67	1,49	1	1,49	8,56	1,85	15,83	17,32
2	2200	3,252	500х200	0,10	6,11	285,71	1,44	4,68	1	4,68	21,90	0,50	10,95	15,63
3	3300	1,649	600х250	0,15	6,11	352,94	1,12	1,84	1	1,84	21,90	0,30	6,57	8,41
4	4400	3,249	700х300	0,21	5,82	420,00	0,83	2,70	1	2,70	19,87	0,30	5,96	8,66
5	5500	1,647	800х300	0,24	6,37	436,36	0,93	1,53	1	1,53	23,77	0,25	5,94	7,48
6	6600	3,25	800х300	0,24	7,64	436,36	1,29	4,20	1	4,20	34,22	0,25	8,56	12,76
7	7700	0,892	800х600	0,48	4,46	685,71	0,28	0,25	1	0,25	11,65	0,25	2,91	3,17
8	12000	10,483	800х600	0,48	6,94	685,71	0,63	6,64	1	6,64	28,28	1,44	40,73	47,37
9	200	4,054	160	0,02	2,76	160,00	0,69	2,80	1	2,80	4,48	5,03	22,55	25,35
10	400	4,896	200	0,03	3,54	200,00	0,83	4,04	1	4,04	7,34	1,23	15,03	19,07
11	600	4,896	200	0,03	5,31	200,00	1,71	8,38	1	8,38	16,52	0,57	15,42	23,80
12	800	4,896	250	0,05	4,53	250,00	0,98	4,82	1	4,82	12,03	0,40	10,81	15,63
13	1000	10,468	250	0,05	5,66	250,00	1,47	15,41	1	15,41	18,80	1,05	25,74	41,15
14	1000	1,076	400х200	0,08	3,47	266,67	0,56	0,61	1	0,61	7,07	0,70	4,95	5,56
15	2100	1,665	400х200	0,08	7,29	266,67	2,15	3,58	1	3,58	31,18	0,50	15,59	19,17
16	3200	3,35	600х250	0,15	5,93	285,71	1,36	4,56	1	4,56	20,60	0,30	6,18	10,74
17	4300	0,756	800х600	0,48	2,49	685,71	0,10	0,08	1	0,08	3,63	0,10	0,36	0,44
													Σ P =	287,39

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.2

1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Ответвление №1															
РНБ 2 1000x150															
2-2'	1100	0,4	250	0,05	6,23	250,00	1,75	0,70	1	0,70	22,75	0,70	15,92	16,62	5,70
Невязка: 3,1%															
Ответвление №2															
РНБ 2 1000x150															
3-3'	1100	0,4	250	0,05	6,23	250,00	1,75	0,70	1	0,70	22,75	1,00	22,75	23,45	5,70
Невязка: 24,58% → дроссель-клапан: $\xi_d = 1,11$ d=206 мм															
Ответвление №3															
РНБ 2 1000x150															
4-4'	1100	0,4	250	0,05	6,23	250,00	1,75	0,70	1	0,70	22,75	0,80	18,20	18,90	5,70
Невязка: 47,73% → дроссель-клапан: $\xi_d = 2,63$ d=186 мм															
Ответвление №4															
РНБ 2 1000x150															
5-5'	1100	0,4	250	0,05	6,23	250,00	1,75	0,70	1	0,70	22,75	1,20	27,30	28,00	5,70
Невязка: 39,52% → дроссель-клапан: $\xi_d = 2,57$ d=185 мм															
Ответвление №5															
РНБ 2 1000x150															
6-6'	1100	0,4	250	0,05	6,23	250,00	1,75	0,70	1	0,70	22,75	1,20	27,30	28,00	5,70
Невязка: 46,67% → дроссель-клапан: $\xi_d = 3,45$ d=180 мм															
Ответвление №6															
РНБ 2 1000x150															
7-7'	1100	0,4	250	0,05	6,23	250,00	1,75	0,70	1	0,70	22,75	1,70	38,67	39,37	5,70
Невязка: 40,66% → дроссель-клапан: $\xi_d = 3,61$ d=178 мм															
Ответвление №7															
РНБ 2 1000x150															
15-15'	1100	0,4	250	0,05	6,23	250,00	1,75	0,70	1	0,70	22,75	1,50	34,12	34,82	5,70
Невязка: 68,97% → дроссель-клапан: $\xi_d = 10,52$ d=149 мм															

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.2

1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Ответвление №8															
РНБ 2 1000x150															
16-16'	1100	0,4	250	0,05	6,23	250,00	1,75	0,70	1	0,70	22,75	1,00	22,75	23,45	
Невязка: 80,53,5% → дроссель-клапан: $\xi_d = 14,09$ d=141 мм															
Ответвление №9															
РНБ 2 1000x150															
17-17'	1100	0,4	250	0,05	6,23	250,00	1,75	0,70	1	0,70	22,75	1,20	27,30	28,00	
Невязка: 79% → дроссель-клапан: $\xi_d = 14,82$ d=139 мм															

Продолжение Приложения Г

Таблица Г. 3 – Аэродинамический расчет вытяжной системы ПВ2

№ участка	Расчетный расход L, м ³ /ч	Размеры воздуховода					потери давления на трение		поправка на шероховатость, βш	Потери на трение Rl βш, Па	Динамическое давление Pд, Па	Сумма коэффициентов местных сопротивлений Σξ	Местные потери Z, Па	Полные потери на участке Rl βш + Z, Па
		Длина l, м	d или ахb, мм	fφ, м ²	vφ, м/с	dэкв, мм	R, ПА/м	Rl, Па						
1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Магистраль														
АДР 1000x300														
1	2000	4,776	400x300	0,12	4,63	342,86	0,70	3,35	1	3,35	12,57	1,15	14,46	17,81
2	4000	4,105	500x300	0,15	7,41	375,00	1,47	6,02	1	6,02	32,18	1,35	58,24	64,27
3	6000	4,087	600x500	0,30	5,56	545,45	0,56	2,28	1	2,28	18,10	1,02	33,26	35,54
4	8000	4,088	600x600	0,36	6,17	600,00	0,60	2,46	1	2,46	22,35	0,75	31,56	34,02
5	10000	4,084	600x600	0,36	7,72	600,00	0,90	3,67	1	3,67	34,92	1,08	52,51	56,18
6	12000	22,615	800x600	0,48	6,94	685,71	0,63	14,32	1	14,32	28,28	2,40	67,88	82,20
7	12000	20,345	1000x500	0,50	6,67	666,67	0,61	12,38	1	12,38	26,07	2,60	67,77	80,16
													Σ P =	384,98

Продолжение Приложения Г

Таблица Г.4 – Аэродинамический расчет приточной системы ПВ1

№ участка	Расчетный расход L, м ³ /ч	Размеры воздуховода					потери давления на трение		поправка на шероховатость, βш	Потери на трение Rl βш, Па	Динамическое давление Pд, Па	Сумма коэффициентов местных сопротивлений Σξ	Местные потери Z, Па	Полные потери на участке Rl βш + Z, Па
		Длина l, м	d или ахb, мм	F, м ²	v, м/с	dэкв, мм	R, ПА/м	Rl, Па						
1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Магистраль														
РНБ 2 1000x100														
1	500	2,709	200	0,03	4,42	200,00	1,23	3,34	1	3,34	11,74	1,62	19,02	22,36
2	1000	2,43	250	0,05	5,66	250,00	1,47	3,58	1	3,58	19,23	3,10	59,62	63,20
3	1500	2,485	400x300	0,12	3,47	342,86	0,42	1,04	1	1,04	7,23	2,60	18,81	19,85
4	2000	2,485	500x300	0,15	3,70	375,00	0,42	1,05	1	1,05	8,23	2,15	17,70	18,74
5	2500	28,515	500x300	0,15	4,63	375,00	0,63	17,96	1	17,96	12,86	7,60	97,74	115,69
6	2500	1	500x300	0,15	4,63	375,00	0,63	0,63	1	0,63	12,48	0,25	3,12	3,75
													Σ P =	258,59
Ответвление №1														
РНБ 2 1000x100														
2-2'	500	0,4	200	0,03	4,42	200,00	1,23	0,49	1	0,49	11,41	0,80	9,13	9,62
Невязка: 34,10% → дроссель-клапан: ξд = 1,09 d=165 мм														
Ответвление №2														
РНБ 2 1000x100														
3-3'	500	0,4	200	0,03	4,42	200,00	1,23	0,49	1	0,49	11,41	1,10	12,55	13,04
Невязка: 72,1% → дроссель-клапан: ξд = 6,18 d=131 мм														
Ответвление №3														
РНБ 2 1000x100														
4-4'	500	0,4	200	0,03	4,42	200,00	1,23	0,49	1	0,49	11,41	0,90	10,27	10,76
Невязка: 78,61% → дроссель-клапан: ξд = 8,06 d=125 мм														

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.4

1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Ответвление №4														
РНБ 2 1000x100													15,00	
5-5'	500	0,4	200	0,03	4,42	200,00	1,23	0,49	1	0,49	11,41	1,30	14,83	15,32
Невязка: 78,21% → дроссель-клапан: $\xi_d = 9,27$ d=122 мм														

16

Таблица Г.5 – Аэродинамический расчет вытяжной системы ПВ1

№ участка	Расчетный расход L, м ³ /ч	Размеры воздуховода					потери давления на трение		поправка на шероховатость, βш	Потери на трение Rl βш, Па	Динамическое давление Рд, Па	Сумма коэффициентов местных сопротивлений Σξ	Местные потери Z, Па	Полные потери на участке Rl βш + Z, Па
		Длина l, м	d или aхb, мм	fφ, м2	vφ, м/с	dэкв, мм	R, ПА/м	Rl, Па						
1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Магистраль														
АДР 500x200													18,00	
1	640	2,167	250x200	0,05	3,56	222,22	0,73	1,59	1	1,59	7,36	1,59	11,71	13,30
2	1280	2,224	300x250	0,08	4,74	272,73	0,96	2,14	1	2,14	13,09	1,10	32,40	34,54
3	1920	2,504	300x300	0,09	5,93	300,00	1,28	3,21	1	3,21	20,46	1,20	42,55	45,76
4	2560	2,44	400x300	0,12	5,93	342,86	1,09	2,67	1	2,67	20,46	1,15	41,52	44,19
5	3200	26,208	500x300	0,15	5,93	375,00	0,98	25,74	1	25,74	20,46	2,80	75,28	101,01
6	3200	24,35	400	0,13	7,08	400,00	1,25	30,47	1	30,47	29,18	2,38	69,44	99,90
													Σ P =	356,71

Продолжение Приложения Г

Таблица Г.6 – Аэродинамический расчет приточной системы ПЗ

№ участка	Расчетный расход L, м ³ /ч	Размеры воздуховода					потери давления на трение		поправка на шероховатость, β _ш	Потери на трение R _л β _ш , Па	Динамическое давление R _д , Па	Сумма коэффициентов местных сопротивлений Σξ	Местные потери Z, Па	Полные потери на участке R _л β _ш + Z, Па
		Длина l, м	d или a×b, мм	F, м ²	v, м/с	d _{экв} , мм	R, ПА/м	R _л , Па						
1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Магистраль														
DVS 200														20,00
1	200	1,454	200x100	0,02	2,78	133,33	0,87	1,26	1	1,26	4,68	2,24	10,49	11,75
2	400	1,191	200x100	0,02	5,56	133,33	3,02	3,60	1	3,60	18,73	0,30	5,62	9,22
3	600	1,262	300x150	0,05	3,70	200,00	0,90	1,13	1	1,13	8,33	0,30	2,50	3,63
4	800	1,498	300x150	0,05	4,94	200,00	1,50	2,25	1	2,25	14,80	0,55	8,14	10,39
5	1500	5,93	300x250	0,08	5,56	272,73	1,28	7,60	1	7,60	18,73	0,87	16,30	23,90
6	1750	6,374	400x250	0,10	4,86	307,69	0,87	5,56	1	5,56	14,34	0,30	4,30	9,86
7	3750	3,103	600x300	0,18	5,79	400,00	0,87	2,70	1	2,70	20,33	0,50	10,16	12,87
8	4150	1,744	600x300	0,18	6,40	400,00	1,05	1,82	1	1,82	24,90	0,15	3,73	5,56
9	6150	1,364	800x400	0,32	5,34	533,33	0,53	0,73	1	0,73	17,30	0,30	5,19	5,92
10	6550	1,073	800x400	0,32	5,69	533,33	0,60	0,64	1	0,64	19,62	0,25	4,91	5,55
11	8550	1,355	1000x500	0,50	4,75	666,67	0,33	0,45	1	0,45	13,70	0,30	4,11	4,56
12	10550	27,832	1000x500	0,50	5,86	666,67	0,48	13,44	1	13,44	20,85	4,29	89,46	102,89
13	10550	0,4	1000x501	0,50	5,86	666,67	0,48	0,19	2	0,39	20,85	-	-	0,39
													Σ P =	226,09
Ответвление №2														
DVS 200														20,00
1-2'	200	0,25	200	0,03	1,77	200,00	0,24	0,06	1	0,06	1,90	0,30	0,57	0,63
Невязка: 35,03% → дроссель-клапан: ξ _д = 2,38 d=15j мм														
Ответвление №3														
DVS 200														20,00

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.6

1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
3-3'	200	0,25	200	0,03	1,77	200,00	0,24	0,06	1	0,06	1,90	0,32	0,61	0,67
Невязка: 49,56% → дроссель-клапан: $\xi_d = 4,34$ d=138мм														
Ответвление №4														
DVS 200														20,00
4-4'	200	0,25	200	0,03	1,77	200,00	0,24	0,06	1	0,06	1,90	0,32	0,61	0,67
Невязка: 53,67% → дроссель-клапан: $\xi_d = 5,11$ d=135 мм														
Ответвление №5														
DVS 200														20,00
5"-5'	200	1,539	200	0,03	1,77	200,00	0,24	0,36	1	0,36	1,90	0,90	1,71	2,07
5'-5	700	7,768	150x250	0,04	5,19	187,50	1,77	13,78	1	13,78	16,32	0,70	11,42	25,21
Невязка: 14,03% → дроссель-клапан: $\xi_d = 1,65$ 111x211 мм														
Ответвление №6														
DVS 200														20,00
6-6'	200	0,785	200	0,03	1,77	200,00	0,24	0,19	1	0,19	1,90	0,53	1,01	1,19
Невязка: 73,14% → дроссель-клапан: $\xi_d = 12,32$ d=116 мм														
Ответвление №7														
АДР 1000x300														14,8
7-7'	2000	0,954	1000x300	0,30	1,85	461,54	0,09	0,09	1	0,09	2,08	1,59	3,31	3,40
Невязка: 79,49% → дроссель-клапан: $\xi_d = 15,06$ d=112 мм														
Ответвление №8														
АДР 400x200														32,00
8-8'	400	0,53	400x200	0,08	1,39	266,67	0,11	0,06	1	0,06	1,17	1,04	1,22	1,28
Невязка: 69,75% → дроссель-клапан: $\xi_d = 14,59$ 87x287 мм														
Ответвление №9														
АДР 1000x300														14,80
9-9'	2000	0,954	1000x300	0,30	1,85	461,54	0,09	0,09	1	0,09	2,08	3,10	6,45	6,54
Невязка: 80,09% → дроссель-клапан: $\xi_d = 15,58$ мм 114x814 мм														

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.6

1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Ответвление №10															
АДР 400х200															32,00
10-10'	400	0,53	400х200	0,08	1,39	266,67	0,11	0,06	1	0,06	1,17	1,14	1,33	1,39	
Невязка: 70,47% → дроссель-клапан: $\xi_d = 17,02$ d=83х279 мм															
Ответвление №11															
АДР 1000х300															14,80
11-11'	2000	0,954	1000х300	0,30	1,85	461,54	0,09	0,09	1	0,09	2,08	1,39	2,89	2,98	
Невязка: 85,01% → дроссель-клапан: $\xi_d = 21,53$ 102х802 мм															
Ответвление №12															
АДР 1000х300															14,80
12-12'	2000	0,954	1000х300	0,30	1,85	461,54	0,09	0,09	1	0,09	2,08	2,45	5,10	5,19	
Невязка: 83,77% → дроссель-клапан: $\xi_d = 22,04$ 100х800 мм															

Продолжение Приложения Г

Таблица Г.7 – Аэродинамический расчет приточной системы П4

№ участка	Расчетный расход L, м ³ /ч	Размеры воздуховода					потери давления на трение		поправка на шероховатость, βш	Потери на трение Rl βш, Па	Динамическое давление Рд, Па	Сумма коэффициентов местных сопротивлений Σξ	Местные потери Z, Па	Полные потери на участке Rl βш + Z, Па
		Длина l, м	d или axb, мм	F, м ²	v, м/с	dэкв, мм	R, ПА/м	Rl, Па						
1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Магистраль														
АДР 300x300														
1	400	5,367	160	0,02	5,53	160,00	2,41	12,93	1	12,93	18,19	0,69	12,55	25,48
2	625	5,047	200x200	0,04	4,34	200,00	1,19	6,02	1	6,02	11,21	0,80	8,97	14,98
3	875	2,147	250x200	0,05	4,86	222,22	1,29	2,77	1	2,77	14,06	1,30	18,28	21,04
4	1395	1,075	400x300	0,06	6,46	342,86	1,28	1,37	1	1,37	24,82	0,50	12,41	13,78
5	2575	14,183	500x300	0,15	4,77	375,00	0,66	9,42	1	9,42	13,53	5,70	77,12	86,54
6	3950	7,514	500x400	0,20	5,49	444,44	0,70	5,24	1	5,24	17,91	1,95	34,92	40,16
7	3950	0,422	500x400	0,20	5,49	444,44	0,70	0,29	1	0,29	17,91	-	-	0,29
													Σ P =	206,98
Ответвление №1														
АДР 300x150														
2-2'	225	0,225	160	0,02	3,11	160,00	0,86	0,19	1	0,19	5,76	1,54	8,86	9,06
Невязка: 58,40% → дроссель-клапан: ξ _д = 0,97 d = 133 мм														
Ответвление №2														
АДР 300x150														
3-3'	225	0,225	250x200	0,05	1,25	222,22	0,11	0,03	1	0,03	0,93	1,60	1,49	1,51
Невязка: 88,90% → дроссель-клапан: ξ _д = 2,21 d = 147x197 мм														
Ответвление №3														
АДР 200x200														
8	150	0,37	160	0,02	2,07	160,00	0,41	0,15	1	0,15	2,56	0,30	15,77	15,92
9	270	0,855	160	0,02	3,73	160,00	1,19	1,02	1	1,02	8,29	0,35	8,20	9,22

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.7

1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
10	520	4,762	200x200	0,04	3,61	200,00	0,86	4,08	1	4,08	7,76	0,23	1,78	5,86	
Невязка: 46,54% → дроссель-клапан: $\xi_d = 1,69$ 157x157 мм															
Ответвление №4															
АДР 300x200															5,30
11	300	1,064	300x200	0,06	1,39	240,00	0,12	0,13	1	0,13	1,15	0,30	15,34	15,48	
12	700	1,56	300x200	0,06	3,24	240,00	0,57	0,88	1	0,88	6,25	0,40	7,80	8,68	
13	1000	1,164	300x300	0,05	6,17	300,00	1,38	1,61	1	1,61	22,67	0,35	22,94	24,54	
14	1180	5,228	300x300	0,05	7,28	300,00	1,86	9,73	1	9,73	31,57	0,20	14,31	24,04	
Невязка: 2,43%															
Ответвление №5															
АДР 150x150															4,80
15	75	2,261	160	0,02	1,04	160,00	0,12	0,27	1	0,27	0,64	0,93	0,59	0,86	
16	425	4,05	200x200	0,04	2,95	200,00	0,60	2,41	1	2,41	5,18	1,75	14,67	17,08	
17	775	3,122	250x200	0,05	4,31	222,22	1,04	3,23	1	3,23	11,03	0,40	10,01	13,24	
18	1375	13,107	300x300	0,05	8,49	300,00	2,45	32,12	1	32,12	42,86	1,10	55,15	87,27	
Невязка: 25,98% → дроссель-клапан: $\xi_d = 2,38$ 225x225 мм															

Продолжение Приложения Г

Таблица Г.8 – Аэродинамический расчет приточной системы П5

№ участка	Расчетный расход L, м ³ /ч	Размеры воздуховода					потери давления на трение		поправка на шероховатость, βш	Потери на трение Rl βш, Па	Динамическое давление Pд, Па	Сумма коэффициентов местных сопротивлений Σξ	Местные потери Z, Па	Полные потери на участке Rl βш + Z, Па
		Длина l, м	d или aхb, мм	F, м ²	v, м/с	dэкв, мм	R, ПА/м	Rl, Па						
1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Магистраль														
АДР 500х200														18,00
1	600	1,884	250х250	0,06	2,67	250,00	0,38	0,72	1	0,72	4,41	2,80	12,33	13,05
2	1200	1,903	300х300	0,09	3,70	300,00	0,55	1,05	1	1,05	8,50	2,73	23,20	24,25
3	1800	1,958	300х300	0,09	5,56	300,00	1,14	1,14	1	1,14	19,12	2,06	39,39	41,36
4	2800	9,46	500х300	0,15	5,19	375,00	0,77	7,31	1	7,31	7,31	1,95	32,48	39,78
													Σ P =	136,71
Ответвление №1														
АДР 500х200														18,00
2-2'	600	0,335	250х250	0,06	2,67	250,00	0,32	0,11	1	0,11	4,41	0,25	1,10	0,28
Невязка: 41,14% → дроссель-клапан: ξд = 1,5 200х200 мм														
Ответвление №2														
АДР 500х200														18,00
3-3'	600	0,335	300х300	0,09	1,85	300,00	0,17	0,06	1	0,06	2,12	0,30	0,64	0,69
Невязка: 66,19% → дроссель-клапан: ξд = 1,918 198х198 мм														
Ответвление №3														
АДР 300х150														3,50
5	250	2,612	200х200	0,04	1,74	200,00	0,23	0,60	1	0,60	1,87	1,05	19,96	20,56
6	500	5,05	200х200	0,04	3,47	200,00	0,80	4,03	1	4,03	7,47	0,23	19,72	23,75
7	1000	1,277	300х300	0,09	3,09	300,00	0,40	0,51	1	0,51	5,90	0,4	2,36	2,87
Невязка: 47,72% → дроссель-клапан: ξд = 2,78 232х232 мм														

Продолжение Приложения Г



Характеристики Kentatsu KSVP140HFAN3 / KSUN140HFAN3

✚	Страна бренда	Япония
	Подкатегория	Кассетные кондиционеры
	Режимы работы	Охлаждение и обогрев
	Рекомендуемая площадь, м ²	119 — 154
	Автоматический режим	Есть
	Таймер включения/выключения	Есть
	Регулировка температуры	Есть
	Хладагент	R410A
	Площадь помещения до, м ²	154
	Автоматический перезапуск	Есть
	Тип оборудования	Кассетная <u>сплит-система</u>
	Режим осушения	Есть
	Фильтр тонкой очистки	Есть
	Параметры электропитания	380-415, 50, 3
	Инвертор	Нет
	Регулировка силы воздушного потока	Есть
	Самодиагностика неисправностей	Есть
	Класс энергопотребления	C
	Вес наружного блока, кг	96,5
	Вес внутреннего блока, кг	28
	Ширина наружного блока, мм	900
	Глубина наружного блока, мм	340
	Высота наружного блока, мм	1167
	Ширина внутреннего блока, мм	840
	Высота внутреннего блока, мм	300
	Глубина внутреннего блока, мм	840
	Потребляемая мощность при обогреве, Вт	4940
	Потребляемая мощность при охлаждении, Вт	4880
	Производительность вентилятора, м ³ /час	1545/1354/1187
	Уровень шума внутреннего блока, Дб	52/48/43
	Температура при обогреве, С	минус 31
	Температура при охлаждении, С	18-43
	Серия - <u>Kentatsu</u>	серия KSVP-HFA
	Мощность обогрева, Вт	15240
	Мощность охлаждения, Вт	14070

Рисунок 13 – Описание подобранной сплит-системы кассетного типа Kentatsu

Продолжение Приложения Г

CDP 45T	CDP 65T	CDP 75	CDP 125	CDP 165	CDT 20	CDT 30	CDT 30S	CDT 40	CDT 40S	CDT 60	CDT 90	CDS 80	CDS 100	CDS 200
500	750	1500	2500	3600	250	250	350	350	560	725	1000	1600	2800	3000
40 – 100	40 – 100	40 – 100	40 – 100	40 – 100	40 – 100	40 – 100	40 – 100	40 – 100	40 – 100	40 – 100	40 – 100	30 – 100	30 – 100	30 – 100
10 – 36	10 – 36	20 – 38	20 – 38	20 – 38	3 – 30	3 – 30	3 – 30	3 – 30	3 – 30	3 – 30	3 – 30	5 – 32	5 – 32	5 – 32
58,8	82,8	93	165	215	17	24	29	34	36	55	84	108	144	260
2,45	3,45	3,88	6,88	8,96	0,70	1,00	1,20	1,40	1,50	2,30	3,50	4,50	6,00	10,83
1	1	1	1/3	1/3	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3
1,05	1,65	1,85	3,2	4,3	0,33	0,59	0,56	0,81	0,84	1,12	1,65	2,5/2,5"	3,8/3,8"	6,4/6,4"
4,3	7,2	9,5	14,0/7,6	20,2/11,5	1,5	2,7	2,6	3,6	3,7	4,9	7,2	5,8/9,3"	9,1/17,4"	13,7/13,7"
R407C	R407C	R407C	R407C	R407C	R134a	R134a	R134a	R407C	R407C	R407C	R407C	R407C	R407C	R407C
0,950	1,600	2,100	5,200	6,800	0,300	0,410	0,410	0,450	0,450	0,650	1,600	2,250	4,300	7,000
IPX4	IPX4	IPX4	IPX4	IPX4	IPX4	IPX4	IPX4	IPX4	IPX4	IPX4	IPX4	IPX2	IPX2	IPX2
680	680	650	850	975	736	736	736	822	822	903	977	1400	1750	2020
1200	1735	1155	1300	1400	414	414	414	530	530	530	648	710	810	930
290	290	725	900	1010	506	506	506	539	539	539	616	710	810	930
68	95	130	160	190	28	32	34	43	46	47	62	148	201	317
		EU3	EU3	EU3	PP115	PP115	PP115	PP115	PP115	PP115	PP115	*	*	*
46	48	58	60	63	55	56	60	59	62	62	62	55	59	55
					7	7	7	14	14	14	–			
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	**
*	*	∅ 400	∅ 400	∅ 500					*			*	*	*
		∅ 160	∅ 160	∅ 160										
П	П	П*	П*	П*	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
*	*													
							1		1					
		*	*	*										
P	P	P	П	П	P	P	P	P	P	P	P	П	П	П
Рад	Рад	Рад	Рад	О	О	О	О	О	О	О	О	Рад	Рад	Рад
Ст	Ст	Ст	Ст	Ст	Моб	Моб	Моб	Моб	Моб	Моб	Моб	Ст	Ст	Ст
НС	НС	НП/НС	НП/НС	НП	НП/НС	НП/НС	НП/НС	НП/НС	НП/НС	НП/НС	НП/НС	НП	НП	НП

Модель		CD 400-18	CDF 10	CDF 35	CDF 45	CDF 35T	CDF 45T	CDP 35	CDP 45	CDP 65	CDP 35T
Расход воздуха	м³/ч	180	220	250	500	250	500	250	500	750	250
Рабочий диапазон – относительная влажность	%	50 – 100	40 – 100	40 – 100	40 – 100	40 – 100	40 – 100	40 – 100	40 – 100	40 – 100	40 – 100
Рабочий диапазон – температура	°C	5 – 35	3 – 32	3 – 25	3 – 30	3 – 25	3 – 30	10 – 36	10 – 36	10 – 36	10 – 36
Влагодъем (25 °C, 80 % RH)	л/сут	14	7,9	32,4	49	32,4	49	40,8	58,8	82,8	40,8
Влагодъем (25 °C, 80 % RH)	л/ч	0,50	0,33	1,35	2,04	1,35	2,04	1,70	2,45	3,45	1,70
Электропитание (1 – 1 x 230/50; 3 – 3 x 400/50)	Ф/В/Гц	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Макс. электропотребление	кВт	0,34	0,39	0,7	1,2	0,7	1,2	0,72	1,05	1,65	0,72
Макс. потребляемый ток	АП	1,8	2,1	3,0	5,3	3,0	5,3	2,8	4,3	7,2	2,8
Хладагент		R134a	R134a	R407C	R407C	R407C	R407C	R407C	R407C	R407C	R407C
Количество хладагента	кг	0,145	0,190	0,600	0,950	0,600	0,950	0,600	0,950	1,600	0,600
Класс защиты		IP20	IPX2	IPX4	IPX4	IPX4	IPX4	IPX4	IPX4	IPX4	IPX4
Высота	мм	575	580	800	800	680	680	800	800	800	680
Ширина	мм	380	535	950	1260	890	1200	950	1260	1800	890
Глубина	мм	225	240	315	315	290	290	315	315	315	290
Вес	кг	13	28	60	74	57	68	60	74	101	57
Фильтр		*	*	*	*			*	*	*	
Уровень звукового давления (на расстоянии 1 м)	дБ(А)	48	46	47	49	44	46	47	49	51	44
Водяной бак с контролем переполнения	л	4,5									
Дренажный патрубок		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Подсоединение воздухопроводов	мм					*	*				*
Патрубок свежего воздуха	мм										
Тип управления оттаиванием (П – пассивное, А – активное)		П	A	A	A	A	A	П	П	П	П
Встроенный гигростат		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Встроенный нагревательный элемент	кВт										
Оptionальный воздухоохладительный конденсатор											
Компрессор (P – роторный, П – поршневой)		P	П	P	P	P	P	P	P	P	P
Вентилятор (О – осевой, Рад – радиальный)		О	О	Рад	Рад	Рад	Рад	Рад	Рад	Рад	Рад
Стационарный – Ст / Мобильный – Моб		Моб	Ст	Ст	Ст	Ст	Ст	Ст	Ст	Ст	Ст
Тип монтажа (НП – напольный, НС – настенный)		НП	НП/НС	НП/НС	НП/НС	НС	НС	НП/НС	НП/НС	НП/НС	НС

* Пассивное управляемое оттаивание с использованием датчика оттаивания

** Без нагревательного элемента

Рисунок 14 – Сводная таблица характеристик модельного ряда осушителей фирмы Dantherm

Продолжение Приложения Г

Таблица Г.7 – Характеристики подобранной завесы ТЕПЛОМАШ КЭВ-8П1062Е

Тип оборудования	Электрическая тепловая завеса
Источник тепла	Электричество
Ступени мощности, кВт	4\8
Уровень шума, дБ(А)	46
Максимальная мощность, кВт	8
Тип установки	Горизонтально
Потребляемая электрическая мощность, Вт	90
Максимальная высота установки, м	2
Габариты, мм	1550x195x185
Длина завесы, м	1.5
Вес, кг	16,4
Класс защиты	IP21
Расход воздуха, м ³ /ч	1000
Напряжение электропитания, В	380
Максимальный ток, А	19
Скорость воздуха на выходе из сопла, м/с	4.2
Максимальный подогрев воздуха, С	21
Пульт ДУ	Да
Количество завес, подключаемых к пульту управления, шт.	10
Режим вентилятора	Да
Брызгозащищенность	Нет
Интерьерная	Нет
Нержавейка	Нет
Монтажные кронштейны	Да

Продолжение Приложения Г

СЕРИЯ 100

ОПТИМА



- Завеса с гладкой лицевой панелью.
- Цвет корпуса и лицевой панели - белый RAL 9003.
- Горизонтальный монтаж.
- Кронштейны встроены в корпус завесы.



УПРАВЛЕНИЕ

Завесы МИКРО управляются при помощи встроенного в корпус клавишного выключателя, который позволяет одновременно включать (выключать) вентилятор и нагрев.

Завесы МИНИ 800 и КЭВ-5П1151Е, КЭВ-5П1152Е управляются при помощи встроенного в корпус роторного переключателя и терморегулятора. Они позволяют переключать режим нагрева и вентиляции, а также устанавливать желаемую температуру в помещении от 0 до 40 °С.

Завесы МИНИ 1500 и КЭВ-10П1061Е, КЭВ-10П1062Е управляются при помощи выносного пульта управления HL10 с электронным термостатом и дистанционным управлением (подробное описание пульта см. в разделе "Автоматика").



Клавишный выключатель



Роторный переключатель



Терморегулятор

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Артикул	Длина L		Тип*	Модель	Сеть	Режимы мощности	ΔT**	Производительность I max	Мощн. вентилятора	Lp***	Соединение в группу	Масса	
	[мм]	[мм]											[Вт/Гц]
ОПТИМА													
121020	Микро 705	4	4	КЭВ-1,5П1122Е	220-50	1,5	15	300	7,5	35	45	-	5
121019				КЭВ-2П1122Е	220-50	2	20	300	9,0	35	45	-	5
121021	Мини 805	4	4	КЭВ-3П1154Е	220-50	1,5 / 3	9 / 18	500	14,5	40	45	-	7
121022				КЭВ-4П1154Е	220-50	2 / 4	12 / 24	500	19,3	40	45	-	7
121031				КЭВ-5П1154Е	220-50	2,5 / 5	16 / 32	500	24,0	45	45	-	8,2
121023	Мини 1505	4	4	КЭВ-6П1264Е	220-50 380-50	3 / 6	9 / 18	1000	29 14,6	40x2	46	10	14
121024				КЭВ-8П1064Е	380-50	4 / 8	12 / 24	1000	19,4	40x2	46	10	14
121032				КЭВ-10П1064Е	380-50	5 / 10	10 / 25	1000	24,1	45x2	46	10	16,4

* Источник тепла завесы [1] электричество.

** ΔT=Подогрев воздуха при максимальной мощности и максимальном / минимальном расходе воздуха для завес с электрическим источником тепла.

*** Lp - Уровень звукового давления на расстоянии 5 метров.

Рисунок 15 – Характеристики подобранной завесы ТЕПЛОМАШ КЭВ-8П1062Е

Продолжение Приложения Г

Таблица Г.8 - Характеристики приточно-вытяжной установки ПВ1

ПВ1 бассейн для детей								
РОД:	Приточно-вытяжная							
Комплект:	VS-21-R-PH1							
Типоразмер:	21							
Приток:	2500 м ³ /ч							
Вытяжка:	3200 м ³ /ч							
Толщина изоляции:	40 мм							
Располагаемый напор:	350 Па							
Располагаемый напор:	400 Па							
Вес агрегата	344 кг							
Класс энергоэффективности:	C							
Размер оборудования								
Обозначение размера	W	H	H2	Hf	L	L1	K	h x w
Размер	961	528	976	80	2953	2587	366	313x821
Приточная часть								
Фильтр:								
Название	VS 21 B.FLT G4							
Падение давления	90 Па							
Начальный перепад давления	29 Па							
Конечный перепад давления	150 Па							
Скорость воздуха	2,83 м/с							
Типоразмер:	EU4							
Перекрестноточный теплообменник:								
Типоразмер:	VS 21 PCR							
Падение давления (приток)- зима	199 Па							

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.8

Падение давления (вытяжка) - зима	369 Па	
Эффективность	61%	
Вход воздуха приток лето	32 °С	45%
Выход воздуха приток лето	32 °С	45%
Вход воздуха вытяжка лето	22 °С	60%
Вход воздуха приток зима	- 27 °С	90%
Выход воздуха приток зима	10,3 °С	3%
Вход воздуха вытяжка зима	32 °С	60%
Выход воздуха вытяжка зима	16,4 °С	100%
Температурная эффективность (зима)	65%	
Выход воздуха вытяжка лето	22 °С	60%
Полная мощность энергоутилизации (зима)	33,8 кВт	
Явная мощность энергоутилизации (зима)	33,8 кВт	
Водяной нагреватель:		
Название	VS 21 WCL 2	
Падение давления	63 Па	
Скорость воздуха	3,03 м/с	
Вход воздуха зима	5,3 °С	4%
Выход воздуха зима	34 °С	1%
Вход воздуха лето	32 °С	45%
Выход воздуха лето	32 °С	45%
Падение давления теплоносителя	3,57 кПа	
Температура теплоносителя перед	95 °С	
Температура теплоносителя за	70 °С	
Расход теплоносителя	0,83 м/с	
Потребляемая мощность	24,12 кВт	
Тип коллектора	R 1"	
Вентиляторная секция:		
Вентилятор название	VS 21 DRCT.DR.FAN 2 v.2	
Статическое давление (зима)	702 Па	
Динамическое давление	91 Па	
Располагаемый напор	350 Па	
Статическая эффективность	67%	
Общая эффективность	75%	

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.8

Обороты	3951 1/мин							
Мощность на валу	0,738 кВт							
Двигатель	М 1,5/2P v.2							
Механическая величина	90							
Частота	69,1 Гц							
Номинальное напряжение	2x230 В							
Номинальный ток	5,89 А							
Номинальная мощность	1,5 кВт							
Потребление электрической мощности	0,97 кВт							
Обороты	2860 1/мин							
Вентиляторная группа	VS 21 DRCT.DR.PLUG.FAN.SET 25/1,5/2							
Преобразователь частоты	VS 21-150 FC 1,5 v 2							
Питание преобразователя частоты	1x230 V							
SFPs	1,4 кВт/м.куб/ч							
Таблица шумов								
Частота	125 Гц	250 Гц	500 Гц	1000 Гц	2000 Гц	4000 Гц	8000 Гц	Lw dB(A)
Вход	72,6	78,1	78,7	73,5	71,3	62,5	58,6	79,4
Выход	78,6	85,1	85,7	82,5	79,3	74,5	70,6	87,5
Окружение	68,6	71,7	66	60,7	59,7	45,5	38,6	68,2
Звуковое давление	45,5	56,1	55,8	53,7	53,9	39,5	30,5	61,2
Вытяжная часть								
Фильтр:								
Название	VS 21 V.FLT G4							
Падение давления	99 Па							
Начальный перепад давления	48 Па							
Конечный перепад давления	150 Па							
Скорость воздуха	3,62 м/с							
Типоразмер:	EU4							
Вентиляторная секция:								
Вентилятор название	VS 21 DRCT.DR.FAN 2 v.2							
Статическое давление (зима)	897 Па							
Динамическое давление	150 Па							
Располагаемый напор	400 Па							
Статическая эффективность	63%							
Общая эффективность	73%							
Обороты	4861 1/мин							
Мощность на валу	1,281 кВт							
Двигатель	М 1,5/2P v.2							

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.8

Механическая величина	90							
Частота	69,1 Гц							
Номинальное напряжение	3x230 В							
Номинальный ток	5,89 А							
Номинальная мощность	1,5 кВт							
Потребление электрической мощности	1,683 кВт							
Обороты	2860 1/мин							
Вентиляторная группа	VS 21 DRCT.DR.PLUG.FAN.SET 25/1,5/2							
Преобразователь частоты	VS 21-150 FC 1,5 v 2							
Питание преобразователя частоты	1x230 V							
SFPs	1,89 кВт/м.куб/ч							
Каплеуловитель:								
Название	VS 21 DRP.ELTR							
Падение давления	29 Па							
Таблица шумов								
Частота	125 Гц	250 Гц	500 Гц	1000 Гц	2000 Гц	4000 Гц	8000 Гц	Lw dB(A)
Вход	80,1	86,6	87,2	84	80,8	75	71,1	88,9
Выход	79,1	84,6	84,2	80	74,8	63	57,1	84,9
Окружение	73,1	76,2	70,5	65,2	64,2	50	43,1	72,7
Звуковое давление	50	60,6	60,3	58,2	58,4	44	35	65,7
Опции:								
гибкое соединение	VS 21/30 FLX.CNC 821x313				1			
гибкое соединение	VS 21/30 FLX.CNC 821x313				1			
гибкое соединение	VS 21/30 FLX.CNC 821x313				1			
гибкое соединение	VS 21/30 FLX.CNC 821x313				1			
воздушный клапан	VS 21 A.DAMP 821x313				1			
воздушный клапан	VS 21 A.DAMP 821x313				1			
подсветка	VS 00 INT.LIGHTNG 230 VAC				4			
смотровой глазок	VS 00 VIEW.FIND				4			
соединение блоков	Connection of sections				1			
Автоматика AP-33E:								
Плавкая вставка предохранителя	VS 21/30 FLX.CNC 821x313				1			
Плавкая вставка предохранителя	VS 21/30 FLX.CNC 821x313				1			
HMI Interface Basic	HMI BASIC UPC				1			

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.8

HMI Interface Advanced	HMI ADVANCED UPC	1
Канальный термодатчик	NTC.TEMP.SNR DUCT	4
Сервопривод воздушного клапана	VS 00 AD.ACTR ON-OFF/S	1
Сервопривод воздушного клапана	VS 00 AD.ACTR ON-OFF	1
Сервопривод воздушного клапана	VS 00 AD.ACTR 0-10	1
Блок клапана	VS 00 3W.VLV 4	1
Датчик давления	VS 10-150 DFF.PRSS.GG 400 Pa	1
Датчик давления	VS 10-150 DFF.PRSS.GG 400 Pa	1
Термостат противозамораживающий	VS 10-40 FROST.THMST 2m	1
Capillary grip	VS CPRLY.GRIP.SET 3#	1
Щит автоматики VS 10-75 CG UPC		

Продолжение Приложения Г

Таблица Г.9 – Характеристики приточно-вытяжной установки ПВ2

ПВ2 бассейн для плавания								
РОД:	Приточно-вытяжная							
Комплект:	VS-120-R-PH							
Типоразмер:	120							
Приток:	12200 м ³ /ч							
Вытяжка:	12000 м ³ /ч							
Толщина изоляции:	40 мм							
Располагаемый напор:	300 Па							
Располагаемый напор:	400 Па							
Вес агрегата	997 кг							
Класс энергоэффективности:	B							
Размер оборудования								
Обозначение размера	W	H	H2	Hf	L	L1	K	h _{xw}
Размер	1891	1052	2024	80	4050	3684	366	832x1751
Приточная часть								
Фильтр:								
Название	VS 120 B.FLT G4							
Падение давления	84 Па							
Начальный перепад давления	17 Па							

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.9

Конечный перпад давления	150 Па	
Скорость воздуха	2,17 м/с	
Типоразмер:	EU4	
Перекрестноточный теплообменник:		
Типоразмер:	VS 120 PCR	
Падение давления (приток)- зима	188 Па	
Падение давления (вытяжка) - зима	202 Па	
Эффективность	65%	
Вход воздуха приток лето	32 °C	45%
Выход воздуха приток лето	32 °C	45%
Вход воздуха вытяжка лето	22 °C	60%
Вход воздуха приток зима	- 27 °C	90%
Выход воздуха приток зима	10,2 °C	3%
Вход воздуха вытяжка зима	32 °C	60%
Выход воздуха вытяжка зима	12,8 °C	100%
Температурная эффективность (зима)	65%	
Выход воздуха вытяжка лето	22 °C	60%
Полная мощность энергоутилизации (зима)	164,2 кВт	
Явная мощность энергоутилизации (зима)	164,2 кВт	
Водяной нагреватель:		
Название	VS 120 WCL 2	
Падение давления	49 Па	
Скорость воздуха	2,61 м/с	
Вход воздуха зима	5,2 °C	4%
Выход воздуха зима	34 °C	1%
Вход воздуха лето	32 °C	45%
Выход воздуха лето	32 °C	45%
Падение давления теплоносителя	6,79 кПа	
Температура теплоносителя перед	95 °C	
Температура теплоносителя за	70 °C	
Расход теплоносителя	4,07 м/с	
Потребляемая мощность	118,35 кВт	
Тип коллектора	R 1 1/4"	
Вентиляторная секция:		

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.9

Вентилятор название	VS 120/150 DRCT.DR.FAN 1 v.2							
Статическое давление (зима)	621 Па							
Динамическое давление	55 Па							
Располагаемый напор	300 Па							
Статическая эффективность	70%							
Общая эффективность	76%							
Обороты	1317 1/мин							
Мощность на валу	3,035 кВт							
Двигатель	М 4/4P v.2							
Механическая величина	112							
Частота	45,7 Гц							
Номинальное напряжение	3x400 В							
Номинальный ток	8,2 А							
Номинальная мощность	4 кВт							
Потребление электрической мощности	3,715 кВт							
Обороты	1440 1/мин							
Вентиляторная группа	VS 120/150 DRCT.DR.PLUG.FAN.SET 63/4/4							
Преобразователь частоты	VS 21-150 FC 4 v 2							
Питание преобразователя частоты	3x400 V							
SFPs	1,1 кВт/м.куб/ч							
Таблица шумов								
Частота	125 Гц	250 Гц	500 Гц	1000 Гц	2000 Гц	4000 Гц	8000 Гц	Lw dB(A)
Вход	72,2	77,7	78,3	73,1	70,9	62,1	58,2	79
Выход	78,2	84,7	85,3	82,1	78,9	74,1	70,2	87,1
Окружение	68,2	71,3	65,6	60,3	59,3	45,1	38,2	67,8
Звуковое давление	45,1	55,7	55,4	53,3	53,5	39,1	30,1	60,8
Вытяжная часть								
Фильтр:								
Название	VS 120 B.FLT G4							
Падение давления	83 Па							
Начальный перепад давления	17 Па							

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.9

Конечный перпад давления	150 Па							
Скорость воздуха	2,14 м/с							
Типоразмер:	EU4							
Вентиляторная секция:								
Вентилятор название	VS 120/150 DRCT.DR.FAN 1 v.2							
Статическое давление (зима)	695 Па							
Динамическое давление	53 Па							
Располагаемый напор	400 Па							
Статическая эффективность	71%							
Общая эффективность	76%							
Обороты	1347 1/мин							
Мощность на валу	3,304 кВт							
Двигатель	M 4/4P v.2							
Механическая величина	112							
Частота	46,8 Гц							
Номинальное напряжение	3x400 В							
Номинальный ток	8,2 А							
Номинальная мощность	4 кВт							
Потребление электрической мощности	4,045 кВт							
Обороты	1440 1/мин							
Вентиляторная группа	VS 120/150 DRCT.DR.PLUG.FAN.SET 63/4/4							
Преобразователь частоты	VS 21-150 FC 4 v 2							
Питание преобразователя частоты	3x400 V							
SFPs	1,21 кВт/м.куб/ч							
Каплеуловитель:								
Название	VS 120 DRP.ELTR							
Падение давления	10 Па							
Таблица шумов								
Частота	125 Гц	250 Гц	500 Гц	1000 Гц	2000 Гц	4000 Гц	8000 Гц	Lw dB(A)
Вход	75,7	82,2	82,8	79,6	76,4	70,6	66,7	84,5
Выход	74,7	80,2	79,8	75,6	70,4	58,6	52,7	80,5
Окружение	68,7	71,8	66,1	60,8	59,8	45,6	38,7	68,3
Звуковое давление	45,6	56,2	55,9	53,8	54	39,6	30,6	61,3

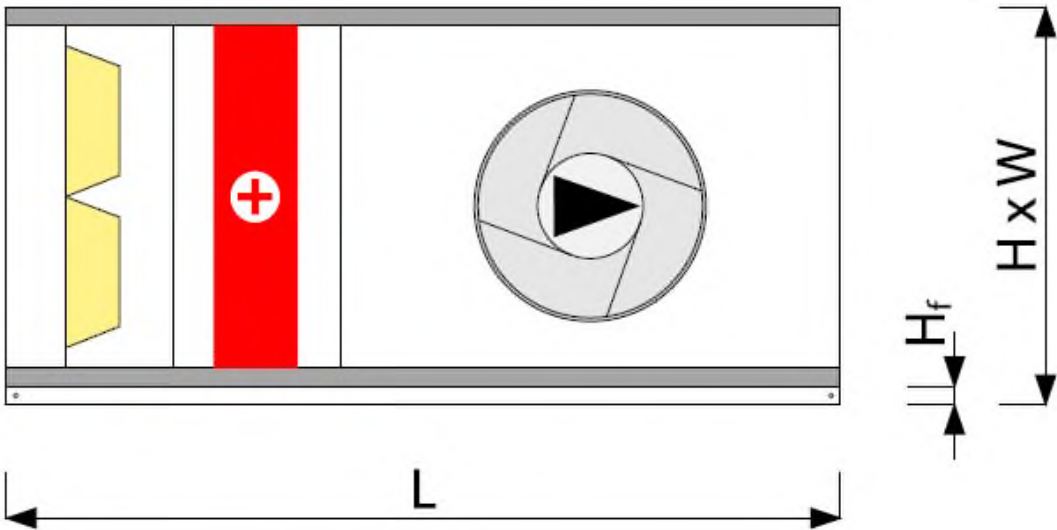
Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.9

Опции:		
гибкое соединение	VS 120 FLX.CNC 1751x832	1
гибкое соединение	VS 120 FLX.CNC 1751x832	1
гибкое соединение	VS 120 FLX.CNC 1751x832	1
гибкое соединение	VS 120 FLX.CNC 1751x832	1
воздушный клапан	VS 120 A.DAMP 1751x832	1
воздушный клапан	VS 120 A.DAMP 1751x832	1
подсветка	VS 00 INT.LIGHTNG 230 VAC	4
смотровой глазок	VS 00 VIEW.FIND	4
соединение блоков	Connection of sections	1
Автоматика AP-33E:		
Плавкая вставка предохранителя	VS 21-150 FUSE gG 16A type 10x38	1
Плавкая вставка предохранителя	VS 21-150 FUSE gG 16A type 10x38	1
HMI Interface Basic	HMI BASIC UPC	1
HMI Interface Advanced	HMI ADVANCED UPC	1
Канальный термодатчик	NTC.TEMP.SNR DUCT	4
Сервопривод воздушного клапана	VS 00 AD.ACTR ON-OFF/S	1
Сервопривод воздушного клапана	VS 00 AD.ACTR ON-OFF	1
Сервопривод воздушного клапана	VS 00 AD.ACTR 0-10	1
Блок клапана	VS 00 3W.VLV 16	1
Датчик давления	VS 10-150 DFF.PRSS.GG 400 Pa	1
Датчик давления	VS 10-150 DFF.PRSS.GG 400 Pa	1
Термостат противозамораживающий	VS 55-150 FROST.THMST 6m	1
Capillary grip	VS CPRLY.GRIP.SET 3#	1
Щит автоматики VS 40-150 CG UPC SUP-EXH		

Продолжение Приложения Г

Таблица Г.10 – Характеристики приточной установки ПЗ

ПЗ спортзал					
РОД:	Приточная				
Комплект:	VS-100-R-H				
Типоразмер:	100				
Приток:	10600 м ³ /ч				
Толщина изоляции:	40 мм				
Располагаемый напор:	250 Па				
Вес агрегата	293 кг				
Класс энергоэффективности:	< E				
					
Размер оборудования					
Обозначение размера	W	H	Hf	L	hxw
Размер	1660	1015	80	2221	795x1520
Приточная часть					
Фильтр:					
Название	VS 100 B.FLT G4				
Падение давления	88 Па				
Начальный перепад давления	27 Па				
Конечный перепад давления	150 Па				
Скорость воздуха	2,7 м/с				
Типоразмер:	EU4				
Водяной нагреватель:					

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.10

Название	VS 100 WCL 2	
Падение давления	50 Па	
Скорость воздуха	2,52 м/с	
Вход воздуха зима	-27 °С	90%
Выход воздуха зима	20 °С	1%
Вход воздуха лето	30 °С	50%
Выход воздуха лето	30 °С	50%
Вид гликоля	Этиленовый	
Падение давления теплоносителя	14,93 кПа	
Температура теплоносителя перед	95 °С	
Температура теплоносителя за	70 °С	
Расход теплоносителя	6,13 м/с	
Потребляемая мощность	178,2 кВт	
Тип коллектора	R 1 1/4"	
Вентиляторная секция:		
Вентилятор название	VS 100/150 DRCT.DR.FAN 1 v.2	
Статическое давление (зима)	388 Па	
Динамическое давление	65 Па	
Располагаемый напор	250 Па	
Статическая эффективность	62%	
Общая эффективность	72%	
Обороты	1420 1/мин	
Мощность на валу	1,869 кВт	
Двигатель	M 4/4P v.2	
Механическая величина	112	
Частота	49,3 Гц	
Номинальное напряжение	3x400 В	
Номинальный ток	8,2 А	
Номинальная мощность	4 кВт	
Потребление электрической мощности	2,288 кВт	
Обороты	1440 1/мин	
Вентиляторная группа	VS 100-150 DRCT.DR.PLUG.FAN.SET 56/4/4	

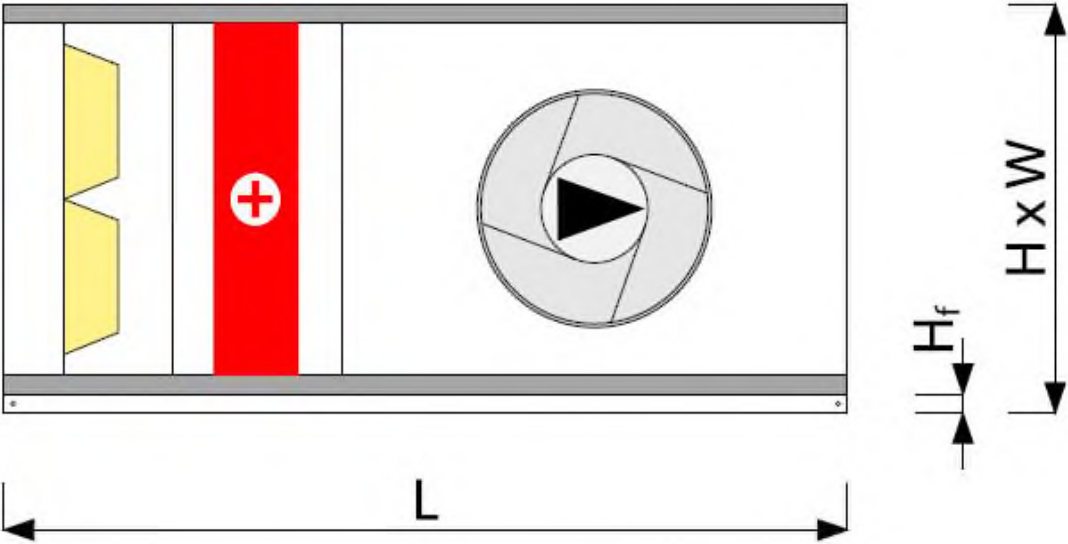
Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.10

Преобразователь частоты	VS 21-150 FC 4 v 2							
Питание преобразователя частоты	3x400 V							
SFPs	0,78 кВт/м.куб/ч							
Таблица шумов								
Частота	125 Гц	250 Гц	500 Гц	1000 Гц	2000 Гц	4000 Гц	8000 Гц	Lw dB(A)
Вход	73,1	79,6	80,2	76	72,8	65	61,1	81,3
Выход	77,1	83,6	84,2	81	77,8	73	69,1	86
Окружение	67,1	70,2	64,5	59,2	58,2	44	37,1	66,7
Звуковое давление	44	54,6	54,3	52,2	52,4	38	29	59,7
Опции:								
гибкое соединение	VS 100 FLX.CNC 1520x795				1			
гибкое соединение	VS 100 FLX.CNC 1520x795				1			
воздушный клапан	VS 100/150/180 A.DAMP 1520x795				1			
подсветка	VS 00 INT.LIGHTNG 230 VAC				2			
смотровой глазок	VS 00 VIEW.FIND				2			
Автоматика AS-1R:								
Плавкая вставка предохранителя	VS 21-150 FUSE gG 16A type 10x38				1			
HMI Interface Basic	HMI BASIC UPC				1			
Канальный термодатчик	NTC.TEMP.SNR DUCT				2			
Сервопривод воздушного клапана	VS 00 AD.ACTR ON-OFF/S				1			
Блок клапана	VS 00 3W.VLV 16				1			
Датчик давления	VS 10-150 DFF.PRSS.GG 400 Pa				1			
Термостат противозамораживающий	VS 55-150 FROST.THMST 6m				2			
Capillary grip	VS CPRLY.GRIP.SET 3#				1			
Щит автоматики VS 40-150 CG UPC SUP								

Продолжение Приложения Г

Таблица Г.11 - Характеристики приточной установки П4

П4 душевые					
РОД:	Приточная				
Комплект:	VS-40-R-H				
Типоразмер:	40				
Приток:	3950 м ³ /ч				
Толщина изоляции:	40 мм				
Располагаемый напор:	250 Па				
Вес агрегата	133 кг				
Класс энергоэффективности:	< E				
					
Размер оборудования					
Обозначение размера	W	H	Hf	L	h x w
Размер	1168	660	80	1490	440x1028
Приточная часть					
Фильтр:					
Название	VS 40 B.FLT G4				
Падение давления	85 Па				
Начальный перепад давления	19 Па				
Конечный перепад давления	150 Па				
Скорость воздуха	2,28 м/с				
Типоразмер:	EU4				

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.11

Водяной нагреватель:		
Название	VS 40 WCL 2	
Падение давления	45 Па	
Скорость воздуха	2,37 м/с	
Вход воздуха зима	-27 °С	90%
Выход воздуха зима	25 °С	1%
Вход воздуха лето	30 °С	50%
Выход воздуха лето	30 °С	50%
Вид гликоля	Этиленовый	
Падение давления теплоносителя	7,31 кПа	
Температура теплоносителя перед	95 °С	
Температура теплоносителя за	70 °С	
Расход теплоносителя	2,51 м/с	
Потребляемая мощность	73,04 кВт	
Тип коллектора	R 1"	
Вентиляторная секция:		
Вентилятор название	VS 40 DRCT.DR.FAN 1 v.2	
Статическое давление (зима)	380 Па	
Динамическое давление	57 Па	
Располагаемый напор	250 Па	
Статическая эффективность	64%	
Общая эффективность	74%	
Обороты	2125 1/мин	
Мощность на валу	0,657 кВт	
Двигатель	M 1,5/4P v.2	
Механическая величина	90	
Частота	74,8 Гц	
Номинальное напряжение	3x230 В	
Номинальный ток	5,89 А	
Номинальная мощность	1,5 кВт	
Потребление электрической мощности	0,863 кВт	
Обороты	1420 1/мин	

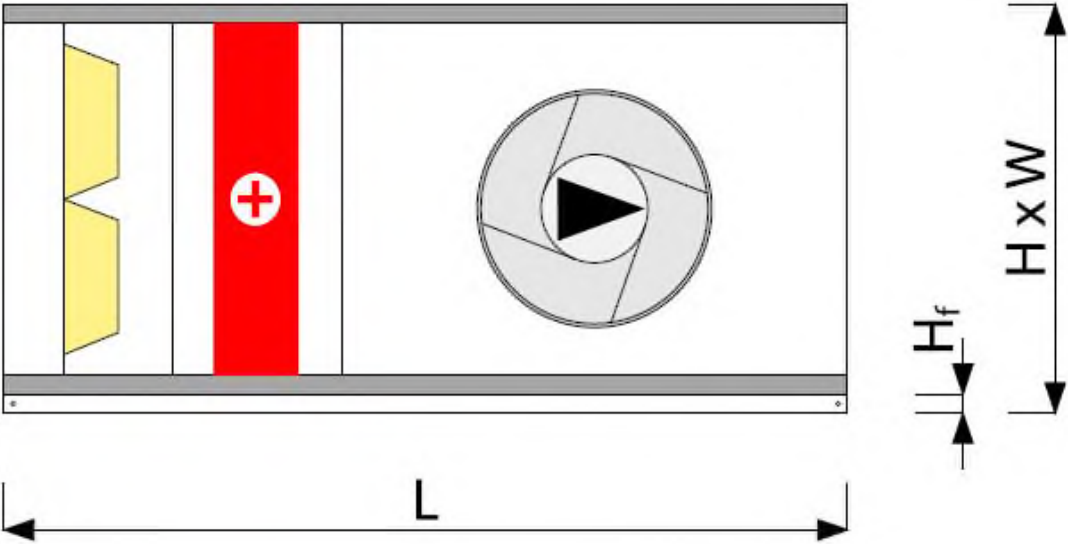
Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.11

Вентиляторная группа	VS 40 DRCT.DR.PLUG.FAN.SET 35/1,5/4							
Преобразователь частоты	VS 21-150 FC 1,5 v 2							
Питание преобразователя частоты	1x230 V							
SFPs	0,79 кВт/м.куб/ч							
Таблица шумов								
Частота	125 Гц	250 Гц	500 Гц	1000 Гц	2000 Гц	4000 Гц	8000 Гц	Lw dB(A)
Вход	70,5	77	77,6	73,4	70,2	62,4	58,5	78,6
Выход	74,5	81	81,6	78,4	75,2	70,4	66,5	83,4
Окружение	64,5	67,6	61,9	56,6	55,6	41,4	34,5	64,1
Звуковое давление	41,4	52	51,7	49,6	49,8	35,4	26,4	57,1
Опции:								
гибкое соединение	VS 40-75 FLX.CNC 1028x440						1	
гибкое соединение	VS 40-75 FLX.CNC 1028x440						1	
воздушный клапан	VS 40/75 A.DAMP 1028x440						1	
подсветка	VS 00 INT.LIGHTNG 230 VAC						2	
смотровой глазок	VS 00 VIEW.FIND						2	
Автоматика AS-1R:								
Плавкая вставка предохранителя	VS 21-150 FUSE gG 20A type 10x38						1	
HMI Interface Basic	HMI BASIC UPC						1	
Канальный термодатчик	NTC.TEMP.SNR DUCT						2	
Сервопривод воздушного клапана	VS 00 AD.ACTR ON-OFF/S						1	
Блок клапана	VS 00 3W.VLV 10						1	
Датчик давления	VS 10-150 DFF.PRSS.GG 400 Pa						1	
Термостат противозамораживающий	VS 10-40 FROST.THMST 2m						1	
Capillary grip	VS CPRLY.GRIP.SET 3#						1	
Щит автоматики VS 10-75 CG UPC								

Продолжение Приложения Г

Таблица Г.12 – Характеристики приточной установки П5

П5 насосно-фильтровальная					
РОД:	Приточная				
Комплект:	VS-30-R-H				
Типоразмер:	30				
Приток:	3000 м ³ /ч				
Толщина изоляции:	40 мм				
Располагаемый напор:	150 Па				
Вес агрегата	115 кг				
Класс энергоэффективности:	< E				
					
Размер оборудования					
Обозначение размера	W	H	Hf	L	h x w
Размер	961	660	80	1490	440x821
Приточная часть					
Фильтр:					
Название	VS 30 B.FLT G4				
Падение давления	84 Па				
Начальный перепад давления	19 Па				
Конечный перепад давления	150 Па				
Скорость воздуха	2,27 м/с				
Типоразмер:	EU4				

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.12

Водяной нагреватель:		
Название	VS 30 WCL 2	
Падение давления	45 Па	
Скорость воздуха	2,36 м/с	
Вход воздуха зима	-27 °С	90%
Выход воздуха зима	16 °С	1%
Вход воздуха лето	30 °С	50%
Выход воздуха лето	30 °С	50%
Вид гликоля	Этиленовый	
Падение давления теплоносителя	7,04 кПа	
Температура теплоносителя перед	95 °С	
Температура теплоносителя за	70 °С	
Расход теплоносителя	1,6 м/с	
Потребляемая мощность	46,4 кВт	
Тип коллектора	R 1"	
Вентиляторная секция:		
Вентилятор название	VS 30 DRCT.DR.FAN 1 v.2	
Статическое давление (зима)	279 Па	
Динамическое давление	52 Па	
Располагаемый напор	150 Па	
Статическая эффективность	60%	
Общая эффективность	72%	
Обороты	2224 1/мин	
Мощность на валу	0,391 кВт	
Двигатель	M 1,5/2P v.2	
Механическая величина	90	
Частота	38,9 Гц	
Номинальное напряжение	3x230 В	
Номинальный ток	5,89 А	
Номинальная мощность	1,5 кВт	
Потребление электрической мощности	0,514 кВт	
Обороты	2860 1/мин	

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.12

Вентиляторная группа	VS 30 DRCT.DR.PLUG.FAN.SET 31/1,5/2							
Преобразователь частоты	VS 21-150 FC 1,5 v 2							
Питание преобразователя частоты	1x230 V							
SFPs	0,62 кВт/м.куб/ч							
Таблица шумов								
Частота	125 Гц	250 Гц	500 Гц	1000 Гц	2000 Гц	4000 Гц	8000 Гц	Lw dB(A)
Вход	68,7	75,2	75,8	71,6	68,4	60,6	56,7	76,8
Выход	72,7	79,2	79,8	76,6	73,4	68,6	64,7	81,6
Окружение	62,7	65,8	60,1	54,8	53,	39,6	32,7	62,3
Звуковое давление	39,6	50,2	49,9	47,8	48	33,6	24,6	55,3
Опции:								
гибкое соединение	VS 30-55 FLX.CNC 821x440						1	
гибкое соединение	VS 30-55 FLX.CNC 821x440						1	
воздушный клапан	VS 30/55 A.DAMP 821x440						1	
подсветка	VS 00 INT.LIGHTNG 230 VAC						2	
смотровой глазок	VS 00 VIEW.FIND						2	
Автоматика AS-1R:								
Плавкая вставка предохранителя	VS 21-150 FUSE gG 20A type 10x38						1	
HMI Interface Basic	HMI BASIC UPC						1	
Канальный термодатчик	NTC.TEMP.SNR DUCT						2	
Сервопривод воздушного клапана	VS 00 AD.ACTR ON-OFF/S						1	
Блок клапана	VS 00 3W.VLV 6,3						1	
Датчик давления	VS 10-150 DFF.PRSS.GG 400 Pa						1	
Термостат противозамораживающий	VS 10-40 FROST.THMST 2m						1	
Capillary grip	VS CPRLY.GRIP.SET 3#						1	
Щит автоматики VS 10-75 CG UPC								