

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

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

Центр _____
(наименование института полностью)
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 физкультурно-оздоровительного
комплекса в г. Ульяновск

Обучающийся _____
М.Н. Давлатова

(инициалы Фамилия) (личная подпись)

Научный
руководитель _____
канд. техн. наук, доцент, Е.В. Чиркова

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

Тольятти 2023

Содержание

Введение.....	4
1 Исходные данные для проектирования	6
1.1 Назначение и характеристика здания	6
1.2 Климатические характеристики района строительства.....	7
1.3 Расчётные параметры внутреннего воздуха.....	8
2 Аналитический обзор.....	11
2.1 Аналитический обзор литературы	11
2.1.1 Нормативные требования, предъявляемые к системам обеспечения микроклимата зданий ФОК.....	11
2.1.2 Обзор существующих инженерных решений по проектированию систем обеспечения микроклимата физкультурно-оздоровительных комплексов с плавательными бассейнами	16
2.2 Патентный поиск.....	21
2.2.1 Описание предмета поиска.....	22
2.2.2 Формирование программы исследования	26
3 Тепловая защита здания	29
3.1 Теплотехнический расчёт ограждающих конструкций	29
3.2 Расчёт теплопотерь помещений	35
3.2.1 Теплопотери через полы, лежащие на грунте	35
3.3 Расчёт тепло- и влагопоступлений.....	36
3.3.1 Расчёт теплопоступлений в подвале	36
3.3.2 Теплопоступления от солнечной радиации.....	37
3.3.3 Поступление тепла от системы отопления	38
3.4 Тепловой баланс	38
4 Системы обеспечения микроклимата	39
4.1 Отопление	39
4.1.1 Конструирование системы отопления.....	39
4.1.2 Гидравлический расчёт системы отопления	40

4.1.3 Тепловой расчёт приборов системы отопления	42
4.2 Вентиляция	44
4.2.1 Определение воздухообмена по кратности	44
4.2.2 Определение воздухообмена в помещении бассейна	46
4.2.3 Конструирование систем вентиляции и кондиционирования воздуха	51
5 Техничко- экономический расчёт.....	54
6 Автоматизация систем обеспечения микроклимата.....	56
Заключение	58
Список используемых источников.....	60
Приложение А Расчёт тепловых потерь	65
Приложение Б Теплопоступления.....	74
Приложение В Гидравлический расчёт	79
Приложение Г Построение процесса обработки воздуха	94

Введение

Актуальность работы: Развитие системы физкультурно-оздоровительных сооружений в России приобретает всё большее значение. При этом есть необходимость обеспечить доступность оздоровительных и спортивных занятий для всех возрастных категорий населения, как здоровых людей, так и инвалидов.

«При проектировании ФОК следует обеспечивать параметры помещений не ниже минимальных согласно функциональным требованиям соответствующих видов спорта в части размера спортивной площадки, ванны бассейна, количества раздевальных и подсобных помещений. Параметры помещений могут быть увеличены в соответствии с заданием на проектирование» [7].

В спортивных сооружениях проектируются системы отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, обеспечивающие параметры микроклимата (температуру, влажность, подвижность воздуха) и качества (газовый состав, концентрация загрязняющих веществ) воздушной среды спортивной зоны и вспомогательных помещений в соответствии с [3], [5].

Цель магистерской диссертации – обеспечение требуемых параметров микроклимата в физкультурно-оздоровительном комплексе в городе Ульяновск.

Задачи:

- изучить нормативную литературу;
- выявить проблемы и обосновать актуальность данной научной работы;
- провести патентный поиск;
- запроектировать и рассчитать системы ОВК;
- произвести технико-экономическое обоснование принятого инженерного решения.

Объект исследования – Физкультурно-оздоровительный комплекс с плавательным бассейном.

Предмет исследования – системы обеспечения параметров микроклимата в физкультурно-оздоровительном комплексе города Ульяновск.

Проблема исследования – отсутствие систем обеспечения микроклимата.

Практическая значимость исследования Практическая, подтверждённая в ходе апробации значимость данной работы заключается в подготовке инженерных решений.

Апробация и внедрение результатов работы велись в течение всего исследования. Его результаты докладывались на следующих конференциях:

1. Всероссийская студенческая научно-практическая междисциплинарная конференция «Молодежь. Наука. Общество», Тольятти. 2022. Выступление с докладом «Контроль относительной влажности в помещениях бассейнов».

2. Научно-практическая конференция: «Дни науки ТГУ», Тольятти, 2021. Выступление с докладом «Рекомендации по уменьшению коррозии оборудования водозаборно-очистных сооружений на этапе проектирования, производства и эксплуатации».

1 Исходные данные для проектирования

1.1 Назначение и характеристика здания

Объект исследования – Физкультурно-оздоровительный комплекс с плавательным бассейном. Размеры здания в осях 42x46,5 м. Этажность здания – 2 этажа с подвалом.

Площадь здания – 1953 м². Назначение здания: физкультурно-оздоровительный комплекс, с плавательным бассейном.

Район строительства: Российская Федерация, город Ульяновск. Зона влажности 3 – сухая, условия эксплуатации конструкций А [10].

Стены предусмотрены из железобетонных панелей. Высота подвала 2,1 м. В помещении подвала расположены тепловой узел, венткамера, техническое помещение, электрощитовая, бак разрыва струи, а также ванная оздоровительного бассейна, ванная детского бассейна и малая ванна бассейна. На первом этаже здания расположены залы бассейна оздоровительного высотой 5м, зала детского бассейна для подготовки плавания высотой 4,0м, зала купального бассейна высотой 4,0м, шахматный клуб, комната для отдыха, игровая комната, буфет, кладовые, душевые кабины, санузлы, гардеробные, помещения тренеров, кухня доготовочная, помещение медсестры и инструктора. На втором этаже здания расположены: кабинет остеопатии, зал общей физической подготовки (ОФП) высотой 4,5м, инвентарные, душевые, санузлы, помещения персонала, гардеробные, помещение специальной физической подготовки (СФП) высотой 4,5м.

Ориентация основного фасада – Запад (З).

Тепловые сети – источник теплоснабжения здания (теплоноситель вода с параметрами 95-70°С). Система кондиционирования является источником холодоснабжения отдельных помещений.

1.2 Климатические характеристики района строительства

«Для холодного периода года:

- наружная температура наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью $k_{об} = 0,92$, $t_n = -33^{\circ}\text{C}$;
- средняя температура воздуха отопительного периода $t_{от} = -4,5^{\circ}\text{C}$;
- продолжительность отопительного периода $t_{от} = 205$ дней;
- максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, $v = 5,6$ м/с;
- средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца, $\varphi_n = 83\%$ » [19].

«Для тёплого периода года:

- расчётная температура наружного воздуха обеспеченностью $k_{об} = 0,95$, $t_n = 24^{\circ}\text{C}$;
- средняя суточная амплитуда температуры наиболее теплого месяца составляет $A_t = 12,2^{\circ}\text{C}$;
- средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее тёплого месяца $\varphi_n = 68\%$;
- минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль $v = 0$ м/с принимаем $v = 4$ м/с» [19].

«Расчётные параметры наружного и внутреннего воздуха для тёплого и холодного периодов года приводятся в таблице 1» [19].

Таблица 1 – Расчётные параметры наружного воздуха

«Расчётный период года	Параметр «А»			Параметр «Б»		
	t, °C	I, кДж/кг	v, м/с	t, °C	I, кДж/кг	v, м/с
Тёплый	24	51	4	28	55	4
Холодный	-17	-15	5,6	-33	-31	5,6» [19]

1.3 Расчётные параметры внутреннего воздуха

«Параметры внутреннего воздуха для различных помещений здания приведены в таблице 2» [3, 4]

Таблица 2 – Параметры внутреннего воздуха в различных помещениях оздоровительного комплекса

«Наименование помещений	Температура воздуха, t °С	Относительная влажность воздуха, φ%	Подвижность воздуха, υ м/с
1	2	3	4
Тёплый период года			
Вестибюль	-	Не нормируется	Не нормируется
Холл	-	Не нормируется	Не нормируется
Ресепшен	-	Не нормируется	Не нормируется
Пост сторожевой и пожарной охраны	-	Не нормируется	Не нормируется
Шахматный клуб	-	60	0,3
Комната отдыха	-	60	0,3
Подсобное помещение	-	Не нормируется	Не нормируется
Игровая комната (для детей)	-	60	0,3
Буфет	-	60	0,3
Кухня доготовочная	-	60	0,3
Мойка	-	60	0,3
Помещение администратора	-	60	0,3
Комната персонала, гардеробная	23	60	0,3
Кладовая сухих продуктов	20	Не нормируется	Не нормируется
Душевая	24	Не нормируется	0,2
Санузел	20	Не нормируется	Не нормируется
Комната уборочного инвентаря	20	Не нормируется	Не нормируется
Гардероб верхней одежды	20	Не нормируется	Не нормируется
Бассейн оздоровительный	30	60	0,2
Раздевалка мужская, женская	25	60	0,3
Преддушевая	28	Не нормируется	0,2
Кабинет медсестры	24	60	0,2» [25].

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
«Помещение тренера	23	60	0,3
Помещение химической лаборатории	19	60	0,2
Инвентарная	20	Не нормируется	Не нормируется
Бассейн детский для подготовки к плаванию	30	50	0,2
Бассейн купальный	30	60	0,2
Комната ожидания	23	60	0,3
Зал общей физической подготовки (ОФП)	21	50	0,5
Кабинет остеопатии	24	60	0,2
Помещение персонала	23	60	0,3
Помещение специальной физической подготовки (СФП)	21	50	0,5
Переговорная	21	60	0,3
Зал ожидания для МГН (маломобильные группы населения)	23	40	0,3
Холодный период года			
Вестибюль	16	Не нормируется	Не нормируется
Холл	16	Не нормируется	Не нормируется
Ресепшен	18	Не нормируется	Не нормируется
Пост сторожевой и пожарной охраны	18	45	Не нормируется
Шахматный клуб	19	45	0,2
Комната отдыха	20	45	0,2
Подсобное помещение	16	Не нормируется	Не нормируется
Игровая комната (для детей)	21	45	0,2
Буфет	20	45	0,2
Кухня доготовочная	19	45	0,2
Мойка	18	Не нормируется	Не нормируется
Помещение администратора	20	45	0,2
Гардеробная персонала	16	Не нормируется	Не нормируется
Кладовая сухих продуктов	16	Не нормируется	Не нормируется
Душевая	24	Не нормируется	0,15» [25].

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
«Санузел	16	Не нормируется	0,15
Комната уборочного инвентаря	16	Не нормируется	Не нормируется
Гардероб верхней одежды	16	Не нормируется	Не нормируется
Бассейн оздоровительный	28	60	0,2
Раздевалка мужская, женская	20	45	0,15
Преддушевая	24	Не нормируется	0,15
Кабинет медсестры	20	45	0,15
Помещение тренера	20	45	0,2
Помещение химической лаборатории	18	40	0,2» [25].
Инвентарная	16	Не нормируется	Не нормируется
Бассейн детский для подготовки к плаванию	30	50	0,2
Бассейн купальный	27	60	0,2
Комната ожидания	20	45	0,2
Зал общей физической подготовки (ОФП)	17	50	0,5
Кабинет остеопатии	20	45	0,15
Помещение персонала	20	45	0,2
Помещение специальной физической подготовки (СФП)	17	50	0,5
Переговорная	20	45	0,2
Зал ожидания для МГН (маломобильные группы населения)	20	40	0,2

Вывод к разделу 1

В разделе 1 были определены параметры наружного и внутреннего воздуха согласно нормативным документам [1, 5, 10, 18]. Описание объекта проектирования было сделано согласно техническому заданию.

2 Аналитический обзор

2.1 Аналитический обзор литературы

2.1.1 Нормативные требования, предъявляемые к системам обеспечения микроклимата зданий ФОК

Классификация спортивных сооружений обширна: начиная с открытых сооружений для игровых видов спорта и заканчивая крытыми спортивными комплексами [2].

Классификация плавательных бассейнов по функциональному назначению приведена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Классификация бассейнов для плавания

Бассейны для детей дошкольного возраста имеются в дошкольных образовательных организациях, детских медицинских учреждениях, лагерях, санаториях и др.

Учебные бассейны имеются в лагерях, детских санаториях, общеобразовательных организациях, где используются на уроках по физической культуре.

Оздоровительные бассейны – для размещения и использования в местах проживания и в составе оздоровительных центров предприятий, санаторий, домах отдыха, аквапарках в воинских частях, фитнес – клубах и т.п.

Спортивные бассейны предназначены для проведения спортивных мероприятий, различных соревнований, тренировок по подготовке к спортивным соревнованиям.

Системы отопления, вентиляции и кондиционирования помещений бассейнов должны обеспечить требуемые параметры микроклимата и воздухообмена в помещениях в соответствии с [1, 2, 9]. Температура воздуха и кратность воздухообмена в помещениях бассейнов приведены в таблице 4.

Таблица 3 – Температура воздуха и кратность воздухообмена в помещениях спортивных сооружений и бассейнов

Наименование помещения	Расчётная температура воздуха, °С	Кратность обмена воздуха в 1 ч	
		приток	вытяжка
1	2	3	4
1 Залы ванн бассейнов	На 1°С – 2°С выше температуры воды в ванне	По расчёту, но не менее 80 м ³ /ч наружного воздуха на одного занимающегося и не менее 20 м ³ /ч на одного зрителя	
2 Залы для подготовительных занятий	18	По расчёту, но не менее 80 м ³ /ч на одного занимающегося	
3 Вестибюли для занимающихся	20	2	-
4 Гардеробная верхней одежды для занимающихся и зрителей (обособленная от вестибюля)	16	-	2
5 Раздевальные	25	Аналогично душевых	2 (из душевых)
6 Душевые	24 - 26	5	10

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4
7 Помещения для судей, СМИ, инструкторского, тренерского, административного и инженерно-технического персонала	19 - 21	3	2
8 Санитарные узлы: - общего пользования (для зрителей) - для занимающихся (при раздевалках)	18 18	- -	100 м ³ /ч на один унитаз или писсуар 50 м ³ /ч на один унитаз или писсуар
9 Кладовые для спортивного оборудования и хозяйственного инвентаря	18	-	1
10 Помещение для холодильных машин	Не ниже 10	4	5

В ваннах бассейнов разных назначений температура воды может различаться, соответственно температура воздуха тоже будет разной. Температура воздуха в ваннах бассейнов приведена в таблице 4.1 в соответствии с ГОСТ Р [6].

Таблица 4 – Температура воды в ваннах бассейнов

Назначение бассейна	Температура воды, °С
Для детей дошкольного возраста	30-32
Учебный	26-29
Оздоровительный	26-29
Спортивное плавание	25-28
Прыжки в воду	не менее 26
Водное поло	не менее 26

Комфортные условия по температуре и относительной влажности воздуха в помещениях плавательного бассейна рассчитывают исходя из поддержания значения абсолютного влагосодержания 14,3 г/кг эквивалентного давлению водяных паров 22,7 гПа при высоте 0 м над уровнем моря. данного влагосодержание необходимо поддерживать в

«холодный и переходный периоды года при абсолютном влагосодержании наружного воздуха не более 9 г/кг. В тёплый период года при значении абсолютного влагосодержания» [19] более 9 г/кг допускается повышение влагосодержания и в помещении бассейна, но не более 17 г/кг.

Рекомендуемая кратность воздухообмена помещений бассейнов должна быть не ниже 4 и не выше 15. При наличии крышного остекления, фонарей и зон, до которых не доходит воздух необходимо предусматривать подачу приточного воздуха.

Оптимальной схемой подачи приточного воздуха в бассейне является схема «снизу-вверх» через щелевые решетки параллельно оконным конструкциям, исключающая образование конденсата на поверхностях с низким термическим сопротивлением. Такая схема подачи воздуха позволяет обеспечить равномерное распределение воздуха по всему бассейну без образования сквозняков, комфорт для посетителей, защиту конструкциям здания от выпадения конденсата в холодный период года. Если подачу приточного воздуха невозможно осуществить по такой схеме, то его подачу осуществляют с учетом конструктивных особенностей здания. Во избежание образования сквозняков и дополнительного испарения воды, воздуховоды прокладывают таким образом, чтобы исключить подачу воздуха на зеркало бассейна, обходные дорожки и лежаки. Вытяжные решетки не рекомендуется размещать на линии приточного воздуха, чтобы подготовленный приточный воздух не попадал напрямую в вытяжную решётку. Желательно вытяжные решётки размещать над источниками повышенных влаговывделений. Интенсивность испарения воды в ванне бассейна определяется тем с какой скоростью водяной пар проходит через тонкий пограничный слой воздуха, который прилегает к зеркалу воды. Масса испаряемой влаги зависит от разности парциальных давлений водяного пара в пограничном слое и воздуха помещения, а также линейным образом зависит от площади зеркала воды [15].

С целью экономии энергии в современных бассейнах применяют коррозионностойкие рекуператоры. Основные материалы для изготовления рекуператоров являются: полипропилен, алюминий с эпоксидным покрытием, поликарбонат и другие виды пластика. К вентиляторам, которые применяются в воздухообрабатывающих агрегатах предъявляются особые требования. Необходимо обеспечивать катодное покрытие вентиляторов включая двигатель и частотный преобразователь. Применение электронно-коммутируемых вентиляторов с катодным покрытием, позволяет в несколько раз продлить срок службы вентиляторов, существенно снизить энергозатраты при эксплуатации бассейнов за счет низкого потребления энергии в рециркуляционных режимах [21].

Нагревательные приборы системы отопления и трубопроводы в залах ванн бассейнов и залах для подготовительных занятий при их устройстве на высоте до 2 м от поверхности пола не должны выступать из плоскости стен.

Для залов ванн бассейнов, залов подготовительных занятий, помещений административного и инженерно-технического персонала, бытовых помещений рабочих, хлораторных и складов хлора и технических помещений (озонаторных, насосно-фильтровальных, бойлерных и др.) следует проектировать отдельные системы приточной и вытяжной вентиляции [2]. Приточные и вытяжные системы вентиляции в залах ванн бассейнов следует проектировать с механическим побуждением, в залах для подготовительных занятий допускается применение систем с естественным побуждением.

Залы общей физической подготовки следует проектировать во всех типах физкультурно-оздоровительных комплексах [1]. Отопление и вентиляцию в помещениях для спортивных занятий следует применять для обеспечения требуемого качества воздуха и параметров микроклимата в помещениях [3].

Системы внутреннего теплоснабжения зданий различного назначения следует присоединять к тепловым сетям централизованного теплоснабжения

или автономного источника теплоты через автоматизированные центральные, индивидуальные тепловые пункты, обеспечивающие расчетный гидравлический и тепловой режимы систем внутреннего теплоснабжения, а также автоматическое регулирование потребления теплоты в системах отопления и вентиляции в зависимости от температуры наружного воздуха [12]. Тепловой пункт должен быть подобран правильной мощности, исходя из потребности здания в тепловой энергии [5]. Необходимо предусмотреть автоматическое снижение мощности систем отопления, вентиляции и кондиционирования в нерабочие часы.

В спортивных залах, где предусматривается снижение температуры в нерабочее время, систему отопления рекомендуется предусматривать из двух отдельных групп нагревательных приборов: основной, рассчитанной на постоянное поддержание температуры внутреннего воздуха 5°C , и дополнительной, обеспечивающей доведение внутренней температуры до расчетной. В качестве дополнительных, рекомендуются системы воздушного отопления, системы вентиляции и кондиционирования воздуха. В системах воздушного отопления, совмещенных с вентиляцией и кондиционированием, допускается применение рециркуляции при обеспечении нормативной подачи наружного воздуха и фильтрации рециркуляционного воздуха. Для систем, обслуживающих спортивные залы со зрителями, рекомендуется предусматривать обеззараживание рециркуляционного воздуха [8]. Воздух в помещении желательно подавать настилающимися струями, для исключения прямого воздействия на занимающихся.

2.1.2 Обзор существующих инженерных решений по проектированию систем обеспечения микроклимата физкультурно-оздоровительных комплексов с плавательными бассейнами

В помещениях физкультурно-оздоровительного комплекса воздухообмен играет одну из самых важных ролей при проектировании [5]. Система вентиляции в помещении бассейна должна работать круглосуточно.

Основная причина в том, что увлажнённый воздух плохо воздействует на самочувствие людей и строительные конструкции в целом. Для обеспечения комфортных условий в помещении бассейна, вода в бассейне должна иметь температуру 26-28 °С, а воздух должен быть на 1-2°С теплее воды. Такие довольно высокие температуры становятся причинами интенсивного испарения воды, а из-за большой поверхности бассейна возникает высокая влажность в помещении [5].

Система вентиляции в бассейне в первую очередь важна, потому что решает проблему избыточной влаги в помещении [17]. В общественных бассейнах с высотой более 4 метров подача приточного воздуха осуществляется на уровне пола, чтобы подаваемый воздух смог омывать наиболее охлажденные поверхности. Такое решение правильное при совмещенной системе вентиляции и воздушного отопления. Пример размещения приточных и вытяжных решеток систем вентиляции приведён на рисунке 5.

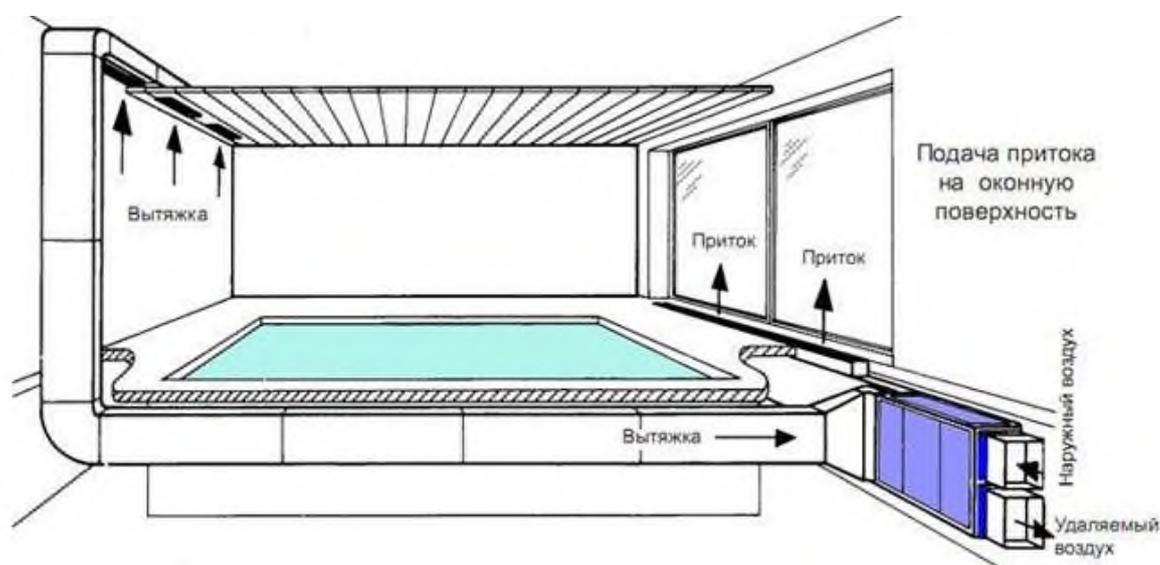


Рисунок 2 – Пример размещения приточных и вытяжных решеток систем вентиляции бассейна

В помещениях бассейнов для подачи воздуха часто используют низкоскоростные воздухораспределители, которые подают приточный воздух

медленно и с малым температурным перепадом в рабочую зону и обеспечивают принцип вытесняющей вентиляции. Во избежание распространения влажного воздуха в прилегающие помещения, необходимо создать небольшое разрежение: объём вытяжного воздуха должен превышать объём приточного воздуха на 10-15%.

Физкультурно-оздоровительные комплексы с крытыми бассейнами очень энергоёмкие здания, поэтому хорошо продуманные системы обеспечения микроклимата, снижает потребление энергии, тем самым обеспечивает экономию бюджета. Расположение систем распределения воздуха зависит от планировки здания и расположения помещений, и эта схема проекта определяет энергетические потребности систем обеспечения микроклимата. Необходимо учесть эти факты на стадии проектирования, ведь это основа для создания энергосберегающей системы обработки воздуха. Будущие возможности для экономии энергии – это правильная оценка рабочего времени, учёт климатических особенностей района строительства, правильное определение исходных данных для проектирования, правильный подбор устройств обработки воздуха для различных помещений физкультурно-оздоровительного комплекса.

Требования по экономии энергии и поддержания заданных параметров микроклимата рекомендуют разделить обслуживаемые помещения на зоны в соответствии с влажностной нагрузкой. Так во влажностных зонах применяют центральный кондиционер с рекуперативным теплоутилизатором, осушителями и защитой от коррозии. В сухих зонах можно применять регенеративные утилизаторы тепла с гигроскопическим покрытием, что обеспечивает оптимальную влажность в помещениях зимой и низкое энергопотребление летом.

В одном здании для групп помещений разного назначения или групп помещений, предназначенных для разных арендаторов (владельцев), по заданию на проектирование предусматривают индивидуальные узлы учета расхода тепла.

Отопительные приборы систем отопления рекомендуется располагать, под окнами и у наружных стен как представлено на рисунке 3.

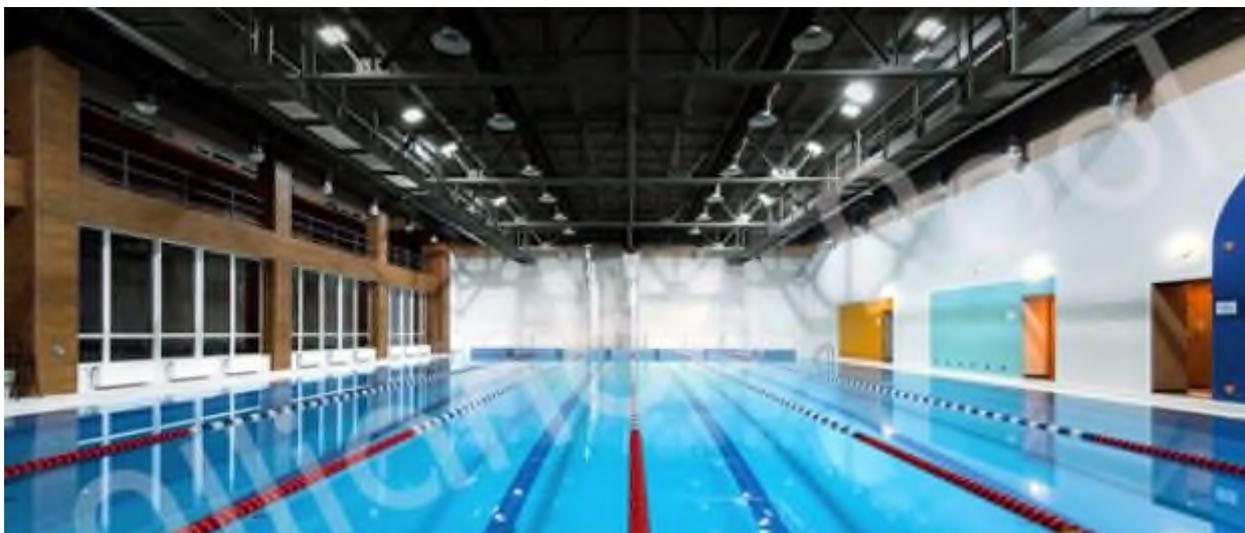


Рисунок 3 – Расположение отопительных приборов систем отопления в зале бассейна

Отопительные приборы систем отопления в помещениях бассейнов должны полностью отвечать правилам безопасности, во избежание травм и других неприятных происшествий с посетителями бассейна. Если по каким-то причинам нет возможности подключения к центральной системе отопления, можно применить тепловентиляторы для отопления здания. Водяные тепловентиляторы способны обеспечить теплом достаточно большие помещения.

Помещения для приточных систем рекомендуется размещать в подвальных или цокольных этажах (на грунте) так, чтобы протяженность трасс воздуховодов была минимальной. В исключительных случаях, когда не представляется возможным разместить эти помещения в нижних этажах, допускается их размещение вне основного здания (в отдельном или пристроенном блоке).

В помещениях спортивных сооружений качество воздуха зависит от вредных выделений влаги или теплоты, которые поступают в помещение и

могут отрицательно повлиять на параметры микроклимата. Залы специальной физической подготовки для различных видов спорта оснащаются специализированными спортивными тренажерами для следующих групп видов спорта:

- для игровых;
- для сложнокоординационных;
- для единоборств;
- для циклических.

Высота залов специальной физической подготовки должна быть не менее 4 м. Залы для физической культуры должны обеспечиваться системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, которые обеспечат параметры микроклимата и качество воздуха в соответствии с [3, 5]. В залах специальной физической подготовки и общей физической подготовки чаще всего делают открытую прокладку систем вентиляции как показано на рисунке 4.

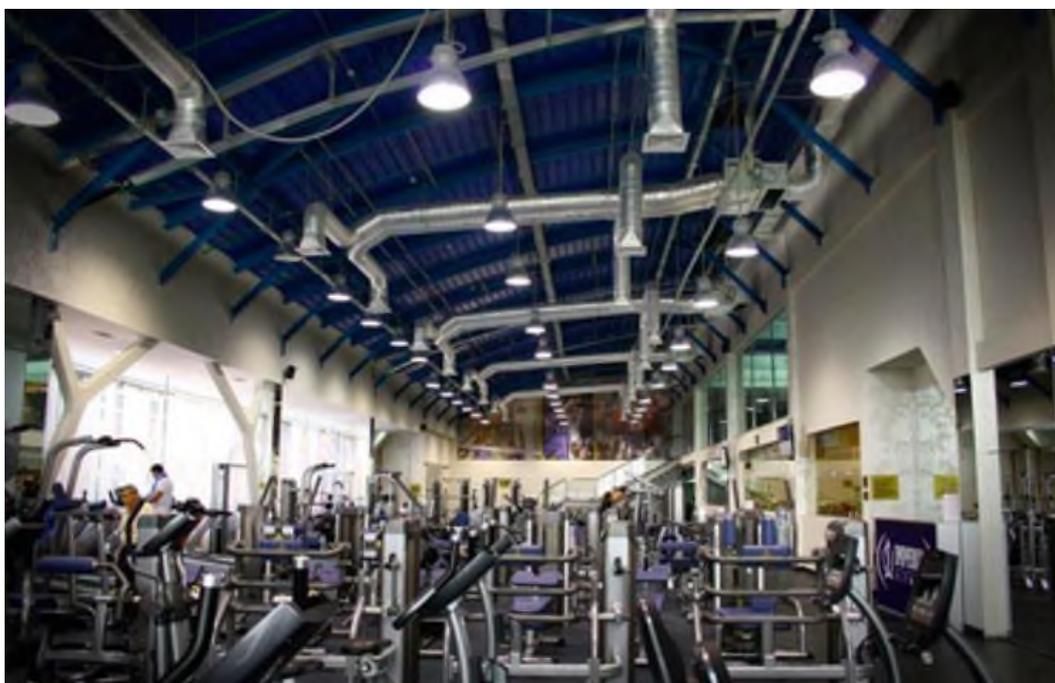


Рисунок 4 – Система вентиляции в залах общей физической подготовки

Отопительные приборы системы отопления рекомендуется устанавливать под наружными окнами, если они имеются, либо у наружных стен. Отопительные приборы могут быть задекорированы в защитный кожух, как представлено на рисунке 5.



Рисунок 5 – Система отопления в спортивном зале

2.2 Патентный поиск

Осушитель воздуха это устройство, предназначенное для снижения влажности воздуха в помещении. Осушитель решает две основные задачи: обеспечивает оптимальные условия пребывания в помещении для людей, вынужденных в нем находиться на постоянной основе, а также - обеспечит «долговечность» помещению, в котором постоянно регистрируется повышенная влажность.

Одним из таких помещений является помещение бассейна. При проектировании систем вентиляции и кондиционирования помещений с влагоизбытками, очень важную роль играет правильный расчёт влаговыделений. Отсутствие должностного регулирования влажности воздуха может привести к дискомфорту, проблемам, связанным с коррозией,

разрушением элементов ограждающих конструкций, появлением плесени и других проблем. «Особенность микроклимата плавательных бассейнов заключается в том, что влажность воздуха в залах с ваннами бассейна неравномерно распределяется по высоте помещения, так как влажный воздух, легче сухого, перемещается в верхнюю зону помещения.

В помещениях с высотой потолков менее 4 м распределение воздуха более однородное, но повышенная подвижность воздуха в рабочей зоне и воздух контактирует с холодными (чаще всего наружными) ограждениями» [4].

2.2.1 Описание предмета поиска

По принципу работы осушители воздуха делятся на 3 типа:

- Конденсационные осушители;
- Адсорбционные;
- Ассимиляционные.

Конденсационные.

Конденсационные осушители работают по принципу конденсации влаги – на поверхности с температурой ниже точки росы образуется конденсат. Для этого используется теплообменник, который обдувается воздухом из влажного помещения. Основным недостатком можно назвать невозможность работы при низких температурах и шум от работающего компрессора [5, 7].

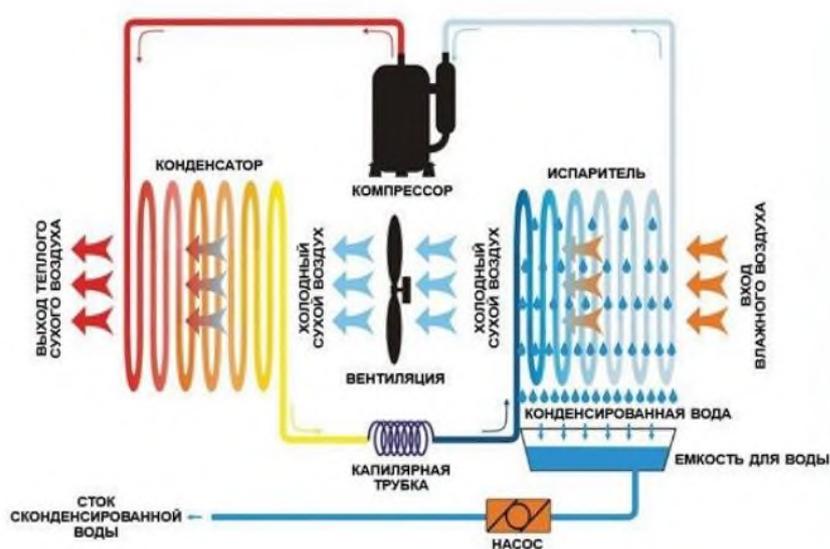


Рисунок 6 – Конденсационный осушитель воздуха

Адсорбционные.

В адсорбционных осушителях воздух прогоняется через барабан с рабочим веществом – адсорбентом. Это может быть силикагель или другие гигроскопические вещества. Основное преимущество - это возможность работать при низких температурах.

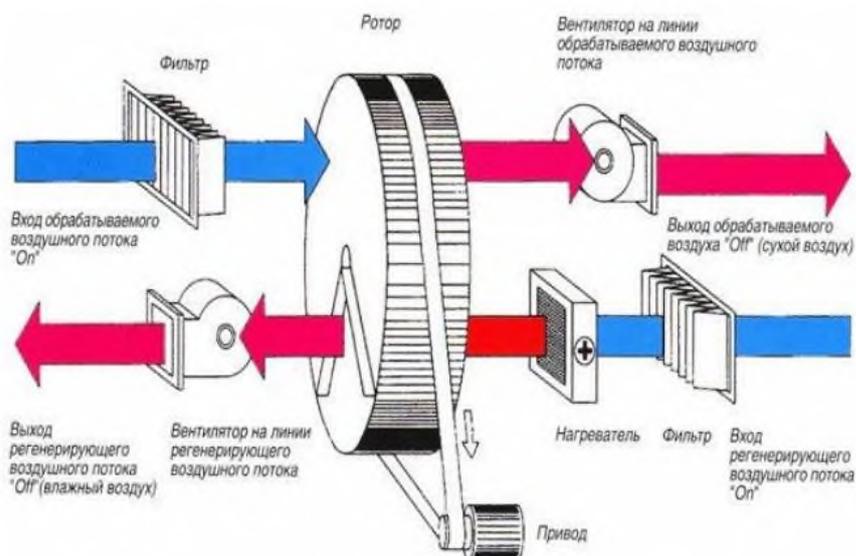


Рисунок 7 – Адсорбционный осушитель воздуха

Ассимиляционные.

Это каналный осушитель воздуха, который устанавливается в канал приточной системы вентиляции. Недостаток этого типа осушителя заключается в том, что влажность уличного воздуха часто меняется, поэтому точного значения влажности достичь очень сложно. Чаще в приточную систему вентиляции устанавливают каналный осушитель конденсационного типа, в этом случае воздух будет сухой и свежий. Но по сравнению с другими типами осушителей воздуха ассимиляционный имеет самую высокую стоимость.

По типу конструкции осушители бывают:

- мобильные;
- настенные;
- колонные;
- каналные;

– осушители скрытой установки.

Мобильные осушители бывают промышленные и бытовые. По внешнему виду бытовые похожи на мобильные кондиционеры, только у них нет гофрированной трубы для отвода горячего за пределы здания. Для сбора конденсата имеют специальный съемный бачок с сигнальным индикатором, который издает сигнал при наполнении бачка. Производительность такого осушителя 30 л/сут, что вполне достаточно для осушения воздуха в квартире или в доме. Промышленные осушители мобильного типа используются для осушения строительных объектов или в случае технической аварии. Данный тип представлен на рисунке 8.



Рисунок 8 – Промышленный и бытовой мобильный осушители

Осушители настенного типа чаще всего применяют в помещениях бассейнов. Они устанавливаются на стену, имеют два ряда отверстий, через нижний ряд воздух забирается, а сверху выходит уже осушенный. Производительность таких устройств от 30 до 300 л/сут, а влага удаляется в канализацию. Такой осушитель представлен на рисунке 9.



Рисунок 9 – Осушитель настенного типа

Колонный тип осушителей также используется в залах бассейнов. Они высокопроизводительны имеют вид колонны. Основной недостаток – это шум, так как выходное отверстие имеет очень малый диаметр, увеличивается слышимость работы компрессора. Удаление конденсата производится самотёком в дренажное отверстие. Данный тип представлен на рисунке 10.



Рисунок 10 – Осушитель воздуха колонного типа

Канальный тип осушителей воздуха представляют из себя блок осушения с врезками для присоединения воздуховодов. Канальный осушитель устанавливают в помещениях саун, подвалах с теплоузлами, на производствах, в погребах с повышенной влажностью и т.д. Данный осушитель представлен на рисунке 11.



Рисунок 11 – Осушитель воздуха канального типа

2.2.2 Формирование программы исследования

Цель исследования:

Целью исследования осушителя воздуха является выбор правильного технического решения, определение и формирование развития данного объекта техники.

Категория объекта исследования:

Осушитель воздуха – это техническое устройство, которое отличается своими конструктивными признаками, формой элементов, их взаиморасположением относительно друг друга и взаимосвязью, видом материала корпуса.

Определение стран проверки:

Осушители воздуха наиболее популярны в западных странах, таких как США, Канада также в Китае, Финляндии и в России. В качестве страны для проверки выбираем Россию.

Выявление технических особенностей объекта.

«Определение классификационных рубрик МПК.

Для правильного определения рубрики МПК устройства «осушитель» вначале определим ключевые слова принимаем за ключевое слово «вентиляция». По классификатору МПК определено:

1. Раздел F – Механика, освещение, отопление и т.д.
2. Класс F 24 – Нагрев, вентиляция, печи и плиты
3. Подкласс F 24 F – Системы кондиционирования воздуха, увлажнение воздуха, вентиляция, использование воздушных потоков для экранирования.

Выбор источников информации» [31].

В качестве источников информации были использованы научно-техническая литература в области систем вентиляции, ГОСТ Р 15.011, репозиторий Тольяттинского государственного университета.

Установление глубины поиска.

После проведения общего анализа осушителей воздуха, выявлено что наиболее лучшие технические решения по производству осушителей воздуха были приняты за последние десять лет.

Поэтому для выявления тенденции развития вида техники, глубину поиска принимаем в десять лет.

«Регламент поиска.

Регламент поиска заносим в таблицу 6.

Таблица 6 – Регламент поиска 1

Предмет поиска	Страна поиска	Индексы МПК и УДК	Глубина поиска	Источники информации
1	2	3	4	5
Осушитель воздуха	Россия	F 24 F 9/00	10	Бюллетень изобретений
	США			Научно-технические журналы
	Филиппины			«изобретения стран мира»
	Таиланд			Сайт: www.fips.ru

Выбор патентно-технической документации.

В соответствии с рубрикой МПК определяем документы, которые имеют отношение к системам кондиционирования и вентиляции. Информацию об аналогах осушителей воздуха, из научно-технической литературы заносим в таблицу 7» [31].

Таблица 7 – Научно-техническая документация для анализа

Предмет поиска	Авторы УДК	Наименование	Сущность технического решения
1	2	3	4
Осушитель воздуха	Danvex	Осушители воздуха	Осушители воздуха для различных помещений
Осушитель воздуха	Бармин. В.В.	Средства сушки воздуха с помощью сорбентов	Адсорбирующий осушитель воздуха
Осушитель воздуха	Титова Е.М.	Осушение воздуха	Анализ эффективности систем кондиционирования воздуха с секцией осушения воздуха

Вывод по разделу 2

В данном разделе магистерской работы был сделан обзор научно-технической литературы, нормативных требований предъявляемых к микроклимату многофункциональных зданий, а именно физкультурно-оздоровительного комплекса с плавательными бассейнами. Также был использован иностранный источник на тему радиационные системы отопления многофункциональных зданий [9]. Был сделан обзор существующих инженерных решений, для данного типа многофункциональных зданий, и приведены примеры наиболее частых инженерных решений. Сделан патентный поиск для которого был выбран осушитель воздуха, так как этот вид техники наиболее часто используется в помещениях бассейнов. Было сделано описание осушителей воздуха, принцип работы тех или иных видов по результатам которого был определён тип, который подходит для помещений зданий оздоровительных комплексов, в частности помещений бассейнов.

3 Тепловая защита здания

3.1 Теплотехнический расчёт ограждающих конструкций

Теплотехнический расчет ограждающих конструкций ведётся согласно нормам СП [4].

Таблица 8 – Слои ограждающих конструкций

Тип материала	Толщина слоя δ , м	Коэффициент теплопроводности λ , (Вт/(м ⁰ С))	Паропроницаемость, μ , (Вт/(м ⁰ С))
1	2	3	4
Наружные стены			
Штукатурка цементная толстослойная	0,02	0,93	0,005
Техноблок стандарт	-	0,041	0,300
Железобетонные панели	0,20	2,040	0,030
Внутренняя стена (бассейн-МОП)			
Штукатурка цементная толстослойная	0,02	0,93	0,005
Carbon prof XPS	-	0,032	0,014
Железобетонные панели	0,20	2,040	0,030
Штукатурка цементная толстослойная	0,02	0,93	0,005
Стена подвала			
Железобетонные плита	0,16	2,04	0,03
Экструзионный полистирол	-	0,032	0,014
Стены и дно ванны бассейна			
Цементно-песчаный раствор	0,02	0,93	0,9
Железобетонные плита	0,2	2,04	0,03
Пенопласт	-	0,035	0,005
Кровельное покрытие			
Цементно-песчаная стяжка М150 армированная сеткой	0,050	0,930	0,900
Экструдированный полистирол Технониколь Carbon Prof	-	0,032	0,014
Пароизоляция Биполь ЭПП	0,002	0,170	0,0006
Железобетонная плита перекрытия	0,20	2,040	
Перекрытия над подвалом			
Линолиум	0,010	0,380	0,002
Стяжка из цементно-песчаного раствора	0,040	0,930	0,090

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4
Пеноплекс ГЕО	-	0,034	0,005
Железобетонное монолитное покрытие	0,20	2,040	0,030
Пол подвала			
Стяжка из цементно-песчаного раствора	0,05	0,93	0,09
Пеноплекс ГЕО	-	0,035	0,005
Железобетонное монолитное покрытие	0,16	2,04	0,03

Теплотехнический расчёт наружных стен

«Толщина утеплителя определяется из условий:

$$R_0^{\text{пр}} \geq R_0^{\text{тр}},$$

$$R_0^{\text{пр}} = r \cdot R_0^{\text{усл}} \quad (1)$$

где r – коэффициент теплотехнической однородности» [11], принимается согласно нормативному документу [7].

Толщину утепляющего слоя определяют по формуле:

$$\delta_{\text{ут}} = R_{\text{ут}} \cdot \lambda_{\text{ут}}, \quad (2)$$

«После этого определяют приведенное сопротивление теплопередачи по формуле:

$$R_0^{\text{пр}} = R_0^{\text{усл}} \cdot r. \quad (3)$$

Далее нужно сравнить приведенное сопротивление теплопередачи с требуемым [11]. Все формулы для расчёты приведены в СП» [4].

«Определение требуемого значения сопротивления теплопередачи наружных стен [13]:

$$G_{COП} = (20 - (-4,5)) \cdot 205 = 5023 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{сут/год}$$

$$R_0^{TP} = 0,0003 \cdot 5023 + 1,2 = 2,71 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}$$

$$R_{TP}^{ycl} = \frac{2,71}{0,75} = 3,61 \cdot ^\circ\text{C/Вт}$$

$$R_{yT} = 3,61 - \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,93} + \frac{0,2}{2,04} + \frac{1}{23} = 3,33 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}$$

$$\delta_{yT} = 3,33 \cdot 0,039 = 0,130 \text{ м}$$

$$R_0^{ycl} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,93} + \frac{0,130}{0,039} + \frac{0,2}{2,04} + \frac{1}{23} = 3,61 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}$$

$$R_{np} = 3,61 \cdot 0,75 = 2,71$$

$2,71 \geq 2,71$ Условие выполняется

$$k = \frac{1}{R_0^{np}} \text{ Вт/ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}.$$

$$k = \frac{1}{2,71} = 0,37 \text{ Вт/ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} \gg [11].$$

«Теплотехнический расчёт внутренней стены зал бассейна-МОП

$$R_0^{TP} = 0,0003 \cdot 5023 + 1,2 = 2,71 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}$$

$$R_{TP}^{ycl} = \frac{2,71}{0,92} = 2,94 \cdot ^\circ\text{C/Вт}$$

$$R_{yT} = 2,94 - \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,93} + \frac{0,2}{2,04} + \frac{1}{23} = 2,66 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}$$

$$\delta_{yT} = 3,33 \cdot 0,032 = 0,085 \text{ м}$$

$$R_0^{ycl} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,93} + \frac{0,085}{0,032} + \frac{0,2}{2,04} + \frac{1}{23} = 2,94 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}$$

$$R_{np} = 2,94 \cdot 0,92 = 2,71$$

$2,71 \geq 2,71$ Условие выполняется

$$k = \frac{1}{R_0^{np}} \text{ Вт/ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}.$$

$$k = \frac{1}{2,71} = 0,37 \text{ Вт/ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} \gg [11].$$

«Теплотехнический расчёт стены подвала

$$G_{COП} = (16 - (-4,5)) \cdot 205 = 4203 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{сут/год}$$

$$R_0^{TP} = 0,0003 \cdot 4203 + 1,2 = 2,46 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}$$

$$R_{\text{тр}}^{\text{усл}} = \frac{2,46}{0,92} = 2,68 \cdot \text{°C/Вт}$$

$$R_{\text{ут}} = 2,68 - \frac{1}{8,7} + \frac{0,16}{2,04} + \frac{1}{23} = 2,44 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

$$\delta_{\text{ут}} = 2,44 \cdot 0,032 = 0,080 \text{ м}$$

$$R_0^{\text{усл}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,16}{2,04} + \frac{0,080}{0,032} + \frac{1}{23} = 2,74 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

$$R_{\text{пр}} = 2,74 \cdot 0,92 = 2,52$$

2,52 ≥ 2,46 Условие выполняется

$$k = \frac{1}{R_0^{\text{пр}}} \text{Вт/ м}^2 \cdot \text{°C}.$$

$$k = \frac{1}{2,71} = 0,37 \text{ Вт/ м}^2 \cdot \text{°C} \gg [11].$$

«Теплотехнический расчёт стены и дна бассейна

$$\text{ГСОП} = (16 - (-4,5)) \cdot 205 = 4203 \text{ °C} \cdot \text{сут/год}$$

$$R_0^{\text{тр}} = 0,0003 \cdot 4203 + 1,2 = 2,46 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

$$R_{\text{тр}}^{\text{усл}} = \frac{2,46}{0,92} = 2,68 \cdot \text{°C/Вт}$$

$$R_{\text{ут}} = 2,68 - \frac{1}{8,7} + \frac{0,16}{2,04} + \frac{1}{23} = 2,44 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

$$\delta_{\text{ут}} = 2,44 \cdot 0,035 = 0,084 \text{ м. Принимаем } 0,100 \text{ м.}$$

$$R_0^{\text{усл}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,93} + \frac{0,2}{2,04} + \frac{0,100}{0,035} + \frac{1}{23} = 3,14 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

$$R_{\text{пр}} = 3,14 \cdot 0,92 = 2,88$$

2,88 ≥ 2,46 Условие выполняется

$$k = \frac{1}{R_0^{\text{пр}}} \text{Вт/ м}^2 \cdot \text{°C}.$$

$$k = \frac{1}{2,88} = 0,35 \text{ Вт/ м}^2 \cdot \text{°C} \gg [11].$$

«Теплотехнический расчёт покрытия кровли

Определение требуемого значения сопротивления теплопередачи бесчердачного покрытия:

$$R_0^{\text{тр}} = 0,0004 \cdot 5023 + 1,6 = 3,61 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

$$R_{\text{тр}}^{\text{усл}} = \frac{3,61}{0,95} = 3,79 \cdot \text{°C/Вт}$$

$$R_{\text{ут}} = 3,79 - \frac{1}{8,7} + \frac{0,05}{0,93} + \frac{0,002}{1,17} + \frac{0,2}{2,04} + \frac{1}{23} = 3,48 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

$$\delta_{\text{ут}} = 3,48 \cdot 0,032 = 0,111 \text{ м. Принимаем } 0,120 \text{ м.}$$

$$R_0^{\text{усл}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,05}{0,93} + \frac{0,120}{0,032} + \frac{0,002}{1,17} + \frac{0,2}{2,04} + \frac{1}{23} = 4,06 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

$$R_{\text{пр}} = 4,06 \cdot 0,95 = 3,86$$

$3,86 \geq 3,61$ Условие выполняется

$$k = \frac{1}{R_0^{\text{пр}}} \text{ Вт/ м}^2 \cdot \text{°C.}$$

$$k = \frac{1}{3,86} = 0,26 \text{ Вт/ м}^2 \cdot \text{°C} \gg [11].$$

«Теплотехнический расчёт перекрытия между подвалом и первым этажом

$$R_0^{\text{тр}} = 0,0004 \cdot 5023 + 1,6 = 3,11 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

$$R_{\text{тр}}^{\text{усл}} = \frac{3,11}{0,95} = 3,27 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

$$R_{\text{ут}} = 3,27 - \frac{1}{8,7} + \frac{0,05}{0,93} + \frac{0,2}{2,04} + \frac{1}{12} = 2,89 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

$$\delta_{\text{ут}} = 2,89 \cdot 0,034 = 0,098 \text{ м. Принимаем } 0,100 \text{ м.}$$

$$R_0^{\text{усл}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,05}{0,93} + \frac{0,100}{0,034} + \frac{0,2}{2,04} + \frac{1}{23} = 3,32 \cdot \text{°C/Вт}$$

$$R_{\text{пр}} = 3,32 \cdot 0,95 = 3,15 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

$3,15 \geq 3,11$ Условие выполняется

$$k = \frac{1}{R_0^{\text{пр}}} \text{ Вт/ м}^2 \cdot \text{°C.}$$

$$k = \frac{1}{3,15} = 0,32 \text{ Вт/ м}^2 \cdot \text{°C} \gg [11].$$

«Теплотехнический расчёт пола подвала

$$R_0^{\text{тр}} = 0,0004 \cdot 4203 + 1,6 = 3,28 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

$$R_{\text{тр}}^{\text{усл}} = \frac{3,28}{0,95} = 3,45 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

$$R_{\text{ут}} = 3,45 - \frac{1}{8,7} + \frac{0,05}{0,93} + \frac{0,2}{2,04} + \frac{1}{12} = 2,40 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

$$\delta_{\text{ут}} = 2,40 \cdot 0,034 = 0,106 \text{ м. Принимаем } 0,110 \text{ м.}$$

$$R_0^{\text{учл}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,05}{0,93} + \frac{0,110}{0,034} + \frac{0,2}{2,04} + \frac{1}{23} = 3,57 \cdot \text{°C/Вт}$$

$$R_{\text{пр}} = 3,57 \cdot 0,95 = 3,39 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

$3,39 \geq 3,28$ Условие выполняется

$$k = \frac{1}{R_{\text{пр}}} \text{ Вт/ м}^2 \cdot \text{°C.}$$

$$k = \frac{1}{3,39} = 0,30 \text{ Вт/ м}^2 \cdot \text{°C} \gg [11].$$

Результаты расчётов сводятся в таблицу 9.

Таблица 9 – Состав ограждающих конструкций

Тип материала	Толщина слоя $\delta, \text{м}$	Коэффициент теплопроводности $\lambda, (\text{Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C}))$	Паропроницаемость, $\mu, (\text{Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C}))$	Коэффициенте теплопередачи $k, (\text{Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C}))$
1	2	3	4	5
Наружные стены				
Штукатурка цементная толстослойная	0,02	0,93	0,005	0,37
Техноблок стандарт	130	0,041	0,300	
Железобетонные панели	0,20	2,040	0,030	
Внутренняя стена (бассейн-МОП)				
Штукатурка цементная толстослойная	0,02	0,93	0,005	0,37
Carbon prof XPS	0,085	0,032	0,014	
Железобетонные панели	0,20	2,040	0,030	
Штукатурка цементная толстослойная	0,02	0,93	0,005	
Стена подвала				
Железобетонные плита	0,16	2,04	0,03	0,40
Экструзионный полистирол	0,080	0,032	0,014	

Продолжение таблицы 9

1	2	3	4	5	
Стены и дно ванны бассейна					
Цементно-песчаный раствор		0,02	0,93	0,9	0,35
Железобетонные плита		0,2	2,04	0,03	
Пенопласт		0,100	0,035	0,005	
Кровельное покрытие					
Цементно-песчаная стяжка М150 армированная сеткой		0,050	0,930	0,900	0,26
Экструдированный полистирол Технониколь Carbon Prof		120	0,032	0,014	
Пароизоляция Биполь ЭПП		0,002	0,170	0,0006	
Железобетонная плита перекрытия		0,20	2,040		
Перекрытия над подвалом					
Линолиум		0,010	0,380	0,002	0,32
Стяжка из цементно-песчаного раствора		0,040	0,930	0,090	
Пеноплекс ГЕО		0,100	0,034	0,005	
Железобетонное монолитное покрытие		0,20	2,040	0,030	
Пол подвала					
Стяжка из цементно-песчаного раствора		0,05	0,93	0,09	0,30
Пеноплекс ГЕО		0,110	0,035	0,005	
Железобетонное монолитное покрытие		0,16	2,04	0,03	
Окно					3,23
Наружная дверь					1,35

3.2 Расчёт теплопотерь помещений

Метод расчёта теплопотерь через наружные ограждения показан в нормативных документах [4, 8, 22].

Результаты расчётов заносятся в таблицу А.1 в приложении А.

3.2.1 Теплопотери через полы, лежащие на грунте

Расчёт теплопотерь через полы, лежащие на грунте, ведётся согласно методике [4, 10]. Полы подвала, разделённые на зоны показаны на рисунке 12.

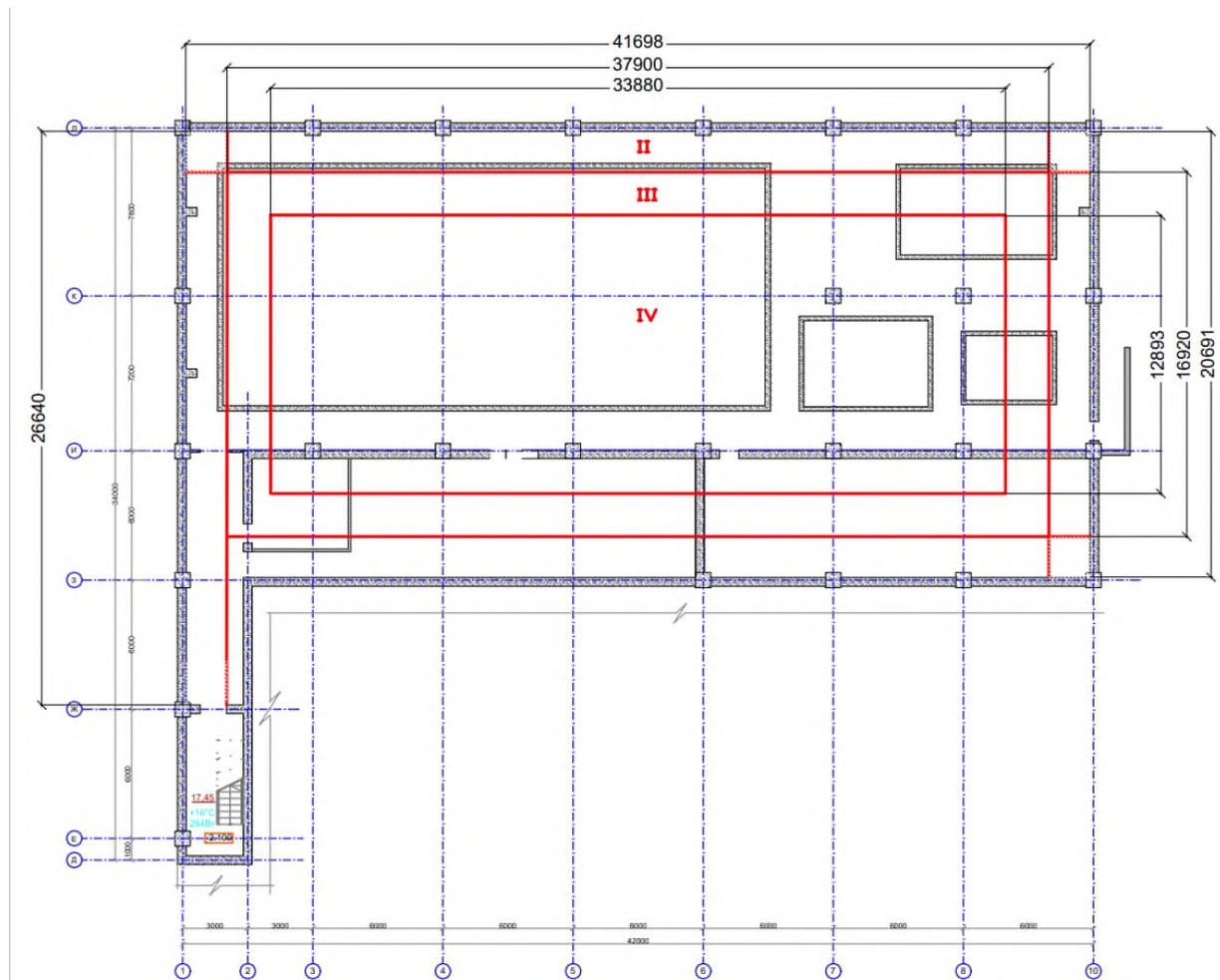


Рисунок 12 – Разбивка полов на зоны

Итоги расчёта полов по зонам сводится в таблицу А.1 в приложении А.

3.3 Расчёт тепло- и влагопоступлений

3.3.1 Расчёт теплопоступлений в подвале

В соответствии со сводом правил [10] и методическим пособием [19], если разница температур между двумя помещениями составляет более 3 градусов необходимо сделать расчёт потерь или поступление тепла из одного в другое помещение. Основные теплопоступления в повал здания считаются от стенок ванн бассейнов.

Расчёт теплопоступлений сводится в таблицу 10.

Таблица 10 – Теплопоступления от стенок ван бассейнов

№ помещения	Наименование помещения	Ограждающие конструкции						Коэффициент теплопроводности, Вт/м ² С	Теплопоступления, Вт		Общая расчётные поступления теплоты
		наименование	Размеры поверхностей ограждений, м	Высота поверхностей ограждений, м	площадь А, м ²	Внутренняя температура	Разность температур		Итого добавок	Итого по помещению, Вт	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
004	Ванна оздоровительного бассейна	Ст	347	1,5	521	16	12	0,35	1	2166	
										2166	2166
005	Ванна детского бассейна для плавания	Ст	50	1	50	16	12	0,35	1	208	
										208	208
006	Ванна малого бассейна	Ст	26	1	26	16	12	0,35	1	81	
										81	81
											2455

3.3.2 Теплопоступления от солнечной радиации

Широта города Ульяновск 54°.

Расчёт вводим в соответствии с СП [12]. Расчёт поступлений тепла от солнечной радиации сводится в таблицу Б.1 в приложении Б.

3.3.3 Поступление тепла от системы отопления

«Тепло которое отдается системой отопления, в нерабочее время, компенсирует теплопотери через ограждающие конструкции и рассчитывается по формуле:

$$Q_{c.o.} = \frac{\Sigma Q_{ог}}{t_{в}-t_{н}} \cdot (12 - t_{н}). \quad (4)$$

Данный метод расчёта приведён в СП» [4].

Теплопоступления от системы отопления сводится в таблицу Б.2 в приложении Б.

3.4 Тепловой баланс

Чтобы определить расчётную тепловую способность систем, «необходимо произвести расчет избытков и недостатков теплоты в помещении путем суммирования всех теплопоступлений и теплопотерь с учетом знака» [4]. Тепловой баланс помещений заносится в таблицу 11.

Таблица 11 – Тепловой баланс

Наименование помещения	Объём помещения, м ³	Период года	Теплопотери				Теплопоступления					Тепло-избытки/тепло-недостатки, Вт
			Q _{огр}	Q _{инф}	Q _{пр}	ΣQ	Q _л	Q _{осв}	Q _{сол}	Q _{с.о}	ΣQ	
Подвал						6271					2455	-3816
Бассейн оздоровительный		ХП	15633	0	2345	17978	1286	2309	0	11167	14762	-3216
Бассейн оздоровительный		ТП	0	0	0	0	1286	2309	13329	0	16924	16924
		ХП	4437	0	665	5103	603	1102	0	3170	4875	-228
Бассейн детский		ТП	0	0	0	0	603	1102	1139	0	2844	2844
Бассейн купальный		ХП	2551	0	383	2934	405	705	0	1822	2932	-2
Бассейн купальный		ТП	0	0	0	0	405	705	1139	0	2449	2449
		ХП	20718	0	3108	23826	2155	2400	0	18646	23201	-625
Зал ОФП		ТП	0	0	0	0	2155	2400	19710	0	24265	24265

Вывод по разделу 3

В разделе №3 был сделан теплотехнический расчёт ограждающих конструкций целью которого является, подбор оптимальной толщины утепляющего слоя. Сделан расчёт теплопотерь здания и рассчитаны теплопоступления. Итогом 3 раздела стал тепловой баланс помещений.

4 Системы обеспечения микроклимата

4.1 Отопление

4.1.1 Конструирование системы отопления

Отопление здания принято водяное, с параметрами теплоносителя $T_1=95^{\circ}\text{C}$, $T_2=70^{\circ}\text{C}$. Схема системы отопления принята горизонтальная, двухтрубная, с нижней разводкой, с тупиковым движением теплоносителя. Ввод тепловой сети в здание осуществляется между осями 8-10/ И-К в подвале здания. ИТП находится в подвале в помещении 08 [20].

В качестве отопительных приборов приняты травмобезопасные стальные настенные конвекторы КСК. Такие конвекторы предназначены для применения в двухтрубных системах водяного отопления при использовании теплоносителя – воды с температурой 115°C и рабочим давлением 1,0 МПа согласно нормам проектирования [8], [15]. Для регулирования теплоотдачи отопительных приборов устанавливаются терморегулирующие клапаны с термостатическими элементами. Для зала детского бассейна и устанавливаются термостатические элементы с выносным датчиком. Для остальных помещений устанавливаются с встроенным датчиком. [14]. Отопительные приборы располагаются под окнами открыто с возможностью очистки от пыли [13].

Трубопроводы проложены открыто с уклоном в сторону ИТП [15]. В нижних точках магистральных трубопроводов установлена арматура для дренажа, в верхних точках арматура для спуска воздуха.

Для регулировки системы отопления по стоякам и веткам предусматриваются ручные балансировочные клапаны [3].

Трубопроводы систем отопления, теплоснабжения приточных установок и коллекторов тёплого пола приняты стальные обыкновенные водогазопроводные трубы по ГОСТ [9]. Трубопроводы в местах пересечения стен и перекрытий следует прокладывать в гильзах из негорючих

материалов. Края гильз должны быть на одно уровне с поверхностями стен, перегородок и потолков.

В тамбуре главного входа в здание устанавливаются электрические воздушно тепловые завесы [38].

Для залов бассейнов принято водяное отопление и обогрев дорожек водяными тёплыми полами. Система водяного тёплого пола предусмотрена в помещениях раздевален, преддушевых и душевых. Параметры теплоносителя тёплого пола $T_1=45^{\circ}\text{C}$, $T_2=35^{\circ}\text{C}$.

4.1.2 Гидравлический расчёт системы отопления

Цель гидравлического расчёта системы является подбор диаметров труб и расчёт потерь давлений. Сумма потерь давления в системе не должна превышать 90-95 % расчётного циркуляционного давления.

Гидравлический расчёт системы отопления сводится в таблицу В.1 в Приложении В.

Расчётная схема системы отопления приведена на рисунках 13, 14, 15.

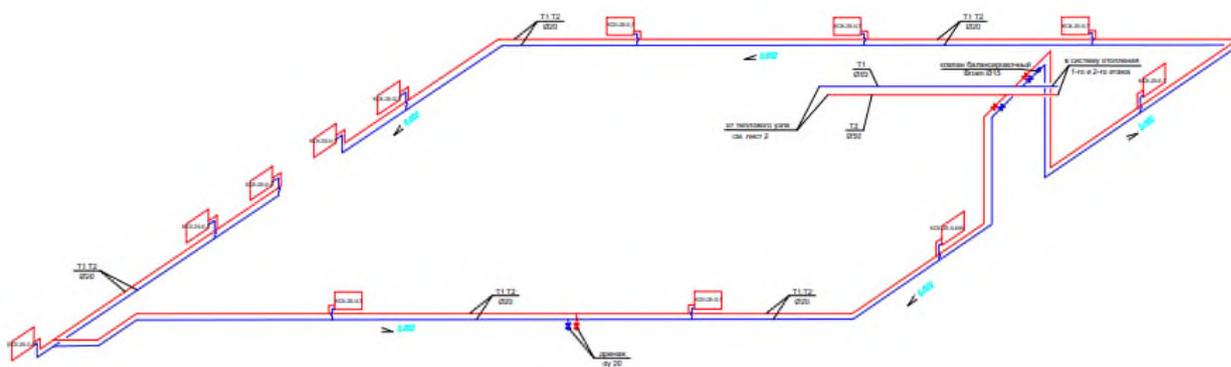


Рисунок 13 – Схема системы отопления подвала

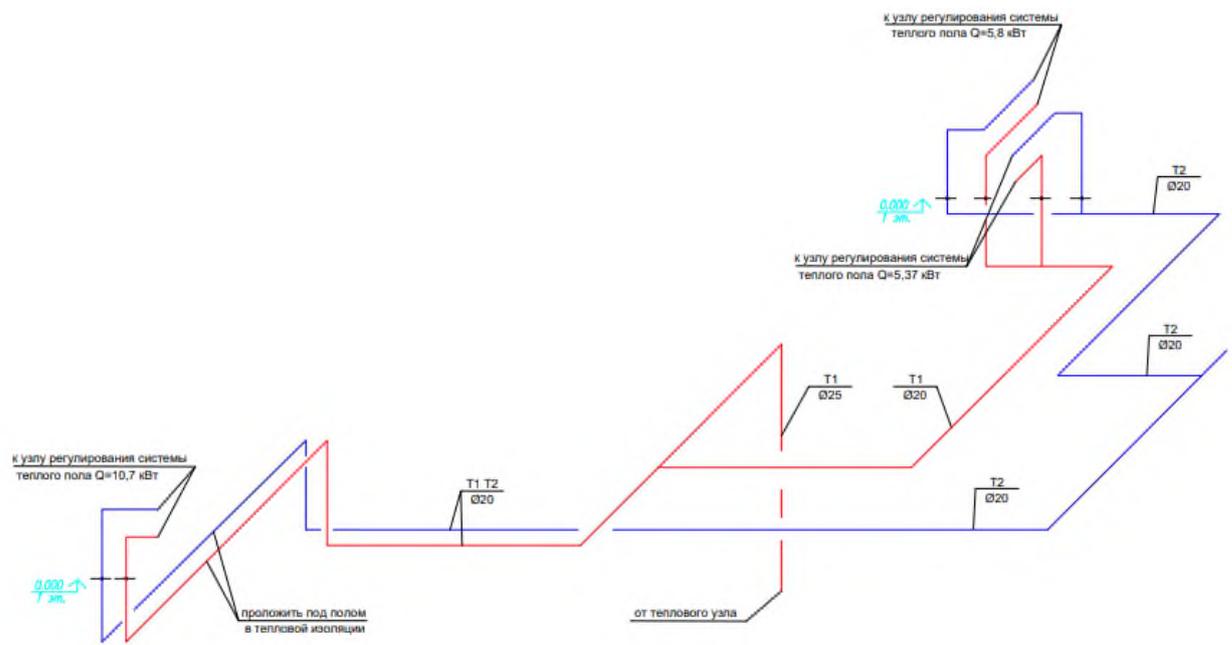


Рисунок 14 – Схема системы теплоснабжения тёплого пола

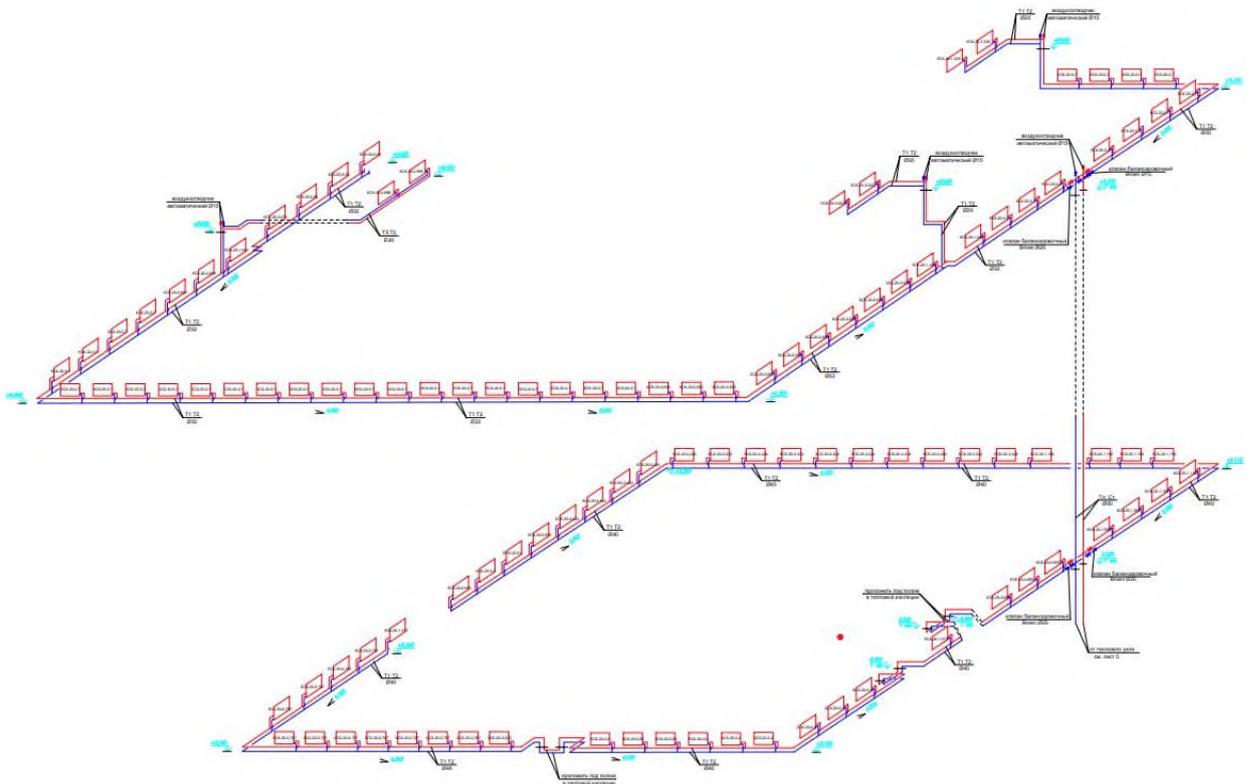


Рисунок 15 –Схема системы отопления 1 и 2 этажа

4.1.3 Тепловой расчёт приборов системы отопления

«Для правильного подбора отопительных приборов для двухтрубной системы отопления, необходимо воспользоваться формулами:

$$Q_{\text{пр}} = Q_{\text{пом}} - \beta_{\text{тр}} \cdot Q_{\text{тр}}, \quad (5)$$

где $Q_{\text{пр}}$ – необходимая теплопередача отопительного прибора в рассматриваемом помещении, Вт

$\beta_{\text{тр}}$ – коэффициент, зависящий от местоположения и изоляции труб, равный 0,9

$Q_{\text{тр}}$ – теплопередача открыто расположенных в пределах помещения труб стояка и подводов, к которым непосредственно присоединен прибор, Вт, определяемая по формуле:

$$Q_{\text{тр}} = q_{\text{гор}} \cdot l_{\text{гор}} + q_{\text{верт}} \cdot l_{\text{верт}}, \quad (6)$$

q – теплоотдача 1 метра трубопровода, который расположен горизонтально или вертикально, определяемый по [7. табл. II]

l – длины вертикальных и горизонтальных труб в пределах помещения, м» [5].

«Расчётная площадь нагревательной поверхности приборов определяется по формуле:

$$F_{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{пр}}}{q_{\text{пр}}}, \quad (7)$$

где $q_{\text{пр}}$ – расчётная плотность теплового потока с 1 метра прибора, Вт/м², определяемая по формуле:

$$q_{\text{пр}} = q_{\text{ном}} \cdot \left(\frac{\Delta t_{\text{ср}}}{70}\right)^{1+n} \cdot \left(\frac{G_{\text{пр}}}{360}\right)^p, \quad (8)$$

где $q_{\text{ном}}$ – номинальная плотность теплового потока, Вт/м², при стандартных условиях работы радиатора РСВ1-1 равна 504 Вт/м³.

n, p – коэффициенты [10], выражающие влияние конструктивных и гидравлических особенностей прибора на его коэффициент теплопередачи,

$$n = 0.32, p = 0.$$

$\Delta t_{\text{ср}}$ – средний температурный перепад между средней температурой теплоносителя в приборе и температурой окружающего воздуха, °С, который находится по формуле:

$$\Delta t_{\text{ср}} = \frac{t_{\text{вх}} - t_{\text{вых}}}{2} - t_{\text{пом}} \quad (9)$$

где $t_{\text{вх}} - t_{\text{вых}}$ – разница температур на входе и на выходе из отопительного прибора, °С

$G_{\text{пр}}$ – расход воды в приборе, кг/ч, определяемый по формуле:

$$G_{\text{пр}} = \frac{0,86 \cdot Q_{\text{пом}} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{(t_{\text{вх}} - t_{\text{вых}})} \quad (10)$$

Затем находят число секций отопительного прибора:

$$N = \frac{F \cdot \beta_4}{f_{\text{сек}} \cdot \beta_3} \quad (11)$$

где $f_{\text{сек}}$ – площадь одной секции, м², принимаемая по паспорту прибора

β_4 – коэффициент учитывающий способ установки прибора, принимается равным 1, при открытой установке прибора

β_3 – коэффициент, учитывающий взаимное облучение секций в приборе, определяется по формуле» [5]:

$$\beta_3 = 0,97 + \frac{0,06}{F_{\text{пр}}} \quad (12)$$

Тепловой расчёт отопительных приборов приведён в таблице В.2 приложении В.

4.2 Вентиляция

4.2.1 Определение воздухообмена по кратности

«Расход воздуха по кратности можно рассчитать по формуле:

$$L = k \cdot V, \quad (13)$$

где k – кратность воздухообмена, ч^{-1}

V – внутренний объем помещения, м^3 .

Кратности воздухообмена нужно принимать по действующим нормативным документам, значения кратностей для общественных помещений есть в СП» [2, 26].

Результаты данного расчёта сводятся в таблицу 12.

Таблица 12 – Воздушный баланс

Наименование помещения	$t_{в}, \text{°C}$	Объем помещения, $V, \text{м}^3$	Приток		Вытяжка	
			$k, \text{ч}^{-1}$	$L, \text{м}^3/\text{ч}$	$k, \text{ч}^{-1}$	$L, \text{м}^3/\text{ч}$
1	2	3	4	5	6	7
Вестибюль	16	221	-	-	-	-
Холл	16	112	-	-	1	112
Ресепшен	18	42	-	-	-	-
Пост сторожевой и пожарной охраны	18	46	-	-	1	46
Шахматный клуб	19	655	-	-	По расчету	
Комната отдыха	20	48	-	-	1	48
Подсобное помещение	16	48	-	-	1	48
Игровая комната (для детей)	21	373	По расчету, но не менее 20 м ³ /ч на 1 ребёнка			
Буфет	20	163	-	-	1,5	245
Кухня доготовочная	19	19	-	-	1,5	30
Мойка	18	19	4	76	6	114
Помещение администратора	20	31	-	-	1	31
Комната персонала, гардеробная	16	25	1,5	-	1	25
Кладовая сухих продуктов	16	22	-	-	1	22
Душевая	24		10		5	

Продолжение таблицы 12

1	2	3	4	5	6	7
Санузел	16	-	-	-	50 м ³ /ч на 1 унитаз и 25 м ³ /ч на 1 писсуар	
Комната уборочного инвентаря	16	30	-	1	1	30
Гардероб верхней одежды	16	54	1,5		1	54
Бассейн оздоровительный	28		По расчету, но не менее 80 м ³ /ч притока наружного воздуха на одного занимающегося			
Раздевалка мужская	20	184	По балансу с учетом душевых	-	2 (через душевые)	368
Преддушевая	24		-	-	5	
Кабинет медсестры	20	38	-	-	1,5	
Помещение тренера	20	38	-	-	1	38
Помещение химической лаборатории	18	42	По расчету в соответствии с технологическими заданиями			
Инвентарная	16	30	-	-	1	30
Бассейн детский для подготовки к плаванию	30	-	По расчету, но не менее 80 м ³ /ч притока наружного воздуха на одного занимающегося			
Бассейн купальный	27		По расчету, но не менее 80 м ³ /ч притока наружного воздуха на одного занимающегося			
Комната ожидания	20	59	-	-	1	20
Зал общей физической подготовки (ОФП)	17	-	По расчету, но не менее 80 м ³ /ч притока наружного воздуха на одного занимающегося и не менее 20 м ³ /ч на одного зрителя			
Кабинет остеопатии	20	59	-	-	1,5	
Помещение персонала	20	60	-	-	1	60
Помещение специальной физической подготовки (СФП)	18		По расчету, но не менее 80 м ³ /ч притока наружного воздуха на одного занимающегося и не менее 20 м ³ /ч на одного зрителя			
Переговорная		63	-	-	1	63
Зал ожидания для МГН (маломобильные группы населения)	20	63	-	-	1	63

4.2.2 Определение воздухообмена в помещении бассейна

Расчёт воздухообмена в тёплый и холодный период года желательно выполнять по параметрам Б [2, 19].

Расчёт в тёплый период.

Температуру точки росы $t_{\text{тр}}$ вычисляем по формуле:

$$t_{\text{тр}} = (273 + t_{\text{в}})(\varphi_{\text{в}})^{0,058} - 273, \text{ }^{\circ}\text{C} \quad (14)$$

$$t_{\text{тр}} = (273 + 30) \cdot (60)^{0,058} - 273 = 21 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Площадь бассейна: 270 м^2 .

Площадь обходных дорожек: 184 м^2 .

Размеры помещения: $15 \cdot 30 = 450 \text{ м}^2$ $H = 5 \text{ м}$.

Число пловцов: 32 человек.

Теплопотери помещения: 15633 Вт.

Поступление явного тепла.

1. «Теплопоступления от освещения (в холодные период года):

$$Q_{\text{осв}} = F_{\text{пл}} \cdot E \cdot q_{\text{осв}} \cdot \eta_{\text{осв}} = 450 \cdot 150 \cdot 0,076 \cdot 0,45 = 2309 \text{ Вт} \quad (15)$$

2. От солнечной радиации $Q_{\text{ср}} = 13329 \text{ Вт}$

3. От пловцов:

$$Q_{\text{пл}} = q_{\text{я}} \cdot N \cdot (1 - 0,33) = 60 \cdot 32 \cdot (1 - 0,33) = 1286 \text{ Вт} \quad (16)$$

где коэффициент 0,33 – доля времени, проводимая пловцами в бассейне.

4. От обходных дорожек:

$$Q_{\text{я.хд}} = \alpha_{\text{хд}} \cdot F_{\text{пл}} \cdot (t_{\text{хд}} - t_{\text{в}}) = 10 \cdot 184 \cdot (32 - 30) = 3680 \text{ Вт} \quad (17)$$

где $\alpha_{\text{хд}} = 10 \text{ Вт/м}^2\text{ }^{\circ}\text{C}$ – коэффициент теплоотдачи обходных дорожек

5. Теплопотери на нагрев воды в ванне:

$$Q_{\text{в}} = \alpha \cdot F_{\text{в}}(t_{\text{в}} - t_{\text{пов}}) = 4 \cdot 270 \cdot (30 - 27) = 3240 \text{ Вт} \quad (18)$$

$\alpha = 4 \text{ Вт/м}^2\text{ }^{\circ}\text{C}$ – коэффициент теплоотдачи явного тепла

$$t_{\text{пов}} = t_w - 1^\circ\text{C} = 28 - 1 = 27^\circ\text{C}.$$

б. Избытки явного тепла (днем):

$$\sum Q_{\text{я}} = Q_{\text{ср}} + Q_{\text{пл}} + Q_{\text{хд}} - Q_{\text{в}} = 13329 + 1286 + 3680 - 3240 = 15055 \text{ Вт} \quad (19)$$

Поступление влаги.

1. Влаговыведения от пловцов:

$$W_{\text{пл}} = q \cdot N(1 - 0.33) = 200 \cdot 32 \cdot (1 - 0.33) = 4288 \text{ г/ч} \quad (20)$$

2. Поступление влаги с поверхности бассейна:

$$W_{\text{б}} = \frac{A \cdot F \cdot \sigma (d_w - d_v)}{1000} = \frac{1,5 \cdot 270 \cdot 26,9(24 - 16)}{1000} = 87 \text{ кг/ч} \quad (21)$$

где A — опытный коэффициент, который учитывает интенсификацию испарения с поверхности воды при наличии купающихся по сравнению со спокойной поверхностью. Для оздоровительных бассейнов $A = 1,5$;

$\sigma_{\text{исп}}$ — коэффициент испарения, $\text{кг/м}^2/\text{ч}$;

$$\sigma_{\text{исп}} = 25 + 19 \cdot V = 26,9 \text{ кг/м}^2/\text{ч};$$

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

Поступление влаги с обходных дорожек.

Площадь смоченной части обходных дорожек составляет 0,45 от всей их площади. Количество испаряемой влаги рассчитывается по формуле:

$$W_{\text{од}} = 6,1 \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{мт}}) \cdot F = 6,1 \cdot (30 - 24) \cdot 184 \cdot 0,45 = 3030 \text{ г/ч} \quad (22)$$

3. Общее поступление влаги:

$$W = 4,28 + 87 + 3,03 = 94 \text{ кг/ч}$$

Полное тепло

$$\begin{aligned} 1. \quad \sum Q_{\text{п}} &= Q_{\text{скр.б}} + Q_{\text{скр.од}} + Q_{\text{скр.пл}} + 3,6 \cdot \sum Q_{\text{я}} = \\ &= 212587 + 7347 + 10574 + 3,6 \cdot 115055 = 284707 \text{ кДж/ч.} \end{aligned} \quad (23)$$

$$Q_{\text{скр.Б}} = W_6 \cdot (2501,3 - 2,39 \cdot t_{\text{пов}}) =$$

$$= 87 \cdot (2501,3 - 2,39 \cdot 26) = 212587 \text{ кДж/ч}, \quad (24)$$

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

$$= 3,03 \cdot (2501,3 - 2,39 \cdot 32) = 7347 \text{ кДж/ч}, \quad (25)$$

$$Q_{\text{скр.пл}} = N \cdot (q_{\text{пол}} - q_{\text{яв}}) \cdot 3,6 = 0,67 \cdot 32 \cdot (197 - 60) = 10574 \frac{\text{кДж}}{\text{ч}}. \quad (26)$$

Тепловлажностное отношение:

$$\varepsilon = \frac{\sum Q_{\text{п}}}{\sum W} = \frac{284707}{94} = 3014 \text{ кДж} \gg [5]. \quad (27)$$

Параметры точек сводятся в таблицу 13.

Таблица 13 – «Параметры точек по id диаграмме в тёплый период года»

Точки	t, °C	I, кДж/кг	D, г/кг	Φ, %
В	30	71	16	60
У	31	77	17,8	63
П	28	58	11,7	50
Н	29	60	11,7	45

2. Воздухообмен по влаге:

$$G_W = \frac{\sum W}{d_y - d_{\text{п}}} = \frac{94000}{17,8 - 11,7} = 15410 \text{ кг/ч}, 12842 \text{ м}^3/\text{ч}. \quad (28)$$

4. Воздухообмен по полному теплу:

$$G_I = \frac{\sum Q_{\text{п}}}{I_y - I_{\text{п}}} = \frac{284707}{77 - 48} = 14985 \text{ кг/ч}, 12487 \text{ м}^3/\text{ч}. \quad (29)$$

5. Нормативный воздухообмен:

$$L_{\text{н}} = N \cdot 80 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}} = 32 \cdot 80 = 2560 \text{ м}^3/\text{ч} \gg [28]. \quad (30)$$

Это значительно меньше расчётного.

Вывод: наружный воздух в наиболее жаркое время должен быть охлаждён до 28 °C в воздухоохладителе.

Количество холода:

$$Q_x = G_{\text{п}} \cdot (I_{\text{н}} - I_{\text{п}}) = 15410 \cdot (60 - 58) = 30820 \text{ кДж}, 8,56 \text{ кВт}. \quad (31)$$

«Холодный период года.

1. Явное тепло определяем по формуле:

$$\sum Q_{\text{я}} = Q_{\text{осв}} + Q_{\text{пл}} + Q_{\text{од}} - Q_{\text{в}} = 2309 + 1286 + 3680 - 3240 = 4035 \text{ Вт} \quad (32)$$

2. Поступление влаги:

От пловцов 4288 г/ч принимаем по тёплому периоду.

С поверхности бассейна по формуле (21):

$$W_{\text{б}} = \frac{1,5 \cdot 270 \cdot 26,9(22 - 13,2)}{1000} = 92 \frac{\text{кг}}{\text{ч}}.$$

С обходных дорожек по формуле (22):

$$W_{\text{од}} = 6,1 \cdot (30 - 22) \cdot 184 \cdot 0,45 = 4041, \text{ г/ч}.$$

Общее поступление влаги:

$$W = W_{\text{пл}} + W_{\text{б}} + W_{\text{од}} = 4,28 + 92 + 4,04 = 100 \text{ кг/ч} \quad (33)$$

3. Полное тепло находим по формуле (19 – 26):

$$\sum Q_{\text{п}} = 159441 + 9816 + 10574 + 3,6 \cdot 4035 = 159441 \text{ кДж/ч}.$$

$$Q_{\text{скр.б}} = 92 \cdot (2501,3 - 2,39 \cdot 26) = 223217 \text{ кДж/ч}.$$

$$Q_{\text{скр.од}} = 4,04 \cdot (2501,3 - 2,39 \cdot 30) = 9816 \text{ кДж/ч}.$$

$$Q_{\text{скр.пл}} = 10574 \text{ кДж/ч (по Т.П)}$$

4. Тепловлажностное отношение:

$$\varepsilon = \frac{258132}{100} = 2586 \text{ кДж}$$

В холодный период года используем рекуперацию» [28].

Градиент влагосодержания в рабочей зоне в холодный период года принимаем равный теплomu периоду:

$$\Delta d_{p,z} = d_B - d_H = 16 - 11,7 = 4,30 \text{ г/кг.} \quad (34)$$

Таким образом влагосодержание смеси приточного воздуха в холодный период года:

$$d_{cm} = d_B - \Delta d_{p,z} = 13,6 - 4,30 = 9,3 \frac{\text{г}}{\text{кг}}. \quad (35)$$

Расход приточного воздуха сохраняется по теплomu периоду.

Влагосодержание удаляемого воздуха составит:

$$d_y = d_{cm} + \frac{\Sigma W}{G_{\Pi}} = 9,3 + \frac{100000}{15410} = 15,79 \text{ г/кг} \quad (36)$$

Параметры точек сводятся в таблицу 14.

Таблица 14 – Параметры точек по id диаграмме в тёплый период года

Точки	t, °C	I, кДж/кг	D, г/кг	Φ, %
В	30	64	13,6	50
У	30,5	71	15,79	57
П,С	29,4	54	9,3	37
К	28	29	0,5	4
Н	-33	-31	0,5	83
МТ	22	64	16,7	100

Количество приточного воздуха определяем из уравнения смеси:

$$\begin{aligned} G_H &= G_{\Pi} \cdot (d_y - d_{cm} / d_y - d_H) = \\ &= 15410 \cdot (15,79 - 9,3 / 15,79 - 0,5) = 6540 \text{ кг/ч} \end{aligned} \quad (37)$$

Id – диаграмма приведена в приложении Г.

4.2.3 Конструирование систем вентиляции и кондиционирования воздуха

Для обеспечения параметров микроклимата и качества воздуха в пределах оптимальных норм предусматриваются системы вентиляции с механическим побуждением. Системы вентиляции запроектированы в соответствии с нормативными документами [19, 26, 35, 36]. Отдельные системы приточной и вытяжной вентиляции предусмотрены для следующих групп помещений:

- П1 оздоровительный бассейн; детский бассейн; купальный бассейн;
- П2 раздевальни; комнаты ожидания;
- П3 вестибюль; шахматный клуб; ресепшен; коридоры 106,107; комната отдыха; кабинеты тренеров и медсестёр;

- П4 буфет; комната персонала;

2 этаж

- П5 зал специальной физической подготовки;
- П6 раздевальни; преддушевые;
- П7 помещение тренера; кабинет врача; кабинет администрации; переговорная; ресепшен; кабинет остеопатии;
- П8 зал общей физической культуры; помещение тренера;
- П9 подвал;
- П10 МЗГП; помещение тренера; инвентарная;
- П11 Зона ожидания для МГН.

Для системы ПВ1 подобрана приточно-вытяжная установка «Классик» с рекуператором воздуха, которая расположена в венткамере 304 на кровле здания. Подача воздуха в помещение оздоровительного бассейна осуществляется из нижней зоны. Приточные решётки расположены по периметру помещения у наружных стен в полу под небольшим уклоном. Вытяжка осуществляется из верхней зоны вытяжными решётками АДН-К. Приток и вытяжка из залов детского и купального бассейна осуществляется по схеме сверху – вверх. Выброс отработанного воздуха осуществляется на уровне 1,5 метра от кровли здания.

Приточно-вытяжные установки для систем ПВ2, ПВ3, ПВ4

расположены на кровле здания в венткамере 303. В системе ПВ3 для помещений шахматного клуба подобраны приточные и вытяжные диффузоры 4 АПН. Для остальных помещений, которые обслуживает данная система подобраны регулируемые вент решётки АДН-К. Приточно– вытяжные установки систем ПВ5 и ПВ6 расположены на кровле здания в венткамере 304. Приточно- вытяжная установка системы ПВ9 установлена в подвале здания и обслуживает помещения подвала. Забор и выброс воздуха осуществляются через приточные и вытяжные шахты, которые расположены с северной стороны здания. Воздухозабор предусматривается на уровне 2 м от уровня земли. Выброс отработанного воздуха осуществляется на 1,20 метра выше кровли здания. Схемы систем ПВ1 показаны на рисунках 16, 17 и 18.

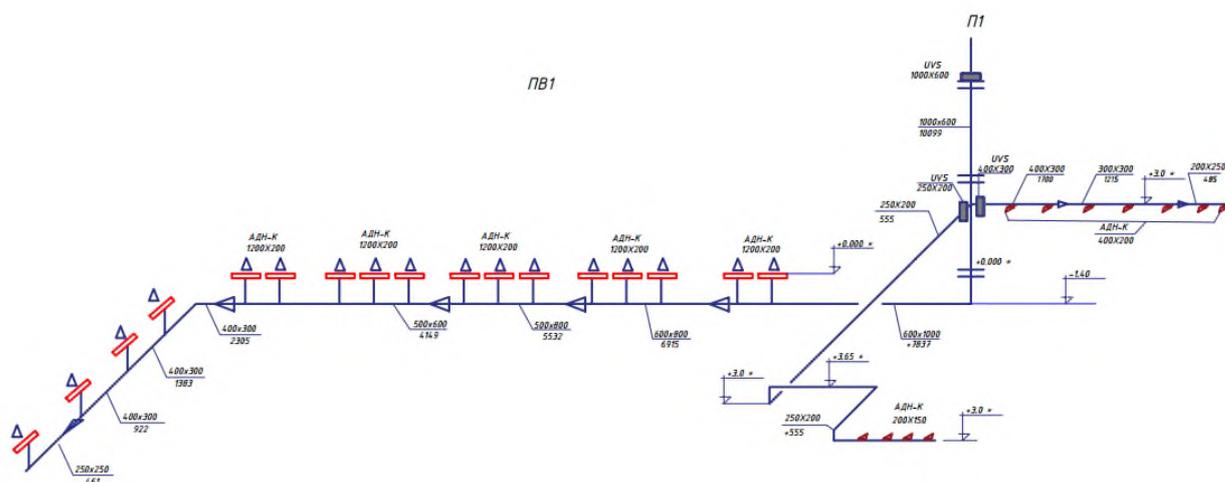


Рисунок 16 – Схема системы П1

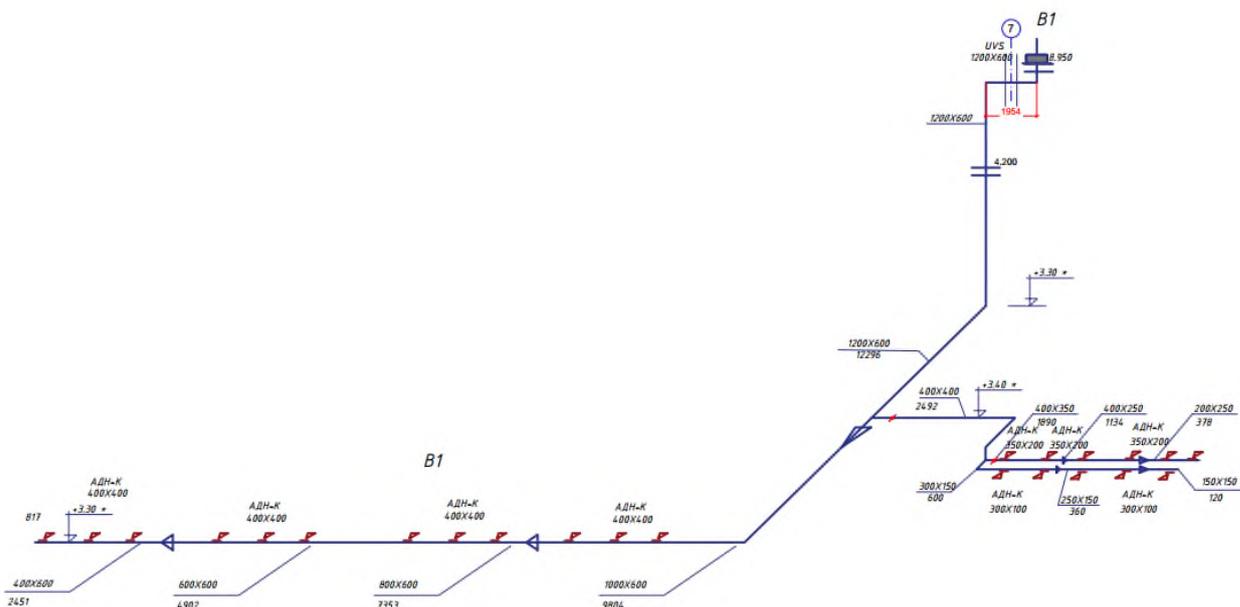


Рисунок 17 – Схема системы В1

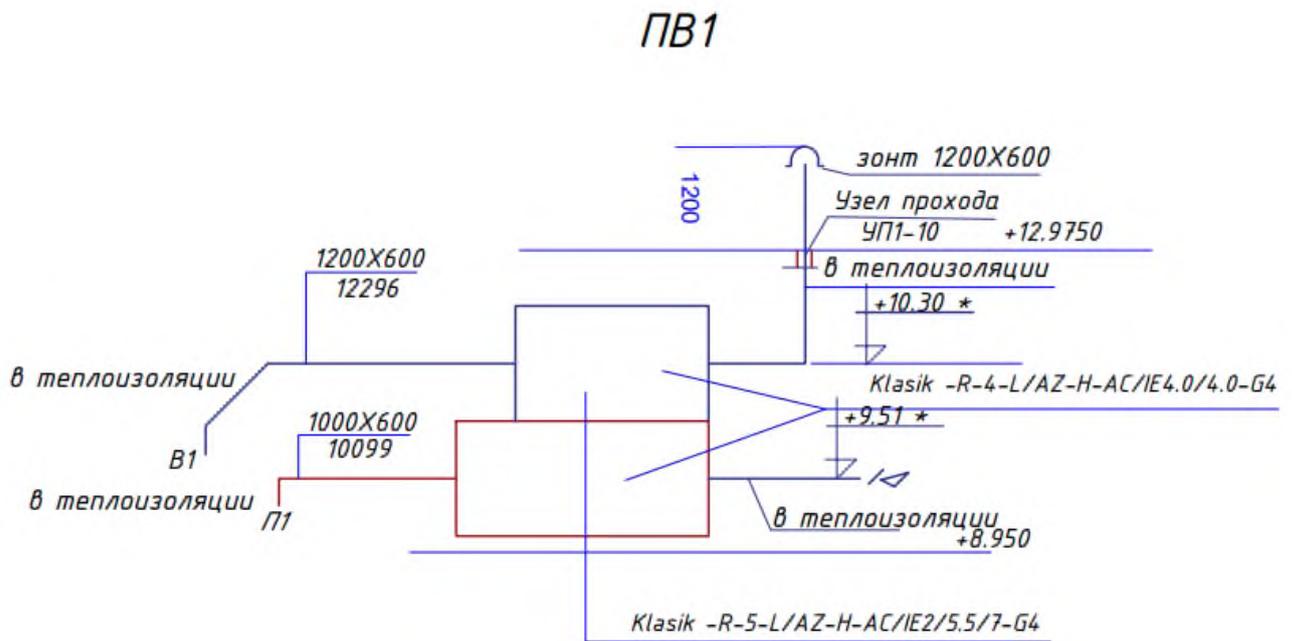


Рисунок 18 – Схема приточно- вытяжной установки ПВ1

Аэродинамические расчёты систем приводятся в приложении Г.

Вывод по разделу 4

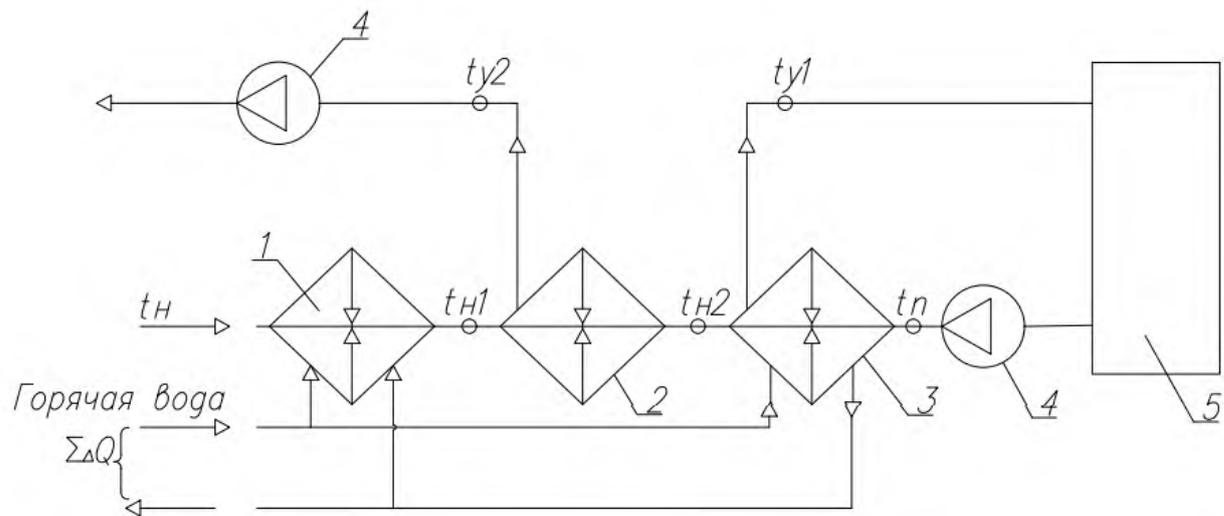
В этом разделе была запроектирована и подсчитана двухтрубная система отопления. По результатам расчётов было подобрано оборудование. Спроектированы и рассчитаны системы вентиляции. По результатам расчётов было подобрано вентиляционное оборудование.

5 Техничко- экономический расчёт

Приточно-вытяжная установка системы ПВ1, которая обеспечивает вентиляцией залы бассейнов, подобрана с пластинчатым рекуператором. Ниже приведена оценка энергосберегающего эффекта от применения рекуперативного пластинчатого теплообменника в системе общеобменной вентиляции в помещении бассейна, где имеются внутренние выделения тепла. Коэффициент эффективности рекуператора зависит от таких параметров, как расход и влажность воздуха, конструктивные особенности и режима эксплуатации [27].

$Q_{\text{я}} = 31,8$ кВт. Теплотери помещения $Q_{\text{пот}} = 22,6$ кВт. Расходы приточного и вытяжного воздуха $G_{\text{п}} = 3,45$ кг/с. Влажность приточного и наружного воздуха $d_{\text{п}}$ и $d_{\text{н1}} = 4$ г/кг сух.возд. Эффективность теплообменника утилизатора $\varepsilon = 0,6$. В предварительном подогревателе воздух нагревается до $t_{\text{н1}} = 5^{\circ}\text{C}$. Температура притока составляет $t_{\text{п}} = 28^{\circ}\text{C}$.

Схема вентиляции с рекуператором представлена на рисунке 1.



1 – подогреватель 1 ступени, 2 – рекуператор, 3 – подогреватель 2 ступени, 4 – приточный вентилятор, 5 – вентилируемое помещение

Рисунок 1 – Принципиальная схема системы вентиляции с рекуператором

Уравнения тепловых балансов для рекуператора, вентилируемого помещения и системы в целом:

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{ту}} &= G(I_{\text{н2}} - I_{\text{н1}}) = G(I_{\text{y1}} - I_{\text{y2}}); \\
 G &= (I_{\text{п}} - I_{\text{y1}}) + Q - Q_{\text{пот}} = 0; \\
 -G &= (I_{\text{y2}} - I_{\text{н}}) + \Sigma Q + \Delta Q = 0.
 \end{aligned}$$

Избыточную тепловую мощность в вентилируемом помещении определяем по формуле:

$$\Delta Q = Q - Q_{\text{пот}} = 31,8 - 22,6 = 9,1 \text{ кВт} \quad (38)$$

Рассчитываем энтальпии влажного воздуха $I_{\text{н1}}, I_{\text{п}}, I_{\text{у1}}$.

$$\begin{aligned} I_{\text{н1}} &= C_{\text{в}} t_{\text{н1}} + d_{\text{н1}}(r_0 + C_{\text{п}} t_{\text{н1}}) = \\ &= 1,005 \cdot 5 + 4 \cdot 10^{-3}(2500 + 1,807 \cdot 5) = 15,06 \text{ кДж/кг с.в.}; \end{aligned} \quad (39)$$

где C – удельная теплоемкость воздуха кДж/ кг °С.

$$\begin{aligned} I_{\text{п}} &= C_{\text{в}} t_{\text{п}} + d_{\text{п}}(r_0 + C_{\text{п}} t_{\text{п}}) = \\ &= 1,005 \cdot 28 + 4 \cdot 10^{-3} \cdot (2500 + 1,807 \cdot 28) = 38,34 \text{ кДж/кг.} \end{aligned} \quad (40)$$

$$I_{\text{у1}} = \left(\frac{\Delta Q}{G}\right) + I_{\text{п}} = \left(\frac{9,1}{3,45}\right) + 38,34 = 40,99 \text{ кДж/кг.}$$

Энергосберегающий эффект от применения рекуператора считаем по формуле:

$$\Sigma Q_{\text{э}} = G \cdot \varepsilon (I_{\text{у1}} - I_{\text{н1}}) = 3,45 \cdot 0,6 \cdot (40,99 - 15,06) = 53,68 \text{ кВт} \quad (41)$$

Определим максимальный расход теплоты на вентиляцию без рекуператора для помещения бассейна.

Общий максимальный расход теплоты на вентиляцию определяется по формуле:

$$Q_{\text{в}} = 0,278 G c_{\text{в}} (t_{\text{к}} - t_{\text{н}}) = \frac{0,278 \cdot 10099 \cdot 1,005 \cdot (28 - (-33))}{1000} = 172 \text{ кВт}, \quad (42)$$

где $t_{\text{к}}, t_{\text{н}}$ – соответственно конечная и начальная температуры воздуха, °С.

Вывод по разделу 5

По результатам расчёта энергосберегающий эффект рекуператора воздуха составляет 53,68 кВт, это 31% от общей нагрузки на помещение бассейна, которая составила 172 кВт. Таким образом применение рекуператора воздуха позволяет значительно экономить тепловую энергию на систему вентиляции.

6 Автоматизация систем обеспечения микроклимата

Система автоматизации отопления основана на данных о температуре наружного воздуха и температуре воздуха в здании, также времени суток.

«Регулирование подачи теплоты (теплового потока) в системы отопления в зависимости от изменения параметров наружного воздуха с целью поддержания заданной температуры воздуха в отапливаемых помещениях» [20].

Для того чтобы управлять системой отопления, применяются приборы, регулирующие температуру и расход теплоносителя [1].

«Защиту систем потребления теплоты от повышения давления или температуры воды в трубопроводах этих систем при возможности превышения допустимых параметров» [20]:

- поддержание заданного давления воды в системе горячего водоснабжения;
- включение и выключение корректирующих насосов;
- блокировку включения резервного насоса при отключении рабочего;
- защиту системы отопления от опорожнения.

«Автоматизация системы отопления включает местное регулирование параметров теплоносителя в ИТП [1], индивидуальное управление подачей теплоты от отопительных приборов системы, а также автоматическое поддержание режимов в трубопроводной сети» [28].

Система автоматизации и диспетчеризации отопления включает в себя следующие компоненты:

- контроллер для регулирования систем отопления, теплоснабжения, вентиляции;
- регуляторы прямого действия;
- преобразователи температуры;

- клеммные соединители, блоки электропитания, автоматические выключатели, соединительные электрические кабели и др. электроустановочные изделия в составе щитов электроуправления;
- система автоматического предохранения от перегрева;
- терморегуляторы, автоматически поддерживающие заданную температуру окружающего воздуха в помещениях от 5 до 30°C;
- полуавтоматическое занижение температуры в ночное время;
- контакторы, пускатели, преобразователи частоты (для управления насосами);
- предохранительные устройства: предохранительные клапаны, расширительные баки;
- средства связи с диспетчерским пунктом для дистанционного контроля за параметрами теплоносителя и режимами работы оборудования теплового пункта, нештатными и аварийными ситуациями.

Вывод по разделу 6:

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

Заключение

В данной работе были описаны основные проблемы систем обеспечения микроклимата физкультурно- оздоровительных комплексов и пути их решения. Чтобы создать в здании такого рода комфортные условия, необходимо соблюдать все требования нормативно- технической документации. Информация по обеспечению требуемого микроклимата в помещениях физкультурного центра была приведена в разделе литературный обзор. Принятые инженерные решения во многом зависят от назначения и характеристики проектируемого здания, также от климатических характеристик района строительства. В первом разделе данной диссертации были определены климатические характеристики района строительства и расчётные параметры внутреннего воздуха для каждого помещения [19]. Во втором разделе данной работы был проведён патентный поиск предметом которого был выбран осушитель воздуха. В данном разделе были рассмотрены основные виды осушителей воздуха, их преимущества и недостатки. Далее был сделан теплотехнический расчёт ограждающих конструкций [27], расчет теплопотерь и теплопоступлений.

Запроектирована единая система отопления для всего здания. Предусмотрены тёплые полы для помещений бассейнов, раздевален и санузлов при бассейнах. Трубы системы отопления водогазопроводные, трубы систем тёплого пола из металлопластика.

В данной работе запроектированы 10 приточно- вытяжных систем, 4 вытяжных и 4 естественных вытяжных систем. Вентиляционное оборудование размещено на кровле здания в отапливаемых вентиляционных камерах. Для предотвращения переувлажнения внутреннего воздуха, в залах бассейнов установлены мобильные осушители воздуха. Для экономии тепловой нагрузки приточно-вытяжные установки подобраны с теплогенератором воздуха, который экономит значительную часть тепловой энергии. Расчёт экономии тепловой энергии был произведен в разделе 5.

Одним из самых важных разделов является автоматизация систем обеспечения микроклимата. В данной работе была рассмотрена автоматизация систем отопления. Автоматизация позволяет регулировать температуру и расход теплоносителя без участия человека. На сегодняшний день систему отопления невозможно себе представить без систем автоматизации.

Список используемых источников

1. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. В 60 Ч.3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн.1 / В.Н. Богословский, А.И. Пирумов и др.-М.: Стройиздат, 1992.-319с.
2. Гаврилов, А. С. Меры по повышению энергоэффективности инженерных систем здания / А. С. Гаврилов, А. Е. Сергеев // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. – 2021. – Т. 48, № 2. – С. 73-80. – DOI 10.21822/2073-6185-2021-48-2-73-80. – EDN GUANJG.
3. Гильманова, А. Р. Повышение эффективности систем теплоснабжения при внедрении автоматизированных индивидуальных тепловых пунктов / А. Р. Гильманова // Вестник современных исследований. – 2018. – № 12.5(27). – С. 63-66. – EDN PLQYFD.
4. ГОСТ 12.1.005-88*. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. М.: Стандартинформ, 2008.-78 с. [Электронный ресурс]. - Введ. 1989-01-01. - Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200003608>.
5. ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях [Электронный ресурс]. – Введ. 2013-01-01. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200095053?marker>.
6. ГОСТ Р 53491.1-2009 Бассейны. Подготовка воды [Электронный ресурс]. Введ. 2010-07-01 – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200080205>.
7. ГОСТ Р 59972-2021 Системы вентиляции и кондиционирования общественных здания [Электронный ресурс]. - Введ. 2022-02-01. - Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200182524>
8. Грановский, В. Л. Энергоэффективность, пандемия и гильотина / В. Л. Грановский // АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование

воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. – 2021. – № 5. – С. 48-51. – EDN VBAEZF.

9. Гримитлин, М. И., Распределение воздуха в помещениях. – СПб. : АВОК СЕВЕРО-ЗАПАД, 2004. – 339 с.

10. Еремкин, А. И. Тепловой режим зданий : учебное пособие для вузов / А. И. Еремкин, Т. И. Королева. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 304 с..

11. Кучеренко, М.Н. Вентиляция общественного здания: учебно-методическое пособие к выполнению курсовой работы / М.Н. Кучеренко – Тольятти: ТГУ, 2016. - 48 с.

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

13. Маслова, Н. В. Организация строительного производства : Электронное учебно-методическое пособие / Н. В. Маслова, Л. Б. Кивилевич. – Тольятти : Тольяттинский государственный, 2015. – 147 с. – ISBN 978-5-8259-0890-8. – EDN RDCHNE..

14. Мелькумов, В. Н. Современные способы создания микроклимата крытых ледовых арен и катков / В. Н. Мелькумов, С. В. Чуйкин // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. – 2012. – № 2(7). – С. 68-73. – EDN PCGGKP.

15. Переверзева, И. С. Современные требования к системам обеспечения микроклимата в спортивно-оздоровительных комплексах / И. С. Переверзева, Н. В. Ткаченко // Новые идеи нового века: материалы международной научной конференции ФАД ТОГУ. – 2016. – Т. 3. – С. 327-333. – EDN VSVDRT.

16. Пилипенко, Н. В. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности инженерных систем и сетей : учебное пособие / Н. В. Пилипенко, И. А. Сиваков. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2013. — 274 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. —

URL: <https://e.lanbook.com/book/43699> (дата обращения: 22.06.2023). —
Режим доступа: для авториз. пользователей.

17. Р НП "АВОК" 7.5-2020. Обеспечение микроклимата и энергосбережение в крытых плавательных бассейнах. Нормы проектирования

18. СП 118.13330.2022. Свод правил. Общественные здания и сооружения. СНиП 31-06-2009" (утв. и введен в действие Приказом Минстроя России от 19.05.2022 N 389/пр) (ред. от 26.07.2022)

19. СП 131.13330.2020. Строительная климатология [Электронный ресурс]. - Введ. 2021-06-25.- Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/573659358>.

20. СП 310.1325800.2017 Бассейны для плавания, правила проектирования [Электронный ресурс]. – Введ. 2018-06-27. – Режим доступа: <https://www.rasf.ru/upload/docs/SP-310-Basseyny.pdf>.

21. СП 31-112–2004. Физкультурно-спортивные залы. Часть 1 [Электронный ресурс]. - Введ. 2004-04-30. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200040660>.

22. СП 31-113-2004 Проектирование и строительство бассейнов для плавания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200040480>.

23. СП 332.1325800.2017 Спортивные сооружения, правила проектирования [Электронный ресурс]. – Введ. 2018-05-15. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/556793895>.

24. СП 345.1325800.2017. Здания жилые и общественные. Правила проектирования тепловой защиты. [Электронный ресурс]. - Введ. 2018-05 - Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/557662914>

25. СП 383.1325800.2018 Комплексы физкультурно- оздоровительные, правила проектирования [Электронный ресурс]. – Введ. 2018-11-25. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/551394483>.

26. СП 41-101-95. Проектирование тепловых пунктов [Электронный ресурс]. - Введ. 1996-07-01. - Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/871001264>

27. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий [Электронный ресурс]. – Введ. 2013-07-01. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200095525>.

28. СП 60.13330.2020 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха [Электронный ресурс]. – Введ. 2017-06-17. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/573697256>.

29. СП 7.13130.2013 Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс]. – Введ. 2013-02-25. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200098833>.

30. 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>.

31. Справочные материалы по патентной спецификации [Электронный ресурс] www1.fips.ru

32. Стандарт АВОК "Рекомендации по повышению энергетической эффективности систем вентиляции и кондиционирования воздуха" // АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. – 2015. – № 2. – С. 26-35. – EDN TJGJXX.

33. Формулирование прогнозной функции энергопотребления для энергосистемы I уровня // Вопросы совершенствования и адаптации энергетических систем и комплексов к вызовам современности. – Москва : Издательство федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Национальный исследовательский университет "МЭИ", 2021. – С. 73-79. – EDN YJUPA.

34. Шумилов, Р. Н. Проектирование систем вентиляции и отопления : учебное пособие / Р. Н. Шумилов, Ю. И. Толстова, А. Н. Бояршинова. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 336 с. — ISBN 978-5-8114-1700-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная

система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211715> (дата обращения: 23.06.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей..

35. Yin Liu and others, Performance of solar-air source heat pump heating system aided by district heat supply network research, *International Journal of Low-Carbon Technologies*, Volume 18, 2023, Pages 697–704, <https://doi.org/10.1093/ijlct/ctad044>.

36. Hongpu Liang, Optimization of floor radiant air conditioning heating system in building heating design, *International Journal of Low-Carbon Technologies*, Volume 16, Issue 1, March 2021, Pages 205–211, <https://doi.org/10.1093/ijlct/ctaa051>.

37. Frank s. Gill, the energy implications of ventilation systems—an introductory outline, *The Annals of Occupational Hygiene*, Volume 23, Issue 4, 1980, Pages 423–433, <https://doi.org/10.1093/annhyg/23.4.423>.

38. R. F. Huang and others, Aerodynamic Characteristics and Design Guidelines of Push–Pull Ventilation Systems, *The Annals of Occupational Hygiene*, Volume 49, Issue 1, January 2005, Pages 1–15, <https://doi.org/10.1093/annhyg/meh065>.

39. O. Nygren , b. Nordström, evaluation of air quality after the adoption of energy-saving measures in the ventilation system at welding workshops, *The Annals of Occupational Hygiene*, Volume 36, Issue 5, October 1992, Pages 531–543, <https://doi.org/10.1093/annhyg/36.5.531>.

Приложение А
Расчёт тепловых потерь

Таблица А.1 – «Расчёт тепловых потерь»

№ помещения	Наименование помещения	Ограждающие конструкции							Основные теплотопотери через ограждения Q, Вт	Добавочные теплотопотери,		коэффициент (1+β)	Теплотопотери, Вт			Общая расчётные потери теплоты» [28]
		наименование	ориентация	размеры, м		площадь A, м ²	Коэффициент теплопередачи k, Вт/м ² ·°C	$\Delta t = (t_{в} - t_{н})$		на ориентацию	прочие		Через ограждения с учетом добавочных Q(1+Σβ)	на инфильтрацию Q _{инф}	расчетные Q ₀	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	Зона 1					280	0,18								2422	
	Зона 2					280	0,13								1744	
	Зона 3					220	0,08								886	
	Зона 4					442	0,06								1219	
Итого:															6271	6271
109	Пост охраны	В	НС1	3	3,6	7,80	18	51	0,37	0,1	0,00	1,10	162			
		В	ОК1	1,5	2	3,00	18	51	3,23	0,1	0,00	1,10	543			
			ПЛ	3,00	5,1	15,30	18	2	0,32	0	0,00	1,00	10			
													714	0	714	786
111	ЛК	Ю	НС1	3	3,6	8,90	16	49	0,37	0	0,00	1,00	161			
		Ю	ОК1	1	1,9	1,90	16	49	3,23	0	0,00	1,00	300			
			ПЛ	7,00	3	21,00	16	0	0,32	0	0,00	1,00	0			
			ПТ	7,00	3	21,00	16	49	0,32	0	0,00	1,00	331			
													793	0	793	872
112	ЛК	С	НС1	3	3,6	8,90	16	49	0,37	0,1	0,00	1,10	177			

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		С	ОК1	1	1,9	1,90	16	49	3,23	0,1	0,00	1,10	330			
			ПЛ	7,00	3	21,00	16	0	0,32	0	0,00	1,00	0			
			ПТ	7,00	3	21,00	16	49	0,32	0	0,00	1,00	331			
													508	0	508	558
113	Шахматный клуб	Ю	НС1	12,50	4,60	50,14	21	54	0,37	0,00	0,05	1,05	1050			
		Ю	ОК1	0,92	2,00	7,36	21	54	3,23	0,00	0,05	1,05	1346			
			ПЛ	16,80	13,00	218,40	21	5	0,32	0,00	0,05	1,05	369			
													2766	0	2766	3042
114	Комната отдыха		ПЛ	6,2	2,6	16,12	20	4	0,32	0	0	1,00	21			
													21	0	21	23
116	Игровая комната		ПЛ	11,00	11,30	124,30	21	5	0,32	0,00	0,00	1,00	200			
													200	0	200	220
117	Буфет	В	НС1	7,80	4,60	23,88	20	53	0,37	0,10		1,10	514			
		В	ОК1	3,00	2,00	12,00	20	53	3,23	0,10		1,10	2257			
			ПЛ	5,90	9,20	54,28	20	4	0,32	0,00	0,00	1,00	70			
													2841	0	2841	3125
118	Кухня-догоготовочная	В	НС1	3,40	4,60	11,96	19	52	0,37	0,10		1,10	253			
		В	ОК1	0,92	2,00	3,68	19	52	3,23	0,10		1,10	679			
			ПЛ	2,00	3,20	6,40	19	3	0,32	0,00		1,00	6			
													938	0	938	1032
119	Мойка		ПЛ	2,00	3,20	6,40	20	4	0,32	0,00	0,00	1,00	8			
													8	0	8	9
120	Администратор	В	НС1	4,50	4,60	14,70	20	53	0,37	0,10		1,10	317			
		В	ОК1	3,00	2,00	6,00	20	53	3,23	0,10		1,10	1128			

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
			НС2	2,60	4,60	8,60	20	53	0,37	0,00	0,00	1,00	168			
			ПЛ	3,00	3,40	10,20	20	4	0,32	0,00		1,00	13			
													1627	0	1627	1789
121	Комната персонала		ПЛ	6,20	2,20	13,64	20	4	0,32	0,00	0,00	1,00	18			
													18	0	18	19
122	Кладовая	С	НС1	2,70	3,40	8,28	16	49	0,37	0,10		1,10	165			
		С	ОК1	1	0,9	0,90	16	49	3,23	0,10		1,10	156			
			ПЛ	3,30	2,20	7,26	16	0	0,32	0,00	0,00	1,00	0			
													321	0	321	354
123	Кладовая сухих продуктов	С	НС1	2,70	3,40	8,28	16	49	0,37	0,10		1,10	165			
		С	ОК1	1	0,9	0,90	16	49	3,23	0,10		1,10	156			
			ПЛ	3,30	2,20	7,26	16	0	0,32	0,00	0,00	1,00	0			
													321	0	321	354
129;130;131	С/у		ПЛ	4	5	20	19	3	0,32	0	0	1,00	19			
													19	0	19	21
136	Бассейн	З	НС1	28,00	5,56	129,43	30	63	0,37	0,05	0,05	1,10	3314			
		З	ОК1	3,50	1,50	26,25	30	63	3,23	0,05	0,05	1,10	5868			
		Ю	НС2	15,40	5,56	82,26	30	63	0,37	0,00	0,05	1,05	2010			
		Ю	НД	2,10	1,6	3,36	30	63	1,35	0	0,05	1,05	301			
			ВС	28,00	5	140,00	30	10	0,37	0	0,05	1,05	543			
			ПЛ	15,30	30,20	462,06	30	14	0,32	0,00	0,05	1,05	2186			
			ПТ	15,30	30,20	462,06	30	63	0,32	0,00	0,05	1,05	9838			
													14223	0	14223	15645

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
137	Раздевалка мужская		ПЛ	7,3	8,4	61,32	20	4	0,32	0	0	1,00	79			
													79	0	79	87
138;142;144; 148	С/у		ПЛ	6	2	12	19	3	0,32	0	0	1,00	12			
													12	0	12	13
139;140;145; 146;147	Душевая		ПЛ	8	6	48	24	8	0,32	0	0	1,00	124			
													124	0	124	136
143	Раздевалка женская		ПЛ	7,3	8,4	61,32	20	4	0,32	0	0	1,00	79			
													79	0	79	87
151	Каб. медсестры	Ю	НС1	5	4,6	20,30	20	53	0,37	0	0	1,00	397			
		Ю	ОК1	1,8	1,5	2,70	20	53	3,23	0	0	1,00	462			
			ПЛ	4,5	2,8	12,60	20	4	0,32	0	0	1,00	16			
													875	0	875	963
152;154;156	Душевая		ПЛ	3	3	9	24	8	0,32	0	0	1,00	23			
													23	0	23	25
153	Пом. Тренера. жен	Ю	НС1	5	4,6	20,30	20	53	0,37	0	0	1,00	397			
		Ю	ОК1	1,8	1,5	2,70	20	53	3,23	0	0	1,00	462			
			ПЛ	4,5	2,8	12,60	20	4	0,32	0	0	1,00	16			
													875	0	875	963
155	Пом. Тренера. муж		ПЛ	2,3	5,6	12,88	20	4	0,32	0	0	1,00	17			
													17	0	17	18

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

157	«Химическая лаборатория		ПЛ	2	7	14	18	2	0,32	0	0	1,00	9			
													9	0	9	10
159	Бассейн	З	НС1	12	4,6	55,20	30	63	0,37	0,05	0,05	1,10	1413			
		С	НС2	8	4,6	36,80	30	63	0,37	0,1	0,05	1,15	985			
		С	ОК1	2,5	1,5	3,75	30	63	3,23	0,1	0,05	1,15	876			
		С	НД	2,10	1,6	3,36	30	63	1,35	0,1	1,05	2,15	3275			
			ПЛ	12,00	8	96,00	30	14	0,32	0,1	1,05	2,15	5136			
													11685	0	11685	12854
160	Раздевалка мужская		ПЛ	5	4	20	20	4	0,32	0	0	1,00	26			
													26	0	26	28
161;164;171	Душевая		ПЛ	5	5,3	26,5	24	8	0,32	0	0	1,00	68			
													68	0	68	75
162;165;172	С/у		ПЛ	2	2	4	19	3	0,32	0	0	1,00	4			
													4	0	4	4
	Коридор		ПЛ	6	3	18	18	2	0,32	0	0	1,00	12			
													12	0	12	13
167	Бассейн	С	НС1	7,2	4,6	33,12	30	63	0,37	0,1	0,00	1,10	848			
		С	ОК1	2,5	1,5	3,75	30	63	3,23	0,1	0,00	1,10	838			
		С	НД	2,10	1,6	3,36	30	63	1,35	0,1	0,00	1,10	315			
			ПЛ	7,20	10,2	73,44	30	14	0,32	0	0,00	1,00	331			
													2332	0	2332	2566
169	Комната ожидания	С	НС1	5,6	4,6	25,76	20	53	0,37	0,1	0	1,10	555			
		С	ОК1	2,5	1,5	3,75	20	53	3,23	0,1	0	1,10	705			
			ПЛ	5,6	3,54	19,82	20	4	0,32	0	0	1,00	26» [28]			

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

													1286	0	1286	1414
54	Раздевалка		ПЛ	6	3	18	20	4	0,32	0	0	1,00	23			
													23	0	23	25
173	Пом. Медсестры и инструктора	С	НС1	5,6	4,6	25,76	20	53	0,37	0,1	0	1,10	555			
		С	ОК1	2,5	1,5	3,75	20	53	3,23	0,1	0	1,10	705			
			ПЛ		5,6	3,54	19,82	20	4	0,32	0	0	1,00	26		
													1286	0	1286	1414
Этаж 2																
203	Зал ОФП	В	НС1	35,7	4,8	135,18	17	50	0,37	0,1	0,05	1,15	2872			
		В	ОК1	0,92	2,00	27,60	17	50	3,23	0,1	0,05	1,15	5119			
		В	ОК1	1,43	2,00	8,58	17	50	3,23	0,1	0,05	1,15	1591			
		Ю	НС2	7,00	4,80	25,60	17	50	0,37	0	0,05	1,05	497			
		Ю	ОК1	1,00	2,00	8,00	17	50	3,23	0	0,05	1,05	1355			
				ПТ	5,6	3,54	19,82	17	50	0,32	0	0	1,00	319		
													11753	0	11753	12928
204	Кабинет остеопатии	С	НС1	12,5	4,8	48,96	20	53	0,37	0,1	0,05	1,15	1102			
		С	ОК1	0,92	2,00	11,04	20	53	3,23	0,1	0,05	1,15	2171			
		Ю	НС2	6	4,8	23,28	20	53	0,37	0	0,05	1,05	479			
		Ю	ОК2	0,92	2,00	5,52	20	53	3,23	0	0,05	1,05	991			
				ПТ	5,6	3,54	19,82	20	53	0,32	0	0,05	1,05	355		
													5098	0	5098	5608
206	Пом. Тренера		ПТ	4,2	3,8	15,96	20	4	0,32	0	0	1,00	21			
														21	0	21

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

208;215;220 223;228;231; 237	С/у		ПТ	6	3	18	19	3	0,32	0	0	1,00	17			
													17	0	17	19
209	МЗГП	Ю	НС1	8,5	4,6	39,10	19	52	0,37	0,1	0,00	1,10	826			
		Ю	ОК1	1,8	1,5	8,10	19	52	3,23	0,1	0,00	1,10	1495			
			ПТ	7,20	10,2	73,44	19	3	0,32	0	0,00	1,00	71			
													2392	0	2392	2631
210	Пом.тренера	Ю	НС1	3	4,6	13,80	20	53	0,37	0	0,00	1,00	270			
		Ю	ОК1	1,3	1,5	5,85	20	53	3,23	0	0,00	1,00	1000			
			ПТ	3,00	3,5	10,50	20	4	0,32	0	0,00	1,00	14			
													1284	0	1284	1412
212	Раздевальная мужская		ПТ	8	7	56	20	4	0,32	0	0	1,00	72			
													72	0	72	79
213;214;225; 229;232	Душевая		ПТ	6	4,8	28,8	24	8	0,32	0	0	1,00	74			
													74	0	74	82
216;219;221	Санузел, душевая для мгн		ПТ	5	3	15	24	8	0,32	0	0	1,00	39			
													39	0	39	42
212	Раздевальная мужская		ПТ	5	11,4	57	20	4	0,32	0	0	1,00	73			
													73	0	73	81
222	Помещение персонала		ПТ	5	4	20	20	4	0,32	0	0	1,00	26			
													26	0	26	28
226	Зал СФП	3	НС1	12,3	4,8	51,84	17	50	0,37	0,05	0,05	1,10	1053			
		3	ОК1	1,20	2,00	7,20	17	50	3,23	0,05	0,05	1,10	1277			

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

		С	НС2	12,20	4,80	51,36	17	50	0,37	0,1	0,05	1,15	1091			
		С	ОК1	1,20	2,00	7,20	17	50	3,23	0,1	0,05	1,15	1335			
			ПТ	12	11,9	142,80	17	50	0,32	0	0	1,00	2298			
													7056	0	7056	7761
227	Раздевальная мужская		ПТ	4	4	16	20	4	0,32	0	0	1,00	21			
													21	0	21	23
230	Раздевальная женская		ПТ	3	5	15	20	4	0,32	0	0	1,00	19			
													19	0	19	21
233	Куи		ПТ	2	3,6	7,2	18	2	0,32	0	0	1,00	5			
													5	0	5	5
224	Инвентарная	С	НС1	2,6	4,8	10,08	18	51	0,37	0,1	0,00	1,10	209			
		С	ОК1	1,20	2,0	2,40	18	51	3,23	0,1	0,00	1,10	434			
			ПТ	3,00	2,4	7,20	18	2	0,32	0	0,00	1,00	5			
													648	0	648	713
235	Помещение тренера	С	НС1	3,3	4,8	13,44	20	53	0,37	0,1	0,00	1,10	289			
		С	ОК1	1,20	2,0	2,40	20	53	3,23	0,1	0,00	1,10	451			
			ПТ	3,00	3,2	9,60	20	4	0,32	0	0,00	1,00	12			
													753	0	753	829
236	Коридор		ПТ	2	7	14	18	2	0,32	0	0	1,00	9			
													9	0	9	10
238	ПО переговорная		ПТ	3	7	21	18	2	0,32	0	0	1,00	14			
													14	0	14	15

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
													13	0	13	14
241	Кабинет врача	С	НС1	3,3	4,8	13,44	20	53	0,37	0,1	0,00	1,10	289			
		С	ОК1	1,20	2,0	2,40	20	53	3,23	0,1	0,00	1,10	451			
			ПТ	3,00	6	18,00	20	4	0,32	0	0,00	1,00	23			
													764	0	764	840
242	Администрация	С	НС1	3,3	4,8	13,44	20	53	0,37	0,1	0,00	1,10	289			
		С	ОК1	1,20	2,0	2,40	20	53	3,23	0,1	0,00	1,10	451			
			ПТ	3,00	3,2	9,60	20	4	0,32	0	0,00	1,00	12			
													753	0	753	829
243	Холл	С	НС1	3,2	4,8	12,96	20	53	0,37	0,1	0,00	1,10	279			
		С	ОК1	1,20	2,0	2,40	20	53	3,23	0,1	0,00	1,10	451			
			ПТ	8,00	5,2	41,60	20	4	0,32	0	0,00	1,00	54			
													784	0	784	862
244	Зона ожидания для МГН	С	НС1	2,6	4,8	10,08	20	53	0,37	0,1	0,00	1,10	217			
		С	ОК1	1,20	2,0	2,40	20	53	3,23	0,1	0,00	1,10	451			
			ПТ	3,00	7	21,00	20	4	0,32	0	0,00	1,00	27			
													696	0	696	765
													Итого 1 этаж:52582			
													Итого 2 этаж:61602			
													Всего:114184			

Приложение Б
Теплопоступления

Таблица Б.1 – Теплопоступления от солнечной радиации

Зал бассейна №136																
«Часы суток»																
	4-5	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	19-20
	3															
$q_{вп}$									105	283	461	579	621	594	482	258
$q_{вр}$	17	41	58	65	74	76	79	85	91	102	121	155	165	156	101	36
F_0	26,25															
k_1	0,68															
k_2	0,95															
k_a	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$\beta_{сз}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$Q_{ср}$	288	695	984	1102	1255	1289	1340	1441	3324	6529	9869	12447	13329	12718	9886	4986
Зал бассейна №159																
«Часы суток»																
	4-5	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	19-20
	С															
$q_{вп}$	136	159	64											64	159	136
$q_{вр}$	26	76	90	87	83	78	77	74	74	77	78	83	87	90	76	26
F_0	7,5															
k_1	0,68															
k_2	0,95															
k_a	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$\beta_{сз}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$Q_{ср}$	785	1139	746	422	402	378	373	359	359	373	378	402	422	746	1139	785

Продолжение приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

Зал бассейна №167																
«Часы суток»																
	4-5	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	19-20
	С															
$q_{вп}$	136	159	64											64	159	136
$q_{вр}$	26	76	90	87	83	78	77	74	74	77	78	83	87	90	76	26
F_0	7,5															
k_1	0,68															
k_2	0,95															
k_a	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$\beta_{сз}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$Q_{ср}$	785	1139	746	422	402	378	373	359	359	373	378	402	422	746	1139	785
Зал ОФП №203																
«Часы суток»																
	4-5	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	19-20
	Ю															
$q_{вп}$				83	207	327	428	479	479	428	327	207	83			
$q_{вр}$	16	46	78	101	114	120	122	124	124	122	120	114	101	78	46	16
F_0	6,4															
k_1	0,68															
k_2	0,95															
k_a	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$\beta_{сз}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$Q_{ср}$	66	190	322	761	1327	1848	2274	2493	2493	2274	1848	1327	761	322	190	66
	В															
$q_{вп}$	258	482	594	621	579	461	283	105								

Продолжение приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

$q_{вр}$	36	101	156	165	155	121	102	91	85	79	76	74	65	58	41	17
F_0	20															
k_1	0,68															
k_2	0,95															
k_a	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$\beta_{сз}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$Q_{ср}$	3798	7532	18082	18949	17696	14031	9282	4725	2049	1905	1832	1784	1567	1398	988	410
$Q_{общ}$	3865	7723	18404	19710	19023	15879	11556	7218	4542	4179	3680	3111	2328	1721	1179	476

Продолжение приложения Б

Таблица Б.2 – Теплопоступления от системы отопления

Номер помещения	Наименование помещения	Теплопоступления от систем отопления $Q_{с.о.}$, Вт
1	2	3
109	Пост охраны	739
111	ЛК	884
112	ЛК	662
113	шахматный клуб	13626
114	Комната отдыха	19
116	Игровая комната	110
117	Буфет	2256
118	Кухня-догоготовочная	801
120	Администратор	1432
121	Комната персонала	16
122	Кладовая	202
123	Кладовая сухих продуктов	140
136	бассейн оздоровительный	11167
137	Раздевалка мужская	61
138, 142, 144, 148	С/у	9
139, 140, 145, 146, 147	Душевая	96
143	Раздевалка женская	122
151	Каб. медсестры	646
152, 154, 156	Душевая	18
153	Пом. Тренера. жен	646
155	Пом. Тренера. муж	13
159	бассейн детский	3170
160	Раздевалка мужская	40
161, 164, 171	Душевая	53
167	Бассейн купальный	1822
169	Комната ожидания	866
170	Раздевалка	7
173	Помещение медсестры и инструктора	920
203	Зал ОФП	18646
204	Кабинет остеопатии	5152
205	Инвентарная	231
206		266
208, 215, 220, 223, 228, 231, 237	Пом. Тренера	294
209	С/у	3531
210	Помещение для йоги	1318
211	Пом. тренера	148
212	Инвентарная	1004
222	Раздевальная мужская	333
226	Помещение персонала	5152
230	СФП	269

Продолжение приложения Б

Продолжение таблицы Б.2

233	Раздевальная женская	116
234	Куи	694
235	Инвентарная	827
236	Помещение тренера	225
240	Коридор	313
241	Ресепшн	967
242	Кабинет врача	827
243	Холл	1351
244	Зона ожидания для МГН	952
302	Венткамера	2169
303	Венткамера	2822
304	Венткамера	3279

Приложение В
Гидравлический расчёт

Таблица В.1 – Гидравлический расчёт системы отопления

Номер участка	Q , Вт	G , кг/ч	l , м	D_y , мм	w , м/с	R , Па/м	Rl , Па	$\sum \zeta$	Z , Па	$R_{дин}$, Па	$Rl + Z$, Па	Примечание
1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	14
Основное циркуляционное кольцо $\Delta P_p = 34568 \text{ Па}$												
1	120455	4391	15,0	50	0,561	88	1320	2,3	348	154	1668	отвод 90
2	114184	4163	6,4	50	0,54	80	512	2	280	143	792	крествина на пр.
3	61602	2246	13,4	50	0,291	25	335	3	122	41,19	457	тройник на отв.
4	50474	1840	2,0	32	0,518	120	240	2,5	322	131,37	562	внезапное сужение, шаровый кран
5	49555	1807	3,0	32	0,505	119	357	0,5	61	127,52	418	тройник на пр.
6	48481	1767	3,0	32	0,491	117	351	0,5	58	117,71	409	тройник на пр.
7	47562	1734	3,0	32	0,480	115	345	1,45	161	112,81	506	тройник на пр.
8	46061	1679	4,3	32	0,474	112	486	1	108	108,89	594	тройник на пр.отвод 90,
9	42925	1565	1,1	32	0,433	93	102	0,5	45	91,2	147	тройник на пр
10	42528	1550	2,9	32	0,428	89	255	0,5	44	91,2	299	тройник на пр.
11	41892	1527	2,9	32	0,422	85	244	0,5	43	86,3	287	тройник на пр.
12	41256	1504	3,0	32	0,416	83	249	0,5	42	86,3	291	тройник на пр.
13	40619	1481	3,0	32	0,409	81	243	0,5	40	82,37	283	тройник на пр.
14	39983	1458	3,0	32	0,403	78	234	0,5	39	78,45	273	тройник на пр.
15	39347	1434	3,0	32	0,397	76	228	0,5	38	74,53	266	тройник на пр.
16	38711	1411	4,1	32	0,391	74	300	1,5	110	74,53	410	тройник на пр., Отвод
17	38075	1388	3,0	32	0,377	72	216	0,5	34	70,61	250	тройник на пр.
18	37439	1365	3,0	32	0,384	70	210	0,5	35	70,61	245	тройник на пр.
19	36803	1342	3,0	32	0,372	68	204	0,5	33	67,67	237	тройник на пр.
20	35861	1307	3,0	32	0,362	67	201	0,5	31	63,74	232	тройник на пр.

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	14
21	34919	1273	3,0	32	0,352	65	195	0,5	30	59,82	225	тройник на пр.
22	33978	1239	3,0	32	0,343	62	186	0,5	28	56,88	214	тройник на пр.
23	33036	1204	3,0	32	0,333	60	180	0,5	27	53,93	207	тройник на пр.
24	32094	1170	3,0	32	0,323	58	174	0,5	25	49,99	199	тройник на пр.
25	31152	1136	3,0	32	0,314	56	168	0,5	24	47,08	192	тройник на пр.
26	30211	1101	3,0	32	0,304	55	165	0,5	22	44,13	187	тройник на пр.
27	29269	1067	3,0	32	0,295	53	159	0,5	21	44,13	180	тройник на пр.
28	28327	1033	3,0	32	0,286	51	153	0,5	20	41,19	173	тройник на пр.
29	27385	998	3,0	32	0,276	45	135	0,5	18	38,25	153	тройник на пр.
30	26444	964	3,0	32	0,267	40	120	0,5	17	36,29	137	тройник на пр.
31	25502	930	3,0	32	0,257	38	114	0,5	16	33,34	130	тройник на пр.
32	24560	895	3,0	32	0,248	36	108	0,5	15	30,44	123	тройник на пр.
33	23618	861	3,0	25	0,417	127	381	0,5	42	86,3	423	тройник на пр.
34	22677	827	3,0	25	0,401	125	375	0,5	39	78,45	414	тройник на пр.
35	21735	792	3,0	25	0,384	122	366	0,5	35	70,61	401	тройник на пр.
36	20793	758	5,8	25	0,369	100	576	1	65	67,67	641	тройник на пр.отвод 90
37	19851	724	3,2	25	0,350	97	310	0,5	29	59,82	340	тройник на пр.
38	18910	689	3,2	25	0,333	90	288	0,5	27	53,93	315	тройник на пр.
39	17968	655	3,2	25	0,318	85	272	0,5	24	49,99	296	тройник на пр.
40	17026	621	3,2	25	0,301	79	253	0,5	22	44,13	275	тройник на пр.
41	16497	601	3,2	25	0,291	75	240	0,5	20	41,19	260	тройник на пр.
42	15969	582	3,0	25	0,283	65	195	0,5	19	38,25	214	тройник на пр.
43	13559	494	0,6	25	0,239	50	30	0,5	14	28,44	44	тройник на пр.
44	13028	475	5,5	20	0,370	122	671	1,5	99	67,67	770	отвод 90=2шт,тройник на пр.
45	11564	422	3,5	20	0,328	116	406	0,5	26	53,9	432	тройник на пр.,
46	10256	374	3,5	20	0,289	79	277	0,5	20	38,25	297	тройник на пр.,

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	14
47	7640	279	4,7	20	0,220	48	226	0,5	12	23,53	237	тройник на пр.,
47"	7640	279	5,2	20	0,220	48	250	0,5	12	23,53	261	тройник на пр.,
46"	10256	374	3,5	20	0,289	79	277	0,5	20	38	297	тройник на пр.,
45"	11564	422	3,5	20	0,328	116	406	0,5	26	54	432	тройник на пр.,
44"	13028	475	5,5	20	0,370	122	671	1,5	99	68	770	отвод 90=2шт,тройник на пр.
43"	13559	494	0,6	25	0,239	50	30	0,5	14	28	44	тройник на пр.
42"	15969	582	3,0	25	0,283	65	195	0,5	19	38	214	тройник на пр.
41"	16497	601	3,2	25	0,291	75	240	0,5	20	41	260	тройник на пр.
40"	17026	621	3,2	25	0,301	79	253	0,5	22	44	275	тройник на пр.
39"	17968	655	3,2	25	0,318	85	272	0,5	24	50	296	тройник на пр.
38"	18910	689	3,2	25	0,333	90	288	0,5	27	54	315	тройник на пр.
37"	19851	724	3,2	25	0,350	97	310	0,5	29	60	340	тройник на пр.
36"	20793	758	5,8	25	0,369	100	576	1	65	68	641	тройник на пр.отвод 90,
35"	21735	792	3,0	25	0,384	122	366	0,5	35	71	401	тройник на пр.
34"	22677	827	3,0	25	0,401	125	375	0,5	39	78	414	тройник на пр.
33"	23618	861	3,0	32	0,417	127	381	0,5	42	86	423	тройник на пр.
32"	24560	895	3,0	32	0,248	36	108	0,5	15	30	123	тройник на пр.
31"	25502	930	3,0	32	0,3	38	114	0,5	16	33	130	тройник на пр.
30"	26444	964	3,0	32	0,267	40	120	0,5	17	36	137	тройник на пр.
29"	27385	998	3,0	32	0,276	45	135	0,5	18	38	153	тройник на пр.
28"	28327	1033	3,0	32	0,286	51	153	0,5	20	41	173	тройник на пр.
27"	29269	1067	3,0	32	0,295	53	159	0,5	21	44	180	тройник на пр.
26"	30211	1101	3,0	32	0,304	55	165	0,5	22	44	187	тройник на пр.
25"	31152	1136	3,0	32	0,314	56	168	0,5	24	47	192	тройник на пр.

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	14
24"	32094	1170	3,0	32	0,323	58	174	0,5	25	50	199	тройник на пр.
23"	33036	1204	3,0	32	0,333	60	180	0,5	27	54	207	тройник на пр.
22"	33978	1239	3,0	32	0,343	62	186	0,5	28	57	214	тройник на пр.
21"	34919	1273	3,0	32	0,352	65	195	0,5	30	60	225	тройник на пр.
20"	35861	1307	3,0	32	0,362	67	201	0,5	31	64	232	тройник на пр.
19"	36803	1342	3,0	32	0,372	68	204	0,5	33	68	237	тройник на пр.
18"	37439	1365	3,0	32	0,384	70	210	0,5	35	71	245	тройник на пр.
17"	38075	1388	3,0	32	0,377	72	216	0,5	34	71	250	тройник на пр.
16"	38711	1411	4,1	32	0,391	74	300	1,5	110	75	410	тройник на пр., Отвод
15"	39347	1434	3,0	32	0,397	76	228	0,5	38	75	266	тройник на пр
14"	39983	1458	3,0	32	0,403	78	234	0,5	39	78	273	тройник на пр.
13"	40619	1481	3,0	32	0,409	81	243	0,5	40	82	283	тройник на пр.
12"	41256	1504	3,0	32	0,416	83	249	0,5	42	86	291	тройник на пр.
11"	41892	1527	2,9	32	0,422	85	244	0,5	43	86	287	тройник на пр.
10"	42528	1550	2,9	32	0,428	89	255	0,5	44	91	299	тройник на пр.
9"	42925	1565	1,1	32	0,433	93	102	0,5	45	91	147	тройник на пр.
8"	46061	1679	4,3	32	0,474	112	486	1	108	109	594	тройник на пр.отвод 90,
7"	47562	1734	3,0	32	0,480	115	345	1,45	161	113	506	тройник на пр.
6"	48481	1767	3,0	32	0,491	117	351	0,5	58	118	409	тройник на пр.
5"	49555	1807	3,0	32	0,505	119	357	0,5	61	128	418	тройник на пр.
4"	50474	1840	2,0	32	0,518	120	240	2,5	322	131	562	внезапное сужение, шаровый кран
3"	61602	2246	13,4	50	0,291	25	335	3,0	122	41	457	тройник на отв.
2"	114184	4163	6,4	50	0,54	80	512	2,0	280	143	792	крествина на пр.
1"	120455	4391	15,0	50	0,561	88	1320	2,3	348	154	1668	отвод 90
			118,47							∑	32234	
Невязка: $(34568-32234)/34568 \cdot 100 = 6,75\%$ допустимо												

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	14
Второе циркуляционное кольцо												
48	11128	406	4,2	20	0,312	91	382	2	94	47,08	476	кран шаровый, переход
49	10357	378	3,2	20	0,294	85	272	1	42	41,19	314	тройник на пр.,
50	9398	343	3,1	20	0,271	78	242	1	35	36,29	277	тройник на пр.,
51	8439	308	3,0	20	0,250	55	165	1	30	30,44	195	тройник на пр.,
52	7479	273	5,7	20	0,212	32	181	2,5	54	21,57	235	тройник на пр., отвод
53	6520	238	3,0	20	0,183	33	99	1	16	15,89	115	тройник на пр.,
54	5561	203	3,0	20	0,157	25	75	1	12	12,56	87	тройник на пр.,
55	4602	168	3,0	20	0,135	19	57	1	9	9,61	66	тройник на пр.,
56	3643	133	12,0	20	0,120	9	108	5,5	38	7,06	146	тройник на пр., отвод 3 шт
57	1822	66	4,3	20	0,100	7	30	4	19	4,9	49	тройник на пр., отвод 2 шт
57"	1822	66	4,3	20	0,100	7	30	4	19	4,9	49	кран шаровый, переход
56"	3643	133	12,0	20	0,120	9	108	5,5	38	7,06	146	тройник на пр.,
55"	4602	168	3,0	20	0,135	19	57	1	9	9,61	66	тройник на пр.,
54"	5561	203	3,0	20	0,157	25	75	1	12	12,56	87	тройник на пр.,
53"	6520	238	3,0	20	0,183	33	99	1	16	15,89	115	тройник на пр., отвод
52"	7479	273	5,7	20	0,212	32	181	2,5	54	21,57	235	тройник на пр.
51"	8439	308	3,0	20	0,250	55	165	1	30	30,44	195	тройник на пр.
50"	9398	343	3,1	20	0,271	78	242	1	35	36,29	277	тройник на пр.
49"	10357	378	3,2	20	0,294	85	272	1	42	41,19	314	тройник на пр.
48"	11128	406	4,2	20	0,312	91	382	2	94	47,08	476	тройник на пр.
										∑	3919	

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	14
Третье циркуляционное кольцо												
58	2410	88	13,2	20	0,068	4	52,8	7	16	1,77	68	тройник на отв. Тройник на проход, 3 отвода
59	1205	44	4,3	20	0,034	1,4	6,02	4	2	0,45	8	тройник на пр, отвод 2 шт
59"	1205	44	4,3	20	0,034	1,4	6,02	4	2	0,45	8	тройник на отв. Тройник на проход, 3 отвода
58"	2410	88	13,2	20	0,068	4	52,8	7	16	1,77	68	тройник на пр, отвод 2 шт
										Σ	153	
Четвертое циркуляционное кольцо												
60	3136	114	13,4	20	0,09	8	107	6	23	4,02	131	тройник на отв, отвод 3 шт, тройник на пр,
61	1568	57	4,3	20	0,05	2,4	10	4	5	1,23	15	тройник на проход, отвод 2 шт.
61"	1568	57	4,3	20	0,05	2,4	10	4	5	1,23	15	тройник на проход, отвод 2 шт.
60"	3136	114	13,4	20	0,09	8	107	6	23	4,02	131	тройник на проход, отвод 2 шт.
										Σ	292	
Пятое циркуляционное кольцо												
62	24482	893	3,4	40	0,184	14	47,6	2	33	15,89	80	кран шаровый
63	23206	846	3,3	40	0,18	12	39,6	1	16	15,89	55	тройник на пр.
64	21931	800	3,1	32	0,23	28	86,8	1	25	26,48	112	тройник на пр.
65	21191	773	3,0	32	0,215	25	75	1	22	23,53	97	тройник на пр.

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	14
66	20452	746	8,2	32	0,21	23	188,6	2,5	53	21,57	242	тройник на пр. отвод
67	19712	719	3,0	32	0,195	20	60	1	18	17,75	78	тройник на пр.
68	18973	692	3,0	32	0,19	19	57	1	17	17,7	74	тройник на пр.
69	18233	665	5,4	25	0,308	70	378	1	46	47,08	424	тройник на пр.
70	17116	624	3,3	25	0,3	68	224,4	1	43	44,13	268	тройник на пр.
71	16000	583	3,3	25	0,28	65	214,5	1	38	38,25	252	тройник на пр.
72	14883	543	3,3	25	0,267	48	158,4	1	34	36,29	193	тройник на пр.
73	13766	502	3,3	25	0,236	46	151,8	1	27	28,44	179	тройник на пр.
74	12650	461	3,3	25	0,226	40	132	1	25	26,48	157	тройник на пр.
75	11533	420	3,3	25	0,202	32	105,6	1	20	19,61	125	тройник на пр.
76	10416	380	3,3	20	0,291	80	264	1	41	41,19	305	тройник на пр.
77	9300	339	3,3	20	0,271	70	231	1	35	38,25	266	тройник на пр.
78	8183	298	3,3	20	0,230	50	165	1	25	26,48	190	тройник на пр.
79	7066	258	3,3	20	0,195	38	125,4	1	18	19,61	144	тройник на пр.
80	5950	217	3,0	20	0,171	30	90	2,5	35	14,4	125	тройник на пр. отвод
81	4833	176	3,0	20	0,135	20	60	1	9	9,61	69	тройник на пр.
82	3716	135	3,0	20	0,26	18	54	1	32	33,34	86	тройник на пр.
83	2600	95	3,0	20	0,073	5	15	1	3	2,45	18	тройник на пр.
84	1695	62	3,0	20	0,05	2,8	8,4	1	1	1,23	10	тройник на пр.
85	1670	61	3,0	20	0,05	2,8	8,4	1	1	1,23	10	тройник на пр.
86	1644	60	3,0	20	0,05	2,8	8,4	1	1	1,23	10	тройник на пр.
87	740	27	3,3	20	0,05	2,8	9,24	2,5	3	1,23	12	тройник на пр. отвод
87"	740	27	3,3	20	0,05	2,8	9,24	2,5	3	1,23	12	
86"	1644	60	3,0	20	0,05	2,8	8,4	1	1	1,23	10	тройник на пр.
85"	1670	61	3,0	20	0,05	2,8	8,4	1	1	1,23	10	тройник на пр.
84"	1695	62	3,0	20	0,05	2,8	8,4	1	1	1,23	10	тройник на пр.

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	14
83"	2600	95	3,0	20	0,073	5	15	1	3	2,45	18	тройник на пр. отвод
82"	3716	135	3,0	20	0,26	18	54	1	32	33,34	86	тройник на пр.
81"	4833	176	3,0	20	0,135	20	60	1	9	9,61	69	тройник на пр.
80"	5950	217	3,0	20	0,171	30	90	2,5	35	14,4	125	тройник на пр.
79"	7066	258	3,3	20	0,195	38	125,4	1	18	19,61	144	тройник на пр. отвод
78"	8183	298	3,3	20	0,230	50	165	1	25	26,48	190	тройник на пр.
77"	9300	339	3,3	20	0,271	70	231	1	35	38,25	266	тройник на пр.
76"	10416	380	3,3	20	0,291	80	264	1	41	41,19	305	тройник на пр.
75"	11533	420	3,3	25	0,202	32	105,6	1	20	19,61	125	тройник на пр. отвод
74"	12650	461	3,3	25	0,226	40	132	1	25	26,48	157	тройник на пр.
73"	13766	502	3,3	25	0,236	46	151,8	1	27	28,44	179	тройник на пр.
72"	14883	543	3,3	25	0,267	48	158,4	1	34	36,29	193	тройник на пр.
71"	16000	583	3,3	25	0,267	65	214,5	1	34	38,25	249	тройник на пр. отвод
70"	17116	624	3,3	25	0,3	68	224,4	1	43	44,13	268	тройник на пр.
69"	18233	665	5,4	25	0,308	70	378	1	46	47,08	424	тройник на пр.
68"	18973	692	3,0	32	0,19	19	57	1	17	17,7	74	тройник на пр.
67"	19712	719	3,0	32	0,195	20	60	1	18	17,75	78	тройник на пр. отвод
66"	20452	746	8,2	32	0,21	23	188,6	2,5	53	21,57	242	тройник на пр.
65"	21191	773	3,0	32	0,215	25	75	1	22	23,53	97	тройник на пр.
64"	21931	800	3,1	32	0,23	28	86,8	1	25	26,48	112	тройник на пр.
63"	23206	846	3,3	40	0,18	12	39,6	1	16	15,89	55	тройник на пр. отвод
62"	24482	893	3,4	40	0,184	14	47,6	2	33	15,89	80	тройник на пр.
											7155	кран шаровый

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	14
Шестое циркуляционное кольцо												
88	26422	963	2,0	32	0,267	36	72	2	69	36,29	141	кран шаровый
89	25778	940	2,9	32	0,26	32	92,8	1	32	33,34	125	тройник на пр.
90	25134	916	2,9	32	0,25	30	87	1	30	30,44	117	тройник на пр.
91	23921	872	11,2	32	0,24	28	313,04	10	277	28,44	590	тройник на пр. Отвод 6 шт
92	23524	858	9,9	32	0,233	26	258,18	10	261	26,48	519	тройник на пр. Отвод 6 шт
93	23282	849	3,0	32	0,233	26	78	1	26	26,48	104	тройник на пр.
94	23114	843	3,0	25	0,405	120	360	1	79	78,45	439	тройник на пр.
95	22255	811	3,5	25	0,39	115	402,5	2,5	183	82,37	585	тройник на пр. отвод
96	21395	780	3,0	25	0,375	100	300	1	68	74,53	368	тройник на пр.
97	20915	762	3,0	25	0,369	98	294	1	65	67,67	359	тройник на пр.
98	20434	745	3,0	25	0,352	95	285	1	60	59,82	345	тройник на пр.
99	19532	712	3,0	25	0,348	91	273	1	58	59,2	331	тройник на пр.
100	18630	679	3,0	25	0,328	80	240	1	52	53,93	292	тройник на пр.
101	17727	646	14,7	25	0,312	75	1104,75	13	608	47,08	1713	тройник на пр. Отвод 8 шт
102	16841	614	2,8	25	0,29	68	190,4	1	40	41,19	231	тройник на пр.
103	15354	560	2,8	25	0,278	62	173,6	1	37	38,25	211	тройник на пр.
104	13868	506	2,8	25	0,248	58	162,4	1	30	30,44	192	тройник на пр.
105	12381	451	2,8	25	0,22	46	128,8	1	23	23,53	152	тройник на пр.
106	10895	397	2,8	20	0,312	90	252	1	47	47,08	299	тройник на пр.
107	9408	343	2,8	20	0,271	70	196	1	35	36,29	231	тройник на пр.
108	7922	289	2,8	20	0,235	50	140	1	27	28,44	167	тройник на пр.
109	6435	235	8,1	20	0,183	32	259,2	2,5	40	15,89	299	тройник на пр. отвод
110	4949	180	3,6	20	0,142	20	72	1	10	9,61	82	тройник на пр.
111	3462	126	3,6	20	0,097	12	43,2	1	5	4,02	48	тройник на пр.
112	1976	72	3,6	20	0,058	3,2	11,52	1	2	1,77	13	тройник на пр.
113	489	18	3,8	20	0,028	1	3,8	2,5	1	0,2	5	тройник на пр. отвод
113"	489	18	3,8	20	0,028	1	3,8	2,5	1	0,2	5	тройник на пр.

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	14
112"	1976	72	3,6	20	0,058	3,2	11,52	1	2	1,77	13	тройник на пр.
111"	3462	126	3,6	20	0,097	12	43,2	1	5	4,02	48	тройник на пр. отвод
110"	4949	180	3,6	20	0,142	20	72	1	10	9,61	82	тройник на пр.
109"	6435	235	8,1	20	0,183	32	259,2	2,5	40	15,89	299	тройник на пр.
108"	7922	289	2,8	20	0,235	50	140	1	27	28,44	167	тройник на пр.
107"	9408	343	2,8	20	0,271	70	196	1	35	36,29	231	тройник на пр.
106"	10895	397	2,8	20	0,312	90	252	1	47	47,08	299	тройник на пр.
105"	12381	451	2,8	25	0,22	46	128,8	1	23	23,53	152	тройник на пр. Отвод 8 шт
104"	13868	506	2,8	25	0,248	58	162,4	1	30	30,44	192	тройник на пр.
103"	15354	560	2,8	25	0,278	62	173,6	1	37	38,25	211	тройник на пр.
102"	16841	614	2,8	25	0,29	68	190,4	1	40	41,19	231	тройник на пр. отвод
101"	17727	646	14,7	25	0,312	75	1102,5	13	608	53,93	1711	тройник на пр.
100"	18630	679	3,0	25	0,328	80	240	1	52	59,2	292	тройник на пр.
99"	19532	712	3,0	25	0,348	91	273	1	58	59,82	331	тройник на пр.
98"	20434	745	3,0	25	0,352	95	285	1	60	67,67	345	тройник на пр.
97"	20915	762	3,0	25	0,369	98	294	1	65	74,53	359	тройник на пр.
96"	21395	780	3,0	25	0,375	100	300	1	68	82,37	368	тройник на пр. Отвод 8 шт
95"	22255	811	3,5	25	0,39	115	402,5	2,5	183	78,45	585	тройник на пр.
94"	23114	843	3,0	25	0,405	120	360	1	79	26,48	439	тройник на пр.
93"	23282	849	3,0	32	0,233	26	78	1	26	26,48	104	тройник на пр. Отвод 8 шт
92"	23524	858	9,9	32	0,233	26	258,18	10	261	28,44	519	тройник на пр.
91"	23921	872	11,2	32	0,24	28	313,04	10	277	28,44	590	тройник на пр.
90"	25134	916	2,9	32	0,25	30	87	1	30	30,44	117	тройник на пр. Отвод 8 шт
89"	25778	940	2,9	32	0,26	32	92,8	1	32	33,34	125	тройник на пр.
88"	26422	963	2,0	32	0,267	36	72	2	69	36,29	141	тройник на пр.
										∑	15909	тройник на пр.

Седьмое циркуляционное кольцо

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	14
114	3136	114	13,0	20	0,088	8	104	5	19	3,14	123	кран шаровый,отвод 2 шт
115	2613	95	17,0	20	0,073	7	119	2,5	6	2,45	125	тройник на проход, отвод
116	2090	76	23,0	20	0,06	3,2	73,6	2,5	4	1,77	78	тройник на проход, отвод
117	1568	57	18,4	20	0,046	2,4	44,0496	4	4	0,8	48	тройник на проход, отвод 2шт
118	523	19	1,2	20	0,028	1	1,2	4	2	0,2	3	тройник на проход, отвод 2шт
119	1045	38	13,0	20	0,028	1	13	1	0	0,2	13	тройник на проход
120	523	19	5,0	20	0,028	1	5	4	2	0,2	7	тройник на проход, отвод 2 шт
120"	523	19	5,0	20	0,028	1	5	4	2	0,2	7	тройник на проход, отвод 2шт
119"	1045	38	13,0	20	0,028	1	13	1	0	0,2	13	тройник на проход, отвод 2шт
118"	523	19	1,2	20	0,028	1	1,2	4	2	0,2	3	тройник на проход
117"	1568	57	18,4	20	0,046	2,4	44,0496	4	4	0,8	48	тройник на проход, отвод 2 шт
116"	2090	76	23,0	20	0,06	3,2	73,6	2,5	4	1,77	78	тройник на проход, отвод 2шт
115"	2613	95	17,0	20	0,073	7	119	2,5	6	2,45	125	тройник на проход
114"	3136	114	13,0	20	0,088	8	104	5	19	3,14	123	тройник на проход, отвод 2 шт
										∑	793	
Восьмое циркуляционное кольцо												
121	3136	114	17,7	20	0,088	8	141,6	5	19	3,14	160	кран шаровый,отвод 2 шт
122	2613	95	16,9	20	0,073	7	118,3	2,5	6	2,45	125	тройник на проход, отвод

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	14
123	2090	76	15,0	20	0,06	3,2	48	2,5	4	1,77	52	тройник на проход, отвод
124	1568	57	15,0	20	0,046	2,4	36	4	4	0,8	40	тройник на проход, отвод 2шт
125	1045	38	16,0	20	0,03	1	16	4	2	0,45	18	тройник на проход, отвод
126	523	19	5,0	20	0,026	1	5	1	0	0,2	5	тройник на проход
126"	523	19	5,0	20	0,026	1	5	1	0	0,2	5	тройник на проход, отвод 2 шт
125"	1045	38	16,0	20	0,03	1	16	4	2	0,45	18	тройник на проход, отвод
124"	1568	57	15,0	20	0,046	2,4	36	4	4	0,8	40	тройник на проход
123"	2090	76	15,0	20	0,06	3,2	48	2,5	4	1,77	52	тройник на проход, отвод 2 шт
122"	2613	95	16,9	20	0,073	7	118,3	2,5	6	2,45	125	отвод 2 шт
121"	3136	114	17,7	20	0,088	8	141,6	5	19	3,14	160	отвод 2 шт
										Σ	801	

Продолжение приложения В

Таблица В.2 – Тепловой расчёт отопительных приборов

№ пом	Q_0 , Вт	$G_{пр}$, кг/ч	$t_{вх}$, °С	$t_{вых}$, °С	$\Delta t_{ср}$, °С	$q_{пр}$, Вт/м ²	$Q_{гр}$, Вт	$Q_{пр}$, Вт	$F_{пр}$, м ²	β_3	N,шт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
109	887	32,4	95	70	49,5	426,7	184,5	721,0	1,7	1,0	7
111	1061	38,7	95	70	49,5	436,0	184,5	895,0	2,1	1,0	8
112	794	29,0	95	70	49,5	421,1	184,5	628,0	1,5	1,0	6
113	16351	596,5	95	70	49,5	605,4	184,5	16185,0	26,7	1,0	113
114	23	0,8	95	70	49,5	275,3	184,5	70,0	0,3	1,2	1
116	132	4,8	95	70	49,5	339,5	184,5	-34,1	1,0	1,0	4
117	2707	98,8	95	70	49,5	487,9	184,5	2541,0	5,2	1,0	22
118	961	35,1	95	70	49,5	430,9	184,5	795,0	1,8	1,0	8
120	1719	62,7	95	70	49,5	462,0	184,5	1553,0	3,4	1,0	14
121	19	0,7	95	70	49,5	269,1	184,5	192,0	0,7	1,1	3
122	242	8,8	95	70	49,5	365,1	184,5	76,0	0,2	1,3	1
123	168	6,1	95	70	49,5	349,5	184,5	1,9	0,0	11,7	0
109	887	32,4	95	70	49,5	426,7	184,5	721,0	1,7	1,0	7
111	1061	38,7	95	70	49,5	436,0	184,5	895,0	2,1	1,0	8
112	794	29,0	95	70	49,5	421,1	184,5	628,0	1,5	1,0	6
113	16351	596,5	95	70	49,5	605,4	184,5	16185,0	26,7	1,0	113
114	23	0,8	95	70	49,5	275,3	184,5	70,0	0,3	1,2	1
116	132	4,8	95	70	49,5	339,5	184,5	-34,1	1,0	1,0	4
117	2707	98,8	95	70	49,5	487,9	184,5	2541,0	5,2	1,0	22
118	961	35,1	95	70	49,5	430,9	184,5	795,0	1,8	1,0	8
120	1719	62,7	95	70	49,5	462,0	184,5	1553,0	3,4	1,0	14
121	19	0,7	95	70	49,5	269,1	184,5	192,0	0,7	1,1	3

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
122	242	8,8	95	70	49,5	365,1	184,5	76,0	0,2	1,3	1
123	168	6,1	95	70	49,5	349,5	184,5	1,9	0,0	11,7	0
136	15633	570,3	95	70	49,5	602,1	184,5	15467,0	25,7	1,0	108
137	86	3,1	95	70	49,5	322,5	184,5	3,6	0,0	6,3	0
138	3	0,1	95	70	49,5	215,6	184,5	86,0	0,4	1,1	1
139	27	1,0	95	70	49,5	280,7	184,5	62,0	0,2	1,2	1
140	27	1,0	95	70	49,5	280,7	184,5	62,0	0,2	1,2	1
142	3	0,1	95	70	49,5	215,6	184,5	86,0	0,4	1,1	1
143	171	6,2	95	70	49,5	350,2	184,5	4,9	0,0	5,2	0
144	3	0,1	95	70	49,5	215,6	184,5	86,0	0,4	1,1	1
145	3	0,1	95	70	49,5	215,6	184,5	86,5	0,4	1,1	1
146	3	0,1	95	70	49,5	215,6	184,5	86,5	0,4	1,1	1
147	3	0,1	95	70	49,5	215,6	184,5	86,0	0,4	1,1	1
148	27	1,0	95	70	49,5	280,7	184,5	86,0	0,3	1,2	1
151	905	33,0	95	70	49,5	427,8	184,5	739,0	1,7	1,0	7
152	8	0,3	95	70	49,5	242,5	184,5	81,0	0,3	1,1	1
154	8	0,3	95	70	49,5	242,5	184,5	82,0	0,3	1,1	1
155	18	0,7	95	70	49,5	267,3	184,5	190,0	0,7	1,1	3
156	8	0,3	95	70	49,5	242,5	184,5	200,0	0,8	1,0	3
159	4437	161,9	95	70	49,5	517,7	184,5	4271,0	8,3	1,0	35
160	56	2,0	95	70	49,5	306,3	184,5	150,0	0,5	1,1	2
161	25	0,9	95	70	49,5	278,1	184,5	183,0	0,7	1,1	3
164	25	0,9	95	70	49,5	278,1	184,5	183,0	0,7	1,1	3
167	2551	93,1	95	70	49,5	484,4	184,5	2385,0	4,9	1,0	21
169	1213	44,3	95	70	49,5	443,1	184,5	1047,0	2,4	1,0	10
170	10	0,4	95	70	49,5	249,1	184,5	198,0	0,8	1,0	3
171	24	0,9	95	70	49,5	276,7	184,5	184,0	0,7	1,1	3
173	1288	47,0	95	70	49,5	446,3	184,5	1122,0	2,5	1,0	10

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
203	20718	755,9	95	70	49,5	622,8	184,5	20552,0	33,0	1,0	139
204	5725	208,9	95	70	49,5	533,8	184,5	5559,0	10,4	1,0	44
205	257	9,4	95	70	49,5	367,8	184,5	91,0	0,2	1,2	1
206	296	10,8	95	70	49,5	374,1	184,5	130,0	0,3	1,1	1
208	82	3,0	95	70	49,5	320,7	184,5	126,0	0,4	1,1	1
209	3924	143,2	95	70	49,5	510,1	184,5	3758,0	7,4	1,0	31
210	1465	53,4	95	70	49,5	453,2	184,5	1299,0	2,9	1,0	12
211	164	6,0	95	70	49,5	348,5	184,5	44,0	0,1	1,4	0
212	1116	40,7	95	70	49,5	438,7	184,5	950,0	2,2	1,0	9
215	82	3,0	95	70	49,5	320,7	184,5	126,0	0,4	1,1	1
220	82	3,0	95	70	49,5	320,7	184,5	126,0	0,4	1,1	1
222	371	13,5	95	70	49,5	384,4	184,5	205,0	0,5	1,1	2
223	82	3,0	95	70	49,5	320,7	184,5	126,0	0,4	1,1	1
226	6713	244,9	95	70	49,5	544,0	184,5	6547,0	12,0	1,0	51
229	115	4,2	95	70	49,5	334,0	184,5	93,0	0,3	1,2	1
230	299	10,9	95	70	49,5	374,5	184,5	133,0	0,4	1,1	1
233	128	4,7	95	70	49,5	338,3	184,5	80,0	0,2	1,2	1
234	772	28,2	95	70	49,5	419,7	184,5	606,0	1,4	1,0	6
235	919	33,5	95	70	49,5	428,6	184,5	753,0	1,8	1,0	7
236	250	9,1	95	70	49,5	366,6	184,5	84,0	0,2	1,2	1
240	348	12,7	95	70	49,5	381,4	184,5	182,0	0,5	1,1	2
241	1074	39,2	95	70	49,5	436,6	184,5	908,0	2,1	1,0	9
242	919	33,5	95	70	49,5	428,6	184,5	753,0	1,8	1,0	7
243	1501	54,8	95	70	49,5	454,5	184,5	1335,0	2,9	1,0	12
244	1058	38,6	95	70	49,5	435,9	184,5	892,0	2,0	1,0	8
302	2410	87,9	95	70	49,5	481,1	184,5	2244,0	4,7	1,0	19
303	3136	114,4	95	70	49,5	496,6	184,5	2970,0	6,0	1,0	25
304	3643	132,9	95	70	49,5	505,6	184,5	3477,0	6,9	1,0	29
109	887	32,4	95	70	49,5	426,7	184,5	721,0	1,7	1,0	7

Приложение Г

Построение процесса обработки воздуха

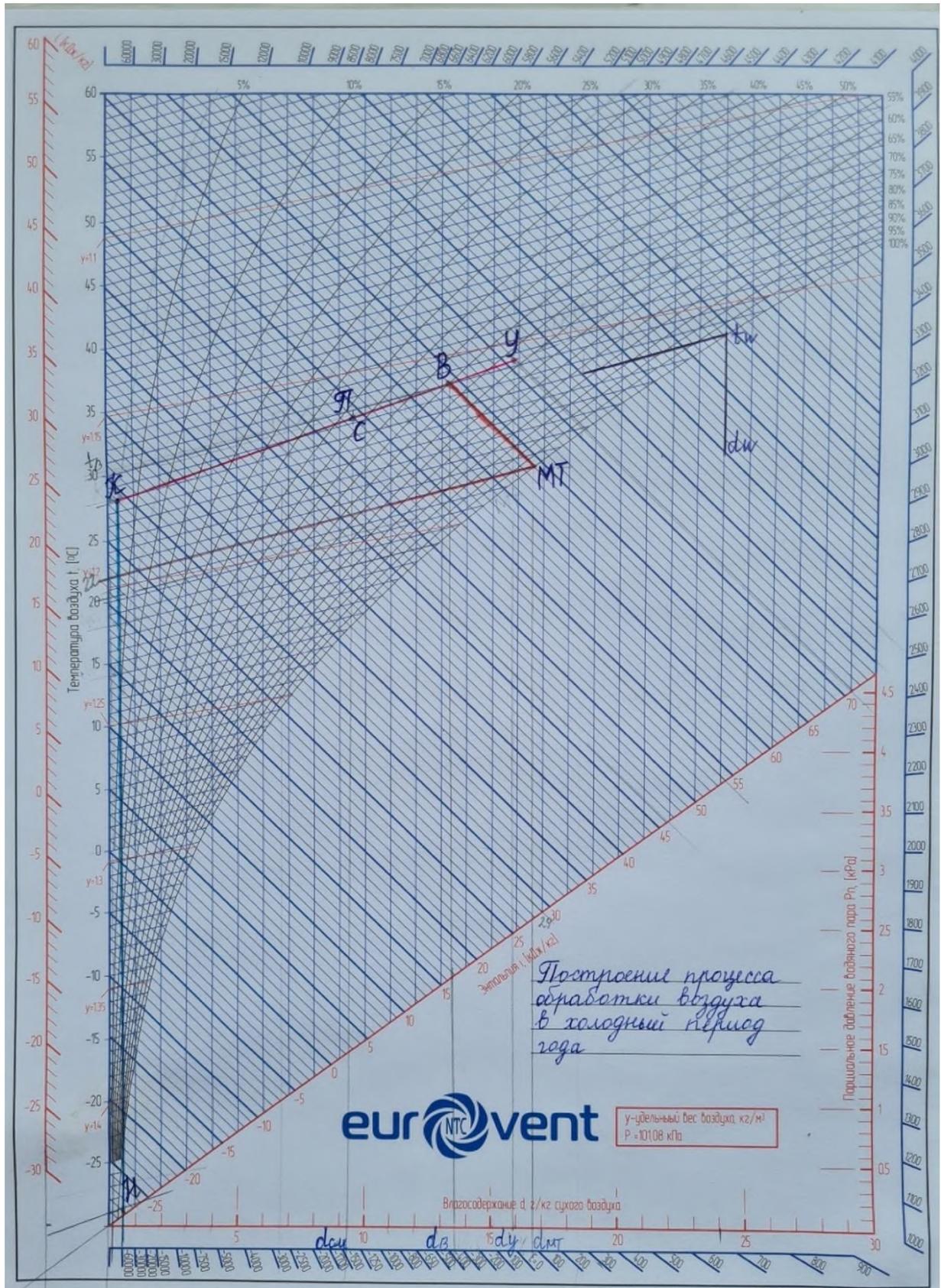


Рисунок Г.1 – Построение процесса обработки воздуха в холодный период года

Продолжение приложение Г

Таблица Г.2 – Аэродинамический расчёт механического притока П1

«Участок	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды				d _{экв} , мм	R, Па/м	Rl, Па	Σξ	P _{дин} , Па	Z, Па	Rl+Z, Па	Σ(Rl+Z), Па
			a, мм	b, м ²	f, м ²	V, м/с								
1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ПВ1 (П1)														
Магистраль														
1	461	3,2	250	250	0,06	2,05	250	0,41	1,31	1,20	2,53	3,04	4,35	7,38
2	922	3,2	400	300	0,12	2,13	343	0,22	0,70	0,70	2,74	1,92	2,63	10,01
3	1383	3,2	400	300	0,12	3,20	343	0,52	1,66	0,19	6,17	1,17	2,84	12,84
4	2305	5,2	400	600	0,24	2,67	480	0,21	1,09	0,20	4,29	0,86	1,95	14,79
5	2766	1,5	500	600	0,30	2,56	545	0,20	0,30	1,20	3,95	4,74	5,04	19,84
6	3227	2,5	500	600	0,30	2,99	545	0,23	0,58	0,22	5,38	1,18	1,76	21,59
7	3688	1,5	500	600	0,30	3,41	545	0,31	0,47	0,55	7,03	3,86	4,33	25,92
8	4149	1,5	500	600	0,30	3,84	545	0,45	0,68	1,20	8,89	10,67	11,35	37,27
9	4610	2,4	500	800	0,40	3,20	615	0,33	0,79	0,74	6,17	4,57	5,36	42,63
10	5071	1,5	500	800	0,40	3,52	615	0,36	0,54	0,11	7,47	0,82	1,36	43,99
11	5532	1,5	500	800	0,40	3,84	615	0,36	0,54	2,20	8,89	19,56	20,10	64,10
12	5993	2,4	600	800	0,48	3,47	686	0,24	0,58	0,32	7,25	2,32	2,90	66,99
13	6454	1,5	600	800	0,48	3,73	686	0,34	0,51	1,20	8,40	10,09	10,60	77,59
14	6915	1,5	600	800	0,48	4,00	686	0,38	0,57	0,25	9,65	2,41	2,98	80,57
15	7376	2,4	600	1000	0,60	3,41	750	0,40	0,96	0,30	7,03	2,11	3,07	83,64
16	7837	12,6	600	1000	0,60	3,63	750	0,44	5,54	0,20	7,93	1,59	7,13	90,77
17	10092	6,1	600	1000	0,60	4,67	750	0,68	4,15	0,22	13,15	2,89	7,04	97,81
АДН-К. 17шт	461	1,3	1200	200	0,24	0,53	343	0,10	0,13	1,00	0,17	0,17	0,30	98,11» [5]

Продолжение приложения Г

Продолжение таблицы Г.2

«1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ответвление 1														
18	139	1	250	200	0,05	0,77	222	0,11	0,11	0,70	0,36	0,25	0,36	0,36
19	278	1	250	200	0,05	1,54	222	0,24	0,24	0,80	1,43	1,15	1,39	1,75
20	416	1	250	200	0,05	2,31	222	0,50	0,50	1,60	3,22	5,16	5,66	7,40
21	555	20	250	200	0,05	3,08	222	0,91	18,38	0,30	5,73	1,72	20,10	27,50
АДН-К. 4шт	139	0,5	200	150	0,03	1,29	171	9,00	4,50	4,00	1,00	3,99	8,49	35,99
Ответвление 2														
22	243	1	200	250	0,05	1,35	222	0,22	0,22	0,70	1,09	0,77	0,99	0,99
23	485	1,5	200	250	0,05	2,69	222	0,70	1,05	0,60	4,37	2,62	3,67	4,66
24	728	1,7	300	300	0,09	2,25	300	0,30	0,51	1,20	3,04	3,65	4,16	8,82
25	970	1,7	300	300	0,09	2,99	300	0,48	0,82	1,20	5,40	6,48	7,30	16,11
26	1215	1,7	300	300	0,09	3,75	300	1,20	2,04	1,20	8,47	10,16	12,20	28,31
27	1457	1,6	400	300	0,12	3,37	343	1,44	2,30	0,40	6,85	2,74	5,05	33,36
28	1700	1,7	400	300	0,12	3,93	343	0,69	1,18	0,30	9,32	2,80	3,98	37,33
АДН-К. 7шт	243	0,5	400	200	0,08	0,84	267	0,14	0,07	1,30	0,43	0,56	0,63	37,96
Невязка уч,15-21: $((83,64-27,7)/83,64*100=67\%>15\%$ не допускается														
$\xi = (83,64-27,7)/5,73=9,8$; $d_d=77*177$ мм														
Невязка уч,15-28: $((83,64-37,33)/83,64*100=55\%>15\%$ не допускается														
$\xi = (83,64-37,3)/9,32=9,8$; $d_d=270*270$ мм														
ПВ1 (В1)														
1	817	1,8	400	600	0,24	0,95	480	0,04	0,08	0,20	0,54	0,11	0,19	0,29
2	1634	1,6	400	600	0,24	1,89	480	0,21	0,34	0,70	2,15	1,51	1,84	2,14
3	2451	3,3	400	600	0,24	2,84	480	0,32	1,06	0,22	4,85	1,07	2,12	4,26
4	3268	1,7	600	600	0,36	2,52	600	0,21	0,36	0,20	3,83	0,77	1,12	5,39
5	4085	1,6	600	600	0,36	3,15	600	0,22	0,35	1,20	5,99	7,18	7,54	12,92
6	4902	4,0	600	600	0,36	3,78	600	0,36	1,44	0,52	8,62	4,48	5,92	18,84» [5/

Продолжение приложения Г

Продолжение таблицы Г.2

«1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
7	5719	1,8	800	600	0,48	3,31	686	0,24	0,43	0,14	6,60	0,92	1,36	20,20
8	6536	1,6	800	600	0,48	3,78	686	0,30	0,48	1,20	8,62	10,34	10,82	31,02
9	7353	2,8	800	600	0,48	4,26	686	0,69	1,93	1,10	10,91	12,00	13,93	44,95
10	8170	1,8	1000	600	0,60	3,78	750	0,52	0,94	1,10	8,62	9,48	10,42	55,37
11	8987	1,6	1000	600	0,60	4,16	750	0,36	0,58	2,20	10,43	22,95	23,52	78,89
12	9804	10,25	1000	600	0,60	4,54	750	0,39	3,95	0,11	12,41	1,37	5,31	84,21
13	12296	17,3	1200	600	0,72	4,74	800	0,59	10,21	1,20	13,56	16,27	26,48	110,68
АДН-К. 12шт	817	0,5	400	400	0,16	1,42	400	0,12	0,06	2,20	1,21	2,67	2,73	113,41
Ответвление 1														
14	378	1,03	200	250	0,05	2,10	222	0,47	0,48	0,10	2,66	0,27	0,75	111,43
15	756	1,4	200	250	0,05	4,20	222	1,71	2,39	0,30	10,63	3,19	5,58	117,01
16	1134	1,8	400	250	0,10	3,15	308	1,20	2,16	0,20	5,98	1,20	3,36	120,37
17	1512	1,4	400	250	0,10	4,20	308	0,97	1,36	0,11	10,63	1,17	2,53	122,89
18	1890	1,6	400	350	0,14	3,75	373	0,60	0,96	0,10	8,47	0,85	1,81	124,70
19	2492	1,8	400	400	0,16	4,33	400	0,87	1,57	0,30	11,28	3,38	4,95	129,65
АДН-К. 6шт	378	0,5	350	200	0,07	1,50	255	0,50	0,25	2,30	1,36	3,12	3,37	133,02
Невязка уч.12-19: $((84,21-129,65)/84,21*100=-53,9\%>15\%$ не допускается														
$\xi = (84,21-129,65)/11,28 = -4,03$; $d_d = 273*274$ мм														
Ответвление 2														
20	120	1,7	150	150	0,02	1,48	150	0,36	0,61	0,01	1,32	0,01	0,63	125,33
21	240	1,7	250	150	0,04	1,78	188	0,69	1,17	0,30	1,90	0,57	1,74	127,07
22	360	1,4	250	150	0,04	2,67	188	1,28	1,79	0,20	4,28	0,86	2,65	129,72
23	480	1,6	300	150	0,05	2,96	200	1,09	1,74	0,20	5,29	1,06	2,80	132,52
24	600	1,1	300	150	0,05	3,70	200	2,60	2,86	0,20	8,26	1,65	4,51	137,03
АДН-К. 5 шт	120	0,5	300	100	0,03	1,11	150	2,60	1,30	1,20	0,74	0,89	2,19	139,23

Продолжение приложения Г

Продолжение таблицы Г.2

«1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Невязка уч.19-24: $((129,65-137,03)/137,03*100=-5,69\% \leq 15\%$ допускается														

Продолжение приложения Г

Таблица Г.3 – Аэродинамический расчёт механического притока П2

«Участок	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды				d _{кв} , мм	R, Па/м	Rl, Па	Σξ	R _{дин} , Па	Z, Па	Rl+Z, Па	Σ(Rl+Z), Па» [5]
			a, мм	b, м ²	f, м ²	V, м/с								
1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ПВ2 (B2)														
Магистраль														
1	216	1,00	200	250	0,05	1,20	222	0,20	0,20	1,20	0,87	1,04	1,24	2,28
2	432	1,86	200	250	0,05	2,40	222	0,55	1,02	0,70	3,47	2,43	3,45	5,73
3	648	1,00	300	300	0,09	2,00	300	0,25	0,25	0,19	2,41	0,46	0,71	6,44
4	864	1,00	300	300	0,09	2,67	300	0,38	0,38	0,20	4,28	0,86	1,24	7,68
5	1080	5,20	300	300	0,09	3,33	300	1,17	6,08	1,20	6,69	8,03	14,12	21,80
6	1296	1,00	400	300	0,12	3,00	343	0,48	0,48	0,22	5,42	1,19	1,67	23,47
7	1512	2,60	400	300	0,12	3,50	343	1,20	3,12	0,55	7,38	4,06	7,18	30,65
8	1728	1,00	400	400	0,16	3,00	400	0,36	0,36	1,20	5,42	6,51	6,87	37,52
9	1944	1,00	400	400	0,16	3,38	400	1,20	1,20	0,74	6,86	5,08	6,28	43,79
10	2160	2,60	400	400	0,16	3,75	400	0,61	1,58	0,11	8,47	0,93	2,51	46,30
11	2545	6,20	450	400	0,18	3,93	424	0,50	3,10	2,20	9,29	20,45	23,55	69,85
12	3200	14,30	600	400	0,24	3,70	480	0,48	6,86	0,32	8,26	2,64	9,51	79,36
АДН-К. 10шт	216	0,50	300	200	0,06	1,00	240	0,10	0,05	2,00	0,60	1,21	1,26	80,61

Продолжение приложения Г

Продолжение таблицы Г.3

«1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ответвление 1														
13	128	0,80	200	200	0,04	0,89	200	0,12	0,10	0,70	0,48	0,33	0,43	0,43
14	256	1,00	200	200	0,04	1,78	200	0,48	0,48	0,80	1,90	1,52	2,00	2,43
15	384	2,20	200	200	0,04	2,67	200	0,88	1,94	1,60	4,28	6,86	8,79	11,23
АДН-К. 3шт	128	0,50	250	150	0,04	0,95	188	0,20	0,10	2,00	0,54	1,08	1,18	12,41
Ответвление 2														
16	135	1,0	150	250	0,04	1,00	188	0,13	0,13	0,70	0,60	0,42	0,55	0,55
17	270	1,5	150	250	0,04	2,00	188	0,48	0,72	0,80	2,41	1,93	2,65	3,20
18	463	1,0	200	250	0,05	2,57	222	0,66	0,66	1,60	3,99	6,38	7,04	10,24
19	655	1,7	200	250	0,05	3,64	222	0,20	0,34	2,60	7,98	20,74	21,09	31,32
АДН-К. 2шт	135	0,5	150	250	0,04	1,00	188	0,20	0,10	2,00	0,60	1,21	1,31	11,54
АДН-К. 2шт	193	0,5	300	200	0,06	0,89	240	0,10	0,05	2,00	0,48	0,96	1,01	32,34» [5]
Невязка уч.10-15: $((46,30-11,23)/26,30*100=75,75\%>15\%$ не допускается														
$\xi=(46,30-11,23)/4,28=8,19$; $d_d=100*160$ мм														
Невязка уч.11-19: $((69,85-31,32)/69,85*100=55,15\%>15\%$ не допускается														
$\xi=(69,85-31,32)/7,98=4,83$; $d_d=270*270$ мм														
ПВ2 (П2)														
1	160	1,00	200	200	0,04	1,11	200	2,80	2,80	1,70	0,74	1,26	4,06	5,33
2	320	1,00	200	200	0,04	2,22	200	3,40	3,40	0,12	2,98	0,36	3,76	9,09
3	480	1,60	200	200	0,04	3,33	200	7,20	11,52	0,19	6,69	1,27	12,79	21,88
4	1080	3,20	300	300	0,09	3,33	300	1,20	3,84	0,20	6,69	1,34	5,18	27,06
5	1680	3,00	400	300	0,12	3,89	343	0,69	2,07	1,20	9,11	10,93	13,00	40,06

Продолжение приложения Г

Продолжение таблицы Г.3

«1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
6	1853	1,00	400	300	0,12	4,29	343	0,69	0,69	2,20	11,09	24,39	25,08	65,14
7	2026	1,00	400	300	0,12	4,69	343	0,69	0,69	3,20	13,25	42,41	43,10	108,23
8	2200	15,10	400	400	0,16	3,82	400	0,73	11,02	0,22	8,79	1,93	12,96	121,19
9	2425	2,00	400	400	0,16	4,21	400	0,73	1,46	1,22	10,68	13,03	14,49	135,68
10	2585	4,00	450	400	0,18	3,99	424	1,20	4,80	0,55	9,59	5,27	10,07	131,26
11	3240	12,70	600	400	0,24	3,75	480	0,80	10,16	1,55	8,47	13,13	23,29	154,56
АДН-К. 3 шт	173	0,5	200	150	0,03	1,60	171	0,15	0,08	2,00	1,55	3,09	3,17	157,72
Невязка уч.3-15: $((21,88-20,84)/21,88*100=4,73\% \leq 15\%$ допускается														
Невязка уч.5-8: $((121,19-40,06)/121,19*100=66,94\% > 15\%$ не допускается														
$\xi = (121,06-40,06)/9,11=8,9$; $d_d=100*160$ мм														
Ответвление 1														
12	150	0,8	200	200	0,04	1,04	200	0,30	0,23	0,11	0,65	0,07	0,30	0,30
13	300	1,3	200	200	0,04	2,08	200	0,80	1,04	0,80	2,62	2,09	3,13	3,43
14	450	0,5	200	250	0,05	2,50	222	1,10	0,55	1,60	3,77	6,03	6,58	10,00
15	600	0,8	200	250	0,05	3,33	222	0,16	0,13	1,60	6,69	10,71	10,84	20,84
АДН-К. 4 шт	150	0,5	250	150	0,04	1,11	188	0,12	0,06	2,00	0,74	1,49	1,55	22,39
Ответвление 2														
16	150	0,8	200	200	0,04	1,04	200	0,30	0,23	0,12	0,65	0,08	0,30	0,30
17	300	1,3	200	200	0,04	2,08	200	0,33	0,43	0,80	2,62	2,09	2,52	2,82
18	450	0,5	200	250	0,05	2,50	222	0,57	0,29	0,60	3,77	2,26	2,54	5,37
19	600	0,8	200	250	0,05	3,33	222	0,94	0,75	2,60	6,69	17,41	18,16	23,53
АДН-К. 4 шт	150	0,5	250	150	0,04	1,11	188	0,12	0,06	2,00	0,74	1,49	1,55	25,07
Невязка уч.4-19: $((27,06-23,53)/27,06*100=13,05\% \leq 15\%$ допускается														

Продолжение приложения Г

Продолжение таблицы Г.3

«1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ответвление 3														
20	113	0,6	150	150	0,02	1,39	150	0,50	0,30	0,70	1,16	0,81	1,11	1,11
21	225	4,8	150	150	0,02	2,78	150	0,88	4,24	0,80	4,65	3,72	7,96	9,07
АДН-К. 2 шт	113	0,5	300	100	0,03	1,04	150	0,10	0,05	2,00	0,65	1,31	1,36	10,43
Невязка уч.9-21: $((135,68-9,07)/135,68*100=93,31\%>15\%$ не допускается														
$\xi = (135,68-9,07)/4,65=7,47$; $d_d=95*95$ мм														
Ответвление 4														
22	80	1,0	150	150	0,02	0,99	150	0,26	0,26	0,70	0,89	0,62	0,88	0,88
23	160	1,9	150	150	0,02	1,98	150	0,99	1,88	0,80	2,35	1,88	3,76	4,64
АДН-К. 2 шт	80	0,5	250	100	0,03	0,89	143	0,11	0,06	2,00	0,48	0,95	1,01	5,65
Невязка уч.10-23: $((131,26-4,64)/135,68*100=96,46\%>15\%$ не допускается														
$\xi = (131,26-4,64)/2,35=53,86$; $d_d=110*110$ мм														
Ответвление 5														
24	68	0,5	150	150	0,02	0,84	150	0,20	0,10	0,70	0,42	0,30	0,40	0,40
25	136	2,0	150	150	0,02	1,68	150	1,38	2,76	0,80	1,70	1,36	4,12	4,52
26	203	0,5	200	150	0,03	1,88	171	0,77	0,39	1,80	2,13	3,83	4,22	8,73
27	270	2,5	200	150	0,03	2,50	171	1,31	3,28	2,80	3,77	10,54	13,82	22,55
АДН-К. 4 шт	68	0,5	250	100	0,03	0,76	143	0,11	0,06	2,00	0,34	0,69	0,74	23,29
Ответвление 6														
28	113	0,6	150	150	0,02	1,39	150	0,51	0,31	0,70	1,16	0,81	1,12	1,12
29	225	2,7	150	150	0,02	2,78	150	1,58	4,27	0,80	4,65	3,72	7,99	9,10
АДН-К. 2 шт	113	0,5	300	100	0,03	1,04	150	0,10	0,05	2,00	0,65	1,31	1,36	10,46

Продолжение приложения Г

Продолжение таблицы Г.3

«1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ответвление 7														
30	80	0,6	150	150	0,02	0,99	150	0,51	0,31	0,70	0,59	0,41	0,72	0,72
31	160	1,7	150	150	0,02	1,98	150	1,58	2,69	0,80	2,35	1,88	4,57	5,28
АДН-К. 2 шт	80	0,5	300	100	0,03	0,74	150	0,10	0,05	2,00	0,33	0,66	0,71	6,00
32	655	3,0	150	150	0,02	8,09	150	0,51	1,53	0,70	39,40	27,58	29,11	29,11
Невязка уч.27-32: $((29,11-22,15)/29,11*100=22,53\%>15\%$ не допускается														
$\xi = (29,11-22,55)/3,77=1,74$; $d_d=103*103$ мм														
Невязка уч.29-32: $((29,11-9,10)/29,11*100=68,72\%>15\%$ не допускается														
$\xi = (29,11-9,10)/4,65=4,3$; $d_d=110*110$ мм														
Невязка уч.31-32: $((29,11-5,28)/29,11*100=81,85\%>15\%$ не допускается														
$\xi = (29,11-5,28)/2,35=10,13$; $d_d=90*90$ мм														