

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

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

(наименование института полностью)

Центр

Центр инженерного оборудования

(наименование)

08.04.01 Строительство

(код и наименование направления подготовки)

Современные системы обеспечения микроклимата зданий и сооружений

(направленность (профиль))

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)**

на тему

Обеспечение микроклимата в спортивном корпусе

общеобразовательной школы в г. Самара

Обучающийся

Р.М. Гринченко

(инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Научный

руководитель

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

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

Тольятти 2024

Содержание

Введение.....	4
1 Исходные данные для проектирования	6
1.1 Параметры наружного и внутреннего воздуха	6
1.2 Источники тепло- и холодоснабжения	7
1.3 Архитектурно-планировочные решения объекта.....	8
1.4 Конструктивные и объемно-планировочные решения	10
1.5 Технологические решения	13
2 Аналитический обзор.....	16
2.1 Нормативные требования, предъявляемые к системам обеспечения микроклимата в спортивных комплексах общеобразовательных школ	16
2.2 Патентный поиск.....	22
2.2.1 Описание предмета поиска	22
2.2.2 Формирование программы исследования	24
2.2.3 Выбор патентно-технической документации	26
2.2.4 Анализ сущности изобретения	26
2.2.5 Оценка преимуществ и недостатков аналогов.....	30
2.2.6 Определение тенденций развития	31
2.2.7 Выводы и рекомендации	31
3 Расчет теплотерь и тепlopоступлений. Тепловой баланс	33
3.1 Теплотехнический расчёт ограждающих конструкций здания.....	33
3.2 Расчет теплотерь помещений	43
3.3 Расчёт тепло и влагопоступлений	44
3.4 Тепловой баланс.....	48
4 Системы обеспечения микроклимата	50
4.1 Отопление	50
4.1.1 Конструирование системы отопления	50
4.1.2 Гидравлический расчёт системы отопления	51
4.1.3 Гидравлический расчет циркуляционных колец и их увязка.....	53

4.1.4	Выбор типа отопительных приборов и их обоснование.....	57
4.1.5	Расчет и подбор отопительного оборудования.....	59
4.2	Вентиляция	61
4.2.1	Определение воздухообмена по кратности.....	61
4.2.2	Конструирование систем вентиляции и кондиционирования воздуха.....	62
5	Автоматизация.....	69
6	Технико-экономический расчёт.....	74
	Заключение	80
	Список используемой литературы и используемых источников.....	81
	Приложение А Расчёт тепловых потерь	86
	Приложение Б Гидравлический расчёт.....	96
	Приложение В Аэродинамический расчёт	107
	Приложение Г Выписка из паспорта радиатора	115
	Приложение Д Подбор вентиляционного оборудования.....	119
	Приложение Е Подбор вентиляционного оборудования.....	122
	Приложение Ж Подбор вентиляционного оборудования.....	137

Введение

Актуальность работы: Реализация Государственно-частного партнерства в сфере строительства школ неизбежно связано с созданием благоприятной среды и микроклимата в учебных помещениях, спортивных и танцевальных залах общеобразовательной школы. Одной из важнейших задач, поставленных перед собой частным инвестором, является обеспечение комфортной температурной и воздушной среды в помещениях и поддержание параметров во время проведения учебного процесса на заданном уровне. Второй важнейшей задачей является применение новейших мировых разработок для создания надежного и энергоэффективного автоматизированного комплекса инженерных систем.

В спортивном сооружении будет запроектированы 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], [18], [19], [20], [21].

Поддержание требуемого качества воздуха при проведении учебного процесса чрезвычайно важно для учащихся. Если говорить о качестве воздуха более подробно, то речь идет не только о таких параметрах как наличие взвешенных частиц, влажности, шумовых и тактильных параметров струи подаваемого воздуха в помещение. Немаловажным параметром является содержание углекислого газа (CO_2) в воздухе. Научно доказано, что качество воздуха и поддержание заданных параметров углекислого газа на уровне $600 \text{ см}^3/\text{м}^3$ в воздушной среде положительно сказывается на мыслительных процессах, протекающих у учеников, так же это напрямую связано с усвоением учебных программ.

Цель магистерской диссертации – обеспечение требуемых параметров микроклимата в спортивный комплекс общеобразовательной школы на 180 мест в городе Самара.

Задачи:

- провести литературный обзор и анализ нормативной базы для проектирования общеобразовательных учреждений;
- обосновать актуальность данной научной работы;
- провести патентный поиск;
- запроектировать и рассчитать системы ОВК;
- произвести технико-экономическое обоснование принятых инженерных решений.

Объект исследования- спортивный комплекс общеобразовательной школы г. Самара.

Предмет исследования – системы обеспечения параметров микроклимата в спортивном комплексе общеобразовательной школы города Самара.

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

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

- Научно-практическая конференция: «Дни науки ТГУ», Тольятти, 2023. Выступление с докладом «Основные аспекты проектирования системы обеспечения микроклимата в зданиях школ по ассимиляции CO₂».

1 Исходные данные для проектирования

1.1 Параметры наружного и внутреннего воздуха

Расчётные параметры наружного и внутреннего воздуха для тёплого и холодного периодов года приводятся в таблице 1 [28].

Таблица 1 – параметры наружного воздуха

«Холодный период года		
Средняя температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92.	$t_H^{0,92}$	-27°C
Средняя температура наружного воздуха отопительного периода со среднесуточной температурой $\geq 10^\circ\text{C}$.	$t_{от}$	-3,8°C
Продолжительность отопительного периода со среднесуточной температурой $\geq 10^\circ\text{C}$	zот.	210 сут.
Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, м/с	ϑ	3.5 м/с.
Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца, %	φ_H	83%
Теплый период года:		
Средняя температура наружного воздуха обеспеченностью 0,92 исправить аналогично холодному	$t_H^{0,92}$	25°C
Средняя месячная относительная влажность наружного воздуха	$t_H^{0,92}$	63°C
Средняя скорость ветра для теплого периода, как максимальная из средних скоростей по румбам, м/с	$t_H^{0,92}$	2.3 м/с.
Дополнительные данные		
Зона влажности района строительства	Сухая	
Влажностный режим помещений	Нормальный	
Условия эксплуатации ограждающих конструкций	А»[16].	

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

Таблица 2 –Параметры внутреннего воздуха

№п/п	Наименование помещения.	Температура внутреннего воздуха, °C
Технический этаж		
-1/1	Лестничная клетка	5
-1/2	Коридор	5
-1/3	Форкамера	5
-1/4	ИТП, совмещенный с венткамерой	5
-1/5	Электрощитовая	5
-1/6	Узел ввода водопровода	5
Этаж: 1		
1/1	Вестибюль	20

Продолжение таблицы 2

№п/п	Наименование помещения.	Температура внутреннего воздуха, °С
1/2	Лестничная клетка	18
1/3	Лестничная клетка	18
1/4	Кладовая для мелкого спортивного инвентаря	18
1/6	Санузел для посетителей	18
1/7	Гардероб верхней одежды	18
1/8	Тренерская	21
1/9	Душевая	23
1/10	Снарядная	18
1/11	СПУИ	18
1/12	Раздевалка мужская для мальчиков	21
1/13	Душевая мужская для группы М4	23
1/14	Душевая мужская	23
1/15	Раздевалка женская для девочек	21
1/16	Душевая женская для группы М4	23
1/17	Душевая женская	23
1/18	Санузел для мужчин	20
1/19	Санузел для женщин	20
1/20	Спортзал	20
Этаж: 2		
2/1	Лестничная клетка	18
2/2	Форкамера	5
2/3	Танцевальный зал	20
2/4	Инвентарная	18
2/5	Коридор	20
2/6	Раздевалка мужская для мальчиков	20
2/7	Душевая мужская	23
2/8	Раздевалка женская для девочек	20
2/9	Душевая женская	23
2/10	Кабинет	20
2/11	Санузел	20
2/12	Венткамера	10
2/13	Лестничная клетка	18

1.2 Источники тепло- и холодоснабжения

Источником теплоснабжения здания – является котельная, теплоноситель вода с параметрами 95–70 °С. Индивидуальный тепловой пункт (ИТП), где происходит приготовление теплоносителя для нужд отопления и вентиляции располагается на отм. – 3,300м. в осях 5/1–5/2, А/3 . Для системы отопления применяется независимая схема присоединения к тепловым сетям.

Для системы вентиляции применяется зависимая схема присоединения к тепловым сетям.

Источником холодоснабжения являются холодильные машины инверторного типа производства фирмы «Daikin», «MDV». В переходный период года система кондиционирования выполняет функцию нагрева воздуха. Компрессорно- конденсатные блоки (ККБ) установлены на кровле на отм. +8,800 Хладагент в системе холодоснабжения приточных установок – фреон 410А.

1.3 Архитектурно-планировочные решения объекта

Степень огнестойкости здания – II.

Класс конструктивной пожарной опасности – С0

Класс функциональной пожарной опасности здания – Ф4.1 (класс Ф4) «Здания общеобразовательных организаций, организаций дополнительного образования детей, профессиональных образовательных организаций».

Проектируемый объект «Спортивный корпус общеобразовательной школы г. Самара»

Здание имеет прямоугольную форму в плане с габаритными размерами в осях «1–13/А–В» 46,990х14,580 м.

За относительную отметку ± 0.000 принят уровень чистого пола первого этажа, что соответствует абсолютной отметке 132,9 м.

Здание переменной этажности, состоящее из двух частей:

- двухэтажная часть (высота этажей 3,300 м) в осях «1–6/А–В»;
- одноэтажная (высота до ферм покрытия 6,0 м) в осях «6–13/А–В».

Наивысшая отметка здания (парапет) +8.400.

На отметке минус 2.700 в осях «5–8/А–В» запроектирован технический подвальный этаж с размещением в нем: лестничной клетки, коридора, форкамеры, ИТП (совмещенный с венткамерой), электрощитовой, узла ввода водопровода.

В административно-бытовой части в осях «1–6/А–В»:

- на первом этаже размещены: вестибюль, коридор, лестничные клетки, кладовая для мелкого спортивного инвентаря, санузел женский и мужской для посетителей и маломобильных групп населения (МГН), гардероб верхней одежды, тренерская, душевая, снарядная, санитарное помещение уборочного инвентаря, мужская раздевалка для мальчиков с душевыми, женская раздевалка для девочек с душевыми;
- на втором этаже размещены: лестничная клетка, форкамера, танцевальный зал, инвентарная, коридор, раздевалки, душевые, кабинет, санузлы, венткамера.

В одноэтажной части в осях «6–13/А–В» - спортивный зал площадью 339,9 м².

Вертикальная коммуникация в двухэтажной административно-бытовой части здания осуществляется с помощью двухмаршевых лестниц в лестничных клетках в осях «2–3/А–Б» и «5–6/А–Б».

Кровля плоская бесчердачная с наружным организованным водостоком.

Покрытие кровли – мягкое рулонное гидроизоляция «Техноэласт ЭКП 4,0» с защитным слоем из гравия.

Наружная отделка: цоколя и стен фасадов – декоративная штукатурка по системе «Сарапол».

Окна – в пластиковых переплетах по ГОСТ 30674–99 с двойным и тройным остеклением.

Внутренний витраж – по ГОСТ 22233–2001 с одинарным остеклением индивидуального изготовления.

Двери – блоки дверные стальные по ГОСТ31173–2003, противопожарные по ТУ5262–017–13172760–98.

Внутренняя отделка помещений предусмотрена в зависимости от их функционального назначения:

- полы –спортивный линолеум, плитка из керамогранита, линолеум.

- стены – штукатурка с последующей окраской, окраска по кирпичной кладке;
- потолки – система АРМСТРОНГ, ГК или затертый бетон.

Эвакуация со второго этажа предусмотрена по двум рассредоточенным лестничным клеткам с выходом с отм. 0,000 непосредственно наружу и через тамбур.

Эвакуация с первого этажа предусмотрена через две рассредоточенные входные зоны с теплым тамбуром. Входная зона по оси «4» предусматривает доступ МГН на первый этаж проектируемого здания.

Для соблюдения требований энергоэффективности предусмотрены следующие мероприятия:

- Выполнено утепление наружных стен минераловатными плитами типа «Технониколь Технофас Экстра» толщиной 150мм.
- В основных входных зонах предусмотрены тамбуры.
- Аварийные выходы предусмотрены через утепленные двери.
- Предусмотрена установка окон со светоотражающими элементами из стеклопакетов с требуемым сопротивлением теплоотдачи.
- Кровля утеплена минераловатными плитами типа «Технониколь Акси Руф» Н и В общей толщиной 300мм.
- По контуру выполнено утепление отмостки и фундамента пенополистирольными плитами толщиной 100мм.

1.4 Конструктивные и объемно-планировочные решения

Фундамент проектируемого здания – ленточный сборно-монолитный из бетона В20 F150 W6 и блоков ФБС по ГОСТ 13579–2018. Армирование монолитной железобетонной части (подошвы) принято арматурой класса А400 диаметром 10 мм по ГОСТ 34028–2016.

Фундаменты устраиваются по подготовке из бетона В7,5 толщиной 100 мм.

По верху фундаментных блоков ниже отм. 0.000 предусмотрено устройство монолитного железобетонного пояса сечением 300x280(h) мм, 400x280(h) мм, 600x280(h) мм из бетона В20 F150 W6, армирование – арматура класса А240 диаметром 6 мм и класса А400 диаметром 12 мм по ГОСТ 34028–2016.

Наружные стены выше отм. 0.000 толщиной 380 мм, 510 мм запроектированы из керамического полнотелого (КР–р–по 250x120x65/1НФ/150/1,8/35) и пустотелого (КР–р–пу 250x120x65/1,4НФ/150/1,5/25/) кирпича по ГОСТ 530–2012.

Внутренние стены и стены лестничной клетки выше отм. 0.000 толщиной 380 (250) мм запроектированы из керамического полнотелого (КР–р–по 250x120x65/1НФ/150/1,8/35) и пустотелого (КР–р–пу 250x120x65/1,4НФ/150/1,5/25/) кирпича по ГОСТ 530–2012.

Перегородки толщиной 120мм – из керамического полнотелого (КР–р–по 250x120x65/1НФ/150/1,8/35) в «мокрых помещениях» и пустотелого (КР–р–пу 250x120x65/1,4НФ/150/1,5/25/) кирпича по ГОСТ 530–2012 во всех остальных; в с/у –разделительные перегородки из ПВХ высотой 2015 мм.

Отделка цоколя – декоративная штукатурка по системе «Сарагол», теплоизоляционный слой из экструзионного пенополистирола «Технониколь Carbon Есо», профилированная мембрана «Planter standard», мастика «Технониколь №21» («Техномаст»), праймер битумный «Технониколь №01».

Отделка наружных стен – декоративная штукатурка по системе «Сарагол», выравнивающий слой, армировочная стекловолоконная сетка, теплоизоляционный слой из минераловатных плит «Технофас».

Плита по грунту (низ на отм. минус 0.210) и перекрытие подвальной части здания (на отм. 0.000) – монолитные железобетонные толщиной 200 мм из бетона В20 F75 W4, армирование – арматура класса А240 диаметром 6 мм по ГОСТ 34028-2016 и класса А500С диаметром 10 мм, 18 мм по ГОСТ Р 52544–2006.

Перекрытие на отм. +3.300 в осях 1–6/А–В - сборные железобетонные

многопустотные плиты по серии 1.141–1, вып.60, 64 длиной 3,0 м и 6,0 м, по серии 1.241–1.39 длиной 9,0 м.

Плиты покрытия в осях «1–6/А–В» – из сборных железобетонных многопустотных плит по серии 1.241–1.39 длиной 9,0 м и по серии 1.141–1, вып.60 длиной 3,0 м.

Покрытие в осях «6–13/А–В» – монолитное железобетонное из бетона В20 F75, устраиваемое по несъемной опалубке из профлиста Н114–750–1,0 по ГОСТ 24045–2016, армирование - арматура класса А240 диаметром 10 мм по ГОСТ 34028–2016, класса А500С диаметром 12 мм по ГОСТ Р 52544–2006, проволокой класса Вр500 диаметром 5 мм по ГОСТ 6727–80.

Монолитные участки – из бетона В20 F75 W4, армирование – арматура класса А240 диаметром 6 мм по ГОСТ 34028–2016 и класса А500С диаметром 10 мм, 22 мм по ГОСТ Р 52544–2006.

Лестничные марши и площадки лестничной клетки – монолитные железобетонные из бетона В20 F75 W4, армирование – арматура класса А240 диаметром 6 мм и класса А400 диаметром 10 мм по ГОСТ 34028–2016.

Перекрытия – сборные железобетонные по серии 1.038.1–1, вып.1 и индивидуального изготовления.

Фермы – малоуклонные металлические конструкции из профилей 160х6 мм, 100х4,5 мм по ГОСТ 30245–2003, уголков 125х8 мм по ГОСТ 8509–93 и листового проката по ГОСТ 19903–2015.

Опорные подушки – монолитные железобетонные из бетона В20 F75 W4, армирование – арматура класса А240 диаметром 6 мм по ГОСТ 34028–2016 и класса А500С диаметром 10 мм по ГОСТ Р 52544–2006.

Распорки, горизонтальные связи, вертикальные связи – из профилей 80х4 мм по ГОСТ 30245–2003.

Настил запроектирован из стальных листовых гнутых профилей с трапециевидными гофрами по ГОСТ 24045–2016.

Покрытие кровли предусмотрено в составе: защитный слой из гравия, два слоя гидроизоляции «Техноэласт ЭКП 4,0», молниеприемная сетка, два

слоя теплоизоляции «Технониколь Техноруф», выравнивающий слой из керамзитобетона, пароизоляционный слой «Техноэласт ЭПП 4,0».

Защита металлических конструкций предусмотрена окраской двумя слоями эмали ПФ–115 по ГОСТ 6465–76 по двум слоям грунта ГФ–021 ГОСТ 25129–82.

Для защиты фундаментов от разрушения предусмотрена вертикальная гидроизоляция битумно-латексной полимерной мастикой за два раза, горизонтальная гидроизоляция – цементно-песчаным раствором М150 толщиной 30 мм.

1.5 Технологические решения

Здание предназначено для использования в образовательной деятельности с размещением в нем помещений:

- физического воспитания (спортивного зала);
- дополнительного образования (танцевального зала);
- складского назначения;
- технического назначения;
- санитарно-бытового назначения.

Помещения имеют между собой технологическую связь:

- физического воспитания – спортивный зал, раздевалки, тренерская, снарядная, кладовая мелкого спортивного инвентаря;
- дополнительного образования – танцевальный зал, раздевалки, кабинет, инвентарная.

В проекте принят режим работы спортивного зала, танцевального зала по 10–13 часов в день; 300 дней в году.

Для преподавателей принят двухсменный график работы с шестичасовым рабочим днём и пятидневной рабочей неделей. Количество рабочих часов в неделю –30.

Спортивный зал предназначен для проведения уроков начальной и

старшей школы.

Задача спортивного зала – создавать все необходимые условия для овладения учебным предметом на уроках, внеурочных занятиях под руководством учителя. Обучение проводится по базовому предмету общего обучения: физическая культура 1–11 классы (баскетбол, волейбол, мини-футбол, гимнастика, легкая атлетика).

Спортивный зал оснащен специализированным оборудованием, мебелью и системой хранения, спортивно техническими средствами обучения в соответствии с действующими типовыми перечнями учебно-наглядных пособий и учебного оборудования общеобразовательных школ.

Зал оборудован гимнастическими стенками и скамейками, необходимой разметкой для проведения игр. В спортивном зале оборудованы тренировочные места учащихся индивидуального и коллективного пользования:

- тренировочные места индивидуального пользования: шведские лестницы с турникетом;
- тренировочные места коллективного пользования являются общая площадь зала.

Хранение спортивного инвентаря, снарядов осуществляется в снарядной, мелкого спортивного инвентаря в кладовой. В снарядной предусмотрено напольное хранение, в кладовой – стеллажное. Для транспортных операций используются специальные тележки.

Для преподавательского состава предусмотрена тренерская, душевая. Для занимающихся предусмотрены раздевалки, сан. узлы, душевые. Решения по раздевалкам, сануздам, душевым приведены в архитектурно–строительной части проектной документации.

Танцевальный зал размещается на 2 этаже здания на отм. +3,300.

В состав танцевального зала входят:

- основное помещение: танцевальный зал;

- вспомогательные помещения: для обслуживания занимающихся и персонала, для хранения инвентаря.

В танцевальном зале для обучения предусмотрена установка зеркал и станков.

В тренерской, кабинете, танцевальном зале предусмотрены рабочие места, оснащенные соответствующей мебелью, персональными компьютерами.

В вестибюле предусмотрен гардероб верхней одежды, санитарные узлы.

В школе предусматривается обучение 9 детей М4 (МГН). На 1 этаже здания предусмотрено устройство общих путей движения и мест обслуживания для здоровых и маломобильных школьников.

Вывод к разделу 1

- приведены параметры наружного и внутреннего воздуха исходя из рекомендаций нормативной документации и учетом климатических условий г. Самара, назначения объекта и функционала помещений;
- определены источники тепло- и холодоснабжения объекта проектирования;
- проанализированы архитектурно-планировочные решения спортивного зала в г. Самара.
- на основании технического задания на проектирование было выполнено описание объекта.

2 Аналитический обзор

2.1 Нормативные требования, предъявляемые к системам обеспечения микроклимата в спортивных комплексах общеобразовательных школ

«Уровень качества воздушной среды классов кабинетов и спортивных залов школ регламентируется рядом действующих документов. Источниками, определяющими основные требования к системам и параметрам для расчёта показателей комфортности и к конструктивным решениям инженерных систем, являются СП [15,17]. К документам, определяющим способы обеспечения основных требований к параметрам воздуха, относятся СанПиН [14], СП [25, 28] и ГОСТ [5], в них содержатся дополнения, уточнения или расширение диапазонов нормативов для расчёта показателей комфортности объекта и требования к конструктивным решениям инженерных систем.

Климатические характеристики района строительства и расчетные параметры наружного воздуха определяются по СП» [16].

В результате изучения нормативных документов и методических рекомендаций были выделены следующие основные требования:

- В спортивных залах с численностью занимающихся, превышающее 50 человек, необходимо применять механическую систему вентиляции. [17];
- Кратность воздухообмена для спортивных сооружений. сооружений принимается согласно СП [15,17]. Выбор технического решения определяется заданием на проектирование;
- Здания общеобразовательных организаций оборудуют системами централизованного отопления, которые должны соответствовать нормам проектирования и строительства жилых и общественных зданий и обеспечивать требуемые параметры микроклимата и воздушной среды [14].

Отопление.

Длину отопительного прибора следует определять расчетом и не менее 75% длины светового проема (окна) в больницах, детских дошкольных учреждениях и школах [28].

Отопительные приборы устанавливаются преимущественно у наружных ограждений залов в увязке с размещением спортивного оборудования. В помещениях с влажным и мокрым режимами ниши в наружных стенах для размещения нагревательных приборов не устраиваются [28].

«Отопительные приборы и трубопроводы в спортивных залах не должны выступать из плоскости стен в пределах высоты до 2 м от пола. В случаях, когда отопительные выступают из плоскости стен или вынужденно устанавливаются на высоте до 2 м от пола, они закрываются щитами или иными средствами, исключающими ожоги и другие возможные травмы занимающихся» [29].

Системы внутреннего теплоснабжения спортивных залов 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.

Расчёт теплопоступлений.

«Удельное количество теплоты от одного занимающегося необходимо принимать по категории тяжёлой работы в залах, где будут проходить занятия с интенсивной физической нагрузкой (для занятий аэробикой, современными танцами, тренажерных залах). В физкультурно–оздоровительных залах занятия можно отнести к работе средней тяжести» [28].

«При расчёте теплоизбытков для спортивных залов, имеющих глубину свыше 6 м, необходимо учитывать вместе с поступлениями теплоты от солнечной радиации и поступления от искусственного освещения, в той зоне зала, которая располагается дальше 6 м от окон. Для расчета общая освещенность помещения для спортзалов принимается 200 лк» [28].

Подвижность воздуха

Для детских учреждений следует принимать показатели качества воздуха 1-го класса» [5].

В помещениях общеобразовательных организаций подвижность воздуха или скорость воздуха не более 0,1 м/сек [14].

Вентиляция

«Необходимое количество приточного воздуха определяют расчётом из условия ассимиляции избытков тепла, однако приток наружного воздуха не должен быть менее 80 м³/ч на 1 занимающегося в смену» [28].

Вентиляционные системы в здании школы должны работать не только эффективно, но и бесшумно. Согласно СП [27] максимальный уровень шума в школах 55 дБ.

Отопление и вентиляцию в помещениях для спортивных занятий следует применять для обеспечения требуемого качества воздуха и параметров микроклимата в помещениях [14].

Самостоятельные системы приточной и вытяжной вентиляции предусматриваются для:

- спортивных залов;
- душевых;
- раздевальных для занимающихся и массажных;
- служебных помещений для административного и инженерно-технического персонала; инструкторско-тренерского состава;
- бытовых помещений для рабочих;
- технических помещений.

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

«Компенсация вытяжки из помещений душевых осуществляется за счёт дополнительного притока воздуха из помещений раздевалок, куда предусматривается организованная подача воздуха в 5–кратном объёме душевых, но не менее 2–кратного объема в раздевалки. Удаление воздуха из раздевалок предусматривается в 2–кратном объеме через помещения душевых. В случаях, когда количество воздуха, удаляемого из душевых (с учётом помещений раздевалок), превышает 10–кратный воздухообмен, разница объемов воздуха удаляется непосредственно из помещения раздевалок (Справочное пособие к СНиП 2.08.02–89*).

Подавать воздух в зал и удалять его следует из верхней зоны. Приточные устройства размещаются преимущественно со стороны, противоположной основным световым проемам, вытяжные устройства рекомендуется размещать там же. Приточно-вытяжные устройства можно располагать и с двух противоположных торцовых стен» [28].

Для обеспечения требуемой подвижности воздуха применяется, как правило, сосредоточенная подача приточного воздуха [28].

Физические нагрузки связаны с выделением тепла. Это один из факторов, объясняющих важность правильного проектирования оборудования в спортивном зале. Расчеты ведут исходя из 80 куб. метров свежего воздуха на каждого занимающегося и 20 куб. м – для болельщика.

«В современных спортивных сооружениях обычно представлены следующие типы помещений: спортивный зал, раздевалки, душевые, танцевальный зал и множество вспомогательных помещений. Для вышеперечисленных помещений необходим различный подход к устройству систем вентиляции, так как в них необходимо удалять с вентиляционным воздухом различные виды вредных выделений. Для спортивных и танцевальных залов основным видом вредности являются тепловыделения; для душевых – влаговыделения» [28].

«При проектировании следует обратить внимание на то, что температуру +15 °С необходимо принимать именно в тех спортивных залах, где будут проходить занятия с интенсивной физической нагрузкой, например, в залах для занятий аэробикой, современными танцами, тренажерных залах. В этих случаях занятия относят к категории тяжелой физической работы. Для других физкультурно-оздоровительных занятий, например, йогой, рекомендуется поддерживать более высокую температуру около +18...+19 °С, так как в этом случае занятия не требуют такой степени физической нагрузки, и при температуре +15 °С занимающиеся будут испытывать дискомфорт и даже могут простудиться. Такие занятия можно отнести к работе средней тяжести.

Если спортивный зал общеобразовательного учреждения – универсальный и предполагается его использовать для разного типа занятий, можно предусмотреть быстрый прогрев воздуха до необходимой температуры, например при помощи сплит-системы, в которой предусмотрена функция нагрева воздуха.

Выбор системы отопления в спортивных залах (воздушное, водяное и др.) определяется технико-экономическим обоснованием. Современные спортзалы чаще всего оборудуются водяным отоплением с применением в качестве приборов радиаторов или конвекторов, но лучшим считается радиационное отопление, обеспечивающее подогрев пола, стен.

Для энергосбережения в теплый период года при благоприятных условиях наружного воздуха желательно предусматривать возможность отключения системы вентиляции и проветривание помещения через окна или фрамуги.

Подавать приточный воздух лучше всего настилающимися струями, чтобы исключить дутье приточного воздуха на занимающихся. Необходимо равномерно распределять на потолочном пространстве решетки по всей площади спортивного зала, чтобы предотвратить появление застойных зон воздуха» [28].

В залах общей физической подготовки чаще всего делают открытую прокладку систем вентиляции как показано на рисунке 1.



Рисунок 1 – Система вентиляции в спортивном зале

Отопление в спортзале должно быть травмобезопасным, поэтому отопительные приборы располагаются под окнами, в углублениях и закрываются решетками (Рисунок 2).



Рисунок 2 – Система отопления в спортивном зале

Дополнительные рекомендации.

Для душевых следует учитывать, что в помещениях для пребывания людей с обнаженным телом размещение нагревательных приборов и трубопроводов отопления и горячего водоснабжения должно исключать возможность ожогов.

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

Обычно приточный воздух подается в раздевальные при душевых, а удаляется перетоком через душевые.

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).

2.2 Патентный поиск

2.2.1 Описание предмета поиска

Одной из важнейших задач, которую необходимо реализовать в данном проекте – это снижение энергозатрат. Для решения данной задачи заказчику было предложено применение энергоэффективных технологий и передовых конструкторских решений в составе вентиляционной системы. К одному из таких решений относится применение пластинчатого рекуператора из алюминия.

Пластинчатый рекуператор – это изделие, которое конструктивно представляет собой двустенный теплообменник. Принцип работы данного прибора заключается в передаче тепловой энергии, от вытяжного воздуха из помещения, холодному воздуху, подаваемому с улицы. Происходит данное явление за счет течения воздушных потоков в специальном пластинчатом устройстве, хорошо проводящем тепло. Данная конструкция получила название пластинчатый из-за схемы разделения воздушных масс, т.к. при этом

процессе перемешивание потоков не происходит. Самые популярные модели пластинчатых рекуператор изготавливают из следующих материалов: алюминий, пластик, нержавеющая сталь и бумага.

«Алюминиевый рекуператор хорош тем, что алюминий имеет очень высокий коэффициент теплопроводности и при этом является «гигиеничным» материалом – не корродирует и не впитывает запахи. Данный материал применяется в высоконапорных системах рекуперации. Рекуператоры из данного материала в основном используются в бытовых и промышленных системах вентиляции. На сегодняшний день данная конструкция является самой популярной и востребованной на мировом рынке.

Рекуператоры из пластмассы не уступают алюминиевым по своим характеристикам, но при этом обладают более низкой стоимостью и весом. На практике изделия из данного материала применяется на вентиляционных установках с малыми расходами.

Данные изделия исключительно применяются в бытовых приточно-вытяжных системах с рекуперацией, т.к. при производстве промышленных установок необходимы большие габаритные размеры теплообменников и изготовление пластиковых рекуператоров подобных размеров очень затратно.

Рекуператоры из нержавейки (нержавеющей стали) – в системе вентиляции применяться очень редко, но в исключительных случаях без них не обойтись. Применение данного материала для изготовления рекуператоров обусловлено тем, что он стоек в агрессивных средах и в системах рекуперации с высокими температурами.

Рекуператор из бумаги – очень редкий, но очень эффективный вид теплообменника. Большая часть рекуператоров из бумаги по мимо возврата тепла возвращают в помещение влагу за счет своих физических свойств гигроскопичности, позволяющей изделию намокать, но при этом не пропускать воздух» [13].

«Если рассмотреть подробно сам процесс рекуперации, то можно выделить два типа тепла: явное и скрытое.

Явное тепло в рекуператоре – это тепло, отдаваемое воздухом при рекуперации. Скрытое тепло – это тепло, которое выделяется при конденсации влаги и смене агрегатного состояния из газообразного в жидкое. Необходимо отметить, что именно скрытое тепло воздуха является основополагающим при расчете производительности рекуператора. В воздушных массах содержится 10–25% тепла, которое передается от вытяжного воздуха – приточному. Все остальное тепло содержится в влаге. И чем больше влажность воздуха, тем больше тепла он может отдать более холодному предмету (в данном случае стенке пластинчатого рекуператора, за которой находится ледяной приточный воздух)» [32].

2.2.2 Формирование программы исследования

«Цель исследования объекта техники

Целью исследования объекта техники- пластинчатого рекуператора- выбор наиболее прогрессивного решения по техническим характеристикам и определение тенденций развития.

Категория объекта техники

Пластинчатый рекуператор является устройством, т.к. характеризуется следующими конструктивными признаками: формой элементов, их взаимным расположением, взаимосвязью и видами материала корпуса.

Признаки способа и вещества отсутствуют.

Определение стран проверки

Странами лидерами по производству являются: Россия, Германия, Италия, Польша и США. В первую очередь в качестве стран проверки выбираем Россию.

Технические особенности объекта исследования

Исследуемый объект техники – пластинчатый рекуператор – имеет следующие технические особенности:

- материал исполнения;
- производительность;
- условия работы» [13].

«Определение классификационных рубрик МПК.

Для определения рубрик МПК «пластинчатый рекуператор» определяем ключевое слово «пластинчатый теплообменник». По классификатору на сайте МПК необходимо выяснить раздел, класс, подкласс. Таким образом, мы получаем точный полный путь: F – F28 – F28F – F28F 3 – F28F 3/00, где каждая позиция имеет свой слот.

По классификатору МПК определяем: Определение рубрики МПК [31]:

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

Класс F28 – Теплообмен вообще

Подкласс F28F – Элементы теплообменных или теплопередающих устройств общего назначения

Далее уточняем группу и подгруппу. В результате определили:

Группа F28F 3 – Пластинчатые или профилированные элементы; комплекты из этих элементов

Группа F28F 3/00 – Элементы и комплекты из них со средствами для увеличения площади теплопередачи, например с ребрами, впадинами, гофрами

Выбор источников информации

В первую очередь в качестве источника ориентируемся на научно-техническую базу литературы библиотеки ТГУ. Далее используются информационно-ресурсные сайты, такие как: <http://new.fips.ru> и <http://freepatent.ru>.

Установление глубины поиска

На основании анализа патентной базы видно, что наиболее прогрессивные технические решения содержатся в изобретениях, сделанных за последние двадцать лет. Поэтому глубину поиска определяем в двадцать лет» [13].

2.2.3 Выбор патентно-технической документации

«Объект: пластинчатый теплообменник. Вид исследований: исследование достигнутого уровня развития объекта техники и определение тенденций развития. Дата проведения поиска: с 01.09.2022 до 29.12.2022. Регламент поиска оформляем в виде таблицы 3.

Таблица 3 – Регламент поиска

Предмет поиска	Страна поиска	Индексы МПК и УДК	Глубина поиска	Источники информации
Пластинчатый теплообменник	Россия (СССР)	F28F/02	20 лет	Бюллетень изобретений
				Сайт: www.fips.ru
	Германия	F28 3/04		Реферативные журналы
	Италия	F28 3/14		Изобретения стран мира
	Польша	F28 D/02		Описания к авторским свидетельствам и патентам
	США			

Согласно основным источникам информации производим анализ сущности изобретений» [13].

2.2.4 Анализ сущности изобретения

«Изучаем документы, которые относятся к выбранной рубрике МПК. Полученную информацию по пластинчатым теплообменникам сводим в таблицу 4. Информацию о патентных аналогах заносим в таблицу 5.

Изучаем сущность изобретений, занесенных в таблицу 5 по сведениям, содержащимся в графе 4, а также путем пересмотра текстов патентных описаний, формул изобретений, статей, рефератов и т.д. Если из рассмотрения сущности изобретения видно, что оно принципиально решает иную задачу по сравнению с задачей повышения коэффициента теплоутилизации, которую решает пластинчатый рекуператор, документ исключаем из дальнейшего рассмотрения.

Если видно, что изобретение решает ту же или близкую задачу (аналог), то документ остаётся для детального рассмотрения. Запись об этом делаем в графе 5, таблица 5» [13].

Таблица 4 – Научно-техническая документация, отобранная для анализа

Предмет поиска	Авторы	Наименование	Сущность технического решения
Пластинчатый теплообменник	ООО "KLINGENBURG RUS"	Каталог оборудования KLINGENBURG	<ol style="list-style-type: none"> 1. Прочное соединение пластин благодаря двойной фальцовке, стабильность давления благодаря: пятикратной толщине материала. 2. Благодаря тщательной разработке, отсутствие непроветренных зон и мест осаждения конденсата. 3. Высокая прочность и стабильность давления. 4. Легкий и устойчивый к воздействию морской воды алюминий. 5. Возможность поставки комплексных блоков любой длины.
Противоточный пластинчатый теплообменник	ООО "KLINGENBURG RUS"	Каталог оборудования KLINGENBURG	<ol style="list-style-type: none"> 1. Противоточное движение воздушного потока, обеспечивающее высокую производительность при низких затратах давления по всей поверхности распределения воздуха. 2. Пять разных размеров устройства с объемом прохождения воздуха до 1300 м³/ч в одном агрегате Использование алюминия стойкого к воздействию морской воды. 3. Тщательное выполнение – безукоризненно гладкие поверхности. 4. Обеспечивает герметичность систем кондиционирования. 5. Теплообменник изготовлен без использования винтов и заклепок. 6. Пригоден для мытья в посудомоечной машине. 7. Высокая прочность. 8. Морозоустойчивость. 9. Устойчив к перегреву (если расположен вблизи батареи). 10. Отсутствует возможность утечки опасных испарений в случае пожара. 11. Устройство с эпоксидным покрытием, предназначенным для использования в крытых бассейнах либо в хозяйственных сооружениях типа сарай, конюшня. 12. В комплект поставки входит воздушный клапан обводного канала. 13. Пластины образуют герметичный корпус благодаря диффузии клейкого уплотнителя, поэтому устройство характеризуется: высокой герметичностью. 14. Гигиеничностью использования благодаря полному отводу конденсата. 15. Отсутствие отверстий и щелей, в которые могла бы попадать и отставаться вода, тем самым отсутствие благоприятной среды для обитания бактерий и появления коррозии.
Пластинчатый теплообменник	ООО «Русклимат»	Каталог оборудования SHAFT RHPt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Корпус из оцинкованной стали не менее 0.7 мм с фланцевым соединением. 2. Теплообменная пластина из алюминиевых пластин толщиной 0.2 мм специальной структуры и геометрии. 3. Наличие дренажного поддона в составе изделия.

Продолжение таблицы 4

Предмет поиска	Авторы	Наименование	Сущность технического решения
Алюминиевый противоточный теплообменник	Ericorporation	Каталог линейки противоточного оборудования.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Высокая рекуперация явного тепа. 2. Эффективность рекуперации тепла до 93 процентов. 3. Двухстороннее прессование при изготовлении. 4. Одинарная или двойная загнутая кромка. 5. Полная герметизация швов. 6. Отсутствие винтов или заклепок в любой части, соединение и герметизация осуществляется за счет склеивания компаундом.

Таблица 5 Отобранная патентная документация для анализа

Предмет поиска	Страна выдачи, вид и номер охранного документа, МПК	Автор, дата публикации, название	Сущность изобретения, цель его создания и технический результат	Подлежит /не подлежит исследованию
Пластинчатый теплообменник	«Russia, RU2320947, F28D9/02.» [26]	«АЙДАЛЕКС ТЕКНОЛОДЖИЗ, ИНК 27.03.2008.» [26]	«Изобретение относится к теплообменным аппаратам, используемым в установках кондиционирования и вентиляции воздуха, а именно к способам испарительного охлаждения до точки росы и пластинчатым устройствам для испарительного охлаждения. Изобретение заключается в том, что пластины пластинчатого устройства сконструированы таким образом, что имеют каналы и перфорацию для прохода газа с сухой стороны на влажную и хотя бы частично могли увлажняться испаряющейся жидкостью.» [26]	подлежит
Пластинчатый теплообменник	«Russia, RU2249776, F28D9/02.» [26]	«Лебедев Д.П.(RU), Пенкин А.А. (RU), Шаталов М.П. (RU) 10.04.2005.» [26]	«Изобретение относится к теплотехническому оборудованию, обеспечивающему передачу тепла от одного теплоносителя к другому при содержании агрессивных коррозионно-воздействующих компонентов в одном из них, и может быть использовано в газоздушных вентиляционных установках рекуперации тепла птицеводческих и животноводческих ферм..» [26]	подлежит

Продолжение таблицы 5

Предмет поиска	Страна выдачи, вид и номер охранного документа, МПК	Автор, дата публикации, название	Сущность изобретения, цель его создания и технический результат	Подлежит /не подлежит исследованию
Пластинчатый теплообменник	«Russia, RU2176365, F28D9/02.» [26]	«Бурцев С.И., Кочетков С.И. Серебрякова М.В. 27.11.2001.» [26]	«Изобретение может быть использовано в системах вентиляции и кондиционирования воздуха для теплообмена между приточным и вытяжным воздухом. Пакет собран из пластин, которые для обеспечения движения потоков рабочих сред, приближенного к противотоку, имеют в плане форму выпуклого четырехугольника такой конфигурации, при которой прямые линии, проведенные через середины его противоположных сторон, не перпендикулярны друг другу.» [26]	подлежит
Пластинчатый теплообменник	«USA, UAA200709601A , F28D19/04 RU2392556C2 , .» [26]	«Юрген Зауер (DE) Томас Вестельдорф (DE) Ханс Клингенбург (DE) .» [26]	«Изобретение предназначено для влаго- и/или теплообмена и может быть использовано в теплотехнике. Устройство выполнено с поверхностями для влаго- и/или теплообмена, с помощью которых влага и/или тепло могут передаваться потоку текучей среды, и/или забираться потоком текучей среды, и/или обмениваться между потоками текучей среды, и покрытием, которым покрыты поверхности для влаго- или теплообмена и которое образовано из цеолитового материала с размером частиц <1000 нм и связующего средства» [26]	подлежит
Пластинчатый теплообменник	«Russia, RU2384803, F28D9/00.» [26]	КУПЕР Джим (GB), МАККАЛЛУМ Дональд (GB) .» [26]	«Изобретение относится к области теплообмена, а именно к теплопередающим поверхностям, содержащим множество элементов с поверхностями нагрева в форме волнистых металлических пластин. Стопа элементов с поверхностью нагрева с основным направлением, причем указанная стопа содержит первый элемент с поверхностью нагрева, имеющий елочную структуру, указанная елочная структура содержит множество участков, указанное множество участков размещается таким образом, что граница между этими участками проходит вдоль указанного основного направления, а указанное множество участков содержит первый участок, имеющий множество волн, расположенных в продольном направлении рядом друг с другом.» [26]	подлежит

2.2.5 Оценка преимуществ и недостатков аналогов

«Оцениваем обеспечение показателей, перечисленных положительного эффекта каждым аналогом в баллах от минус 4 до плюс 4. Базовому варианту по каждому показателю выставляем оценку «0». Заносим оценки в таблицу 6. Суммируем баллы по каждому аналогу и заносим их в нижнюю строку таблицы 6» [13].

Таблица 6 – Оценочное сравнение преимуществ и недостатков изделий

Критерий оценки	RU2320947	RU2249776	RU2176365	UAA200709601A	RU2384803
Создаваемое сопротивление	2	2	2	2	3
Эффективность рекуперации	2	2	2	4	2
Равномерность поверхности теплопередачи	3	2	1	4	1
Величина типоряда	1	1	1	4	1
Срок изготовления и поставки	0	0	0	2	0
Герметичность конструкции	4	4	4	4	4
Стойкость к агрессивным условиям	3	3	3	4	4
Суммарные балл	15	14	13	24	15

«По итогам сравнительного анализа видно, что противоточный пластинчатый рекуператор компании UAA200709601A «KLINGENBURG» имеет преимущество над своими конкурентами. В этом изобретении достигнута цель – эффективной рекуперации тепла при меньшем сопротивлении, а также учтены и обеспечены следующие положительные эффекты, такие как: герметичность конструкции, стойкость к агрессивным средам, наличие широкого типоряда и т.д. На основании вышесказанного можно сделать заключение, что данное изделие является наиболее прогрессивным на момент проведения сравнительного анализа» [13].

2.2.6 Определение тенденций развития

Развитие пластинчатых рекуператоров главным образом связаны с повышением коэффициента теплоутилизации не увеличивая при этом сопротивления самого изделия. Развитие изобретений в области рекуперации происходит за счет повышения требований к энергоэффективности вновь строящихся зданий и сооружений.

2.2.7 Выводы и рекомендации

«Таким образом, из всех рассмотренных пластинчатых рекуператоров, целью изобретения которых эффективность теплоутилизации удаляемого воздуха, именно изобретение UAA200709601A «KLINGENBURG» является на сегодняшний день наиболее прогрессивным, т. к. в отличие от изобретений конкурентов имеет высокую эффективность, равномерность поверхности теплопередачи, стойкость к агрессивным средам, широкий типоряд и короткий срок изготовления.

Выводы по результатам исследований тенденций развития

Все рассмотренные изобретения имеют различные конструкционные особенности, благодаря которым и достигается поставленная цель и положительные эффекты в утилизации тепла. Конструктивно каждая конструкция имеет как положительные, так и отрицательные качества. Можно предположить, что развитие пластинчатых рекуператоров по результатам исследования пойдет по пути снижения сопротивления или скорости воздуха, что положительно скажется на увеличении КПД и как следствие экономии энергоресурсов потребителя» [13].

Рекомендации по применению или использованию прогрессивных изобретений Противоточный пластинчатый теплообменник может быть использован в составе приточно-вытяжных установок.

Выводы по разделу 2

- выполнен обзор нормативных требований, предъявляемых к системам обеспечения микроклимата зданий по результатам которого установлены основные нормы обеспечения микроклимата в

помещениях проектируемого спортивного зала г. Самара;

- произведен обзор существующих инженерных решений по проектированию систем обеспечения микроклимата в спортивных залах общеобразовательных учреждений, выбраны оптимальные варианты с учетом специфики объекта проектирования;
- выполнен патентный поиск одной из единиц оборудования – пластинчатого рекуператора, оценены достигнутый уровень развития техники и установлены тенденции ее развития. Было сделано описание пластинчатого рекуператора, принцип работы тех или иных видов по результатам которого был определен тип, который подходит для помещений зданий спортивных комплексов, в частности помещений спортивных и танцевальных залов.

3 Расчет теплотерь и теплоступлений. Тепловой баланс

3.1 Теплотехнический расчёт ограждающих конструкций здания

«Теплотехнический расчет ограждающих конструкций ведётся согласно нормам СП [26].

Теплотехнический расчет ограждающих конструкций выполняется по СП 50.13330.2012 Тепловая защита здания. В расчете должно выполняться условие (см. формулу 1), о превышении приведенного сопротивления теплопередачи ограждающих конструкций над значением его по нормам СП:

$$R_0^{норм} \leq R_0^{\phi}, \quad (1)$$

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

R_0^{ϕ} – приведенное сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$, которое определяется по градусо-суткам (ГСОП, $\text{°C} \cdot \text{сут}$) места строительства» [26].

«Фактическое сопротивление теплопередаче R_0^{ϕ} ограждающих конструкций, определяются по [6], [22], [26], [33], в зависимости от ГСОП, $\text{°C} \cdot \text{сут}$.

ГСОП, $\text{°C} \cdot \text{сут}$, находим по формуле:

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

где ГСОП - градусо-сутки отопительного периода, $\text{°C} \cdot \text{сут}$,

$t_{\text{в}}$ – расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания, °C , (см. п. 1.2) в интервале 18-22 °C , для групп помещений указанных в [5, табл.3] по поз.1 – общеобразовательные учреждения), $t_{\text{в}} = +20\text{°C}$;

$t_{\text{ом}}$ – средняя температура наружного воздуха, °C , отопительного периода (см. п. 1.1);

$z_{от}$ – продолжительность, сут, отопительного периода (см. п. 1.1)»
[26].

Нормируемое значение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, $R_0^{норм}$, (м²·°C)/Вт, определяется интерполяцией по [4, табл. 4].

Для дверей $R_0^{норм}$, (м²·°C)/Вт, должно быть не менее произведения $0,6R_0^{норм}$ стен зданий, определяемого по формуле 2.3:

$$R_0^{норм} = \frac{n \cdot (t_e - t_n)}{\Delta t^H \cdot \alpha_e}, \quad (3)$$

Подставив в (3.2) значение соответствующих величин, получим ГСОП для школы:

$$\text{ГСОП} = (20 - (-3,8)) \cdot 210 = 4578 \text{ (}^\circ\text{C} \cdot \text{сут)}$$

Ввиду того, что конструктив и состав стен, окон, перекрытий и цоколя указан в техническом задании на проектирование необходимо выполнить проверку ограждающих конструкций на соответствие теплотехническим требованиям.

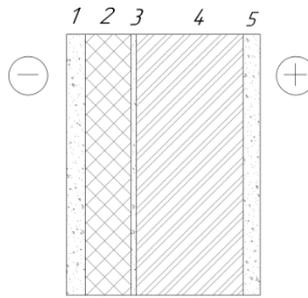
Для стены: $R_0^{тр} = 0,00035 \cdot 4578 + 1,4 = 3,0 \text{ (м}^2\cdot\text{°C)/Вт}$.

Для бесчердачного покрытия: $R_0^{тр} = 0,0005 \cdot 4578 + 2,2 = 4,5 \text{ (м}^2\cdot\text{°C)/Вт}$.

Для окон: $R_0^{тр} = (\frac{0,45}{4000} + \frac{0,6}{6000})/2 \cdot 4578 = 0,486 \text{ (м}^2\cdot\text{°C)/Вт}$. (СП50-13330-2012 табл.3).

Определяем приведенного сопротивления теплопередачи наружной стены и толщины слоя утеплителя

Многослойное наружное ограждение для школы схематично изображено на рисунке – 3.



1 – штукатурка цементно-песчаная; 2 - плиты из каменной ваты;
3 – штукатурно-клеевая смесь для утеплителя; 4 – кирпичная кладка из керамического кирпича; 5 - штукатурка цементно-песчаная

Рисунок 3 – Конструкция наружной стены

Конструкция наружной стены указана в таблице 7.

Таблица 7 – Состав наружной стены

№ слоя	Наименование материала	Плотность ρ , кг/м ³	Толщина слоя δ , м	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·°С)
1	Штукатурка цементно-песчаная раствором по сетке и покраска фасадеой краской	1800	0,01	0,7
2	Утеплитель негорючий плиты из каменной ваты Технофас.	125	0,2	0,041
3	Внешняя штукатурка (цементный раствор)	1800	0,01	0,7
4	Кирпичная кладка из обыкновенного глянцевого обожженного кирпича на тяжелом растворе.	1800	0,38	0,7
5	Штукатурка цементно-песчаная раствором	1800	0,02	0,7

Выполняя расчет по [26], получаем:

$$R_0^{\text{усл}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{\delta_5}{\lambda_5} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} \quad (4)$$

где $\alpha_{\text{в}}$ – коэффициент теплопередачи внутренней поверхности ограждающей конструкции для условий холодного периода, принимаемый по (табл.6 СП 50.13330 $\alpha_{\text{в}} = 8,7$);

α_n – коэффициент теплопередачи наружной поверхности ограждающей конструкции для условий холодного периода, приведены в (табл.6 СП 50.13330 $\alpha_n = 23$).

$$R_0^{усл} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,7} + \frac{0,15}{0,041} + \frac{0,01}{0,7} + \frac{0,38}{0,7} + \frac{0,02}{0,7} + \frac{1}{23} = 4,67 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

Если требуется найти толщину утеплителя (при условии, что он не известен), необходимо:

вычисляем требуемое условное сопротивление теплопередачи $R_0^{усл.тр.}$, м² · °C/Вт:

$$R_{тр}^{усл.тр.} = \frac{R_0^{тр}}{r}; \quad (5)$$

$$R_0^{усл.тр.} = \frac{3,0}{0,90} = 3,33 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт};$$

где r – коэффициент теплотехнической однородности приведены в (табл.6 СП 23.101-2004 $r = 0,90$).

– Вычисляем толщину утепляющего слоя сэндвич панели:

$$\delta_{ут} = \left(R_0^{усл.тр.} - \frac{1}{\alpha_B} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_n}{\lambda_n} - \frac{1}{\alpha_n} \right) \cdot \lambda_{ут} \quad (6)$$

$$\delta_{ут} = \left(\frac{3,0}{0,90} - \frac{1}{8,7} - \frac{0,01}{0,7} - \frac{0,01}{0,7} - \frac{0,38}{0,7} - \frac{0,02}{0,7} - \frac{1}{23} \right) \cdot 0,041 = 0,106 \text{ м}$$

где фактическая толщина утеплителя принимается в соответствии с выпускаемыми типоразмерами: $\delta_{ут} = 150$ мм.

Определяем приведённое сопротивление теплопередачи:

$$R_0^{усл} = 4,67 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

$$R_0^{пп} = R_0^{усл} \cdot r = 4,67 \cdot 0,90 = 4,2 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

проверяем условие:

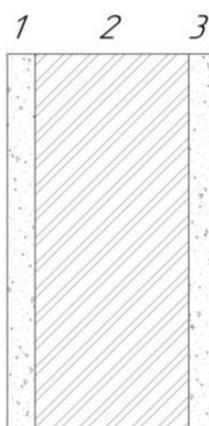
$$R_0^{пп} \geq R_0^{тр} = 4,2 \geq 3,21 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

Определяем коэффициент теплопередачи ограждающих конструкций k , Вт/(м²·°С) по формуле:

$$k = \frac{1}{R_0^{np}} \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°С)} \quad (7)$$

$$k = \frac{1}{4,2} = 0,238 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°С)}$$

Определение приведенного сопротивления теплопередачи внутренних стен. Многослойное внутреннее ограждение для школы схематично изображены на рисунке 4.



1 – штукатурка цементно-песчаная; 2 – кирпичная кладка из керамического кирпича;
3 – штукатурка цементно-песчаная

Рисунок 4 – Конструкция внутренней стены

Конструкция внутренней стены указана в таблице 8.

Таблица 8 - Состав внутренней стены

№ слоя	Наименование материала	Плотность ρ , кг/м ³	Толщина слоя δ , м	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·°С)
1	Штукатурка цементно-песчаная раствором	1800	0,01	0,7
2	Кладка из пустотного кирпича	1800	0,12/0,36	0,70
3	Штукаткрка цементно-песчаная раствором	1800	0,01	0,7

Сопrotивление теплопередаче внутренней стены и перегородки таким образом, составит:

$$R_0^{\text{усл.ВП}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,7} + \frac{0,12}{0,7} + \frac{0,01}{0,7} + \frac{1}{8,7} = 0,43 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

$$R_0^{\text{усл.ВС}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,7} + \frac{0,36}{0,7} + \frac{0,01}{0,7} + \frac{1}{8,7} = 0,773 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

$$k_{\text{ВП}}^{\text{ут}} = \frac{1}{0,43} = 2,33 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$$

$$k_{\text{ВС}}^{\text{ут}} = \frac{1}{0,773} = 1,29 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$$

Выбор заполнения оконных и дверных проемов

Расчетное сопротивление теплопередаче исходя из условий энергосбережения в расчетный холодный период для окон $R_0^{\text{усл.ТР}} = 0,6 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$.

Для установки в здании принимаем, по согласно ТЗ Заказчика окна ВЕКА Softline, двухкамерный стеклопакет с мультифункциональным напылением и дистанционной рамкой 12 мм тип: TSS.

$$R_0^{\text{пр}} = 0,68 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

$$k = \frac{1}{0,68} = 1,47 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$$

Для наружных дверей требуемое сопротивление теплопередаче должно быть, согласно [26] п.5. не менее $0,6 \cdot R_0^{\text{ТР}}$ наружных стен зданий, где $R_0^{\text{норм}}$ сопротивление теплопередаче стен, определяемое исходя из санитарно-гигиенических и комфортных условий по формуле:

$$R_0^{\text{пр.дв}} \geq 0,6 R_0^{\text{норм.ст}} \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.} \quad (8)$$

Тогда получаем:

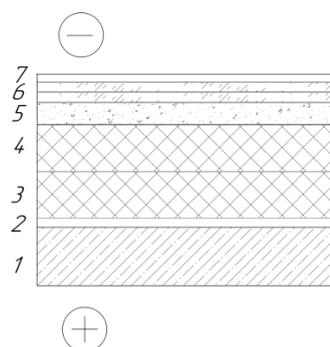
$$R_0^{\text{норм.ст}} = \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{н}}}{\Delta t^{\text{н}} \cdot \alpha_{\text{в}}} = \frac{1(18 - (-27))}{4 \cdot 8,7} = 1,29 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт};$$

$$R_0^{\text{пр.дв}} = 1,29 \cdot 0,6 = 0,78 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт};$$

$$k_{\text{дв}} = \frac{1}{0,78} = 1,28 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}.$$

Определение приведенного сопротивления теплопередачи бесчердачного покрытия.

Многослойное наружное бесчердачное покрытие для школы схематично изображено на рисунке 5.



1 – плита перекрытия; 2 – пароизоляционный слой; 3,4 – минераловатные плиты, 3 – слой; 5 – керамзитовая засыпка; 6 – цементно-перлитовые плиты, 2 слоя; 7 – мембрана

Рисунок 5 – Конструкция наружного ограждения. Покрытие

Теплотехнические показатели строительных материалов сведены в таблицу 9.

Таблица 9 – Теплотехнические показатели строительных материалов покрытия

№ слоя	Наименование материала	Плотность ρ , кг/м ³	Толщина слоя δ , м	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·°С)
1	Железобетонные плиты.	2500	0,22	1,92
2	Пароизоляция – слой Биполь ТПП	600	0,005	0,17
3	Утеплитель Технориф В Экстра	170	0,05	0,039
4	Утеплитель Технориф Н Экстра	110	0,10	0,039
	Утеплитель Технориф Н Экстра	110	0,15	0,039
5	Разуклонка Керамзитовый гравий	300	0,1	0,0912
6	Цементно-стружечная плита в 2 слоя	50	0,024	0,092
7	Геотекстиль 300гр/м ² Мембрана Logicroof V-GR 1.5мм	-	-	-

Если требуется найти толщину утеплителя (при условии, что он не известен), необходимо:

1. Вычисляем требуемое условное сопротивление теплопередачи $R_0^{усл}$, м² · °С/Вт:

$$R_0^{\text{усл}} = \frac{R_0^{\text{тр}}}{r}$$

$$R_0^{\text{усл}} = \frac{0,0005 \cdot 4578 + 2,2}{1 \cdot 0,95} = 4,73 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

где r – коэффициент теплотехнической однородности приведены в (табл.6 СП 23.101-2004 $r = 0.95$).

2. Вычисляем толщину утепляющего слоя

$$\delta_{\text{ут}} = \left(R_0^{\text{усл}} - \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_n}{\lambda_n} - \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} \right) \cdot \lambda_{\text{ут}}$$

$$\delta_{\text{ут}} = \left(4,73 - \frac{0,1}{8,7} - \frac{0,005}{0,17} - \frac{0,05}{0,039} - \frac{0,1}{0,039} - \frac{0,15}{0,039} - \frac{0,1}{0,0912} - \frac{0,024}{0,092} - \frac{1}{23} \right) \cdot 0,0405 = 0,189 \text{ м}$$

Принимаем толщину утеплителя 300 мм. 3 слоя (1- слой 150 мм, 2- слой 100 мм, 3- слой 50 мм) на основании ТЗ заказчика.

$$R_0^{\text{тр}} = 4.5 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

$$R_0^{\text{пр}} = \left(\frac{0,1}{8,7} + \frac{0,005}{0,17} + \frac{0,05}{0,039} + \frac{0,1}{0,039} + \frac{0,15}{0,039} + \frac{0,1}{0,0912} + \frac{0,024}{0,092} + \frac{1}{23} \right) \cdot 0,95 = 8,93 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

Теплотехнический расчет утепленного пола на отм. 0,000 (спортивный зал).

Состав утеплённых полов спортивного зала на грунте приведен в таблице 10.

Таблица 10 – Состав полов на грунте

Номер слоя	Наименование материала	Плотность ρ , кг/м ³	Толщина слоя δ , м	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·°C)
1	Уплотненный грунт основания	-	0,060	-
2	Слой песка	1600	0,100	0,47
3	Слой щебня фракцией 20-40мм	600	0,150	0,18
4	Слой щебня фракцией 5-10мм	450	0,05	0,15
5	Гидроизоляционный слой-полиэтиленовая пленк	-	0,095	-

Продолжение таблицы 10

6	Подстилающий слой из бетона класса В20 армированного ф10А400 с шагом 200 в обоих направлениях.	2400	0,200	1,92
7	Спортивное покрытие зала «TERAFLEX» MULTI	5,1	0,062	0,38

$$R_{II}^{усл} = 4,3 + \frac{0,1}{0,47} + \frac{0,15}{0,18} + \frac{0,05}{0,15} + \frac{0,062}{0,38} = 6,5 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

$$R_{III}^{усл} = 8,6 + \frac{0,1}{0,47} + \frac{0,15}{0,18} + \frac{0,05}{0,15} + \frac{0,062}{0,38} = 10,8 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

$$R_{IV}^{усл} = 14,2 + \frac{0,1}{0,47} + \frac{0,15}{0,18} + \frac{0,05}{0,15} + \frac{0,062}{0,38} = 16,4 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

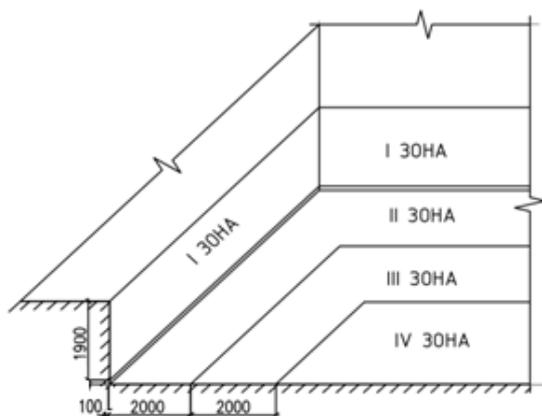


Рисунок 6 – Разбивка на зоны полов, лежащих на грунте

Зная значение сопротивления теплопередачи определяется коэффициент теплопередачи:

$$k_{II} = \frac{1}{R_{II}^{усл}} = \frac{1}{6,5} = 0,154 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$$

$$k_{III} = \frac{1}{R_{III}^{усл}} = \frac{1}{10,8} = 0,093 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$$

$$k_{IV} = \frac{1}{R_{IV}^{усл}} = \frac{1}{16,4} = 0,061 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$$

Теплотехнический расчет утепленного пола на отм. 0,000(общ. помещения).

Состав утепленного пола общих помещений первого этажа приведен в таблице 11.

Таблица 11 – Состав пола первого этажа (утепленные)

Номер слоя	Наименование материала	Плотность ρ , кг/м ³	Толщина слоя δ , м	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·°С)
1	Уплотненный грунт основания	-	0,060	-
2	Теплоизоляционный слой-экструдированный пенополистирол	130	0,10	0,032
3	Подстилающий слой из бетона класса В22,5 армированного ф10А400 с шагом 200 в обоих направлениях.	2400	0,200	1,92
4	Плиточный клей	1600	0,06	1,6
5	Плитки керамогранитные по ГОСТР57141-2016	2800	0,006	3,49

$$R_{II}^{усл} = 4,3 + \frac{0,1}{0,032} = 7,4 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)/Вт}$$

$$R_{III}^{усл} = 8,6 + \frac{0,1}{0,032} = 11,7 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)/Вт}$$

$$R_{IV}^{усл} = 14,2 + \frac{0,1}{0,032} = 17,3 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)/Вт.}$$

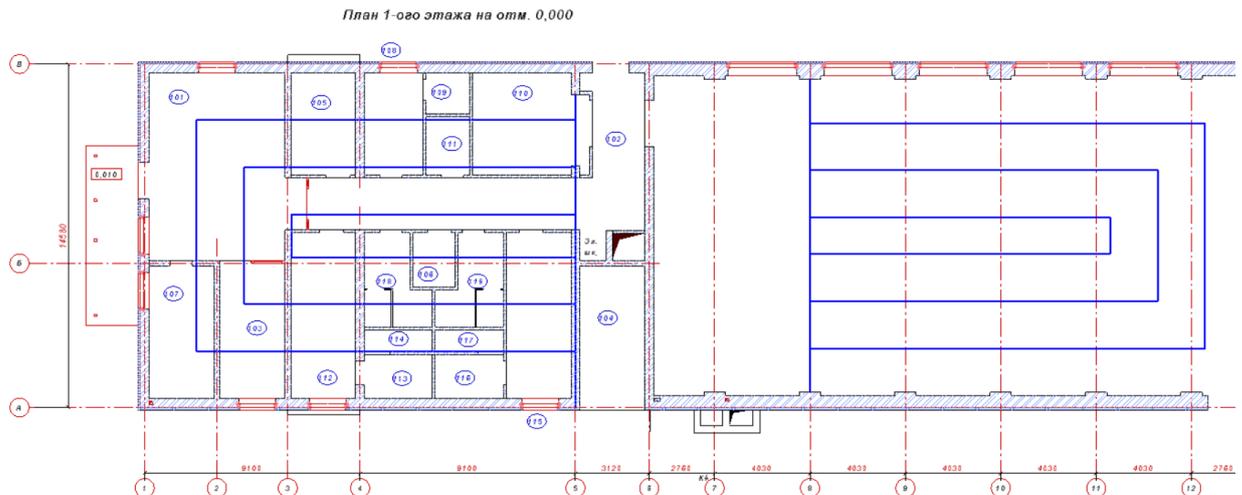


Рисунок 7 – Разбивка на зоны полов, лежащих на грунте

Зная значение сопротивления теплопередачи определяется коэффициент теплопередачи:

$$k_{II} = \frac{1}{R_{II}^{усл}} = \frac{1}{7,4} = 0,135 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°С)}$$

$$k_{III} = \frac{1}{R_{III}^{усл}} = \frac{1}{11,7} = 0,085 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°С)}$$

$$k_{IV} = \frac{1}{R_{IV}^{усл}} = \frac{1}{17,3} = 0,058 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С})$$

3.2 Расчет теплотерь помещений

«Теплопотери через наружные ограждения определяются суммированием теплотерь теплоты через каждое наружное ограждение, вычисляемое по формуле:

$$Q_{т.п.} = K_i \cdot A_i \cdot (t_{в} - t_{н}) \cdot n_i \cdot (1 + \Sigma \beta) i \quad (9)$$

где K_i – коэффициент теплопередачи ограждения, Вт/(м² · °С);

A_i – площадь поверхности ограждения по наружному обмеру, м²;

$t_{в}$ – температура внутреннего воздуха помещения, °С;

$t_{н}$ – температура наружного воздуха, °С;

n_i – коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху [26, табл.16];

β – добавка к основным теплотерям» [26].

Коэффициенты теплопередачи ограждений приняты по таблицы 12. приведённой ниже.

Таблица 12 – Сводная таблица теплотехнических характеристик наружных ограждающих конструкций спортивного корпуса

Наименование ограждающих конструкций	Толщина слоя утепления, δ , м	Фактическое сопротивление теплопередач. $R_o^{усл}$, (м ² ·°С)/ Вт	Коэффициент теплопередачи k , Вт/(м ² ·°С)
Наружная стена	0,83	0,56	0,238
Внутренняя перегородка	0,12	0,43	2,33
Внутренняя стена	0,36	0,773	1,29
Пол первого этажа спортивного зала	0,455	2,2	0,45
Пол первого этажа общих помещений	0,426	3,1	0,32

Продолжение таблицы 12

Наименование ограждающих конструкций	Толщина слоя утепления, $\delta, м$	Фактическое сопротивление теплопередач. $R_o^{усл}$, $(м^2 \cdot ^\circ C) / Вт$	Коэффициент теплопередачи $k, Вт / (м^2 \cdot ^\circ C)$
Бесчердачное покрытие	0,649	8,93	0,112
Стены подвала и палы бетонные по грунту:			
Пол с раскладкой по зонам спортивного зала	I зона	2,2	0,45
	II зона	6,5	0,154
	III зона	10,8	0,093
	IV зона	16,4	0,061
Пол с раскладкой по зонам общих помещений	I зона	3,1	0,32
	II зона	7,4	0,135
	III зона	11,7	0,085
	IV зона	17,3	0,058
Окна	Тройное, в пластиковых переплетах	0,68	1,47
Наружные двери	Алюминиевый профиль с термовставкой и однокамерным стеклопакетом	0,78	1,47

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

3.3 Расчёт тепло и влагопоступлений

«Расчет теплопоступлений ведется для теплого и холодного периодов года только для расчетного помещения – спортивного зала.

Рассчитаем тепло и влагопоступления от людей в спортивном зале

Количество тепла, $Вт$, поступающее в помещение зрительного зала от людей, рассчитывается по формуле:

$$Q_n = q \cdot n, \quad (10)$$

где q – удельное выделение тепла одним человеком, $Вт / чел$,

$$q = 128 \text{ Вт} / \text{чел};$$

n - количество человек, одновременно находящихся в помещении»

[1], [26].

«Количество человек, одновременно находящихся в помещении зрительного зала в состоянии покоя: $n=50$ чел.

$$Q_{л} = 128 \cdot 075 \cdot 50 = 4800 \text{ Вт.}$$

Количество влаги, $\text{кг}/\text{ч}$, поступающее в помещение от людей, зависит от интенсивности выполняемой работы и параметров внутреннего воздуха, определяется по формуле:

$$W = w \cdot n, \quad (11)$$

где w – количество влаги, выделяемой одним человеком, $\text{г}/\text{ч}$,

n – количество человек, одновременно находящихся в помещении.

$$W_{л} = 0,24 \cdot 50 = 12 \text{ кг}/\text{ч}$$

Расчёт тепlopоступлений от источников искусственного освещения произведен только для холодного периода года:

$$Q_{осв} = E \cdot F \cdot q_{осв} \cdot \eta_{осв}, \quad (12)$$

где E – освещенность, Лк , $E=200 \text{ Лк}$;

F – площадь пола помещения, м^2 , $F=340 \text{ м}^2$;

$q_{осв}$ – удельные тепловыделения, $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{Лк}$, $q_{осв}=0,056 \text{ Вт}/\text{м}^2$;

$\eta_{осв}$ – доля тепла, поступающего в помещение; $\eta_{осв} = 1$ » [26].

$$Q_{осв} = 200 \cdot 340 \cdot 0,056 \cdot 1 = 3808 \text{ Вт.}$$

«Тепlopоступления от солнечной радиации рассчитаны по формуле:

$$Q_{сол} = (q_{вн} + q_{вп}) \cdot F_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \beta_{сз}, \quad (13)$$

где q_{en} – Поступление тепла от прямой солнечной радиации в июле через вертикальное и горизонтальное остекление, $Вт / м^2 \cdot Лк$;

q_{ep} – поступление тепла от рассеянной солнечной радиации в июле через вертикальное и горизонтальное остекление, $Вт / м^2 \cdot Лк$;

F_0 – поверхность остекления, м;

k_1 – коэффициент, учитывающий затенение остекления и загрязнения атмосферы;

k_2 – коэффициент, учитывающий загрязнения стекла;

β_{cs} – коэффициент теплопропускания солнцезащитных устройств, принимаемый равным 1» [26].

Расчет тепlopоступлений от солнечной радиации сведен в таблицу 13.

Таблица 13 – Расчет теплоступлений от солнечной радиации

Параметр	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
Спортивный зал, ориентация на восток																
$q_{вн}, Вт / м^2$	160	442	664	607	572	457	280	105	0	0	0	0	0	0	0	0
$q_{вр}, Вт / м^2$	29	99	160	174	166	135	113	98	87	81	77	77	72	59	39	13
$F_0, м^2$	50.2															
k_1	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
k_2	0,95															
$\beta_{сз}$	1															
$Q_{сол}$	4056	11610	17683	16761	15854	12705	8434	4356	4356	4056	3856	3856	3605	2954	1953	651

Для расчета принимаем $Q_{сол} = 15854$ Вт (рабочий день начинается с 8.30).

Определение количества тепла, поступающего через перекрытие и стеновые ограждения рассчитывается для теплого периода года и определяется по формуле:

$$Q_{\text{покр.}} = \left[\frac{1}{R_0} (t_n + R_n \cdot \rho \cdot I_{\text{ср}} - t_v) + \beta \cdot k \frac{A_{t_B}}{R_B} \right] \cdot F, \quad (14)$$

где R_0 – сопротивление теплопередаче покрытия, м² К/Вт,

t_n – среднемесячная температура наружного воздуха за июль, °С,

принимаемая согласно;

R_n – термическое сопротивление при теплообмене между наружным воздухом и внешней поверхностью покрытия, м² К/Вт,

ρ – коэффициент поглощения солнечной радиации материалом наружной поверхности покрытия [10 см. табл. 1.18];

$I_{\text{ср}}$ – среднесуточная суммарная (прямая и рассеянная) солнечная радиация, падающая на горизонтальную поверхность, Вт/м²

t_v – расчетная температура внутреннего воздуха, °С;

β – коэффициент для определения гармонически изменяющихся величин теплового потока в различные часы суток;

k – коэффициент, принимаемый для покрытий с вентилируемыми воздушными прослойками 0,6 и для всех других покрытий - 1;

A_{t_v} – амплитуда колебаний температуры внутренней поверхности ограждающих конструкций, °С;

R_v – термическое сопротивление при теплообмене между внутренней поверхностью покрытия и воздухом помещения, м² К/Вт;

F – площадь покрытия, м².

$$Q_{\text{покр.}} = \left[\frac{1}{8.93} (25 + 0.043 \cdot 0.86 \cdot 247 - 20) + 0.02 \cdot 1 \frac{0.12}{0.043} \right] \cdot 340 = 538 \text{ Вт.}$$

3.4 Тепловой баланс

На основании проведенных расчетов составляем тепловой баланс спортивного зала для теплого периода.

Холодоснабжение системы вентиляции рассчитано на охлаждение приточного воздуха с температуры 35°C до 20°C. Остальные теплоступления приходится на систему кондиционирования.

$$Q_{\text{вент}} = 0,28 \cdot L_{\text{пр}} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_n - t_v) = 0,28 \cdot 5000 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot (35 - 20) = 25200 \text{ Вт} \quad (15)$$

$$Q_{\text{конд}} = (Q_{\text{с.р.}} + Q_{\text{л}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{покр}}) = 15854 + 4800 + 3808 + 538 = 25000 \text{ Вт} \quad (16)$$

Аналогичным образом просчитывается кондиционирование танцевального зала, вестибюля, кабинетов тренера первого и второго этажа.

Выводы по разделу 3:

- в процессе выполнения работы произведен теплотехнический расчет ограждающих конструкций, определены теплотехнические характеристики, проведена проверка ограждающих конструкций на вероятность выпадения конденсата на внутренней поверхности;
- определены теплотери каждого помещения через ограждающие конструкции путем расчета основных и добавочных потерь теплоты через ограждающие конструкции помещений, расхода теплоты на нагревание инфильтрирующегося воздуха. В разделе определены теплотраты за отопительный период. Общий расход теплоты на отопление спортивного зала составил 45,3 кВт;
- в ходе расчета тепло – и влажноступлений определены их значения. При расчете учитывались данные для расчетного помещения, спортивного зала, в теплый и холодный период года. Тепло- и влажноступления от людей составили $Q_{\text{л}} = 4800 \text{ Вт}$, $W_{\text{л}} = 12 \text{ кг/ч}$. Расчет теплоступлений от источников искусственного освещения произведён только для холодного периода года и составили $Q_{\text{осв}} = 3808 \text{ Вт}$. Теплоступления от солнечной радиации составили $Q_{\text{сол}} = 15854 \text{ Вт}$. Количества теплоты, поступающего через перекрытие и стеновые ограждения составили 538 Вт;
- на основании произведенных расчетов составлен тепловой баланс здания. $Q_{\text{вент}} = 25200 \text{ Вт}$, $Q_{\text{конд}} = 25000 \text{ Вт}$.

4 Системы обеспечения микроклимата

4.1 Отопление

4.1.1 Конструирование системы отопления

Источником теплоснабжения здания является котельная, теплоноситель вода с параметрами $T_1=80^{\circ}\text{C}$, $T_2=60^{\circ}\text{C}$. Схема теплоснабжения-четырёхтрубная. Присоединение систем теплопотребления здания к трубопроводам существующей тепловой сети осуществляется через проектируемый индивидуальный тепловой пункт (ИТП), расположенный в помещении № 54 на отм. – 3.300м. в осях 5/1 – 5/2, А/3

Поддержание необходимых параметров внутреннего воздуха в холодный период года обеспечивается системой водяного отопления с местными нагревательными приборами и системой для равномерного прогрева поверхности полов. Системы отопления функционально разделены на систему радиаторного отопления (СО1, СО2 и СО3) и систему тёплый пол (Т14 – Т24).

Система радиаторного отопления предусматривается водяная горизонтальная двухтрубная с тупиковым движением теплоносителя. Параметры теплоносителя $80 - 60^{\circ}\text{C}$. Трубопроводы систем отопления СО1, СО3 запроектированы из сшитого полиэтилена и стали. Прокладка трубопроводов запроектирована скрытая (в конструкции пола с устройством защитного гофрированного кожуха) в тепловой изоляции. Прокладка трубопроводов запроектирована скрытая (в нише) в тепловой изоляции.

В качестве отопительных приборов, согласно техническому заданию заказчика, приняты биметаллические радиаторы фирмы Refag модель Base 200 и 500. Такие радиаторы предназначены для применения в двухтрубных системах водяного отопления при использовании теплоносителя – воды с температурой до 135°C и рабочим давлением до 1,2 МПа согласно нормам проектирования [8], [15]. Для регулирования теплоотдачи отопительных приборов устанавливаются терморегулирующие клапаны RTR – К с

термостатическими элементами. Отопительные приборы располагаются под окнами открыто за исключением помещения спортивного зала. Радиаторы в спортивном зале закрыты травмобезопасными коробами с щелями [13].

Трубопроводы в спортивном зале проложены 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 приборам, стоякам и веткам предусматриваются ручные балансировочные клапаны [3].

Трубопроводы систем отопления, теплоснабжения приточных установок и до коллекторов тёплого пола приняты стальные обыкновенные водогазопроводные трубы по ГОСТ 3262 [9]. Трубопроводы в местах пересечения стен и перекрытий следует прокладывать в гильзах из негорючих материалов. Края гильз должны быть на одном уровне с поверхностями стен, перегородок и потолков.

В помещении вестибюля, мужской и женской раздевалок, в помещениях душевых (помещения № 113,114,116,117) предусматривается система подогрева пола из сшитого полиэтилена шагом 300 и 150 мм. Средняя температура поверхности строительных конструкций пола принята не выше 26°C. Регулирование параметров теплоносителя системы «тёплый пол» осуществляется в насосно-смесительном узле. Параметры теплоносителя 38-28°C.

С целью создания преграды от проникновения наружного воздуха внутрь здания над главной входной группой предусматривается установка воздушно-тепловой завесы с электрическим воздушнонагревателем мощностью 9 кВт.[38]. Для прогрева поверхностей строительных конструкций крыльца перед главной входной группой предусматривается устройство греющего электрического кабеля мощностью 4,0 кВт.

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.

Расчётная схема системы отопления приведена на рисунках 8, 9, 10,11.

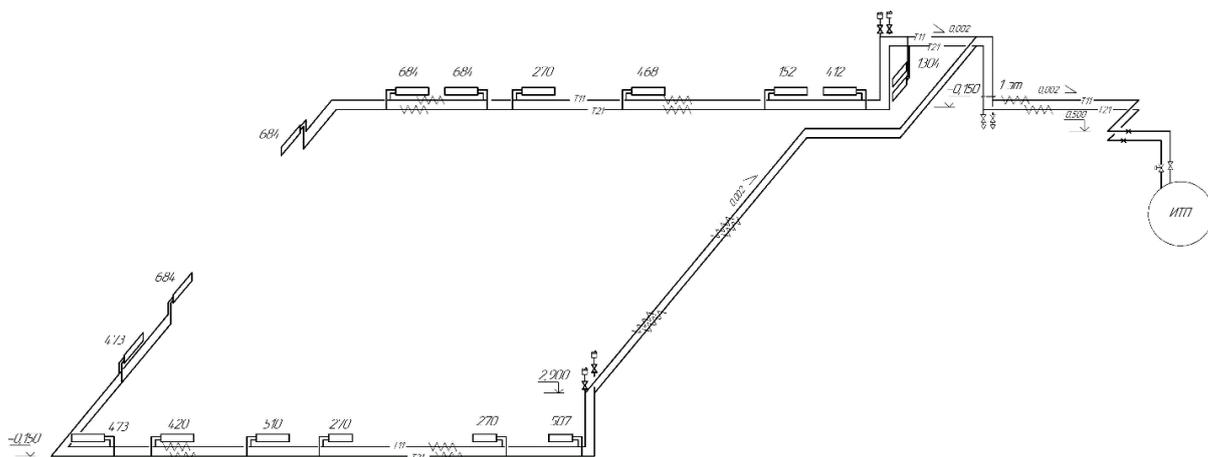


Рисунок 8 – Схема системы отопления СО1

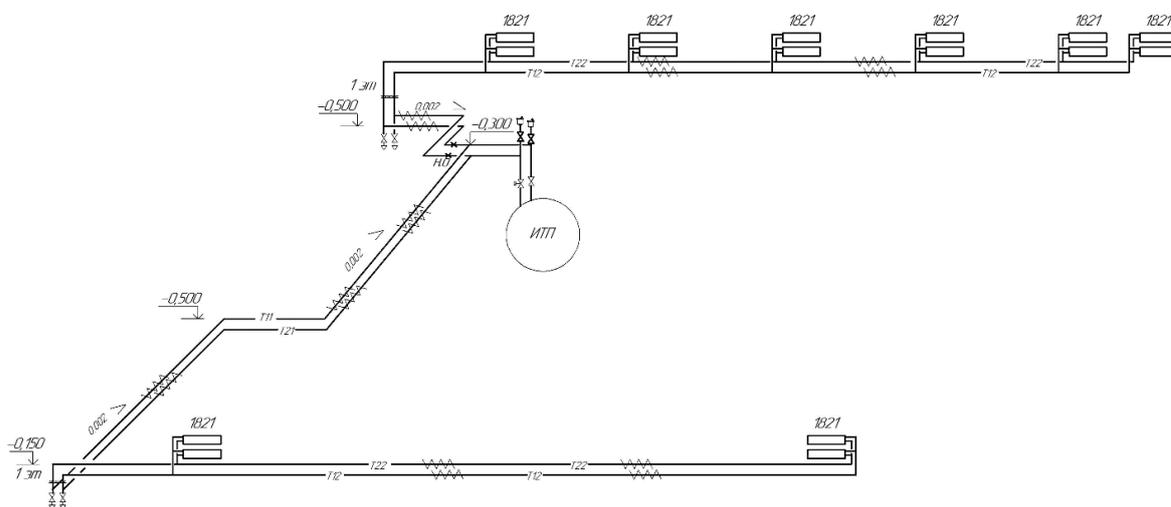


Рисунок 9 – Схема системы отопления СО2

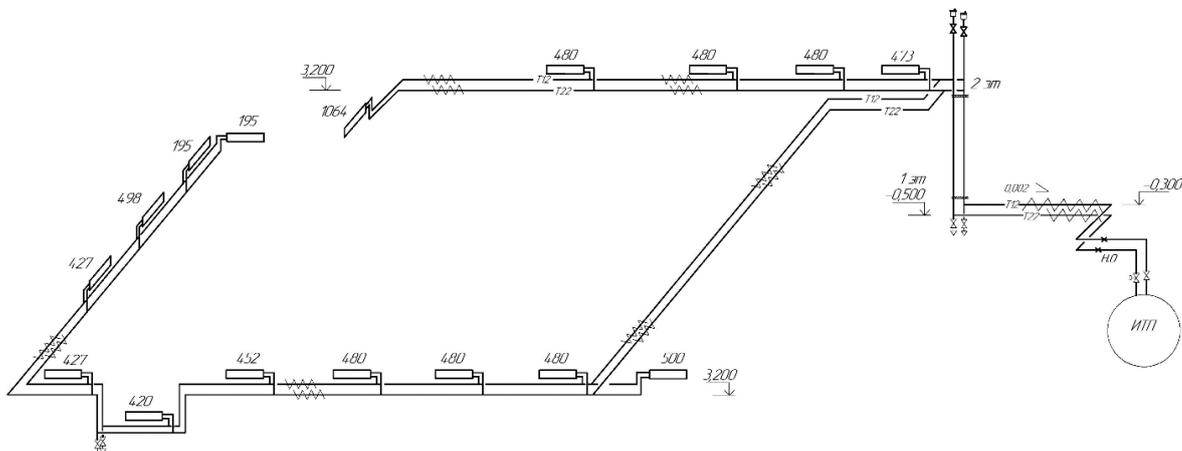


Рисунок 10 – Схема системы отопления СО3

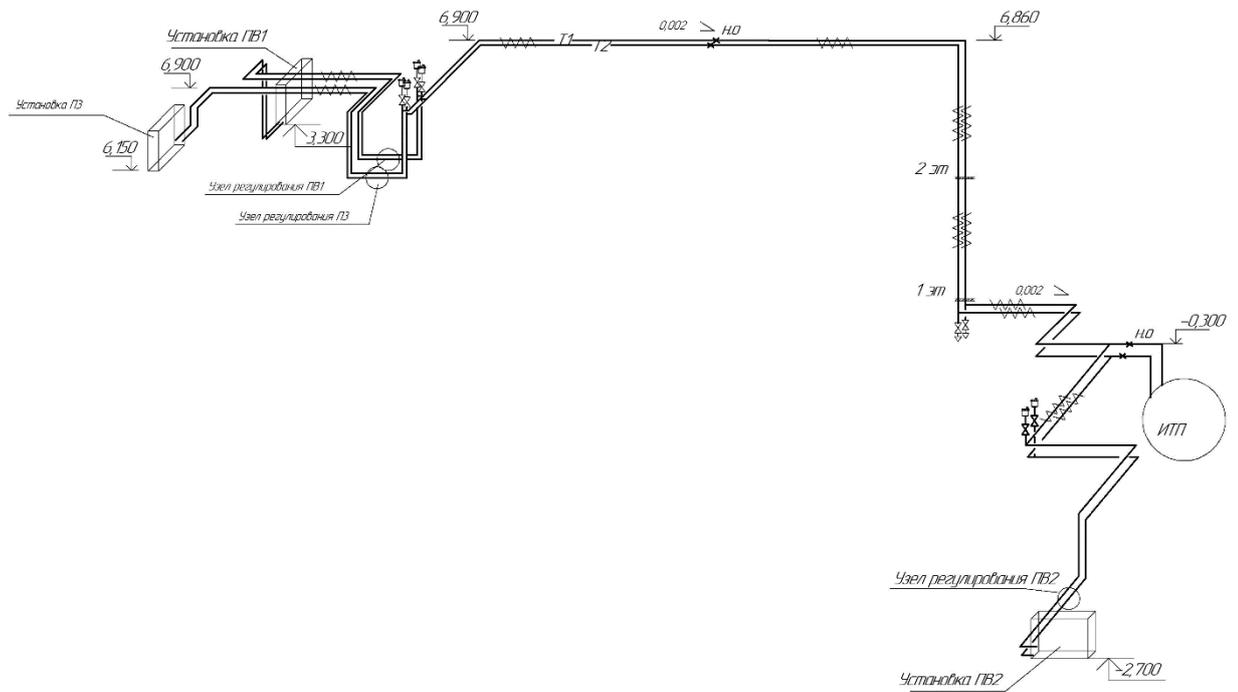


Рисунок 11 – Схема теплоснабжения Т1/Т2

4.1.3 Гидравлический расчет циркуляционных колец и их увязка

Гидравлический расчёт ведём по удельным линейным потерям давления, подбирая диаметр труб при постоянном перепаде температуры воды во всех ветвях. Потери давления на трение и местное сопротивление на участке определяем раздельно по формуле

$$\Delta P_{\text{уч}} = R \cdot \ell_{\text{уч}} + \sum \xi_{\text{уч}} \cdot \frac{\rho \cdot w^2}{2} = R \cdot \ell_{\text{уч}} + Z, \text{ Па} \quad (17)$$

где R – удельные потери давления на трение на длине 1 м, Па/м, определяется по тех справочникам;

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

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

$\frac{\rho \cdot w^2}{2}$ – Динамическое давление, Па;

Z – потери давления на местные сопротивления, Па.

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

Потери давления в отопительном приборе учитываем коэффициентом местного сопротивления. Увязку производим изменением диаметров на участках. В случае если увязка изменением диаметра не может быть достигнута, то на участке с меньшими потерями давления на обратном трубопроводе устанавливают балансировочный кран, с помощью которого уравниваются давления в циркуляционных кольцах. Зная расчетный расход теплоносителя на каждом участке G и ориентируясь на скорость и значение R_{cp} , с помощью специальных таблиц или номограмм определяем диаметр участка трубопровода. После расчета основного кольца приступаем к расчету параллельных участков и ветвей. Для этого строим эпюру циркуляционного давления в магистралях. По эпюре вычисляем располагаемые циркуляционное давление в промежуточных приборах и ветвях. Эпюры CO1, CO2, CO3 приведены на рисунках 12,13,14,15,16,17.

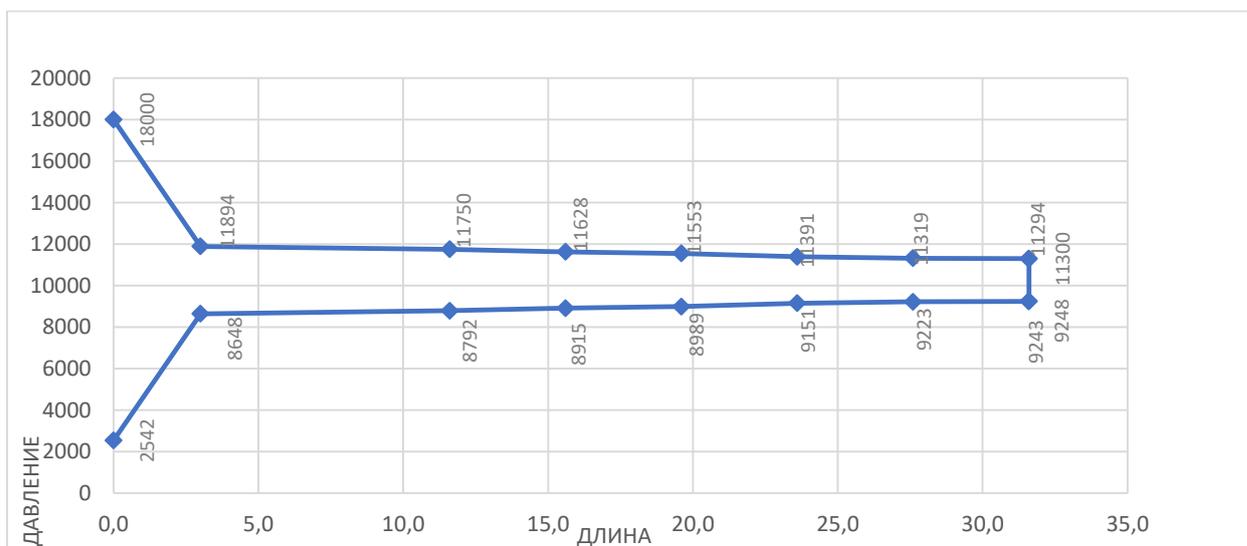


Рисунок 12 – Эпюра давлений ГЦК, CO2, ветвь А

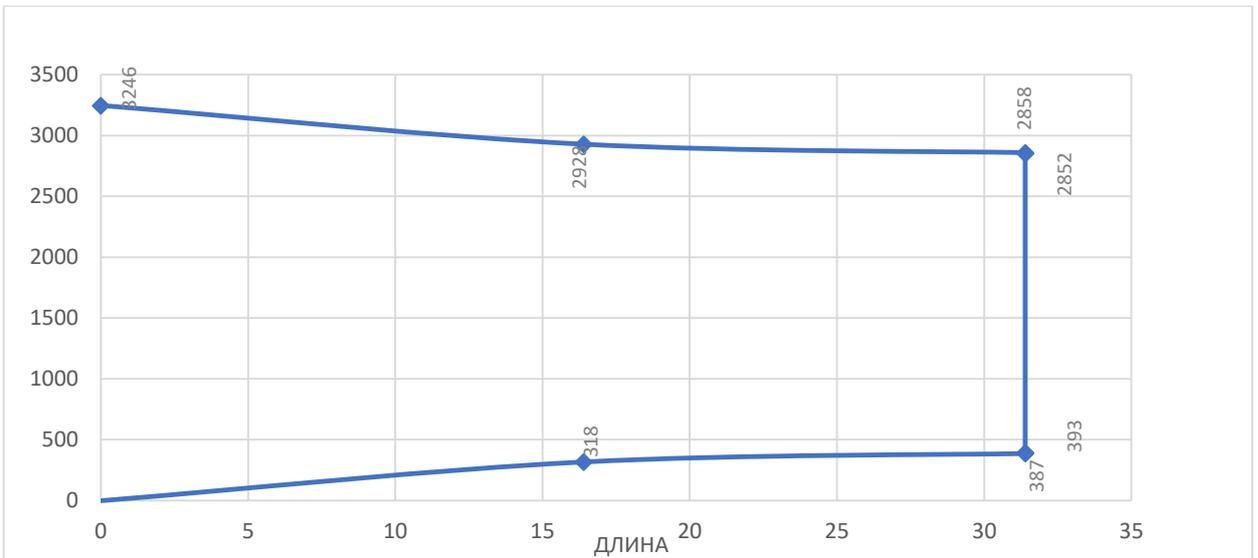


Рисунок 13 – Эпюра давлений ГЦК, CO₂, ветвь Б

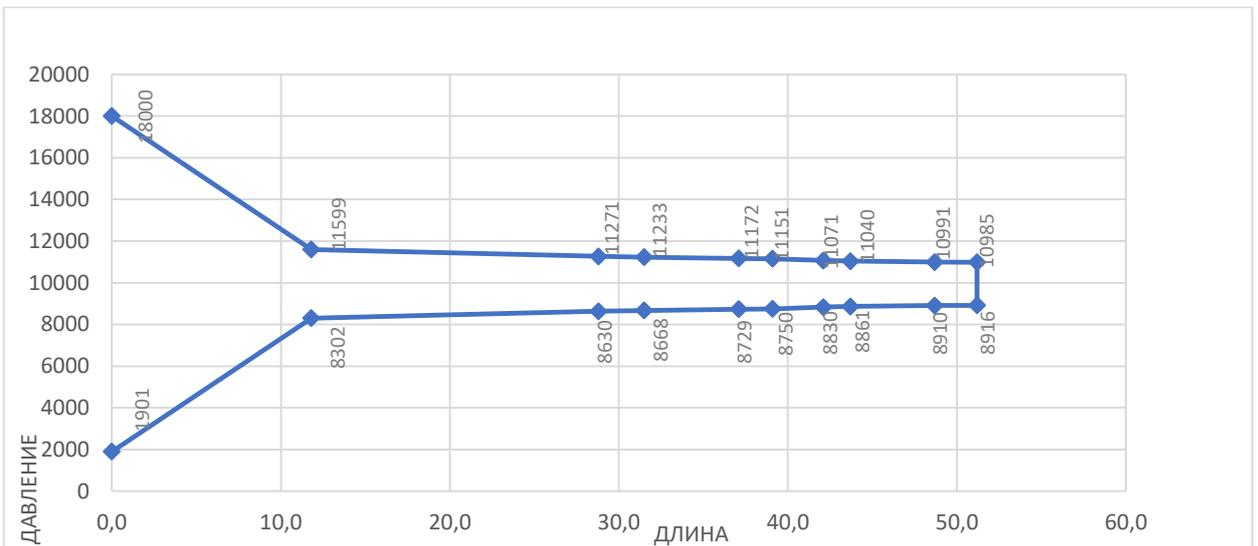


Рисунок 14 – Эпюра давлений CO₁, ветвь А

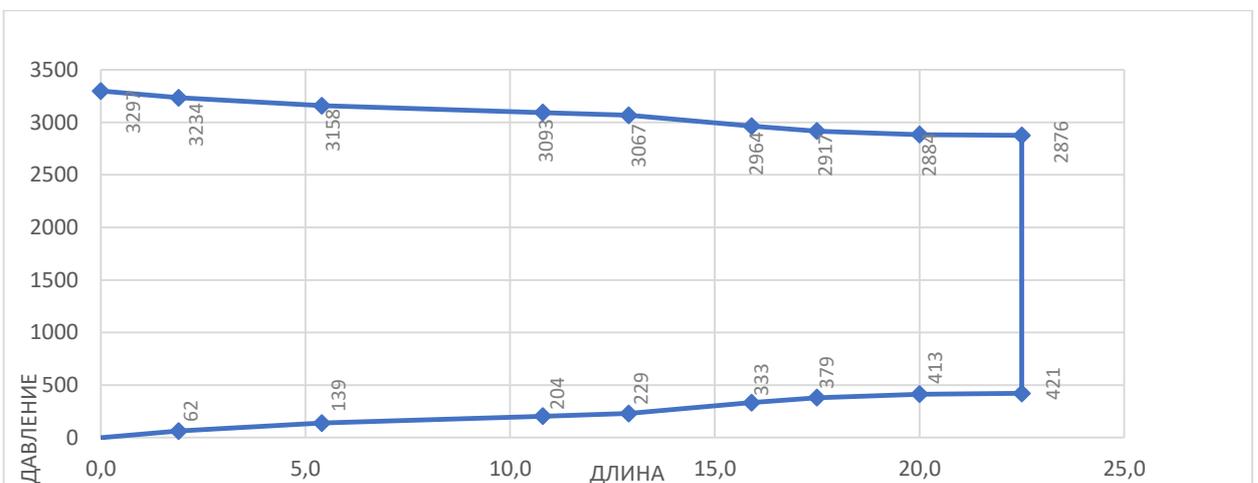


Рисунок 15 – Эпюра давлений CO₁, ветвь Б

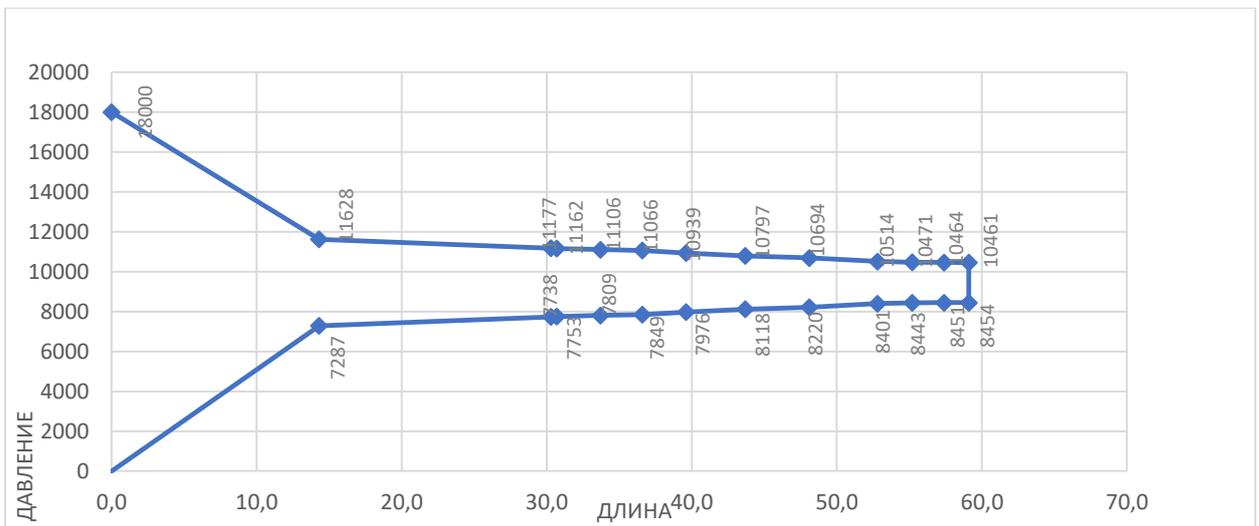


Рисунок 16 – Эюра давлений CO₂, ветвь А

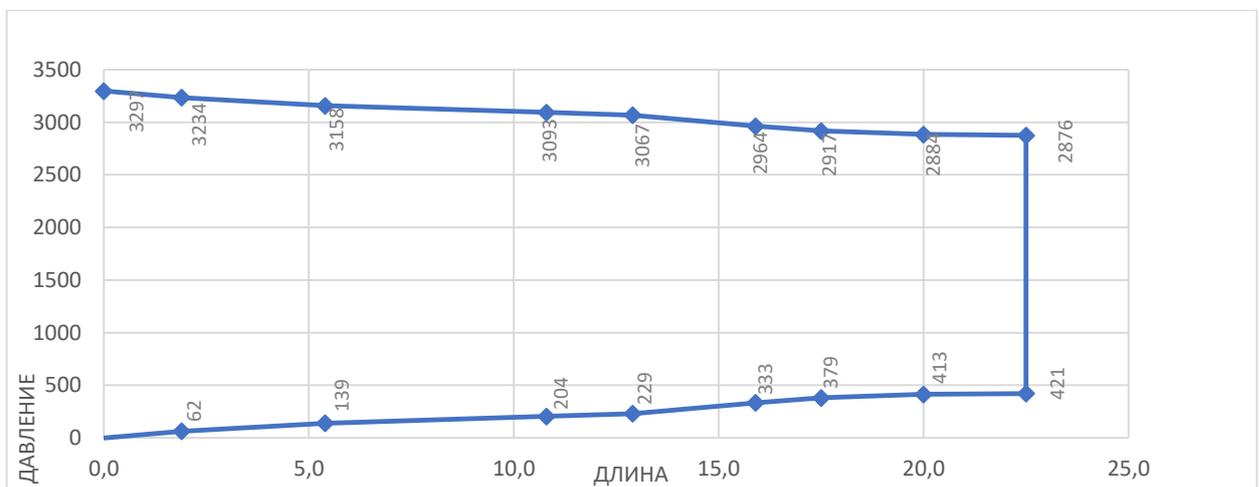


Рисунок 17 – Эюра давлений ГЦК, CO₂, ветвь Б

Гидравлическая увязка приборов осуществляется установкой положения клапана RTR-N после монтажа системы.

Увязку систем (CO₁, CO₂, CO₃) осуществляем клапанами баллорекс на коллекторе. На каждую ветку предусматриваем отключающее устройство и сливной кран.

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

Определение расчетного циркуляционного давления

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

$$\Delta P_{pc} = \Delta P_n + 0,4 \cdot \Delta P_e, \text{ Па} \quad (18)$$

Насосное циркуляционное давление принимаем по характеристике насоса $\Delta P_n = 18000 \text{ Па}$

Естественное циркуляционное давление ΔP_e , возникающее в расчетном кольце системы вследствие охлаждения воды в отопительных приборах, определяется по формуле:

$$\Delta P_e = g \cdot h \cdot \beta_t (t_o - t_2), \text{ Па} \quad (19)$$

где h – вертикальное расстояние между условным центром охлаждения в приборе горизонтальной ветки и центром нагревания в системе, м;

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

Подставляя данные h в формулу, для каждого этажа находим ΔP_e :

$$\Delta P = g \cdot h_y \cdot \beta_t (t_2 - t_o) = 9,81 \cdot 3,2 \cdot 0,6 \cdot (80 - 60) = 376 \text{ Па}$$

Так как ΔP_e составляет менее 10 % от ΔP_n то его можно не учитывать в дальнейших расчетах.

4.1.4 Выбор типа отопительных приборов и их обоснование

Принимаем к установке биметаллические радиаторы RIFAR Base 200 и RIFAR Base 500 (Рисунок 18) которые комплектуются термостатическими клапанами фирмы "Danfoss" Предусматриваем установку приборов под световыми проемами.



Рисунок 18 – Фото алюминиевых радиаторов RIFAR Base

Биметаллические секционные радиаторы RIFAR Base применяется в системах отопления, сконструированных по классической схеме с боковым подключением и имеет отличительную особенность в конструкции и геометрии вертикального канала секции. Технологическое отверстие в нижней части каждой секции радиатора герметизируют не с помощью сварки, а с помощью мембраны из EPDM и специальной заглушки. Мембрана предотвращает контакт теплоносителя с донной частью радиатора и обеспечивает повышение коррозионной стойкости соединения и надежности отопительного прибора в целом.

В числе прочих конструктивных преимуществ, свойственных этим алюминиевым радиаторам, следует отметить уникальный способ герметизации межсекционного соединения, существенно повышающий надежность отопительного прибора. Надежность межсекционного соединения достигается за счет фрезерования торца коллектора под прокладку типа O-ring из материала EPDM. Такая технология сборки радиатора из секций обеспечивает герметичность межсекционного стыка за счет образования замкового соединения. Это соединение существенно надежнее обычного соединения коллекторов с использованием плоской прокладки, которое применяют в обычных алюминиевых секционных радиаторах.

Серийно производятся радиаторы с числом секций от 4 до 15.

Паспорт с полным переянем технических данных представлен в Приложении Г.

Краткие характеристики радиатора представлены в Таблице 14.

Таблица 14 – Технические характеристики одной секции

Межосевое расстояние, мм	Габаритные размеры, мм			Номинальный тепловой поток, Вт	Объем теплоносителя, л	Масса, кг
	высота	ширина	глубина			
500	570	80	100	197	0,20	1,84
200	261	80	100	100	0,16	0,90

Номинальный тепловой поток с одной секции $Q_{н.у.} = 100$ Вт (200 мм) и $Q_{н.у.} = 197$ Вт (500 мм). Присоединение труб к приборам одностороннее с движением теплоносителя сверху вниз.

Фактическая теплоотдача одной секции Q_{np} , определяется по формуле:

$$Q_{np} = Q_{ном} \left(\frac{\Delta t_{cp}}{70} \right)^{1+n} \left(\frac{G_{np}}{360} \right)^P \quad (20)$$

где $Q_{ном}$ – номинальная теплоотдача прибора для нормальных условий;

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

G_{np} – расход воды, кг/ч;

n и P – эмпирические коэффициенты $n=0,3, P=0,18$.

Количество секций прибора отопления определяется по формуле:

$$N_{np} = \frac{Q_{np} \cdot \beta_4}{Q_{np}^{фак} \cdot \beta_3} \quad (21)$$

где $\beta_3 = 1$ (число секций до 15) и $\beta_4 = 1,3$ (Закрывает декоративными ламелями в спортивном зале) $\beta_4 = 1,02$ (Для приборов у стены без ниши, перекрытые подоконной доской).

Теплоотдача труб, теплоизолированных пенополиэтиленовыми скорлупами, не учитывается.

Расчет количества секций приборов отопления для разных систем сведен в таблицу Б2 в Приложении Б.

4.1.5 Расчет и подбор отопительного оборудования

Подбор циркуляционно-повысительного насоса.

Подключение систем отопления к наружным теплосетям осуществляется с помощью насосно-смесительного узла по схеме "насос на подаче"[24]. Применение данной схемы основано на параметрах теплоносителя в точке подключения. Задача насоса состоит в обеспечении циркуляции теплоносителя и повышении давления для заполнения системы отопления до необходимого уровня по высоте.

$$G_{\text{насоса}} = 1,1 * G_{\text{системы отопления}}$$

$$G_{\text{насоса}} = 1,1 * 1950 = 2145 \text{ кг/час.}$$

$$H_{\text{насоса}} = 1,15 * \Delta P_{\text{со}}$$

$$H_{\text{насоса}} = 1,15 * 1,8 = 2,1 \text{ метра водяного столба}$$

С учетом температуры теплоносителя подбираем по каталогу насос UPS 25 – 60. Технические характеристики насоса показаны на рисунке 19.

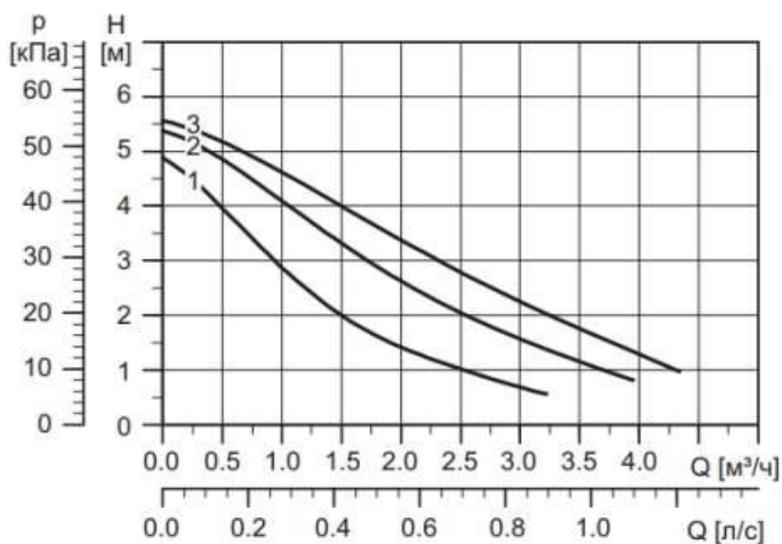


Рисунок 19 – Рабочая точка насоса UPS 25–60

В виду особенностей назначения здания закладываем 2 насоса, один из которых будет резервным.

Насос, оснащенный электродвигателем с мокрым ротором и защищенным статором, без сальниковых уплотнений, с двумя уплотнительными кольцами. Подшипники смазываются перекачиваемой жидкостью. Насос спроектирован для удобной вторичной переработки.

Характеристики насоса:

- Три скорости.
- Керамические радиальные подшипники.
- Осевой подшипник из графита.
- Гильза ротора, щелевое уплотнение и подшипниковая обойма сделаны из нержавеющей стали.
- Корпус статора – из алюминиевого сплава.
- Корпус насоса из Чугун.
- Статор со встроенным термодатчиком.
- 1 – фазный электродвигатель.

Насос поставляется со стандартным релейным модулем в клеммной коробке. Стандартный модуль включается в электросеть через внешний замыкатель.

4.2 Вентиляция

4.2.1 Определение воздухообмена по кратности

Расход воздуха по кратности можно рассчитать по формуле:

$$L = k \cdot V, \quad (22)$$

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» [23, 25, 28, 29,33, 34].

Расчет воздухообменов в спортивном зале произведен исходя из нормативного расхода и в соответствии с рекомендациями ВОЗ.

Исходя из технологического задания заказчика в помещении физкультурного и танцевального зала воздухообмен определяется по

рекомендациям ВОЗ в размере 100м³/час на приток на одного обучающегося и 90м³/час на вытяжку соответственно.

Спортзал: $L_{п}=50*100=5000$ м³/час.

$L_{в}=50*90=4500$ м³/час.

Танцевальный зал $L_{п}=30*100=3000$ м³/час.

$L_{в}=30*90=2900$ м³/час

Результаты расчета воздухообменов сводят в таблицу 12 воздушного баланса. В ней приводится перечень помещений с указанием нормативной кратности по притоку и вытяжке, и результирующего воздухообмена по притоку и вытяжке.

Технические характеристики системы ПВ1 указаны в Приложении Д, системы ПВ2 в Приложении Е, вытяжных вентиляторов В1, В2, В3, В4, В5, В6, В7, В8 в Приложении Ж.

4.2.2 Конструирование систем вентиляции и кондиционирования воздуха

Конструирование систем вентиляции

Общеобменная приточно-вытяжная вентиляция здания предусматривается с механическим побуждением движения воздуха.

Воздухообмен в помещениях принят по нормативным, с учётом нормируемого воздухообмена и нормативной кратности воздухообмена. Системы вентиляции предусматриваются отдельными для каждой группы помещений, с учётом их функционального назначения.

Нормируемый воздухообмен в помещении спортзала организуется приточно-вытяжной установкой ПВ1 с рекуперацией тепла удаляемого воздуха и водяным воздушонагревателем. Организация воздухообмена принята «сверху-вверх».

Аналогично организован воздухообмен в помещении танцевального зала системой ПВ2.

Таблица 15 – Воздушный баланс

Наименование помещения	$t_{в}, ^\circ\text{C}$	Площадь помещения, $P, \text{м}^2$	Объем помещения, $V, \text{м}^3$	Приток		Вытяжка	
				$k, \text{ч}^{-1}$	$L, \text{м}^3/\text{ч}$	$k, \text{ч}^{-1}$	$L, \text{м}^3/\text{ч}$
Лестничная клетка	18	-	-	-	-	-	-
Коридор	18	4	-	-	-	-	-
Форкамера	18	1,7	-	-	-	-	-
ИТП, совмещенный с венткамерой	12	66.5	152	1(Вент. камера.)	100	1	150
Электрощитовая	18	14.1	32.4	-	-	1	50
Узел ввода водопровода	18	16.2	37.3	-	-	2	70
Воздушный баланс в подвале					100		270
Вестибюль	20	47	127	По балансу	285	1	140
Коридор	20	42.4	-	По балансу	400	-	-
ЛК	18	15.4	-	-	-	-	-
ЛК	18	15.1	-	-	-	-	-
Кладовая для мелкого спортивного инвентаря	18	11.6	31.3	-	-	1	40
Санузел для посетителей	20	4.1	11.1	В коридор	-	100 м ³ / унитаза	100
Гардероб верхней одежды	20	15.1	41	2	90	3	140
Тренерская	20	10.5	28,35	60 м ³ / чел	120	Через душевую	-
Душевая	24	3	8.1	В кабинет	-	75 м ³ /душ. сетку	75
Снарядная	18	20.1	54.3	-	-	2	145
СПУИ	18	4.3	11.6	-	-	1	20
Раздевалка мужская для мальчиков	24	18.9	51	По балансу с душевой	150	Через душевую	-
Душевая мужская для группы М4	24	5.1	13.77	В раздевалку	-	75 м ³ / душ. сетку	150
Душевая мужская	24	2.6	7	В раздевалку	-	75 м ³ / душ. сетку	150

Продолжение таблицы 15

Наименование помещения	$t_v, ^\circ\text{C}$	Площадь помещения, $P, \text{м}^2$	Объем помещения, $V, \text{м}^3$	Приток		Вытяжка	
				$k, \text{ч}^{-1}$	$L, \text{м}^3/\text{ч}$	$k, \text{ч}^{-1}$	$L, \text{м}^3/\text{ч}$
Раздевалка женская для девочек	24	18.9	51	По балансу с душевой	150	Через душевую	-
Душевая женская для группы М4	24	5.1	13.77	В раздевалку	-	75 м3 / душ. сетку	150
Душевая женская	24	2.6	7	В раздевалку	-	75м3 / душ. сетку	150
Санузел для мужчин	18	8.8	23.8	В коридор	-	100 м3 / унитаз	200
Санузел для женщин	18	12.9	34.8	В коридор	-	100 м3 / унитаз	200
Спортзал	20	340	2039.4	100 м3 / чел.	5000	90 м3 /чел.	4500
Воздушный баланс на 1 этаже					6195		6160
Лестничная клетка	28	15.1	49.9	-	-	-	-
Форкамера	18	2.2	55.1	-	-	-	-
Танцевальный зал	20	119.6	394	100 м3 / чел.	3000	90 м3 / чел.	2900
Инвентарная	18	20.1	75	-	-	1	75
Коридор	18	25.3	33.3	По балансу	260	Из смежных помещений	-
Раздевалка мужская для мальчиков	24	13.7	45	По балансу с душевой	75	Через душевую	-
Душевая мужская	24	1.6	5.3	В раздевалку	-	75 м3 / душ. сетку	75
Раздевалка женская для девочек	24	13.7	45	По балансу с душевой	75	Через душевую	-
Душевая женская	24	1.6	5.3	В раздевалку	-	75 м3 /душ. сетку	75
Кабинет	20	9,4	55	60 м3 /чел.	120	60 м3 / чел.	120
Санузел	16	3.2	12.7	В коридор	-	100 м3 / унитаз	100
Венткамера	12	25.3	-	1	50	-	-
Воздушный баланс на 2 этаже					3780		3270
Воздушный баланс по зданию					9875		9700

Приток воздуха в помещение вестибюля, помещения коридоров первого и второго этажей, помещения раздевалок, помещения тренерской осуществляется системой ПЗ. Удаление воздуха из помещений душевых и раздевалок осуществляется системой В5.

Удаление воздуха из помещения кладовой для мелкого спортивного инвентаря и помещения снарядной осуществляется системой В2.

Вентиляция помещения гардероба верхней одежды предусматривается приточно-вытяжная с механическим побуждением движения воздуха. Приток воздуха осуществляется системой ПЗ, вытяжка – системой В1.

Вытяжка из помещения санитарного узла для посетителей и МГН, помещения СПУИ, помещения мужского и женского санитарного узлов осуществляется системой В4.

Удаление воздуха из помещений душевых для группы М4 осуществляется системой В3.

Удаление воздуха из помещения инвентарной танцевального зала осуществляется системой В8

Приток воздуха в помещение санитарного узла (помещение № 211) осуществляется системой ПЗ, вытяжка – системой В7.

Удаление воздуха из помещения водомерного узла и помещения электрощитовой осуществляется системой В6

Приток воздуха в помещение ИТП осуществляется системой ПВ2, вытяжка – системой В6.

Все вытяжные системы В1 – В8 на базе вентилятора канального типа.

Забор воздуха вент системой ПВ1 осуществляется на высоте 3,9 м от уровня земли. Системы ПВ2 на отм. 2 м от уровня земли. Выброс отработанного воздуха осуществляется с кровли с наиболее высокой части здания.

Вентиляционное оборудование размещается в помещении вентиляционной камеры, в помещении ИТП, совмещённом с вентиляционной камерой, в обслуживаемых помещениях и коридорах.

Воздуховоды систем общеобменной вентиляции выполняются из тонколистовой оцинкованной стали (по ГОСТ 14918-80*) с классом герметичности не менее «А». Транзитные воздуховоды всех систем выполняются из стали класса герметичности «В» с толщиной стенки не менее 0,8 мм и защищаются огнезащитным составом или прокладываются в шахтах из строительных конструкций с требуемым пределом огнестойкости. Воздуховоды в местах возможной конденсации влаги теплоизолируются вспененным каучуком.

Места прохода транзитных воздуховодов через противопожарные преграды оснащаются нормально открытыми противопожарными клапанами и уплотняются негорючими материалами, обеспечивая нормируемый предел огнестойкости пересекаемых ограждений.

В качестве мероприятий по снижению шумовых характеристик предусматривается:

- установка секций шумоглушения в составе вентиляционных систем;
- присоединение воздуховодов к вентиляционному оборудованию при помощи гибких вставок;
- ограничение расчётной скорости в воздуховодах и воздухораспределителях.

Теплоснабжение воздухонагревателей вентиляционных систем осуществляется отдельным ответвлением от ИТП теплоносителем с параметрами 95 – 70 С. Системы теплоснабжения воздухонагревателей предусматриваются двухтрубные с тупиковой разводкой. Управление, регулирование и контроль параметров внутреннего воздуха, защита от замерзания воды в воздухонагревателях осуществляется в узлах регулирования воздухонагревателей вентиляционных систем. Регулирование параметров приточного воздуха, поступающего в обслуживаемые помещения, осуществляется посредством шкафов управления и автоматики, поставляемых комплектно с подобранным оборудованием.

Аэродинамический расчет вентиляционных систем выполняют методом удельных потерь по длине с целью выбора диаметров воздуховодов, определения потерь давления и увязки ответвлений. Схема системы ПВ1 показаны на рисунке 20.

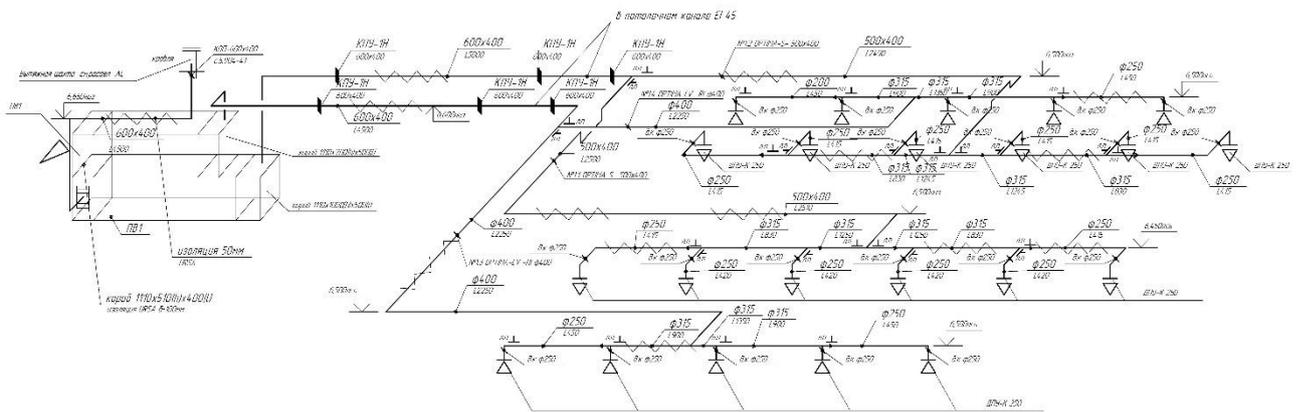


Рисунок 20 – Схема системы ПВ1

Аэродинамические расчёты систем приводятся в приложении В.

Конструирование систем кондиционирования воздуха

Для поддержания необходимых параметров внутреннего микроклимата в тёплый период года в помещениях здания предусматривается совместное использование центрального кондиционирования воздуха и мультizonальных систем кондиционирования воздуха.

В составе приточно-вытяжных установок ПВ1 и ПВ2 предусматривается установка фреоновых воздухоохладителей. Размещение компрессорно-конденсаторных блоков К1 и К2 предусматривается на кровле здания. Управление, регулирование и контроль параметров внутреннего воздуха осуществляется в узлах обвязки воздухоохладителей приточных установок. В узлах обвязки предусматривается установка терморегулирующих вентилей, соленоидных клапанов, фильтров-осушителей и запорной арматуры.

В помещении спортзала предусматривается установка внутренних блоков системы К3, в помещении танцевального зала – системы К4, в помещении вестибюля, тренерской и кабинете – системы К5.

Внутренние блоки мультizonальных систем принимаются настенного типа. Наружные блоки устанавливаются на кровле здания.

В качестве холодоносителя принимается фреон R410A.

Трубопроводы систем холодоснабжения предусматриваются медные и покрываются тепловой каучуковой изоляцией к – флекс.

Отвод конденсата осуществляется по дренажным трубопроводам в систему бытовой канализации через сифоны в кам мини.

Расход холода составляет 113,1 кВт.

Схема системы кондиционирования К4 показаны на рисунке 21.

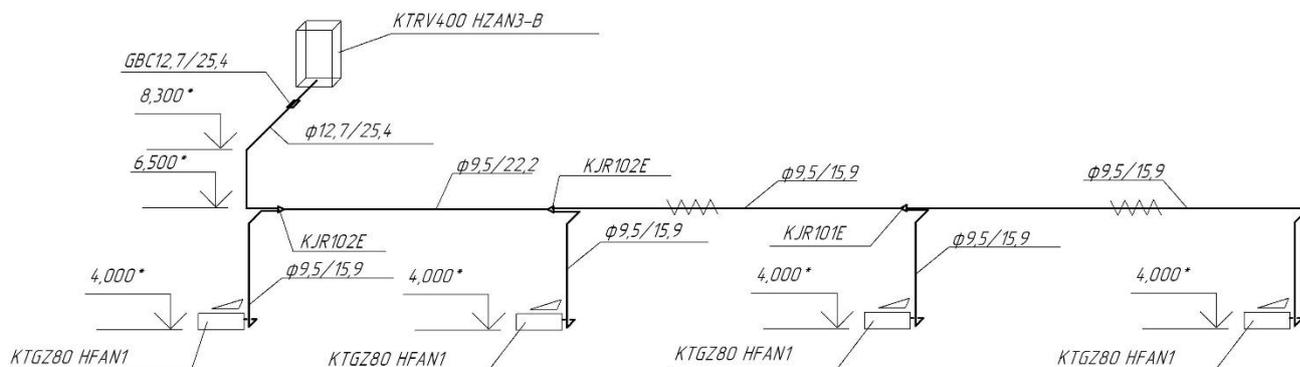


Рисунок 21 – Схема системы кондиционирования К4

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. В результате аэродинамического расчета определены диаметры воздуховодов, потери давления, проведена увязка ответвлений, было подобрано вентиляционное оборудование. Спроектированы и рассчитаны системы кондиционирования.

5 Автоматизация

В рамках разработки магистерской диссертации решений по организации микроклимата в спортивных и танцевальных залах предложена система общеобменной вентиляции по ассимиляции CO_2 с VAV клапанами. Данная система с переменным аэродинамическим сопротивлением позволяет в каждый момент времени подавать строго необходимое количество подготовленного воздуха в конкретную рабочую зону спортивного или танцевального зала в зависимости от фактического состояния микроклимата. При проектировании системы с переменным расходом воздуха следует отметить ряд особенностей, на которые стоит обратить внимание:

Широкий диапазон по расходам воздуха совместно с нелинейными потерями в местных сопротивлениях и применение элементов с переменным сопротивлением (фильтр, рекуператор, VAV – клапана и т.д.) предполагает использование вентиляторов с возможностью регулирования по производительности с запасом в 20%. При этом логичным решением будет автоматизация их работы по датчику давления в общей точке для всех потоков. Также необходимо обеспечить баланс расходов по притоку и по вытяжке. В нашем случае используются специальные ЕС-вентиляторы фирмы Ebm – rapst (Рисунок 22) с цифровыми датчиками давления на базе контроллера Carel. Система автоматизации притока и вытяжки сблокирована специальным алгоритмом по протоколу KNX.



Рисунок 22 – Приточно-вытяжная установка с применением ЕС – вентилятора

Переменная характеристика сети влечет за собой определенные требования к аэродинамической устойчивости, что в свою очередь обеспечивается при проектировании малыми потерями на магистральных воздуховодах и относительно большими потерями на конечных диффузорах.

Высокие требования к шуму [27] в учебных помещениях предполагают исключение очагов турбулентности потока, что достигается применением плавных отводов и тройников с низким КМС и применением специальных малошумных VAV – клапанов (Рисунок 23) (снизить шумовые характеристики ниже нормируемых показателей за счет, нанесенных с внутренней части камеры звукопоглощающих материалов). Особое внимание необходимо уделить герметичности вентиляционной системы и защите от вибраций.



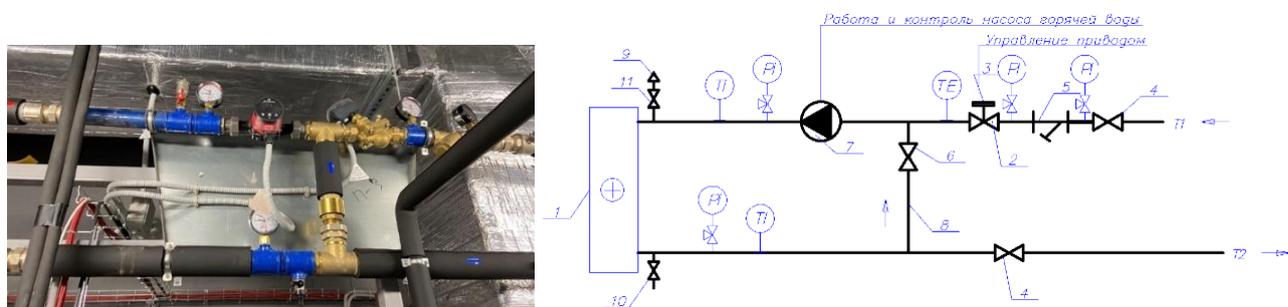
Рисунок 23 – VAV-регулятор (клапан) фирмы Sustemaer

Основной особенностью проектирования таких систем является автоматизация и слаженная работа всех инженерных систем. Мониторинг состояния воздушной среды в режиме реального времени в каждой рабочей зоне позволит отслеживать текущие параметры микроклимата и программно по заданному алгоритму вносить корректировки в работу систем вентиляции, кондиционирования, освещения, отопления и дезинфекции. На рисунке 24 показан типовой сенсор, устанавливаемый в помещении для фиксации параметров воздушной среды и ручного управления.



Рисунок 24 – Сенсор с ЖК дисплеем и встроенными датчиками фирмы АВВ

Применение систем с переменными расходами накладывает определённые требования к скорости реагирования системы теплоснабжения вентиляционных установок, что делает не приемлемым использование трехходового в насосно-смесительных узлах. В нашем случае для улучшения качества регулирования теплоносителя был предложен двухходовой седельный клапан фирмы Danfoss в паре с циркуляционным насосом Grundfos серии ALPHA2. Данный насос оснащен функцией AUTOADAPT, предназначенной для быстрого изменения температуры воздуха (Рисунок 25).



1 – Теплообменник; 2– регулирующий клапан; 3– привод клапана; 4– кран шаровый запорный; 5– фильтр сетчатый; 6– обратный пружинный клапан; 7 – насос циркуляционный; 8– перемычка; 9– воздухоотводчик автоматический; 10– кран шаровый сливной; 11– кран шаровый для подключения.

Рисунок 25 – Смесительный узел

Для того, чтобы добиться равномерности в больших пространствах при минимальных расходах было принято решение условно разделить помещения на зоны и уже локально подавать необходимое количество воздуха. Для большей равномерности распределения воздушных потоков были применены щелевые диффузоры фирмы Systemair, скомпонованные с камерами статического давления позволяющими правильно распределить воздушные потоки. Исходя из архитектурной концепции потолочного пространства, заранее подсчитанных минимальных и максимальных расходов на каждое помещение, а также исходя из равномерности распределения воздушных масс в каждой из зон были подобраны четырехщелевые диффузоры длиной 2400 мм. Таких приточных и вытяжных диффузоров на помещение получалось 3 – 4 шт. Особое внимание также следует уделить расчету воздушных струй. При минимальном расходе дальнобойность струи была на расстоянии 1600 мм от пола, при максимальном расходе – 600 мм от пола. Перед каждым воздухораспределителем на притоке и вытяжке был смонтированы среднескоростные VAV – регуляторы (клапаны) фирмы Sustemaer, управляемые по протоколу KNX. Данный прибор представляет собой устройство, совмещающее в себе VAV – контроллер, динамический преобразователь перепада давления, электропривод и непосредственно сам клапан. Если кратко описать взаимодействие системы, то получится следующее: при появлении человека в помещении датчик присутствия напрямую отправляет команду на включение освещения (при этом анализируется необходимость его включения и уровень освещенности поверхности), через 5 минут фактического присутствия происходит открытие всех VAV – регуляторов в данном помещении на минимальную-рабочую величину. Далее регулирование производительностью клапанов осуществляется по ПИД закону относительно ассимиляции CO₂.

Применение вышеописанной системы позволило снизить эксплуатационные затраты в 3 раза, снизить нагрузку на тепловые сети, добиться качественного микроклимата в помещении при равномерности и комфортности воздушной струи, шумовые характеристики при максимальных расходах

находятся в диапазоне 32 – 35 дБ. Также хочется отметить, что состояние загрязненности фильтра никак не сказывается на производительности системы и снижении расходов за счет ее автоадаптации.

Вывод по разделу 5

В разделе была рассмотрена автоматизация системы общеобменной вентиляции по ассимиляции CO₂ с VAV клапанами [34,35,36,37,38,39]. Система автоматизации на сегодняшний день является неотъемлемой частью проектирования и играет важнейшую роль в слаженной работе всех инженерных систем. Автоматизация позволяет управлять всеми процессами без участия человека и при этом сокращать эксплуатационные затраты. В данном проекте все инженерные системы запроектированы с применением новейших технологий и входят в состав комплексной автоматизации.

6 Техничко-экономический расчёт

Расчет экономического эффекта от внедрения противоточного пластинчатого рекуператора в системах ПВ1 и ПВ2.

Применение пластинчатых рекуператоров в системах приточно-вытяжной механической вентиляции позволяет использовать теплоту удаляемого воздуха в качестве вторичного энергоресурса (ВЭР) [7,13,32,]. В настоящее время, наибольшее распространение получили пластинчатые утилизаторы теплоты противоточного и перекрестноточного типа. Данные устройства представляют собой теплообменники с развитой поверхностью теплообмена, образуемой пластинами различной формы, которые разделяют потоки греющего и нагреваемого воздуха. Важной составляющей исследования перекрестноточного рекуператора, режимов его работы и последующей модификации конструкции является выявление безразмерных параметров, таких как температурная эффективность. Определение эффективности осложняется перекрестным движением теплоносителей. В связи с этим важным становится нахождение такого математического соотношения, которое позволяло бы рассчитать значение температурной эффективности, учитывая необходимые теплофизические параметры с достаточной точностью.

Для проведения технико-экономического расчета был выбран противоточный пластинчатый рекуператор в системах ПВ1 и ПВ2.

Шестиугольный противоточный пластинчатый рекуператор (Рисунок 26) предназначен для экономии тепловой энергии при подогреве приточного воздуха. Имеет высокую эффективность, равномерность поверхности теплопередачи, стойкость к агрессивным средам, широкий типоряд и короткий срок изготовления. Благодаря инновационным решениям создана уникальная конструкция пластин, исключая появление водяных карманов, поэтому конденсат, образующийся при охлаждении вытяжного воздуха, удаляется из рекуператора гораздо быстрее и снижает угрозу его замерзания. Это особенно важно при использовании рекуперативных пластинчатых теплообменников в регионах с холодным климатом.



Рисунок 26 – Шестиугольный противоточный пластинчатый рекуператор

Расчет экономии тепла и экономического эффекта от внедрения рекуператора в приточно-вытяжные установки систем ПВ2 и ПВ1.

Расходы наружного приточного воздуха L в системах ПВ1 и ПВ2 равны 5000 м³/ч и 2900 м³/ч соответственно.

Общий расход систем $L_{общ}$ равен

$$L_{общ} = L_{ПВ1} + L_{ПВ2} = 5000 + 2900 = 7900 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Количество тепла на подогрев такого расхода воздуха при t_{x5} можно вычислить по формуле:

$$Q_{без рекуп}^{вент} = 0,28 \cdot L_{общ} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_n - t_n) = 0,28 \cdot 7900 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot (20 - (-27)) = 124757 \text{ Вт}$$

С учетом режима работы систем вентиляции и t_{con} расход тепла за весь отопительный период составит:

$$Q_{без рекуп}^{вент Z_{om}} = Q_{без рекуп}^{вент} \cdot 3600 \cdot (8 \cdot Z_{on} \cdot \frac{6}{7}) \cdot \frac{(t_g - t_{om})}{(t_g - t_n)} =$$

$$= 0,124757 \cdot 3600 \cdot (8 \cdot 210 \cdot \frac{6}{7}) \cdot \frac{(20 - (-3,8))}{(20 - (-27))} = 327498 \text{ МДж} = \frac{327498}{4187} = 78,22 \text{ Гкал/от}$$

при стоимости тепловой энергии с котельной $c = 1498$ руб/Гкал затраты на подогрев приточного воздуха системах ПВ1 и ПВ2 за отопительный период составят:

$$C_{\text{без рекуп}}^{\text{вент } Z_{\text{от}}} = 78,22 \cdot 1498 = 117174 \text{ руб/год}$$

Ввиду того, что площадь теплообмена рекуператора, расход приточного и удаляемого воздуха является постоянной величиной при низких температурах наружного воздуха со стороны удаляемого воздуха на поверхности теплообменника возможно выпадение конденсата с его дальнейшим обмерзанием. При этом проходное сечение рекуператора уменьшится, что приведет к увеличению аэродинамического сопротивления и уменьшению теплопередачи рекуператора. Подача приточного воздуха через обводной канал осуществляется для поддержания температуры рекуператора исключая обмерзание (автоматически поддерживается в районе 2 °С). Размеры рекуператора ограничены конструкцией приточно-вытяжной установки и в нашем случае сразу заданы производителем вентоборудования. Подогрев в рекуператоре осуществляется частично и для окончательного подогрева воздуха до температуры притока применяется дополнительный водяной калорифер (Рисунок 5.2). Приведенный в документации КПД рекуперации является рекламным трюком и для инженерных расчетов использоваться не может.

Рассчитать затраты на подогрев приточного воздуха в системах, оборудованных рекуператором можно через КПД рекуперации, который, в свою очередь, зависит от температуры наружного воздуха и расхода через обводной канал, контролируемый заслонкой 3 (Рисунок 27).

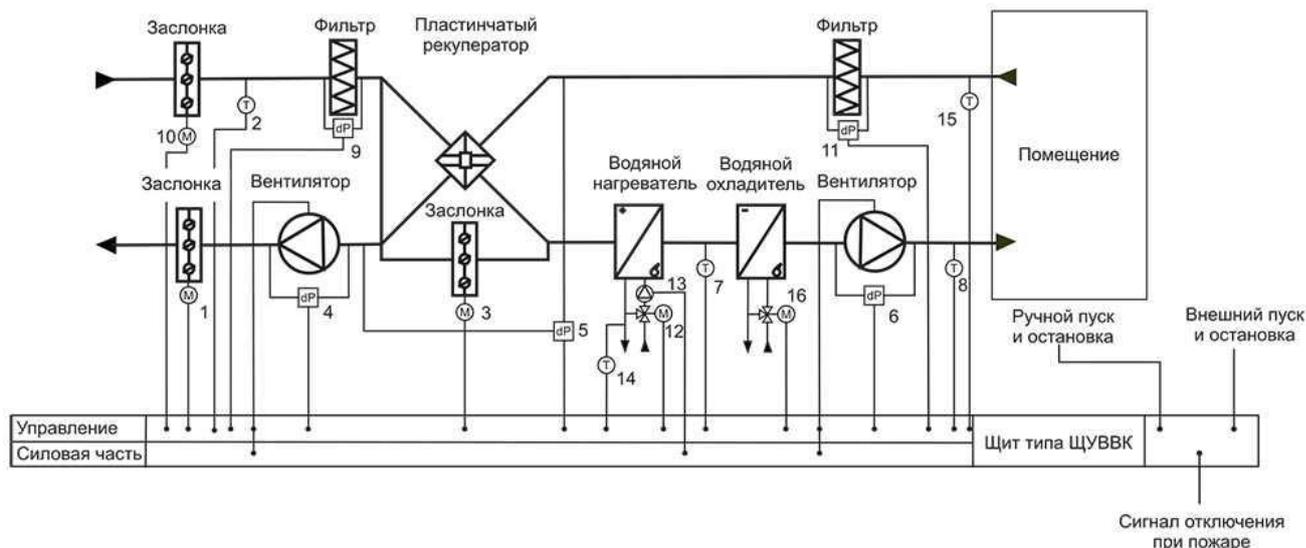


Рисунок 27 – Принципиальная схема системы ПВ, оборудованная рекуператором

Рассчитаем реальный КПД рекуперации в зависимости от известной площади теплообменника и температуры наружного, удаляемого и приточного воздуха применительно к разрабатываемому объекту строительства и климатических условий региона.

Для периода, когда температура воздуха после рекуператора поддерживается изменением расхода через обводной канал КПД можно рассчитать по формуле:

$$КПД = \frac{Q_n}{Q_{выбр}} = \frac{(T_{рек} - T_{нар})}{T_{удал} - T_{нар}}$$

При этом через уравнение теплового баланса можно определить максимальное теплоотдачу рекуператора

$$Q_{рекуп}^{макс} = 0,28 \cdot L_{общ} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_n - t_{удал}^{мин}) = 0,28 \cdot 7900 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot (20 - 2) = 47779 \text{ Вт};$$

$$КПД = \frac{Q_n}{Q_{выбр}} = \frac{47779}{124757} = 38,3 \%$$

Соответственно при открытии обводной линии минимальное КПД рекуператора составит 38,3 %.

Для остальных режимов выполним моделирование процессов теплопередачи в программе ANSYS Fluent при разных температурах наружного воздуха.

При выполнении моделирования принимаются следующие допущения:

- решение уравнений Навье–Стокса осуществляется при стационарных условиях;
- воздух рассматривается как идеальный газ;
- теплофизические свойства текучих сред и материала пластин остаются постоянными;
- плотность газов пересчитывается по уравнению несжимаемого идеального газа по термодинамическим характеристикам в зависимости от температуры;
- термодинамическая система изолирована от внешней среды.

На рисунке 28 представлены граничные условия модели.

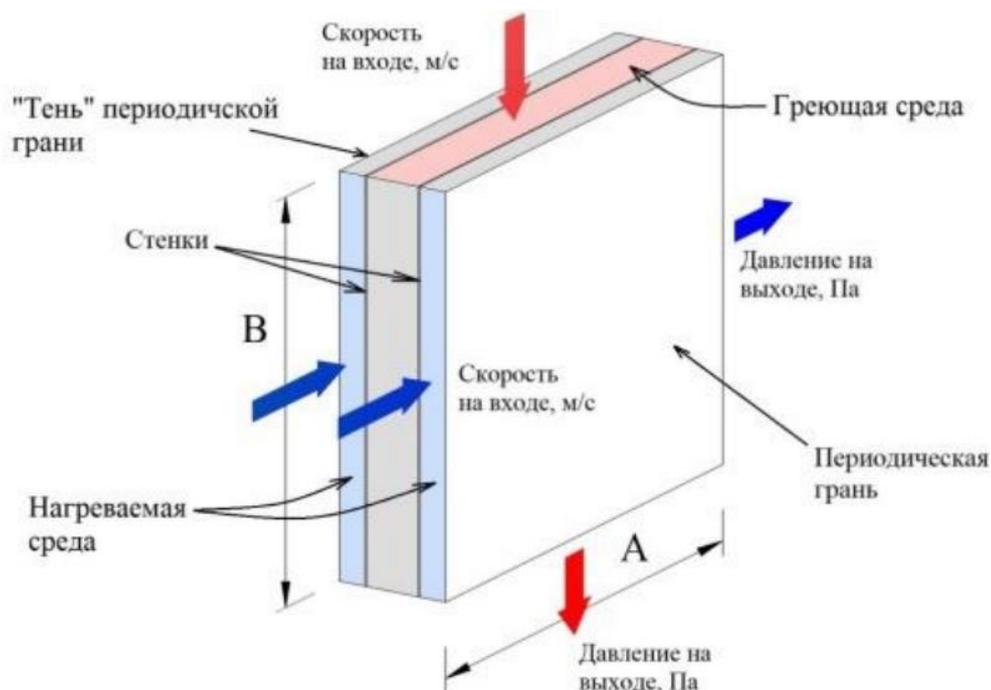


Рисунок 28 – Граничные условия модели

В результате моделирования получен усредненный по температуре наружного воздуха КПД рекуператора $KПД = 46,9\%$

Расход тепла на подогрев приточного воздуха в системах ПВ1 и ПВ2 за отопительный период составит

$$Q'_{\text{эконом}}^{\text{ср}} = Q'_{\text{без рекуп}}^{\text{вент } Z_{\text{от}}} \cdot (100 - КПД) / 100 = 327498 \cdot (100 - 46,9) / 100 = 173901 \text{ МДж},$$

$$= \frac{173901}{4187} = 41,53 \text{ Гкал/от. пер}$$

При стоимости тепловой энергии с котельной $c = 1498$ руб/Гкал затраты на подогрев приточного воздуха системах ПВ1 и ПВ2 за отопительный период составят:

$$C_{\text{с рекуп}}^{\text{вент } Z_{\text{от}}} = 41,52 \cdot 1498 = 62217 \text{ руб/год.}$$

Суммарный экономический эффект от применения рекуператора соответственно составит

$$\mathcal{E} = C_{\text{без рекуп}}^{\text{вент } Z_{\text{от}}} - C_{\text{с рекуп}}^{\text{вент } Z_{\text{от}}} = 117174 - 62217 = 54956 \text{ руб/от. пер.}$$

При стоимости двух секций рекуператоров 230112 рублей окупаемость составит 4,2 года.

Вывод по разделу 6

В результате выполнения технико–экономического расчета было установлено:

- срок окупаемости вложений в установку составил 4,2 года.
- далее среднегодовая экономия составит 54,956 тыс.руб.

Заключение

В ходе выполнения магистерской диссертации достигнута поставленная цель. Спроектирована система обеспечения микроклимата в спортивном корпусе общеобразовательной школы в г. Самара.

Поэтапно выполнены необходимые расчеты. Проведен теплотехнический расчет наружных ограждений, в ходе которого определена конструкция и толщина утеплителя, найдены коэффициенты теплопроводности. Составлен тепловой баланс здания, спроектированы и рассчитаны системы водяного отопления. В результате гидравлического расчета найдены диаметры труб, потери давления, проведена увязка параллельных участков. Выполнен расчет числа секций приборов отопления, подобрано оборудование ИТП. После этого произведен расчет требуемых воздухообменов, составлен воздушный баланс. Сконструирована система вентиляции и кондиционирования воздуха. Проведен аэродинамический расчет и подбор вентиляционного оборудования. Спроектирована автоматизированная система обеспечения микроклимата помещений. Выполнен технико-экономический расчет, в результате которого было установлено, что суммарный экономический эффект от установки в приточно-вытяжные установки противоточных пластинчатых соответственно составит 54,956 руб/от. пер. С учетом протяженности отопительного периода окупаемость по материалу и работе составит 4,2 год.

Задачи исследования достигнуты в полном объеме: обоснована актуальность исследования, выявлены проблемы проектирования и их практической реализации, изучена нормативная, научно-техническая литература, современные проектные решения ОВК, проведен патентный поиск пластинчатого рекуператора из системы вентиляции, разработан проект систем ОВК для объекта проектирования, получено технико-экономическое обоснование принятого инженерного решения.

Список используемой литературы и 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 59972–2021 Системы вентиляции и кондиционирования общественных здания [Электронный ресурс]. - Введ. 2022–02–01. - Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200182524>
7. 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.
8. Гримитлин, М. И., Распределение воздуха в помещениях. – СПб. : АВОК СЕВЕРО–ЗАПАД, 2004.–339 с.

9. 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.

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

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

12. 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..

13. 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.

14. СанПиН 2.4.2.2821–10. Санитарно–эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях. Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ. 72 с.

15. 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)

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

17. СП 251.1325800.2016 «Здания общеобразовательных организаций. Правила проектирования» (Приказ Минстроя России от 17 августа 2016 г. № 572/пр)

18. 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>.

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

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

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

22. 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>

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

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

25. СП 44.13330.2011 Административные и бытовые здания – Введ. 2011–05-02. – М.: Минрегион России, 2011. – 25 с.

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

27. СП 51.13330.2011 Защита от шума. – Введ. 2011-05-20. – М.: ОАО "ЦПП", 2010 год. – 46 с.

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 теплотери через ограждения Q, Вт	Добавочные теплотери,			коэффициент (1+β)	Теплотери, Вт			Общая расчётные потери теплоты» [28]	
		наименование	ориентация	площадь A, м2	Коэффициент теплопередачи k, Вт/м2*0С	$\Delta t = (t_v - t_n)$		на ориентацию	на ориентацию	сумма		Через ограждения с учетом добавочных Q(1+Σβ)	на инфльтрацию Qинф	расчетные Q0		
101	Вестибюль	НС	В	20,9	0,24	47	233,9	10	5	15	0,15	269,0	–	–	–	
		Ок	В	3,14	1,23	47	182,0	10	5	15	0,15	209,2	–	–	–	
		НС	С	28,2	0,24	47	316,1	10	5	15	0,15	363,5	–	–	–	
		ОК	С	3,14	1,23	47	182,0	10	5	15	0,15	209,2	–	–	–	
		НД	С	4,71	1,28	47	283,8	10	221	231	2,31	939,4	–	–	–	
		ПОЛ	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		I зона	-	27,8	0,455	47	593,9	0	0	0	0	593,9	–	–	–	
		II зона	-	15,4	0,154	47	111,4	0	0	0	0	111,4	–	–	–	
		III зона	-	8,4	0,093	47	36,6	0	0	0	0	36,6	–	–	–	
		IV зона	-	0,4	0,061	47	1,1	0	0	0	0	1,1	–	–	–	
		–	S	48	–	–	–	–	–	–	–	–	2733,4	–	–	2733,4

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

102	Коридор	НС	В	10,3	0,24	47	115,2	10	0	10	0,1	126,7	—	—	—
		НД	В	4,71	1,28	47	283,8	10	221	231	2,31	939,4	—	—	—
		ПОЛ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		III зона	-	17,6	0,093	47	76,6	0	0	0	0	76,6	—	—	—
		IV зона	-	7,6	0,061	47	21,8	0	0	0	0	21,8	—	—	—
		—	S	42,4	—	—	—	—	—	—	—	—	1164,5	—	—
103	Лестничная клетка	НС	3	19,7	0,24	45	211,4	5	0	5	0,05	222,0	—	—	—
		Ок	3	6,28	1,23	45	348,4	5	0	5	0,05	365,8	—	—	—
		Пт	-	15,4	0,11	45	77,6	0	0	0	0	77,6	—	—	—
		ПОЛ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		I зона	-	5,5	0,455	45	112,5	0	0	0	0	112,5	—	—	—
		II зона	-	7,2	0,154	45	49,8	0	0	0	0	49,8	—	—	—
		III зона	-	3	0,093	45	12,5	0	0	0	0	12,5	—	—	—
		—	S	15,4	—	—	—	—	—	—	—	—	840,3	—	—
104	Лестничная клетка	НС	3	20,6	0,24	45	220,6	5	0	5	0,05	231,7	—	—	—
		Ок	3	3,14	1,23	45	174,2	5	0	5	0,05	182,9	—	—	—
		НД	3	9,36	1,28	45	540,0	0	221	221	2,21	1733,4	—	—	—
		Пт	-	15,1	0,11	45	76,1	0	0	0	0	76,1	—	—	—
		ПОЛ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		I зона	-	10,24	0,455	45	209,5	0	0	0	0	209,5	—	—	—
		II зона	-	6,24	0,154	45	43,2	0	0	0	0	43,2	—	—	—
		III зона	-	6,24	0,093	45	26,0	0	0	0	0	26,0	—	—	—
		IV зона	-	2,62	0,061	45	7,2	0	0	0	0	7,2	—	—	—
		—	S	15,1	—	—	—	—	—	—	—	—	2509,9	—	—

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

105	Кладовая для мелкого спортивного инвентаря	НС	В	9,9	0,24	45	106,4	10	0	10	0,1	117,1	—	—	—	
		ПОЛ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		I зона	-	5,5	0,455	45	112,5	0	0	0	0	112,5	—	—	—	
		II зона	-	5,5	0,154	45	38,1	0	0	0	0	38,1	—	—	—	
		III зона	-	0,6	0,093	45	2,5	0	0	0	0	2,5	—	—	—	
		—	S	11,6	—	—	—	—	—	—	—	270,1	—	—	270,1	
106	С/у	ПОЛ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		III зона	-	2,3	0,093	47	10,0	0	0	0	0	10,0	—	—	—	
		IV зона	-	2	0,061	47	5,7	0	0	0	0	5,7	—	—	—	
		—	S	0	—	—	—	—	—	—	—	15,7	—	—	15,7	
107	Гардероб верхней одежды	НС	З	11,0	0,24	45	118,3	5	5	10	0,1	130,1	—	—	—	
		НС	С	20,5	0,24	45	219,9	10	5	15	0,15	252,9	—	—	—	
		ОК	С	3,14	1,23	45	174,2	10	5	15	0,15	200,3	—	—	—	
		ПОЛ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		I зона	-	16,8	0,455	45	343,6	0	0	0	0	343,6	—	—	—	
		II зона	-	2,7	0,154	45	18,7	0	0	0	0	18,7	—	—	—	
		—	S	15,5	—	—	—	—	—	—	—	945,7	—	—	945,7	
107	Гардероб верхней одежды	НС	З	11,0	0,24	45	118,3	5	5	10	0,1	130,1	—	—	—	
		НС	С	20,5	0,24	45	219,9	10	5	15	0,15	252,9	—	—	—	
		ОК	С	3,14	1,23	45	174,2	10	5	15	0,15	200,3	—	—	—	
		ПОЛ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		I зона	-	16,8	0,455	45	343,6	0	0	0	0	343,6	—	—	—	
		II зона	-	2,7	0,154	45	18,7	0	0	0	0	18,7	—	—	—	
		—	S	15,5	—	—	—	—	—	—	—	945,7	—	—	945,7	

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

108	Тренерская	НС	В	9,0	0,24	48	103,0	10	0	10	0,1	113,3	—	—	—
		Ок	В	3,14	1,23	48	185,8	10	0	10	0,1	204,4	—	—	—
		ПОЛ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		I зона	-	5	0,455	48	109,1	0	0	0	0	109,1	—	—	—
		II зона	-	5	0,154	48	36,9	0	0	0	0	36,9	—	—	—
		III зона	-	0,9	0,093	48	4,0	0	0	0	0	4,0	—	—	—
		—	S	10,9	—	—	—	—	—	—	—	—	467,7	—	—
109	Душевая	НС	В	6,4	0,24	50	76,6	10	0	10	0,1	84,3	—	—	—
		ПОЛ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		I зона	-	3	0,455	50	68,2	0	0	0	0	68,2	—	—	—
		—	S	3	—	—	—	—	—	—	—	—	152,4	—	—
110	Снарядная	НС	В	14,6	0,24	45	156,3	10	0	10	0,1	171,9	—	—	—
		ПОЛ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		I зона	-	8,5	0,455	45	173,9	0	0	0	0	173,9	—	—	—
		II зона	-	8,7	0,154	45	60,2	0	0	0	0	60,2	—	—	—
		III зона	-	1,4	0,093	45	5,8	0	0	0	0	5,8	—	—	—
		—	S	20,1	—	—	—	—	—	—	—	—	411,8	—	—
111	СПУИ	ПОЛ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		I зона	-	0,3	0,455	45	6,1	0	0	0	0	6,1	—	—	—
		II зона	-	3,7	0,154	45	25,6	0	0	0	0	25,6	—	—	—
		III зона	-	0,7	0,093	45	2,9	0	0	0	0	2,9	—	—	—
		—	S	4,7	—	—	—	—	—	—	—	—	34,7	—	—

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

112	Раздевалка мужская (для мальчиков) на 10 человек	НС	3	10,1	0,24	48	115,2	5	0	5	0,05	121,0	—	—	—
		Ок	3	3,14	1,23	48	185,8	5	0	5	0,05	195,1	—	—	—
		ПОЛ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		I зона	-	5,5	0,455	48	120,0	0	0	0	0	120,0	—	—	—
		II зона	-	5,5	0,154	48	40,6	0	0	0	0	40,6	—	—	—
		III зона	-	5,5	0,093	48	24,4	0	0	0	0	24,4	—	—	—
		IV зона	-	2,9	0,061	48	8,5	0	0	0	0	8,5	—	—	—
		—	S	19,4	—	—	—	—	—	—	—	509,6	—	—	509,6
113	Душевая мужская для группы М4	НС	3	10,3	0,24	50	122,6	5	0	5	0,05	128,7	—	—	—
		ПОЛ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		I зона	-	5,1	0,455	50	115,9	0	0	0	0	115,9	—	—	—
		—	S	5,1	—	—	—	—	—	—	—	244,6	—	—	244,6
114	Душевая мужская	ПОЛ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		I зона	-	0,2	0,455	50	4,5	0	0	0	0	4,5	—	—	—
		II зона	-	2,6	0,154	50	20,0	0	0	0	0	20,0	—	—	—
		—	S	2,8	—	—	—	—	—	—	—	24,5	—	—	24,5
115	Раздевалка женская (для девочек) на 10 человек	НС	3	9,9	0,24	48	112,8	5	0	5	0,05	118,4	—	—	—
		Ок	3	3,14	1,23	48	185,8	5	0	5	0,05	195,1	—	—	—
		ПОЛ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		I зона	-	5,5	0,455	48	120,0	0	0	0	0	120,0	—	—	—
		II зона	-	5,5	0,154	48	40,6	0	0	0	0	40,6	—	—	—
		III зона	-	5,5	0,093	48	24,4	0	0	0	0	24,4	—	—	—
		IV зона	-	2,9	0,061	48	8,5	0	0	0	0	8,5	—	—	—
		—	S	19,4	—	—	—	—	—	—	—	507,1	—	—	507,1

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

116	Душевая женская для группы М4	НС	3	9,9	0,24	50	117,5	5	0	5	0,05	123,3	—	—	—	
		ПОЛ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		I зона	-	5,4	0,455	50	122,7	0	0	0	0	122,7	—	—	—	
		—	S	5,4	—	—	—	—	—	—	—	246,1	—	—	246,1	
117	Душевая женская	ПОЛ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		I зона	-	0,2	0,455	50	4,5	0	0	0	0	4,5	—	—	—	
		II зона	-	2,6	0,154	50	20,0	0	0	0	0	20,0	—	—	—	
		—	S	2,8	—	—	—	—	—	—	—	24,5	—	—	24,5	
118	С/У мужской	ПОЛ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		II зона	-	2,7	0,154	48	19,9	0	0	0	0	19,9	—	—	—	
		III зона	-	4	0,093	48	17,8	0	0	0	0	17,8	—	—	—	
		IV зона	-	2,1	0,061	48	6,1	0	0	0	0	6,1	—	—	—	
		—	S	8,8	—	—	—	—	—	—	—	43,9	—	—	43,9	
119	С/У женский	ПОЛ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		II зона	-	2,7	0,154	48	19,9	0	0	0	0	19,9	—	—	—	
		III зона	-	4	0,093	48	17,8	0	0	0	0	17,8	—	—	—	
		IV зона	-	2,1	0,061	48	6,1	0	0	0	0	6,1	—	—	—	
		—	S	8,8	—	—	—	—	—	—	—	43,9	—	—	43,9	

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

120	Спортзал	НС	В	204,6	0,24	47	2289,8	10	5	15	0,15	2633,3	–	–	–
		Ок	В	65,3	1,23	47	3783,5	10	5	15	0,15	4351,0	–	–	–
		НС	Ю	115,7	0,24	47	1294,2	0	5	5	0,05	1358,9	–	–	–
		НС	З	204,6	0,24	47	2289,8	5	5	10	0,1	2518,8	–	–	–
		НД	З	3,275	1,28	47	197,3	5	221	226	2,26	643,3	–	–	–
		ПОЛ	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		I зона	-	101,5	0,455	47	2168,4	0	0	0	0	2168,4	–	–	–
		II зона	-	77,9	0,154	47	563,3	0	0	0	0	563,3	–	–	–
		III зона	-	61,9	0,093	47	269,4	0	0	0	0	269,4	–	–	–
		IV зона	-	19,8	0,061	47	56,7	0	0	0	0	56,7	–	–	–
		–	S	340	–	–	–	–	–	–	–	14563,2	–	–	14563,2
203	Танцев. зал	НС	В	41,0	0,24	47	458,3	10	0	10	0,1	504,1	–	–	–
		Ок	В	10,1	1,23	47	586,8	10	0	10	0,1	645,5	–	–	–
		НС	З	41,0	0,24	47	458,3	5	0	5	0,05	481,2	–	–	–
		Ок	З	10,1	1,23	47	586,8	5	0	5	0,05	616,1	–	–	–
		Пт	-	119,6	0,11	47	629,5	0	0	0	0	629,5	–	–	–
			S	119,6								2876,3	–	–	2876,3
203	Танцев. зал	НС	В	41,0	0,24	47	458,3	10	0	10	0,1	504,1	–	–	–
		Ок	В	10,1	1,23	47	586,8	10	0	10	0,1	645,5	–	–	–
		НС	З	41,0	0,24	47	458,3	5	0	5	0,05	481,2	–	–	–
		Ок	З	10,1	1,23	47	586,8	5	0	5	0,05	616,1	–	–	–
		Пт	-	119,6	0,11	47	629,5	0	0	0	0	629,5	–	–	–
			S	119,6								2876,3	–	–	2876,3

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

204	Инвентарн	НС	В	14,0	0,24	45	150,4	10	0	10	0,1	165,5	–	–	–
		Ок	В	3,4	1,23	45	187,3	10	0	10	0,1	206,0	–	–	–
		Пт	-	20,1	0,11	45	101,3	0	0	0	0	101,3	–	–	–
		–	S	20,1	–	–	–	–	–	–	–	472,8	–	–	472,8
205	Коридор	НС	С	10,8	0,24	47	120,9	10	0	10	0,1	132,9	–	–	–
		Ок	С	3,4	1,23	47	195,6	10	0	10	0,1	215,2	–	–	–
		Пт	-	25,3	0,11	47	133,2	0	0	0	0	133,2	–	–	–
		–	S	25,3	–	–	–	–	–	–	–	481,3	–	–	481,3
206	Раздевалка мужская	НС	С	28,0	0,24	47	313,2	10	5	15	0,15	360,2	–	–	–
		Ок	С	3,4	1,23	47	195,6	10	5	15	0,15	224,9	–	–	–
		НС	З	15,1	0,24	47	168,7	5	5	10	0,1	185,6	–	–	–
		Пт	-	13,7	0,11	47	72,1	0	0	0	0	72,1	–	–	–
		–	S	13,7	–	–	–	–	–	–	–	842,8	–	–	842,8
207	Душевая мужская	Пт	-	1,6	0,11	50	9,0	0	0	0	0	9,0	–	–	–
		–	S	1,6	–	–	–	–	–	–	–	9,0	–	–	9,0
208	Раздевалка женская	НС	З	14,0	0,24	47	157,1	5	0	5	0,05	165,0	–	–	–
		Ок	З	3,4	1,23	47	195,6	5	0	5	0,05	205,4	–	–	–
		Пт	-	13,7	0,11	47	72,1	0	0	0	0	72,1	–	–	–
		–	S	13,7	–	–	–	–	–	–	–	442,5	–	–	442,5
209	Душевая женская	Пт	-	1,6	0,11	50	9,0	0	0	0	0	9,0	–	–	–
		–	S	1,6	–	–	–	–	–	–	–	9,0	–	–	9,0

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

210	Кабинет	НС	С	10,1	0,24	47	112,8	10	0	10	0,1	124,1	—	—	—
		Ок	С	3,4	1,23	47	195,6	10	0	10	0,1	215,2	—	—	—
		Пт	-	9,4	0,11	47	49,5	0	0	0	0	49,5	—	—	—
		—	S	9,4	—	—	—	—	—	—	—	388,7	—	—	388,7
211	С/У	Пт	-	3,2	0,11	47	16,8	0	0	0	0	16,8	—	—	—
		—	S	3,2	—	—	—	—	—	—	—	16,8	—	—	16,8
212	Венткамера с форкамерой	НС	С	17,5	0,24	37	153,8	10	5	15	0,15	176,9	—	—	—
		Ок	С	3,4	1,23	37	154,0	10	5	15	0,15	177,1	—	—	—
		НС	В	42,3	0,24	37	372,2	10	5	15	0,15	428,1	—	—	—
		Ок	В	3,4	1,23	37	154,0	10	5	15	0,15	177,1	—	—	—
		Пт	-	25,3	0,11	37	104,8	0	0	0	0	104,8	—	—	—
		—	S	25,3	—	—	—	—	—	—	—	1064,0	—	—	1064,0
004	ИТП с венткамерой	ПОЛ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		I зона	-	28	0,455	32	407,3	0	0	0	0	407,3	—	—	—
		II зона	-	14	0,154	32	68,9	0	0	0	0	68,9	—	—	—
		III зона	-	14	0,093	32	41,5	0	0	0	0	41,5	—	—	—
		IV зона	-	38,5	0,061	32	75,1	0	0	0	0	75,1	—	—	—
		—	S	66,5	—	—	—	—	—	—	—	592,8	—	—	592,8
005	Электро щитовая	ПОЛ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		I зона	-	6,24	0,455	32	90,8	0	0	0	0	90,8	—	—	—
		II зона	-	6,24	0,154	32	30,7	0	0	0	0	30,7	—	—	—
		III зона	-	6,24	0,093	32	18,5	0	0	0	0	18,5	—	—	—
		IV зона	-	1,62	0,061	32	3,2	0	0	0	0	3,2	—	—	—
		—	S	14,1	—	—	—	—	—	—	—	143,1	—	—	143,1

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

006	Узел ввода водопровода	ПОЛ	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		I зона	-	5,64	0,455	32	82,0	0	0	0	0	82,0	–	–	–
		II зона	-	5,64	0,154	32	27,8	0	0	0	0	27,8	–	–	–
		III зона	-	5,64	0,093	32	16,7	0	0	0	0	16,7	–	–	–
		IV зона	-	4,92	0,061	32	9,6	0	0	0	0	9,6	–	–	–
		–	S	16,2	–	–	–	–	–	–	–	136,1	–	–	136,1
Сумма														45357	

Приложение Б
Гидравлический расчёт

Таблица Б.1 – Гидравлический расчёт системы отопления

Номер участка	Q , Вт	l , м	G , кг/ч	D_y , мм	R , Па/м	w , м/с	$R_{дин}$, Па	$\sum \zeta$	Rl , Па	Z , Па	$l + Z$, Па	Примечание
Системы отопления CO ₂ , ГЦК, ветвь А												
1-2	14563	3,0	670	40	8,0	0,137	9	9,0	24	82	6106	6000
2-3	10926	8,6	503	32	9,5	0,136	9	7,0	81,7	63	144	–
3-4	9105	4,0	419	25	26,0	0,193	18	1,0	104	18	122	–
4-5	7284	4,0	335	25	16,0	0,149	11	1,0	64	11	75	–
5-6	5463	4,0	251	20	36,0	0,192	18	1,0	144	18	162	–
6-7	3642	4,0	168	20	16,0	0,124	7	1,0	64	7	71	–
7-а	1821	4,0	84	20	4,5	0,062	2	1,0	18	2	20	–
а-8	1821	0,7	84	20	4,5	0,062	2	1,5	3,15	3	6	–
8-9	910	1,1	42	15	3,8	0,057	2	26,0	4,18	41	2045	2000
9-6	1821	0,7	84	20	4,5	0,062	2	1,5	3	3	6	–
6-10	1821	4,0	84	20	4,5	0,062	2	1,0	18	2	20	–
10-11	3642	4,0	168	20	16,0	0,124	7	1,0	64	7	71	–
11-12	5463	4,0	251	20	36,0	0,192	18	1,0	144	18	162	–
12-13	7284	4,0	335	25	16,0	0,149	11	1,0	64	11	75	–
13-14	9105	4,0	419	25	26,0	0,193	18	1,0	104	18	122	–
15-1	14563	3,0	670	40	8,0	0,137	9	9,0	24	82	6106	6000
–	–	62,7	–	–	–	–	–	–	1009,88	448	15458	–
Рр	2057	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
А-6	480	1,7	22	16	5,0	0,049	1,16	26,0	8,5	30	2057	2018 (N=4)
Рр	2097	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Продолжение приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

7-10	480	1,7	22	16	5,0	0,049	1,16	26,0	8,5	30	2097	2058 (N=4)
Рр	2240	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6-11	480	1,5	22	16	5,0	0,049	1,16	26,0	7,5	30	2240	2202 (N=4)
Рр	2563	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5-12	480	1,7	22	16	5,0	0,049	1,16	26,0	8,5	30	2563	2524 (N=4)
Рр	2713	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4-13	480	1,7	22	16	5,0	0,049	1,16	26,0	8,5	30	2713	2674 (N=4)
Рр	2957	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3-14	480	1,5	22	16	5,0	0,049	1,16	26,0	7,5	30	2957	2919 (N=4)
Рр	3246	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2-15	480	1,5	22	16	5,0	0,049	1,16	26,0	7,5	30	3246	3208 (N=3)
Системы отопления СО2, ветвь Б ($\Delta P_{расп.} = 3246$ Па)												
2-16	3642	16,4	168	20	16,0	0,124	7	7,5	262,4	56	318	—
16-a	1821	15,0	84	20	4,5	0,062	2	1,0	67,5	2	69	—
a-17	1821	0,7	84	20	4,5	0,062	2	1,5	3,15	3	6	—
17-18	910	1,1	42	15	3,8	0,057	2	26,0	4,18	41	2459	2414
18-6	1821	0,7	84	20	4,5	0,062	2	1,5	3	3	6	—
6-19	1821	15,0	84	20	4,5	0,062	2	1,0	68	2	69	—
19-15	3642	16,4	168	20	16,0	0,124	7	7,5	262	56	318	—
—	—	65,3	—	—	—	—	—	—	670,28	162	3246	—
Рр	2471	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
a-6	480	1,7	22	16	5,0	0,049	1,16	26,0	8,5	30	2471	2432 (N=5)
Рр	2610	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16-19	480	1,7	22	16	5,0	0,049	1,16	26,0	8,5	30	2610	2571 (N=5)
Рр	3246	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2-15	480	1,5	22	16	5,0	0,049	1,16	26,0	7,5	30	3246	3208 (N=5)

Продолжение приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

Системы отопления, ГЦК, СО1, ветвь А												
1-2	8265	11,8	380	25	22,0	0,180	15,71	9,0	259,6	141	6401	6000
2-3	3607	17,0	166	20	16,0	0,128	7,95	7,0	272	56	328	—
3-4	3100	2,7	143	20	12,0	0,109	5,76	1,0	32,4	6	38	—
4-5	2830	5,6	130	20	10,0	0,100	4,85	1,0	56	5	61	—
5-6	2560	2,0	118	20	8,5	0,091	4,02	1,0	17	4	21	—
6-7	2050	3,0	94	16	24,0	0,129	8,07	1,0	72	8	80	—
7-8	1630	1,6	75	16	16,0	0,104	5,25	1,0	25,6	5	31	—
8-9	1157	5,0	53	16	8,5	0,073	2,58	2,5	42,5	6	49	—
9-a	684	2,5	31	16	2,2	0,044	0,94	1,0	5,5	1	6	—
a-б	684	1,5	31	16	8,0	0,067	2,18	26,0	12	57	2069	2000
б-10	684	2,5	31	16	2,2	0,044	0,94	1,0	5,5	1	6	—
10-11	1157	5,0	53	16	8,5	0,073	2,58	2,5	42,5	6	49	—
11-12	1630	1,6	75	16	16,0	0,104	5,25	1,0	25,6	5	31	—
12-13	2050	3,0	94	16	24,0	0,129	8,07	1,0	72	8	80	—
13-14	2560	2,0	118	20	8,5	0,091	4,02	1,0	17	4	21	—
14-15	2830	5,6	130	20	10,0	0,100	4,85	1,0	56	5	61	—
15-16	3100	2,7	143	20	12,0	0,109	5,76	1,0	32,4	6	38	—
16-17	3607	17,0	166	20	16,0	0,128	7,95	7,0	272	56	328	—
17-1	8265	11,8	380	25	22,0	0,180	15,71	9,0	259,6	141	6401	6000
—	—	92,1	—	—	—	—	—	—	1577,2	521	16099	—
Рр	2081	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9-10	480	1,7	22	16	5,0	0,049	1,16	26,0	8,5	30	2081	2042 (N=2)
Рр	2179	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8-11	480	1,7	22	16	5,0	0,049	1,16	26,0	8,5	30	2179	2140 (N=2)

Продолжение приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

Рр	2241	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
7-12	480	1,5	22	16	5,0	0,049	1,16	26,0	7,5	30	2241	2203 (N=2)
Рр	2401	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6-13	480	1,7	22	16	5,0	0,049	1,16	26,0	8,5	30	2401	2362 (N=2)
Рр	2443	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1	2	3	4	5	6	7	5	6	8	9	10	14
5-14	480	1,7	22	16	5,0	0,049	1,16	26,0	8,5	30	2443	2404 (N=2)
Рр	2565	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4-15	480	1,5	22	16	5,0	0,049	1,16	26,0	7,5	30	2565	2527 (N=2)
Рр	2641	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3-16	480	1,5	22	16	5,0	0,049	1,16	26,0	7,5	30	2641	2603 (N=3)
Рр	3297	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2-17	480	1,7	22	16	5,0	0,049	1,16	26,0	8,5	30	3297	3258 (N=3)
Системы отопления СО1, ветвь Б ($\Delta P_{расп.} = 3297$ Па)												
2-18	4658	1,9	214	20	26,0	0,166	13,36	1,0	49,4	13	63	–
18-19	3354	3,5	154	20	14,0	0,119	6,87	4,0	49	27	76	–
19-20	2942	5,4	135	20	11,0	0,104	5,25	1,0	59,4	5	65	–
20-21	2790	2,1	128	20	10,0	0,099	4,75	1,0	21	5	26	–
21-22	2322	3,0	107	15	31,0	0,148	10,62	1,0	93	11	104	–
22-23	2052	1,6	94	15	24,0	0,129	8,07	1,0	38,4	8	46	–
23-24	1368	2,5	63	15	12,0	0,088	3,76	1,0	30	4	34	–
24-в	684	2,5	31	15	2,2	0,044	0,94	2,5	5,5	2	8	–
в-г	684	1,5	31	16	8,0	0,067	2,18	26,0	12	57	2455	2386
6-10	684	2,5	31	15	2,2	0,044	0,94	2,5	5,5	2	8	–
10-11	1368	2,5	63	15	12,0	0,088	3,76	1,0	30	4	34	–
11-12	2052	1,6	94	15	24,0	0,129	8,07	1,0	38,4	8	46	–

Продолжение приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

12-13	2322	3,0	107	15	31,0	0,148	10,62	1,0	93	11	104	—
13-14	2790	2,1	128	20	10,0	0,099	4,75	1,0	21	5	26	—
14-15	2942	5,4	135	20	11,0	0,104	5,25	1,0	59,4	5	65	—
15-16	3354	3,5	154	20	14,0	0,119	6,87	4,0	49	27	76	—
16-17	4658	1,9	214	20	26,0	0,166	13,36	1,0	49,4	13	63	—
—	—	46,5	—	—	—	—	—	—	703,4	208	3297	—
Рр	2470	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24-10	480	1,5	22	16	5,0	0,049	1,16	26,0	7,5	30	2470	2432 (N=2)
Рр	2538	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23-11	480	1,5	22	16	5,0	0,049	1,16	26,0	7,5	30	2538	2500 (N=2)
Рр	2631	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22-12	480	1,5	22	16	5,0	0,049	1,16	26,0	7,5	30	2631	2593 (N=2)
Рр	2838	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21-13	480	1,5	22	16	5,0	0,049	1,16	26,0	7,5	30	2838	2800 (N=3)
Рр	2890	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20-14	480	1,5	22	16	5,0	0,049	1,16	26,0	7,5	30	2890	2852 (N=3)
Рр	3019	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19-15	480	1,5	22	16	5,0	0,049	1,16	26,0	7,5	30	3019	2981 (N=3)
Рр	3172	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18-16	480	1,5	22	16	5,0	0,049	1,16	26,0	7,5	30	3172	3134 (N=3)
Рр	3297	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2-17	480	1,5	22	16	5,0	0,049	1,16	26,0	7,5	30	3297	3259 (N=3)
Системы отопления, ГЦК, СОЗ, ветвь А												
1-2	7531	14,3	347	25	18,0	0,162	12,73	9,0	257,4	115	6372	6000
2-3	4554	16,0	210	20	24,0	0,159	12,26	5,5	384	67	451	—
3-4	4054	0,4	187	20	20,0	0,114	6,30	1,0	8	6	14	—

Продолжение приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

4-5	3574	3,0	164	20	16,0	0,128	7,95	1,0	48	8	56	—
5-6	3094	2,9	142	20	12,0	0,109	5,76	1,0	34,8	6	41	—
6-7	2614	3,0	120	15	38,0	0,165	13,20	1,0	114	13	127	—
7-8	2162	4,1	99	15	26,0	0,134	8,71	4,0	106,6	35	141	—
8-9	1742	4,4	80	15	18,0	0,110	5,87	4,0	79,2	23	103	—
9-10	1315	4,7	61	16	34,0	0,132	8,45	2,5	159,8	21	181	—
10-11	888	2,4	41	16	16,0	0,087	3,67	1,0	38,4	4	42	—
11-12	390	2,2	18	16	3,0	0,039	0,74	1,0	6,6	1	7	—
12-a	195	1,7	9	16	1,5	0,020	0,19	2,5	2,55	0	3	—
a-б	195	1,5	9	16	1,5	0,020	0,19	26,0	2,25	5	2007	2000
б-13	195	1,7	9	16	1,5	0,020	0,19	2,5	2,55	0	3	—
13-14	390	2,2	18	16	3,0	0,039	0,74	1,0	6,6	1	7	—
14-15	888	2,4	41	16	16,0	0,087	3,67	1,0	38,4	4	42	—
15-16	1315	4,7	61	16	34,0	0,132	8,45	2,5	159,8	21	181	—
16-17	1742	4,4	80	15	18,0	0,110	5,87	4,0	79,2	23	103	—
17-18	2162	4,1	99	15	26,0	0,134	8,71	4,0	106,6	35	141	—
18-19	2614	3,0	120	15	38,0	0,165	13,20	1,0	114	13	127	—
19-20	3094	2,9	142	20	12,0	0,109	5,76	1,0	34,8	6	41	—
20-21	3574	3,0	164	20	16,0	0,128	7,95	1,0	48	8	56	—
21-22	4054	0,4	187	20	20,0	0,114	6,30	1,0	8	6	14	—
22-23	4554	16,0	210	20	24,0	0,159	12,26	5,5	384	67	451	—
23-1	7531	14,3	347	25	18,0	0,162	12,73	9,0	257,4	115	7287	6915
—	—	105,4	—	—	—	—	—	—	2480,95	604	18000	—
Рр	2013	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12-13	480	1,7	22	16	5,0	0,049	1,16	26,0	8,5	30	2013	1974 (N=2)

Продолжение приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

Рр	2028	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11-14	480	1,7	22	16	5,0	0,049	1,16	26,0	8,5	30	2028	1989 (N=2)
Рр	2112	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10-15	480	1,5	22	16	5,0	0,049	1,16	26,0	7,5	30	2112	2074 (N=2)
Рр	2474	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
9-16	480	1,5	22	16	5,0	0,049	1,16	26,0	7,5	30	2474	2436 (N=2)
Рр	2679	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8-17	480	1,7	22	16	5,0	0,049	1,16	26,0	8,5	30	2679	2640 (N=2)
Рр	2962	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
7-18	480	1,7	22	16	5,0	0,049	1,16	26,0	8,5	30	2962	2923 (N=3)
Рр	3217	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6-19	480	1,5	22	16	5,0	0,049	1,16	26,0	7,5	30	3217	3179(N=3)
Рр	3298	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
5-20	480	1,5	22	16	5,0	0,049	1,16	26,0	7,5	30	3298	3260(N=3)
Рр	3410	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4-21	480	1,7	22	16	5,0	0,049	1,16	26,0	8,5	30	3410	3371(N=3)
Рр	3438	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3-22	480	1,7	22	16	5,0	0,049	1,16	26,0	8,5	30	3438	3399 (N=3)
Рр	4341	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2-23	480	1,5	22	16	5,0	0,049	1,16	26,0	7,5	30	4341	4303 (N=3)
Системы отопления СО3, ветвь Б ($\Delta P_{расп.} = 4341 \text{ Па}$)												
2-24	2977	0,4	137	20	12,0	0,106	5,45	1,0	4,8	5	10	–
24-25	2504	3,0	115	16	36,0	0,156	11,80	1,0	108	12	120	–
25-26	2024	3,0	93	16	24,0	0,125	7,58	1,0	72	8	80	–
26-27	1544	2,9	71	15	15,0	0,097	4,56	1,0	43,5	5	48	–
27-В	1064	4,4	49	16	24,0	0,106	5,45	4,0	105,6	22	127	–

Продолжение приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

в-г	1064	1,5	49	16	24,0	0,106	5,45	26,0	36	142	3571	3393
г-28	1064	4,4	49	16	24,0	0,106	5,45	4,0	105,6	22	127	—
28-29	1544	2,9	71	16	15,0	0,097	4,56	1,0	43,5	5	48	—
29-30	2024	3,0	93	16	24,0	0,125	7,58	1,0	72	8	80	—
30-31	2504	3,0	115	16	36,0	0,156	11,80	1,0	108	12	120	—
31-23	2977	0,4	137	20	12,0	0,106	5,45	1,0	4,8	5	10	—
—	—	28,9	—	—	—	—	—	—	703,8	244	4341	—
Рр	3825	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
27-28	480	1,5	22	16	5,0	0,049	1,16	26,0	7,5	30	3825	3787 (N=3)
Рр	3922	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
26-29	480	1,5	22	16	5,0	0,049	1,16	26,0	7,5	30	3922	3884 (N=3)
Рр	4081	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25-30	480	1,5	22	16	5,0	0,049	1,16	26,0	7,5	30	4081	4043 (N=3)
Рр	4320	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24-31	480	1,5	22	16	5,0	0,049	1,16	26,0	7,5	30	4320	4283 (N=3)

Продолжение приложения Б

Таблица Б.2 – Тепловой расчёт отопительных приборов

№ пом	Q_0 , Вт	$G_{пр}$, кг/ч	$t_{вх}$, °С	$t_{вых}$, °С	$t_в$, °С	$\Delta t_{ср}$, °С	h, мм	$Q_{ном}$, Вт	$Q_{ф}$, Вт	N,шт	Примечание
120	910	42	80	60	20	50	500	197	86	14	—
—	910	42	80	60	20	50	500	197	86	14	—
—	910	42	80	60	20	50	500	197	86	14	—
—	910	42	80	60	20	50	500	197	86	14	—
—	910	42	80	60	20	50	500	197	86	14	—
—	910	42	80	60	20	50	500	197	86	14	—
—	910	42	80	60	20	50	500	197	86	14	—
—	910	42	80	60	20	50	500	197	86	14	—
—	910	42	80	60	20	50	500	197	86	14	—
—	910	42	80	60	20	50	500	197	86	14	—
—	910	42	80	60	20	50	500	197	86	14	—
—	910	42	80	60	20	50	500	197	86	14	—
—	910	42	80	60	20	50	500	197	86	14	—
—	910	42	80	60	20	50	500	197	86	14	—
—	910	42	80	60	20	50	500	197	86	17	(12+ТП)

Продолжение приложения Б

Продолжение таблицы Б.2

101	684	31	80	60	20	50	200	100	42	17	(12+ТП)
–	684	31	80	60	20	50	200	100	42	17	(12+ТП)
–	684	31	80	60	20	50	200	100	42	17	(12+ТП)
–	684	31	80	60	20	50	200	100	42	8	–
102	652	30	80	60	18	52	500	197	86	8	–
–	652	30	80	60	18	52	500	197	86	11	–
103	420	19	80	60	18	52	200	100	40	11	–
201	420	19	80	60	18	52	200	100	40	8	–
105	270	12	80	60	20	50	200	100	35	13	(8+ТП)
107	473	22	80	60	20	50	200	100	39	13	(8+ТП)
–	473	22	80	60	20	50	200	100	39	14	–
108	468	22	80	60	20	50	200	100	39	5	–
109	152	7	80	60	20	50	200	100	32	13	–
110	412	19	80	60	20	50	200	100	38	14	(11+ТП)
112	510	23	80	60	22	48	200	100	37	9	(5+ТП)
114	270	12	80	60	22	48	200	100	33	14	(11+ТП)
115	507	23	80	60	22	48	200	100	37	9	(5+ТП)
117	270	12	80	60	22	48	200	100	33	47	(14+Эл завеса)
202	2560	118	80	60	18	52	200	100	56	14	–

Продолжение приложения Б

Продолжение таблицы Б.2

203	480	22	80	60	20	50	200	100	39	14	—
—	480	22	80	60	20	50	200	100	39	14	—
—	480	22	80	60	20	50	200	100	39	14	—
—	480	22	80	60	20	50	200	100	39	14	—
—	480	22	80	60	20	50	200	100	39	14	—
—	480	22	80	60	20	50	200	100	39	13	—
204	473	22	80	60	20	50	200	100	39	13	—
205	498	23	80	60	18	52	200	100	41	12	—
206	427	20	80	60	22	48	200	100	36	12	—
—	427	20	80	60	22	48	200	100	36	13	—
208	452	21	80	60	22	48	200	100	37	7	—
210	195	9	80	60	20	50	200	100	33	7	—
—	195	9	80	60	20	50	200	100	33	10	—
212	1064	49	80	60	10	60	500	197	113	14	—

Приложение В

Аэродинамический расчёт

Таблица В.1 – Аэродинамический расчёт механического притока и вытяжки ПВ1

№ уч.	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды				d _{экв} , мм	R, Па/м	Rl, Па	Σξ	R _{дин} , Па	Z, Па	Rl+Z, Па	Σ(Rl+ Z), Па	Примечание
			a, мм	b, мм	d, мм	V, м/с									
1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ПВ1 (П1)															
Магистраль															
1	415	5,5			250	2,348	250	0,32	0,6	1,56	3,3	5,2	6	6	Отвод круглого сечения под 90 (2 шт) z=0,33; Дроссель-клапан z=0,3; Узлы ответвления на нагнетании z=0,60;
2	830	4			315	2,959	315	0,36	1,4	0,4	5,3	2,1	4	9	Внезапное изменение сечения z=0,20; Узлы ответвления на нагнетании z=0,20;
3	1250	2,5			500	1,768	500	0,08	0,2	0,8	1,9	1,5	2	11	Узлы ответвления на нагнетании z=0,80;
4	2500	23	500	400		3,472	444	0,31	7,2	4,1	7,2	29,7	37	48	Отвод прямоугольного сечения под 90 (4 шт) z=0,35; Узлы ответвления на нагнетании z=2,70;
7	5000	4	600	400		5,787	480	0,72	2,9	0,4	20,1	8,0	11	59	Внезапное изменение сечения z=0,10; Узлы ответвления на нагнетании z=0,30;
8	5000	20	600	400		5,787	480	0,72	14,4	3,27	20,1	65,7	80	139	Отвод круглого сечения под 90 (2 шт) z=0,33; Дроссель-клапан z=0,9; КПУ=0,47 3шт
														100	Воздухозабор
														30	Воздухораспределитель
														87	Vav-клапан
														356	Суммарная потеря давления сети
														53	Запас 15%
														409	

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ПВ1 (В1)															
Магистраль															
1	450	4			250	2,547	250	0,37	1,5	0,63	3,9	2,5	4	4	Отвод круглого сечения под 90 (1 шт) z=0,33; Дроссель-клапан z=0,3;
2	900	4			315	3,208	315	0,42	1,7	0,4	6,2	2,5	4	8	Узлы ответвления на нагнетании z=0,40;
3	1350	2			315	4,812	315	0,87	1,7	0,25	13,9	3,5	5	13	Узлы ответвления на нагнетании z=0,25;
4	1800	4			400	3,979	400	0,46	1,8	0,3	9,5	2,8	5	18	Узлы ответвления на всасывании z=0,30;
5	2250	24			400	4,974	400	0,68	16,4	1,8	14,8	26,7	43	61	Отвод круглого сечения под 90 (1 шт) z=0,33; Узлы ответвления на нагнетании z=1,00;
6	4500	20	600	400		5,208	480	0,59	11,8	3,68	16,3	59,9	72	133	Отвод прямоугольного сечения под 90 (4 шт) z=0,53; КПУ-1Н z=0,52; 3шт
6	4500	8	600	400		5,208	480	0,59	4,7	2,53	16,3	41,2	46	179	Шахта с зонтом или дефлектором z=0,64; Отвод прямоугольного сечения под 90 (3 шт) z=0,53; Дроссель-клапан z=0,3;
														80	Vav-клапан
														50	Воздухораспределитель
														310	Суммарная потеря давления сети
														65	Запас 20%
														375	

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.1

№ уч.	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды				d _{экв} , мм	R, Па/м	Rl, Па	Σξ	R _{дин.} , Па	Z, Па	Rl+Z, Па	Σ(Rl+Z), Па	Примечание
			a, мм	b, мм	d, мм	V, м/с									
1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
ПВ2 (П2)															
Магистраль															
1	362,5	2			200	3,205	200	0,73	0,6	1,23	6,2	7,6	8	8	Отвод круглого сечения под 90 (1 шт) z=0,33; Узлы отвлечения на нагнетании z=0,90;
2	750	6			250	4,244	250	0,92	0,6	0,99	10,8	10,7	11	11	Отвод круглого сечения под 90 (1 шт) z=0,33; Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,41; Внезапное изменение сечения z=0,25;
2	1440	9	400	200		5,000	267	1,15	10,3	1,71	15,0	25,6	36	44	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,41; Узлы отвлечения на нагнетании z=1,30;
5	2900	16	500	400		4,028	444	0,41	6,5	3,4	9,7	33,1	40	84	Первое боковое отверстие на притоке z=2,2; Отвод прямоугольного сечения под 90 (2 шт) z=0,45; Дроссель-клапан z=0,3; КПУ
5	3000	10	500	300		5,556	375	0,91	9,1	1,92	18,5	35,6	45	129	Отвод прямоугольного сечения под 90 (4 шт) z=0,48;
7	3000	9	1000	600		1,389	750	0,03	0,3	1,5	1,2	1,7	2	131	Первое боковое отверстие на всасе z=1,5;
														100	Воздухозабор решетка
														15	Воздухораспределитель
														60	V _{ав} -клапан
														306	
														60	Запас 20%
														366	Суммарное сопротивление сети

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.1

№ уч.	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды				d _{экв} , мм	R, Па/м	Rl, Па	Σξ	R _{дин.} , Па	Z, Па	Rl+Z, Па	Σ(Rl+Z), Па	Примечание
			a, мм	b, мм	d, мм	V, м/с									
1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ПВ2 (В2)															
Магистраль															
1	340	2			200	3,006	200	0,65	1,3	1,75	5,4	9,5	11	11	Отвод круглого сечения под 90 (1 шт) z=0,33; Узлы ответвления на всасывании z=1,42;
2	675	4			250	3,820	250	0,76	3,0	1,48	8,8	13,0	16	27	Отвод круглого сечения под 90 (1 шт) z=0,33; Узлы ответвления на всасывании z=1,15;
3	1350	7,3	400	250		3,750	308	0,57	4,1	0,7	8,4	5,9	10	37	Узлы ответвления на всасывании z=0,70;
4	2700	32	500	300		5,000	375	0,75	23,9	6,38	15,0	95,7	120	156	Отвод прямоугольного сечения под 90 (9 шт) z=0,48; Внезапное изменение сечения z=0,50; КПу-1Н 0,52х3шт
13	2700	10	1000	600		1,250	750	0,03	0,3	0,64	0,9	0,6	1	157	Шахта с зонтом или дефлектором z=0,64;
														15	Воздухораспределитель
														60	VAV-клапан
														232	Суммарная потеря давления сети
														46	запас 20%
														278	Для расчета оборудования берем 400 Па
ПЗ															
Магистраль															
1	350	3,2			200	3,095	200	0,69	0,6	0,63	5,7	3,6	4	4	Отвод круглого сечения под 90 (1 шт) z=0,33; Узлы ответвления на нагнетании z=0,30;

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
2	705	1,5			200	6,234	200	2,46	3,7	0,55	23,3	12,8	17	21	Внезапное изменение сечения $z=0,25$; Узлы ответвления на нагнетании $z=0,30$;
3	855	5,2	300	200		3,958	240	0,85	4,4	0,15	9,4	1,4	6	27	Узлы ответвления на нагнетании $z=0,15$;
4	975	3,8	300	200		4,514	240	1,08	4,1	0,25	12,2	3,1	7	34	Узлы ответвления на нагнетании $z=0,25$;
5	1125	2	400	200		3,906	267	0,73	1,5	0,7	9,2	6,4	8	42	Узлы ответвления на нагнетании $z=0,70$;
5	1400	6,5	400	250		3,889	308	0,61	3,9	3,07	9,1	27,9	32	73	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) $z=0,41$; Узлы ответвления на нагнетании $z=1,30$; КПУ $z=0,68$ (2шт)
7	1955	1	400	250		5,431	308	1,11	1,1	0,15	17,7	2,7	4	77	Узлы ответвления на нагнетании $z=0,15$;
7	2075	3	400	250		5,764	308	1,24	3,7	2,88	19,9	57,4	61	138	Первое боковое отверстие на притоке $z=2,2$; КПУ $z=0,68$ 1шт
7	2125	3	400	250		5,903	308	1,30	3,9	2,1	20,9	43,9	48	186	Колено с острыми кромками (1 шт) $z=2,1$;
														25	Воздухораспределитель
														65	клапан
7	2125	3	400	250		5,903	308	1,30	3,9	3,35	20,9	70,0	74	74	Шахта с зонтом или дефлектором $z=1,25$; Колено с острыми кромками (1 шт) $z=2,1$;
														70	Запас 20%
														420	Суммарное сопротивление сети
В1															
Магистраль															
1	135	5			125	3,056	125	1,21	6,0	2,16	5,6	12,1	18	18	Первое боковое отверстие на всасе $z=1,5$; Отвод круглого сечения под 90 (2 шт) $z=0,33$;
2	275	8			160	3,799	160	1,32	10,5	2,12	8,7	18,4	29	47	Отвод круглого сечения под 90 (2 шт) $z=0,33$; Узлы ответвления на всасывании $z=1,40$; КПУ
3	415	9,5			200	3,670	200	0,93	8,9	0,83	8,1	6,7	16	63	Отвод круглого сечения под 90 (1 шт) $z=0,33$; КПУ

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
3	415	9,5			200	3,670	200	0,93	8,9	0,4	8,1	5,2	14	77	Шахта с зонтом или дефлектором $z=0,64$;
														40	воздухораспределитель
														80	Глушитель
														40	Запас
														237	Суммарное сопротивление сети
В2															
Магистраль															
1	145	13			125	3,282	125	1,37	17,9	1,9	6,5	12,3	30	30	трой на всасе $z=0,7$; Отвод круглого сечения под 90 (2 шт) $z=0,33$; КПУ 2шт
2	185	13			160	2,556	160	0,64	8,4	2,7	3,9	10,6	19	49	Отвод круглого сечения под 90 (1 шт) $z=0,33$; КПУ
														30	воздухораспределитель
														80	Глушитель
														20	Запас
														179	Суммарное сопротивление сети
В3															
Магистраль															
1	100	3			100	3,537	125	1,57	4,7	1,08	7,5	8,1	13	13	Отвод круглого сечения под 90 (1 шт) $z=0,33$; Узлы ответвления на всасывании $z=0,75$;
2	200	1,5			160	2,763	160	0,74	1,1	1,26	4,6	5,8	7	20	Узлы ответвления на всасывании $z=1,26$;
3	400	18			200	3,537	200	0,87	15,7	2,9	7,5	21,8	37	57	Шахта с зонтом или дефлектором $z=0,64$; Отвод круглого сечения под 90 (3 шт) $z=0,33$; КПУ
														40	воздухораспределитель
														80	Глушитель
														40	Запас
														217	Суммарное сопротивление сети

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
В4															
Магистраль															
1	75	4,5			100	2,653	100	1,24	5,6	1,36	4,2	5,7	11	11	Отвод круглого сечения под 90 (2 шт) z=0,33; узлы ответвления на всасывании 0,7
2	150	2			125	3,395	125	1,46	2,9	0,8	6,9	5,5	8	20	Узлы ответвления на всасывании (1 шт) z=0,8
3	225	4,5			160	3,109	160	0,91	4,1	1,63	5,8	9,5	14	33	Узлы ответвления на всасывании z=1,30; Отвод круглого сечения под 90 (1шт) z=0,33
4	300	2			160	4,145	160	1,54	3,1	0,8	10,3	8,2	11	45	Узлы ответвления на всасывании (1 шт) z=0,8
5	440	20			200	3,891	200	1,04	20,8	2,59	9,1	23,5	44	89	Шахта с зонтом или дефлектором z=0,64; Отвод круглого сечения под 90 (5 шт) z=0,33; Дроссель-клапан z=0,3;
														30	Глушитель
														15	клапан огнезад 1шт
														40	Запас
														244	Суммарное сопротивление сети
В5															
Магистраль															
2	100	5			100	3,537	100	2,08	10,4	1,55	7,5	11,6	22	22	Шахта с зонтом или дефлектором z=0,64; Отвод круглого сечения под 90 (3 шт) z=0,33;
														10	воздухораспределитель
														25	Глушитель
														40	Запас
														97	Суммарное сопротивление сети

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
В7															
Магистраль															
1	50	2			100	1,768	100	0,45	0,9	1,7	1,9	3,2	4	4	Отвод круглого сечения под 90 (1 шт) z=0,33; Узлы ответвления на всасывании z=0,75;
2	125	6			160	1,727	160	0,32	1,9	2,12	1,8	3,8	6	10	Отвод круглого сечения под 90 (4 шт) z=0,33; КПУ. Узлы ответвления на всасе
3	270	6			160	3,730	160	1,27	7,6	1,32	8,3	11,0	19	28	Отвод круглого сечения под 90 (4 шт) z=0,33;
3	270	6,5			160	3,730	160	1,27	8,3	0,94	8,3	7,8	110	138	Шахта с зонтом или дефлектором z=0,64; Дроссель-клапан z=0,3;
														30	воздухораспределитель
														30	Запас
														198	Суммарное сопротивление сети
В8															
Магистраль															
1	50	2			100	1,768	100	0,45	0,9	1,7	1,9	3,2	4	4	Отвод круглого сечения под 90 (1 шт) z=0,33; Узлы ответвления на всасывании z=0,75;
2	125	6			160	1,727	160	0,32	1,9	2,12	1,8	3,8	6	10	Отвод круглого сечения под 90 (4 шт) z=0,33; КПУ. Узлы ответвления на всасе
3	270	6			160	3,730	160	1,27	7,6	1,32	8,3	11,0	19	28	Отвод круглого сечения под 90 (4 шт) z=0,33;
3	270	6,5			160	3,730	160	1,27	8,3	0,94	8,3	7,8	110	138	Шахта с зонтом или дефлектором z=0,64; Дроссель-клапан z=0,3;
														30	воздухораспределитель
														30	Запас
														198	Суммарное сопротивление сети

Приложение Г

Выписка из паспорта радиатора

БИМЕТАЛЛИЧЕСКИЙ СЕКЦИОННЫЙ РАДИАТОР

BASE 500 / 350 / 200



Высокая
тепловая мощность:

BASE 500 - 197 Вт

BASE 350 - 139 Вт

BASE 200 - 100 Вт



Вода

Температура
теплоносителя до 135 °С

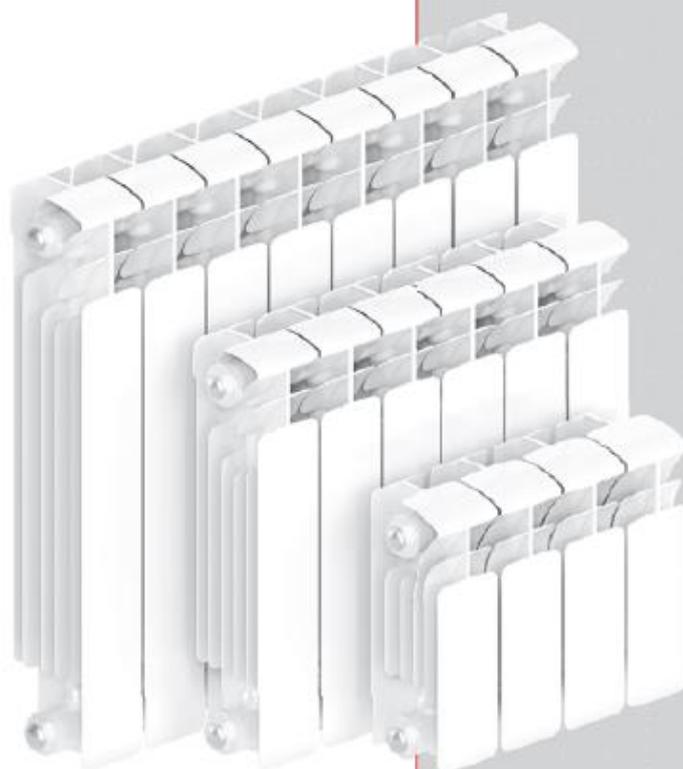
Рабочее давление до 20 атм

ГАРАНТИЯ 10 ЛЕТ



ПАСПОРТ ПРИБОРА

Инструкция по монтажу и эксплуатации
Технические характеристики



СДЕЛАНО В РОССИИ

Застраховано СПАО "ИНГОССТРАХ"





**БИМЕТАЛЛИЧЕСКИЙ СЕКЦИОННЫЙ РАДИАТОР ОТОПЛЕНИЯ
ПАСПОРТ МОДЕЛЕЙ**

RIFAR Base 500, RIFAR Base 350, RIFAR Base 200, RIFAR Base VENTIL, RIFAR Base FLEX и их модификаций

Биметаллический радиатор отопления RIFAR Base (далее - радиатор) предназначен для применения в системах отопления жилых и административных зданий. Изготовлен по ТУ 25.21.11-001-41807387-2018 в соответствии с ГОСТ 31311-2022, что подтверждено сертификатом соответ-

ствия на продукцию, включенную в единый перечень продукции, подлежащей обязательной сертификации. Допускается использование радиатора в открытых или закрытых системах отопления, подключенных к внешним теплосетям по зависимой или независимой схемам.

Таблица 1. Основные технические и эксплуатационные параметры

Рабочее давление до	2,0 МПа (20 атм)	Номинальный размер резьбы коллекторов	G1"				
Испытательное давление	3,0 МПа (30 атм)	Максимальная температура теплоносителя	135 °С				
Разрушающее давление	≥10,0 МПа (100 атм)	ПДК растворенного кислорода в теплоносителе, не более	20 мкг/дм³				
Относительная влажность в помещении, не более	75%						
Модель	Межосевое расстояние, мм	Габаритные размеры 1 секции, мм			Номинальный тепловой поток 1 секции, Вт	Внутренний объем 1 секции, л	Масса 1 секции, кг
		высота	ширина	глубина			
Base 500	500	570	80	100	197	0,20	1,84
Base 350	350	415	80	90	139	0,18	1,25
Base 200	200	261	80	100	100	0,16	0,90

Значения номинального теплового потока, приведенные в табл. 1, получены в соответствии с методикой по ГОСТ Р 53583-2009 при схеме подключения радиатора сверху вниз при $\Delta t = 70^{\circ}\text{C}$ и расходе теплоносителя через прибор 360 кг/ч. Сведения о расчете теплового потока прибора при условиях, отличных от нормативных, приведены в издании "Радиаторы отопления RIFAR. Технический каталог" на сайте www.rifar.ru.

1. Общие правила

1.1 Проектирование, монтаж и эксплуатация системы отопления должны осуществляться в соответствии с требованиями ГОСТ 31311-2022, СП 60.13330.2016, СП 73.13330.2016 и СО 153-34.20.501-2003 «Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ» и согласовываться с организацией, отвечающей за эксплуатацию системы отопления.

1.2 Для предотвращения ускоренной коррозии отопительного прибора от воздействия электрического тока тепловые сети должны соответствовать нормам СТО 17330282.27.060.001-2008. При установке радиатора в индивидуальные системы отопления с источниками энергии, имеющими электронное или электрическое управление, обязательно выполнить все правила заземления этих устройств.

1.3 В качестве теплоносителя для модели RIFAR Base использовать только специально подготовленную воду согласно п. 4.8 СО 153-34.20.501-2003 «Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ».

1.4 Трубопроводы для подвода теплоносителя в отопительный прибор должны соответствовать СП 60.13330.2016 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха».

2. Монтаж радиаторов

2.1 Пользователь несет ответственность за любую локальную безопасность и нормы монтажа. Обратитесь к вашей обслуживающей организации за технической консультацией или к специальной монтажной организации для выполнения работ по монтажу.

2.2 Монтаж радиатора в системах отопления коллективного пользования должен быть произведен согласно теплотехническому проекту, созданному проектной организацией и заверенному организацией, ответственной за эксплуатацию системы отопления помещения, в соответствии со строительными нормами и правилами, утвержденными Минстроем России.

2.3 Приступать к монтажу следует после достижения радиато-

ром комнатной температуры естественным образом без прямого воздействия нагревательных приборов.

2.4 Монтаж радиатора должен быть произведен с обязательной возможностью перекрытия входа и выхода теплоносителя.

2.5 Непосредственно перед установкой заглушек и переходников необходимо смазать прокладку химически нейтральным термостойким составом. Момент затяжки резьбовых элементов не более: G1" - 45 Нм, G3/4" - 25 Нм, G1/2" - 23 Нм.

Рекомендуемые условия монтажа, эксплуатации и обращения

2.6 Изготовитель рекомендует производить монтаж радиатора к трубопроводам без снятия защитной полиэтиленовой пленки. Перед запуском системы в рабочий режим пленка должна быть удалена.

2.7 Завод-изготовитель не рекомендует производить переконфигурацию радиаторов с целью уменьшения или увеличения количества секций, а также замену отдельных секций радиатора.

Гарантийные обязательства на переконфигурованные радиаторы не распространяются.

2.8 Число секций в серийно производимых радиаторах от 4 до 14. На заказ может быть изготовлен радиатор с другим количеством секций.

2.9 В процессе эксплуатации необходимо периодически удалять воздух из верхнего коллектора с помощью воздуховыпускного клапана, соблюдая меры предосторожности.

2.10 По ГОСТ 31311-2022 радиатор в течение всего срока эксплуатации должен быть заполнен теплоносителем, отвечающим требованиям п. 1.3 настоящего паспорта.

2.11 Транспортировку и хранение радиаторов следует осуществлять в соответствии с ГОСТ 31311-2022.

3. Категорически запрещается:

3.1 подвергать радиатор ударам и нагрузкам, способным повредить или разрушить его, в том числе замораживать при использовании прибора в водяных системах отопления;

3.2 использовать радиатор в качестве элемента заземляющего или токоведущего контура;

3.3 резко открывать запорные вентили во избежание гидравлического удара;

3.4 использовать радиатор в помещении с относительной влажностью более 75%;

3.5 использовать радиатор в контуре ГВС (горячего водоснабжения), в том числе вместо полотенцесушителя;

3.6 опорожнять систему отопления в отопительные и межотопительные периоды;

Продолжение Приложения Г

3.7 использовать радиатор в водяных системах отопления с режимом водно-химической подготовки, не соответствующим п. 4.8 СО 153-34.20.501-2003 «Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ»;

3.8 использовать в качестве теплоносителя антифризы, незамерзающие или низкозамерзающие жидкости;

3.9 эксплуатировать радиатор при давлениях и температурах выше указанных в настоящем паспорте.

4. Гарантийные обязательства и условия их действия

4.1 Срок эксплуатации радиатора при условии соблюдения требований и рекомендаций, перечисленных в п.п. 1-3, не менее 20 лет.

4.2 Гарантия на радиатор RIFAR Base действует в течение 10 лет со дня продажи при соблюдении требований и рекомендаций, перечисленных в п.п. 1-3 настоящего паспорта и при отсутствии аварийных случаев опорожнения радиатора.

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

4.4 Гарантия не распространяется на дефекты, возникшие по

вине потребителя или организации, ответственной за эксплуатацию системы отопления, к которой подключен (был подключен) радиатор в результате нарушения условий п.п. 1-3 настоящего паспорта.

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

5.1 заявления с указанием данных заявителя или реквизитов организации, адреса, даты и времени обнаружения дефекта, реквизитов монтажной организации, установившей и испытавшей радиатор после установки;

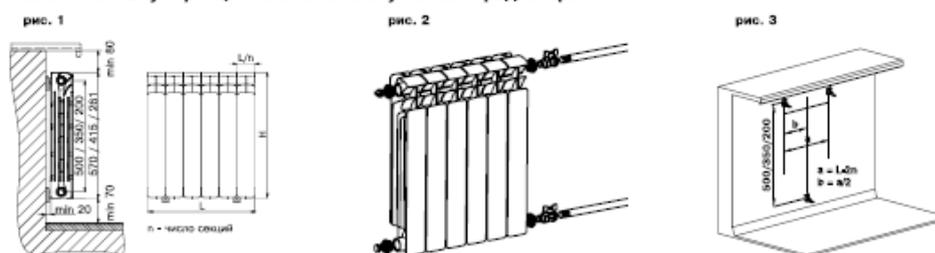
5.2 копии документа, выданного эксплуатационной организацией, ответственной за эксплуатацию системы, в которую был установлен прибор, на согласие с изменениями данной системы отопления и возможностью соблюдать все необходимые эксплуатационные параметры;

5.3 копии акта о вводе радиатора в эксплуатацию с указанием величины испытательного давления;

5.4 документа, подтверждающего покупку радиатора;

5.5 оригинала паспорта прибора с подписью потребителя.

Подготовка к монтажу. Принципиальная схема установки радиатора



Информация об установке и комплектующих RIFAR

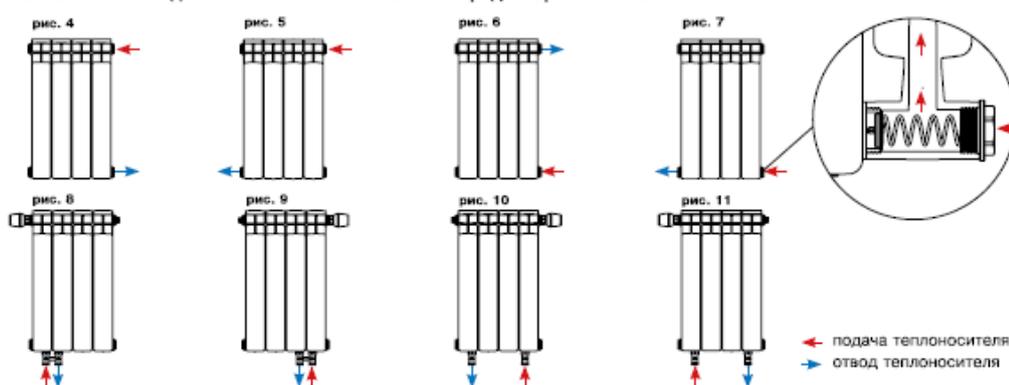
При установке радиаторов RIFAR рекомендуется использовать оригинальные комплектующие:

- монтажный комплект RIFAR G1/2" или G3/4";
- регулируемые кронштейны RIFAR;
- узел нижнего подключения RIFAR 50 мм (прямой или угловой);
- автоматический терморегулятор RIFAR.

Монтажный комплект, запорная арматура и кронштейны приобретаются отдельно в зависимости от расчетных параметров и характеристик системы.

Кронштейны для установки радиатора должны быть выбраны в соответствии с материалом стен и обеспечивать надежное крепление радиатора. Радиатор на кронштейнах должен быть установлен горизонтально, для чего при его установке необходимо использовать строительный уровень. При монтаже радиаторов с числом секций до 10 использовать не менее 3 кронштейнов (рис. 3), до 14 - не менее 4 (3 сверху, 1 снизу). Для монтажа приборов с количеством секций более 14 следует обратиться к специалистам.

Возможные схемы подключения к системе отопления радиаторов RIFAR Base



Особенности схем подключений:

Наиболее предпочтительные схемы подключения указаны на рис. 4 и рис. 5. При подключении радиатора по схеме рис. 6 его тепловая мощность будет значительно снижена. При таком подключении рекомендуется в нижний коллектор установить направляющую потока, представленную в разделе 20 издания "Радиаторы отопления RIFAR. Технический

каталог", который можно найти на сайте www.rifar.ru. При подключении по схеме, представленной на рис. 7, в коллектор в месте подключения можно установить пружинный клапан, представленный в разделе 19 издания "Радиаторы отопления RIFAR. Технический каталог" на сайте www.rifar.ru.

RU

Комплектация радиатора

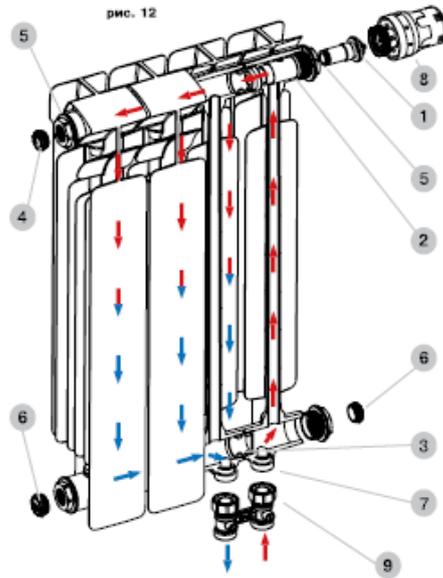
RIFAR Base 500/350/200 VENTIL

В комплектацию радиатора с нижним подключением RIFAR Base VENTIL (рис. 8-11) входят: термостатический клапан 1, верхний распределитель потока 2, разделительная перегородка 3 в нижнем коллекторе, воздуховыпускной клапан (кран Маевского) 4, переходники 5, заглушки 6, редукционные nipples 7. Установочные кронштейны, термостатический регулятор 8 и узел нижнего подключения 9 в комплектацию не входят и приобретаются отдельно. Принципиальная схема движения теплоносителя в радиаторе RIFAR Base VENTIL приведена на рис. 12.

Размер наружной присоединительной резьбы редукционных nipples - G3/4". Тип герметизации соединения - евроконус с прокладкой типа O-ring. Редукционные nipples вкручены в радиатор с заданным моментом затяжки со специальным резьбовым фиксатором.

Для подключения радиатора к системе отопления рекомендуется использовать прямой или угловой узлы нижнего подключения 9 RIFAR.

Для автоматической регулировки температуры в помещении рекомендуется использовать терморегулятор.



Аксессуары RIFAR для установки на лицевую поверхность радиатора

- полотенцедержатель;
- полка для суши.

Надежны и просты в установке благодаря запатентованным унифицированным креплениям. Не наносят повреждений лакокрасочному покрытию прибора. Подходят для всех моделей радиаторов RIFAR.

Минимальное количество секций, требуемое для установки - 6 шт. Допустимая максимальная нагрузка на полотенцедержатель - 10 кг, на полку для суши - 6 кг.



Свидетельство о приемке

Радиатор RIFAR Base прошел испытание на герметичность давлением 3,0 МПа (30 атм), соответствует требованиям ГОСТ 31311-2022, ТУ 25.21.11-001-41807387-2018 и признан годным к эксплуатации. Дата производства, время испытания, Ф.И.О. испытателя и индивидуальный код контролера ОТК указаны на задней стенке радиатора.

Я,
с условиями монтажа и эксплуатации радиатора ознакомлен, претензий к товарному виду не имею.
Подпись покупателя:
Дата покупки:20..... г.

ГАРАНТИЙНЫЙ ТАЛОН

Радиатор RIFAR Base
(модель, число секций)
Дата продажи:20..... г.
Продавец (поставщик):
М.П.
Дата:20..... г.
Ответственное лицо:
(Ф.И.О., подпись)

Монтажная и эксплуатирующая организации

Отметка организации, выполнившей монтаж радиатора:
Название организации:
Адрес:
Тел., факс, e-mail:
.....
М.П.
Дата:20..... г.

Ответственное лицо:
(Ф.И.О., подпись)

Отметка организации, произведшей приемку монтажа радиатора и принявшей его в эксплуатацию:
Название организации:
Адрес:
Тел., факс, e-mail:
.....
М.П.
Дата:20..... г.

Ответственное лицо:
(Ф.И.О., подпись)

RU

www.rifar.ru

Россия, 462631, Оренбургская обл., г. Гай, Технологический проезд, д. 18. E-mail: info@rifar.ru

© 2023 АО «РИФАР». Информация, представленная в издании, актуальна на момент подписания издания в печать. Предприятие-изготовитель оставляет за собой право на внесение изменений в конструкцию радиаторов с целью улучшения их эксплуатационных характеристик.

Приложение Д

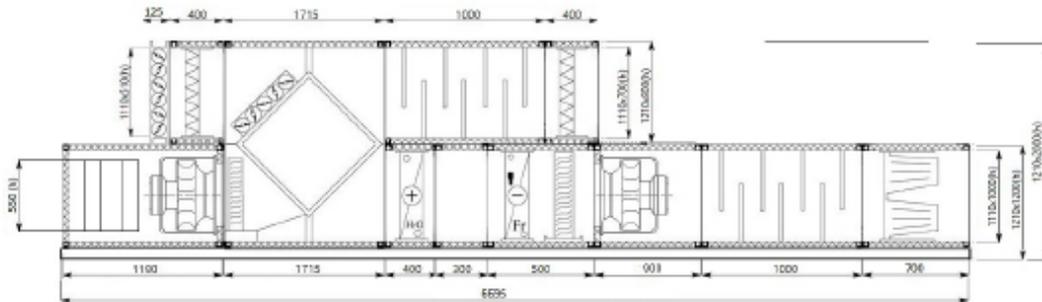
Подбор вентиляционного оборудования

Приточная система ПВ1



Бланк-заказ № 19052480.06 К1

Объект:	Школа Тольятти, ул. Комзина	Номер системы:	ПВ1 (Спорт.зал)
От заказчика:		Расход:	5000- 4500 м3/час
Телефон/факс:		Напор:	490- 480 Па
Исполнитель:	Гураль В.С./Ведяпина В.О.	Сторона обл.:	Справа
Типоразмер:	ТРЕНД-5-ПВП-О-1-ТвХф-О-Ш-В	Исполнение:	Общепромышленное
Кол-во блоков:		Вес установки:	1233 кг
Подставочный профиль: 100 мм		Панель 45 мм (мин. вата)	



Бескаркасные, шумоизолированные сервисные панели.

Спецификация оборудования (приточная часть)

Клапан воздушный

Сечение: 1110x510
 Привод откр./закр. с возвратной пружиной 230В; 04 н*м -1 шт. Падение давления: 4,18 Па

Фильтр ячейковый ФЯ-5

Класс очистки: EU4
 Падение давления (запылённость 50%): 128,38 Па
 Скорость в сечении: 1,88 м/с

Рекуператор пластинчатый РП-5

Холодный период
 Производительность: 5000-4500 м3/ч
 Температура выт. вход: 18 С
 Температура прит. вход: -26 С
 Влажность выт. вход: 30 %
 Влажность прит. вход: 78 %
 КПД: 93 %
 Мощность: 69,0 кВт
 Привод (пл. регулирование 24 В); 05 н*м -1 шт.
 РСФ-К-62-920, Поддон из нержавеющей стали

Температура прит. выход: 15 С
 Температура выт. выход: -11 С
 Влажность прит. выход: 3 %
 Влажность выт. выход: 100 %
 Рвытяжки: 428 Па
 Рприточки: 374 Па
 Скорость в сечении: 2,00 м/с

Нагреватель жидкостный Cu-Al BNB-5 80-50/2

Производительность: 5000 м3/ч
 Температура наружного воздуха: 5 С
 Температура воздуха на выходе: 20 С
 Температура теплоносителя: начальная: 95 С
 Температура теплоносителя конечная: 70 С
 Влажность наружного воздуха: 3 %
 Влажность воздуха на выходе: 1 %
 Скорость воздуха в сечении: 3,47 м/с

Падение давления: 36 Па
 Расход теплоносителя: 864,1 кг/ч
 Мощность воздухонагревателя: 25,12 кВт
 Теплоноситель: вода
 Падение давления теплоносителя: 2,59 кПа
 Присоединительные размеры патрубков: ДУ25
 Капиллярный термостат 1 шт.

ООО «НТЦ Евровент»

- Приведенные данные являются справочными и могут подлежать изменению
 - Производитель оставляет за собой право изменять конструктив оборудования без уведомления заказчика, не ухудшая технических характеристик
 445007, РФ, Самарская область, город Тольятти, улица Ларина, дом 139, строение 9, офис 203
 тел. (8482) 22-12-66
www.ntc-eurovent.ru, info@ntc-eurovent.ru
 ОКПО 14344507, ОГРН 1176313030387, ИНН 6324080600, КПП 632401001
 Филиал Банка ВТБ (ПАО) в г. Нижнем Новгороде
 р/с 40702810611240005359, к/с 30101810200000000837

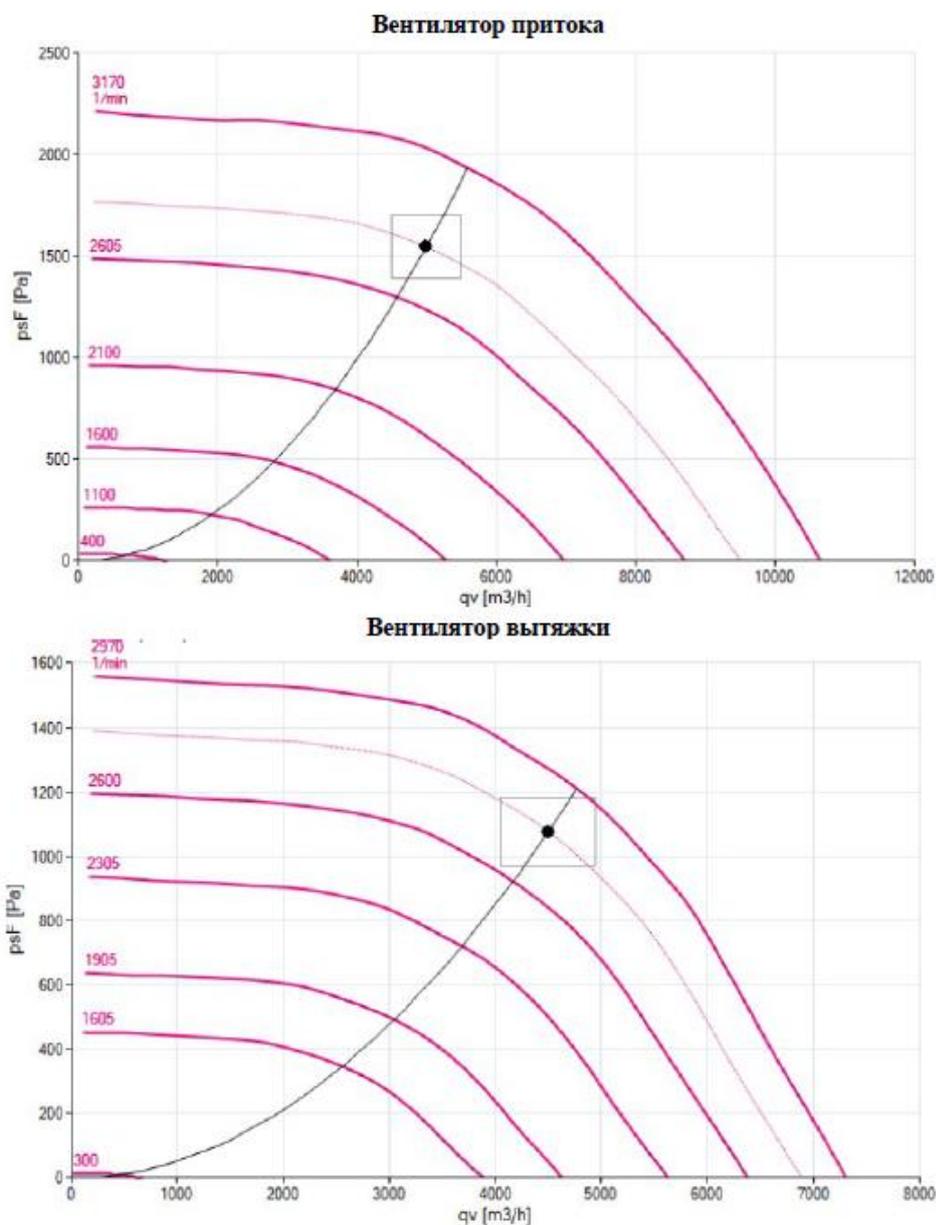
Продолжение Приложения Д

Секция промежуточная Движение воздуха по оси Длина секции 300 мм Охладитель фреоновый Cu-Al ВОФ-5 Производительность: 5000 м3/ч Температура наружного воздуха: 35 С Температура воздуха на выходе: 20 С Влажность наружного воздуха: 50 % Влажность воздуха на выходе 82 % Каплеуловитель, поддон сбора конденсата из нержавеющей стали 2 контурный испаритель	Сопротивление воздуха 1,0 Па Температура хладоносителя: 7 С Падение давления: 129 Па Хладоноситель: Фреон R410А Мощность воздухоохлаждителя: 50,2 кВт Присоединительные размеры патрубков: 35/22 Скорость в сечении: 1,9 м/с
Вентиляторная секция Вентилятор: GR40C-ZID.G.G.CR (арт 115527/A01) Производительность: 5000 м3/ч Давление сети: 490 Па Полное давление: 1547 Па Обороты колеса: 2839 Об/мин Номинальные обороты: 3170 Об/мин	Номинальная мощность: 5,6 кВт Электрическая мощность: 3,7 кВт КПД 58% Напряжение питания: 400 В Сервисная панель Плавное регулирование Смотровое окно, освещение Скорость в сечении: 2,61 м/с
Секция шумоглушителя ШП-5 Длина: 1000 мм Падение давления: 44,24 Па Фильтр карманный ФК-5 Класс очистки: F9 Падение давления (запылённость 50%): 339,01 Па	Длина вставки: 600мм Скорость в сечении: 1,64 м/с
Вытяжная: установка Клапан воздушный (расположение слева, по ходу движения вытяжного воздуха) Сечение: 550x410 Привод откр./закр. с возвратной пружиной 230В; 04 н*м -1 шт. Длина секции 1180 мм	Падение давления: 6,17 Па
Вентиляторная секция (сторона обслуживания слева, по ходу движения вытяжного воздуха) Вентилятор: GR35C-ZID.DC.CR (арт 115510/A01) Производительность: 4500 м3/ч Давление сети: 480 Па Полное давление: 1076 Па Обороты колеса: 2805 Об/мин Номинальные обороты: 2970 Об/мин	Номинальная мощность: 2,5 кВт Электрическая мощность: 2,1 кВт КПД 64 % Напряжение питания: 400 В Сервисная панель Плавное регулирование Смотровое окно, освещение Скорость в сечении: 2,68 м/с
Секция шумоглушителя ШП-5 Длина: 1000 мм Падение давления: 35,84 Па Фильтр ячеиковый ФЯ-5 Класс очистки: EU4 Падение давления (запылённость 50%): 129,36 Па	Скорость в сечении: 1,69 м/с

ООО «НТЦ Евровент»

- Приведенные данные являются справочными и могут подлежать изменению
- Производитель оставляет за собой право изменять конструктив оборудования без уведомления заказчика, не ухудшая технических характеристик
445007, РФ, Самарская область, город Тольятти, улица Ларина, дом 139,
строение 9, офис 203
тел. (8482) 22-12-66
www.ntc-eurovent.ru, info@ntc-eurovent.ru
ОКПО 14344507, ОГРН 1176313030387, ИНН 6324080600, КПП 632401001
Филиал Банка ВТБ (ПАО) в г. Нижнем Новгороде
р/с 40702810611240005359, к/с 30101810200000000837

Продолжение Приложения Д



ООО «НТЦ Евровент»

- Приведенные данные являются справочными и могут подлежать изменению
- Производитель оставляет за собой право изменять конструктив оборудования без уведомления заказчика, не ухудшая технических характеристик
445007, РФ, Самарская область, город Тольятти, улица Ларина, дом 139, строение 9, офис 203
тел. (8482) 22-12-86
www.ntc-eurovent.ru, info@ntc-eurovent.ru
ОКПО 14344507, ОГРН 1176313030387, ИНН 6324080600, КПП 632401001
Филиал Банка ВТБ (ПАО) в г. Нижнем Новгороде
p/c 40702810611240005359, k/c 30101810200000000837

Приложение Е

Подбор вентиляционного оборудования

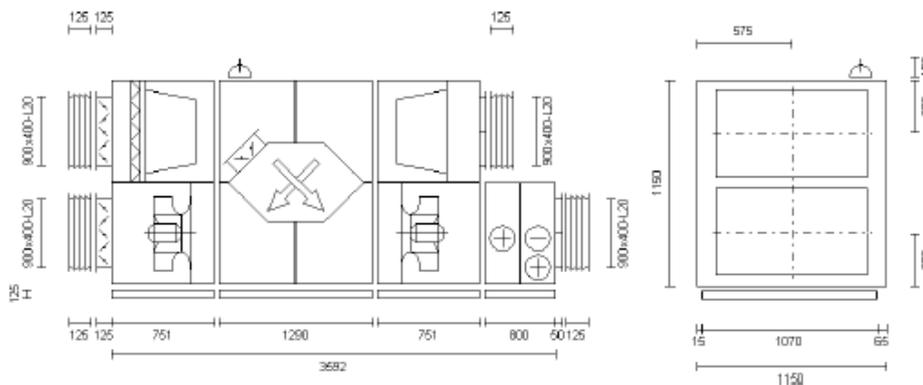
Приточная система ПВ2



www.komfovent.com

Вентиляционное устройство, модель:

VERSO-CF-20-X-H-EC/IE4/2.5/2.5-G4/F7-G4-HW/2R/2.6-HCDX/3R/2.8;1-R1-C5.1-X



Технические данные

Типоразмер установки	20
Типология	ВУНП ДВУ
Тип HRS	Пластинчатый рекуператор

Данные вентиляционной установки

RLT class	A+
	Приточный Вытяжной
Расход номинальный воздуха	[m³/h] 3000 2700
	[m³/s] 0,83 0,75
Номинальное внешнее давление	[Pa] 570 520
Скорость потока при проектировочном потоке	[m/s] 1,51
SFPv	[kW/m³s] 2,92
Темп. эффективность	[%] 81

Расчетные данные

		Зима	Лето
Температура наружного воздуха	[°C]	-26	29
Наружная относительная влажность	[%]	78	50



UAB Komfovent, Ozo g. 10, LT-08200 Vilnius, tel. +370 (5) 230 05 85, www.komfovent.com

Verso 1.5.5/18 20.06.2019

1 / 11

Продолжение Приложения Е



VERSO-CF-20-X-H-EC/IE4/2.5/2.5-G4/F7-G4-HW/2R/2.6-HCDX/3R/2.8;1-R1-C5.1-X

www.komfovent.com

Температура внутреннего воздуха	[°C]	22	22
Внутренняя относительная влажность	[%]	40	50
Атмосферное давление	[Pa]	101325	
Плотность воздуха	[kg/m³]	1,2	

Электрические данные

Количество электрических входов	1
---------------------------------	---

АНУ

Электрическое подключение	~400V / 50Hz / 3-phase / 5x2,5mm² / 8,2A
---------------------------	--

Автоматика управления

Тип	C5.1
-----	------

функции

Двухпоточное управление VAV	
-----------------------------	--

принадлежности

VAVдатчик x 2	
---------------	--



DX управление

Инверторный / Universal	
-------------------------	--

COMMISSION REGULATION (EU) No 1253 (ecodesign requirements)

	Value	2018
Темп. эффективность, η_{t_nrvi} (EN308)	81	≥ 73
Internal specific fan power, SFP _{int}	999	≤ 1062
Type of drive - variable speed	Installed	Necessary
Thermal by-pass facility	Exist	Necessary
Warning - filter is clogged	Exist	Necessary
Unit conformity assessment		Complies

Потери внутр. дав. вент. компонентов (ΔPs, int)	[Pa]	609
Потери внутр. дав. не вент. компонентов (ΔPs, add)	[Pa]	281
Фактическая входящая электромощность вентиляторов [kW] (тип. фильтр)		2,44

Конструкция корпуса STANDART

Стены из двух листов оцинкованной стали, заполненные тепло и звукоизоляционным материалом, негорючая минерал.вата (λ=0,036 W/mK).

Установка окрашена C3 класс, RAL 7035.

Устройство для внутренней эксплуатации.

При загрязнении фильтра установки на пульте управления появляется предупреждение о необходимости замены фильтра. Загрязненные фильтры увеличивают потребление энергии установкой, уменьшают производительность и эффективность потребления энергии, поэтому очень важно регулярно менять фильтры.

AHU shall operate with variable speed drive.

www.komfovent.com

Инструкция Verso версия: V3- C5.1-18-09

Продолжение Приложения Е



VERSO-CF-20-X-H-EC/IE4/2.5/2.5-G4/F7-G4-HW/2R/2.6-HCDX/3R/2.8;1-R1-C5.1-X

www.komfovent.com

Утечка воздуха через корпус (Model Box, EN 1886)

-400 Pa	[dm³/(s·m²)]	0,05
+700 Pa	[dm³/(s·m²)]	0,09

Макс. уровень внешних утечек при - 400 Pa	[%]	< 1
Макс. уровень внешних утечек при + 400 Pa	[%]	< 1
Макс. уровень внутренних утечек	[%]	< 1

Конфигурация вентиляционного устройства

Секции соединены с отдельными элементами установочной рамы

Толщина стенок	[mm]	45
----------------	------	----

Масса установки

Нетто	[kg]	550
-------	------	-----

Поддоны

AVK	[mm]	950x1350(101kg)
FVS	[mm]	950x1300(82kg)
FVS	[mm]	950x1300(82kg)
PCF	[mm]	1500x1300(286kg)

Дополнительная комплектация

- Регулируемые ножки (RegKoj)
- Гибкое соединение (LankJungTiekIsiur)
- Гибкое соединение (LankJungTiekIsput)
- Гибкое соединение (LankJungSallIsiur)
- Гибкое соединение (LankJungSallIsput)
- Система заслонок оба. канала(3+1)(ApylSkiSist)

Акустические данные (Звуковая мощность)

Уровень шума Lw	в канал				в окружение
	Приточная часть [dB]		Вытяжная часть [dB]		
F[Hz]	Вход	Выход	Вход	Выход	[dB]
63	67,5	74,0	65,4	68,6	68,0
125	59,4	62,4	57,9	67,6	72,0
250	65,8	79,7	68,3	73,4	71,5
500	64,5	82,1	66,2	71,6	54,9
1000	54,9	71,0	51,6	73,0	53,3
2000	46,8	77,1	49,3	73,5	49,0
4000	45,8	73,3	47,6	70,0	38,8
8000	38,2	66,4	40,5	66,1	32,6
dB(A)	64	83	65	79	64

UAB Komfovent, Ozo g. 10, LT-06200 Vilnius, tel. +370 (5) 230 05 65, www.komfovent.com

Verso 1.5.5/18 20.06.2019

3 / 11

Продолжение Приложения Е



VERSO-CF-20-X-H-EC/IE4/2.5/2.5-G4/F7-G4-HW/2R/2.6-HCDX/3R/2.8;1-R1-C5.1-X

www.komfovent.com

Пластинчатый рекуператор PCF-K-45-800

Атмосферное давление	[Pa]	101325
Пластины		Al
Класс теплоутилизатора (EN13053)		H1
Efficiency bonus (E), (EU 1253)		231

		Зима		Лето	
		Приточный	Вытяжной	Приточный	Вытяжной
темп. эффективность влажного	[%]	90,2		75,6	
темп. эффективность сухого	[%]	77,2		75,6	
Мощность влажного	[kW]	43,6		5,3	
Мощность сухого	[kW]	37,3		5,3	
Расход воздуха	[m ³ /h]	3000	2700	3000	2700
Первоначальная температура	[°C]	-26	22	29	22
Относит.влажность	[%]	78	40	50	50
Темп. воздуха на выходе	[°C]	17,3	-9,3	23,7	27,9
Относит.влажность	[%]	2,3	100,0	68,5	35,3
Потери влажного давления	[Pa]	203	176	203	176
Внутренние потери	[Pa]	40	25	40	25
Скорость воздуха	[m/s]	2,2	1,9	2,2	1,9
Конденсация	[l/h]		-21,1		0,0

Каплеуловитель с дренажем

Потери давления	[Pa]	13
-----------------	------	----

Многоступенчатая защита от замерзания

Тип привода		Модульный (AC/DC 24V)
Крутящий момент	[Nm]	10
Система заслонок обв. канала(3+1)		

Приточная часть

Заслонка с приводом

Заслонка из алюминиевого профиля		
Тип привода		ВКЛ/ВЫКЛ с пружинным возвратом (AC/DC 24V)
Крутящий момент	[Nm]	4
Потери давления	[Pa]	3

Предфильтр

Тип		Панельный воздушный фильтр
Класс энергетической эффективности		
Класс фильтра (EN 779:2012)		G4

UAB Komfovent, Ozo g. 10, LT-08200 Vilnius, tel. +370 (5) 230 05 85, www.komfovent.com

Verso 1.5.5/18 20.06.2019

4 / 11

Продолжение Приложения Е



VERSO-CF-20-X-H-EC/IE4/2.5/2.5-G4/F7-G4-HW/2R/2.6-HCDX/3R/2.8;1-R1-C5.1-X

www.komfovent.com

Класс фильтра (EN ISO 16890)		Coarse 75%
Размеры bxhxl	[mm]	490x490x46
Энергетическая эффективность фильтров	[kWh/a]	
Количество фильтров		2
Падение давления (чистый фильтр)	[Pa]	47
Расчетное падение давления на фильтре	[Pa]	73
Рекомендуется заменить фильтр (EN 137792007)	[Pa]	100

Воздушный фильтр

Коррекция фильтра (F), (EU 1253)		0
Тип		Карманный фильтр
Класс энергетической эффективности		
Класс скорости (EN13053)		V1
Класс фильтра (EN 779:2012)		F7
Класс фильтра (EN ISO 16890)		ePM1 60%
Размеры bxhxl	[mm]	490x490x450
Энергетическая эффективность фильтров	[kWh/a]	2540
Количество карманов		6
Количество фильтров		2
Падение давления (чистый фильтр)	[Pa]	50
Расчетное падение давления на фильтре	[Pa]	100
Рекомендуется заменить фильтр (EN 137792007)	[Pa]	150
скорость в секции фильтров	[m/s]	1,51

Водяной калорифер

HW-G10-02R-0933-0360-100-1x04C-26F-M1-C40-IS1-XX-1xR%91xR%		
Мощность	[kW]	15,1
Расход воздуха	[m³/h]	3000
Скорость воздуха	[m/s]	2,36
Потери давления	[Pa]	38
Первоначальная температура	[°C]	7,0
Относит.влажность на входе	[%]	2
Запас полезной пл.	[%]	0
Запас мощности	[%]	10
Температура исходящего воздуха	[°C]	22,0
Относит.влажность на выходе	[%]	1
Абсолют.влажность	[g/kg]	0,14
Теплоноситель		Вода
Первоначальная температура	[°C]	95
Темп.на выходе	[°C]	70

UAB Komfovent, Ozo g. 10, LT-06200 Vilnius, tel. +370 (5) 230 05 85, www.komfovent.com

Verso 1.5.5/18 20.06.2019

5 / 11

Продолжение Приложения Е



VERSO-CF-20-X-H-EC/IE4/2.5/2.5-G4/F7-G4-HW/2R/2.6-HCDX/3R/2.8;1-R1-C5.1-X

www.komfovent.com

Расход теплоносителя	[dm ³ /h]	538
Потери давления	[kPa]	6,37
Кол-во этиленгликоля по объёму	[%]	0

Технические данные

Трубки		Медь
Пластины		Алюминий
Капиллярный термостат защиты от замерзания		
Объём	[m ³]	0,0020
Полезная площадь	[m ²]	13,48
расстояние между пластинами	[mm]	2,6
ряды		2
кольца		4
Подключение на входе	["]	1×R½
Подключение на выходе	["]	1×R½
L	[mm]	100
V	[mm]	1050
H	[mm]	440
Ограничения		
Макс.допустимое гидрав.давление	[bar]	15
Макс.темп.теплоносителя	[°C]	100

Двусторонний теплообменник

DX-G10-03R-0865-0360-130/-10-1×03C-28F-M1-C40-IS1-RC-1×½1×22

		Зима	Лето
Мощность	[kW]	15,1	11,5
Явная	[kW]	15,1	7,2
Скрытая	[kW]	0,0	4,3
Расход воздуха	[m ³ /h]	3000	3000
Скорость воздуха	[m/s]	2,55	2,77
Потери влажного давления	[Pa]	60	64
Потери сухого давления	[Pa]	60	60
Первоначальная температура	[°C]	7,0	29,0
Относит.влажность на входе	[%]	2	50
Температура исходящего воздуха	[°C]	22,0	22,0
Относит.влажность на выходе	[%]	1	66
Абсолют.влажность	[g/kg]	0,14	10,93
Хладоноситель	Фреон	R410a	
Перегрев	[K]		10,00
Переохладение	[K]	5,00	5,00

UAB Komfovent, Ozo g. 10, LT-08200 Vilnius, tel. +370 (5) 230 05 65, www.komfovent.com

Verso 1.5.5/18 20.06.2019

6 / 11

Продолжение Приложения Е



VERSO-CF-20-X-H-EC/IE4/2.5/2.5-G4/F7-G4-HW/2R/2.6-HCDX/3R/2.8;1-R1-C5.1-X

www.komfovent.com

Темп. конденсации	[°C]	45,00	45,00
Темп. испарения	[°C]		5
Потери давления	[kPa]	3,00	37,82
Расход теплоносителя	[kg/h]	295,63	245,17
Конденсация	[kg/h]	0,00	6,03

Технические данные

Трубки		Медь
Пластины		Алюминий
Объём	[m ³]	0,0025
Полезная площадь	[m ²]	17,46
расстояние между пластинами	[mm]	2,8
ряды		3
кольца		3
Подключение на входе	["]	1 x 1/2
Подключение на выходе	[mm]	1 x 22
L	[mm]	130
B	[mm]	1010
H	[mm]	440
Ограничения		
Макс. допустимое гидрав. давление	[bar]	42
Макс. темп. теплоносителя	[°C]	80

Каплеуловитель с дренажем

Потери давления	[Pa]	25
-----------------	------	----

Вентилятор EC

Тип	114488	RH31C-ZID.DC.CR
Диаметр рабочего колеса	[mm]	315
Расход воздуха	[m ³ /h]	3000
Внутренние потери	[Pa]	36
Статич. давление	[Pa]	1153
Полное давление	[Pa]	1197
Частота вращения	[1/min]	3132
Макс. частота вращения	[1/min]	3640
K-фактор		95

Класс двигателя		IE4 (Super Premium)
Мощность двигателя	[kW]	2,5
Входной ток 400V 50 Hz	[A]	4

SFPv	[kW/m ³ s]	1,75
SFP класс (EN16798-3)		SFP 4
электр. мощность на двигателе (Pm)	[kW]	1,57
электр. мощность на двигателе (чистые фильтры)	[kW]	1,46
Класс электр. мощности на двигателе (EN13053)		P1

UAB Komfovent, Ozo g. 10, LT-08200 Vilnius, tel. +370 (5) 230 05 85, www.komfovent.com

Verso 1.5.5/18 20.06.2019

7 / 11

Продолжение Приложения Е



VERSO-CF-20-X-H-EC/IE4/2.5/2.5-G4/F7-G4-HW/2R/2.6-HCDX/3R/2.8;1-R1-C5.1-X

www.komfovent.com

Pm ref (EN13053)	[kW]	2,13
Общая эффективность	[%]	63,74
Статическая эффективность	[%]	61,11
Overall efficiency E _{gP}	[%]	66,5

Вытяжная часть

Заслонка с приводом

Заслонка из алюминиевого профиля		
Тип привода	ВКЛ/ВЫКЛ с пружинным возвратом (AC/DC 24V)	
Крутящий момент	[Nm]	5
Потери давления	[Pa]	2

Воздушный фильтр

Коррекция фильтра (F), (EU 1253)		-150
Тип	Карманный фильтр	
Класс энергетической эффективности		
Класс скорости (EN13053)		V1
Класс фильтра (EN 779:2012)		G4
Класс фильтра (EN ISO 16890)		Coarse 65%
Размеры b _h xh _l	[mm]	490x490x360
Энергетическая эффективность фильтров	[kWh/a]	2227
Количество карманов		6
Количество фильтров		2
Падение давления (чистый фильтр)	[Pa]	25
Расчетное падение давления на фильтре	[Pa]	62
Рекомендуется заменить фильтр (EN 137792007)	[Pa]	100
скорость в секции фильтров	[m/s]	1,36

Вентилятор EC

Расчитано при влажных условиях		
Тип	114488	RH31C-ZID.DC.CR
Диаметр рабочего колеса	[mm]	315
Расход воздуха	[m ³ /h]	2700
Внутренние потери	[Pa]	29
Статич.давление	[Pa]	827
Полное давление	[Pa]	863
Частота вращения	[1/min]	2698
Макс. частота вращения	[1/min]	3640
K-фактор		95
Класс двигателя		
		IE4 (Super Premium)
Мощность двигателя	[kW]	2,5
Входной ток 400V 50 Hz	[A]	4

Продолжение Приложения Е



VERSO-CF-20-X-H-EC/IE4/2.5/2.5-G4/F7-G4-HW/2R/2.6-HCDX/3R/2.8;1-R1-C5.1-X

www.komfovent.com

SFPv	[kW/m³s]	1,30
SFP класс (EN16798-3)		SFP 3
электр. мощность на двигателе (Pm)	[kW]	1,02
электр. мощность на двигателе (чистые фильтры)	[kW]	0,98
Класс электр. мощности на двигателе (EN13053)		P1
Pm ref (EN13053)	[kW]	1,42
Общая эффективность	[%]	63,41
Статическая эффективность	[%]	60,77
Overall efficiency ErP	[%]	66,5

Продолжение Приложения Е



VERSO-CF-20-X-H-EC/IE4/2.5/2.5-G4/F7-G4-HW/2R/2.6-HCDX/3R/2.8;1-R1-C5.1-X

www.komfovent.com

Спецификация оборудования вентиляционной установки

Модель вентиляционного устройства VERSO-CF-20-X-H-EC/IE4/2.5/2.5-G4/F7-G4-HW/2R/2.6-HCDX/3R/2.8;1-R1-C5.1-X

примечание

Подготовлено:

№г.	Код: Наименование	Описание	Количество	Е.И.	примечание
1	Автоматика управления		1	Единицы	
Приточная часть					
PCF-K-45-800					
2	Пластинчатый рекуператор PCF-K-45-800		1	Единицы	
3	Предфильтр G4 490x490x46//2		2	Единицы	
4	Воздушный фильтр: F7 490x490x450/6/2		2	Единицы	
5	760100904 Калорифер HW-G10-02R-0933-0360-100-1x04C-26F-M1-C40-IS1-XX-1xR/21xR/2		1	Единицы	
6	0 Двусторонний теплообменник DX-G10-03R-0865-0360-130/-10-1x03C-28F-M1-C40-IS1-RC-1x1/21x22		1	Единицы	
7	Вентилятор ЕС/Двигатель RH31C-ZID.DC.CR		1	Единицы	
Вытяжная часть					
8	Воздушный фильтр: G4 490x490x360/6/2		2	Единицы	
9	Вентилятор ЕС/Двигатель RH31C-ZID.DC.CR		1	Единицы	

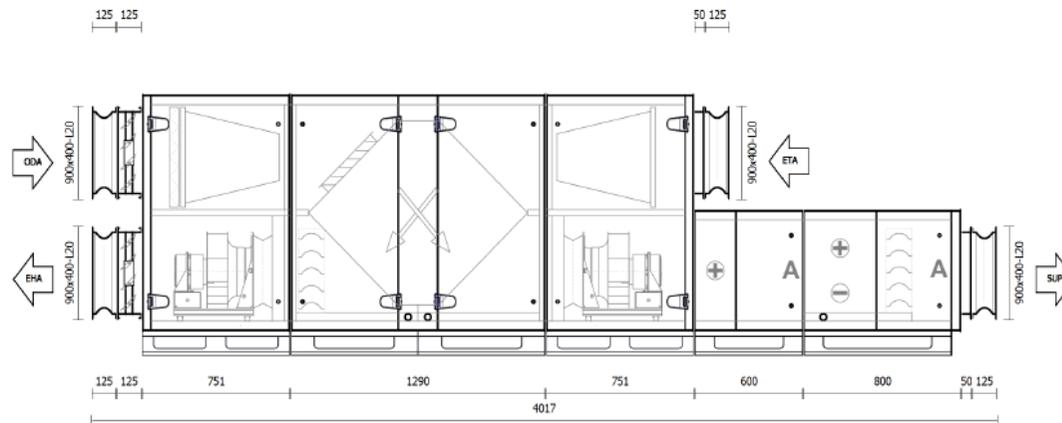
Продолжение Приложения Е



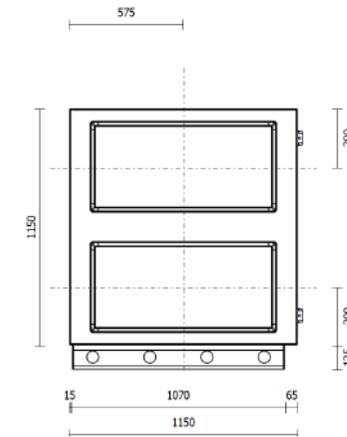
VERSO-CF-20-X-H-EC/IE4/2.5/2.5-G4/F7-G4-HW/2R/2.6-HCDX/3R/2.8;1-R1-C5.1-X



www.komfovent.com



ODA - Снаружи;
 SUP - приточный воздух;
 ETA - Из помещения;
 EHA - Наружу;



Продолжение Приложения Е

Вывод компактного пакета документов

FANselect

FANselect

Хар-ки вентилятора

06.03.2020

Версия FANselect V 1.01 (190715), AMCA V 1.03 February, 2019 / 1.19.07.15 | 39274 | (Пользователь ZAF829274)



Тип	RH31C-ZID.DC.CR	
Каталожный номер	114488 Portfolio STD-WW	
Технические характеристики		
Электродвигатель	ECblue	
Сеть	-	3~ 400V 50Hz
Макс. допустимая температура перемещаемой среды (t)	°C	55
КПД η_{max}	%	66,5
производительность N_{IST} N_{target}	72,9 62	
Клас ErP	2015 встроенный EC-контроллер	
grille influence	Nein	
Хар-ки вентилятора		
SFP-class SFP-value (P_{SFP})	- Ws/m^3	4 1361
FEG	%	90
FEI	-	1.63
Расход воздуха (q_v)	m^3/h	2700
давление, stat. (p_{st}) tot. (p_T)	Pa	827 863
Электрическая мощность, потребляемая системой (P_{sys})	W	1021
КПД системы, stat. ($\eta_{st,sys}$) tot. ($\eta_{T,sys}$)	%	60.8 63.4
частота вращения вентилятора (n) max. (n_{max})	1/min	2698 3640
Частота вращения вентилятора, уставка ($\%n_{ставка}$)	%	74
частота (f_{ER}) (f_{max})	Hz	50 60
Напряжение (U_{ER})	V	400
Ток (I_{ER})	A	1.63
Акустич. х-ки на стороне всасывания	dB	76 78
Акустич. х-ки на стороне нагнетания	dB	84 84
Размеры (Ш x В x Г)	mm	360 x 360 x 307
Масса изделия (m_{IV})	kg	10
Кoeff. k для давления в сопле (k)	-	95
Дифф. давление в сопле ($p_{diff, сопла}$)	Pa	808
Данные на заводской табличке	3~ 380-480V 50Hz P1 2.50kW 4.00-3.20A 3640/MIN 55°C 3~ 380-480V 60Hz P1 2.50kW 4.00-3.20A 3640/MIN 55°C IP54 THCL155	

PF-PF_00; Anz:114488; STot:10 %

Продолжение Приложения Е

Вывод компактного пакета документов

FANselect

FANselect

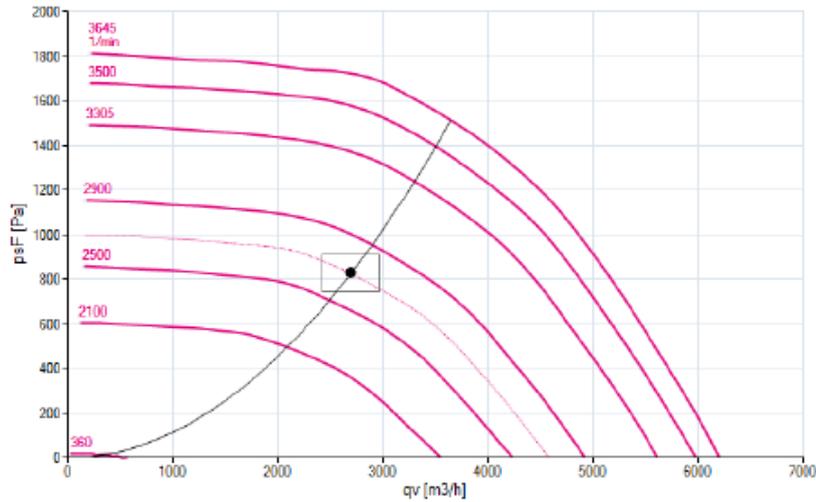
Рабочая кривая / Акустические хар-ки

06.03.2020

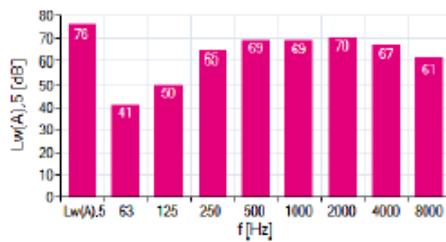
1 RH31C-ZID.DC.CR

Измерено согласно ISO 5801 для стандартного сопла исполнения A
114488 | Portfolio STD-WW Измеренная плотность 1.16 [kg/m³]

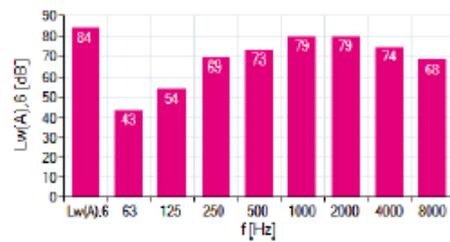
Расход воздуха q_{vF}



Акустич. х-ки на стороне всасывания ($L_{w(A),5}$)



Акустич. х-ки на стороне нагнетания ($L_{w(A),6}$)



1 RH31C-ZID.DC.CR

f [Hz]	sum	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_{w(A),5}$	76	41	50	65	69	69	70	67	61
$L_{w,5}$	78	68	66	72	72	69	69	66	62

f [Hz]	sum	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_{w(A),6}$	84	43	54	69	73	79	79	74	68
$L_{w,6}$	84	69	69	77	76	79	78	73	69

Продолжение Приложения Е

Вывод компактного пакета документов

FANselect

FANselect

Хар-ки вентилятора

06.03.2020

Версия FANselect V 1.01 (190715), AMCA V 1.03 February, 2019 / 1.19.07.15 | 39274 | (Пользователь ZAFS29274)



Тип	RH31C-ZID.DC.CR
Каталожный номер	114488 Portfolio STD-WW

Технические характеристики

Электродвигатель		ECblue
Сеть	-	3~ 400V 50Hz
Макс. допустимая температура перемещаемой среды (t)	°C	55
КПД $\eta_{\text{вкл}}$	%	66,5
производительность N_{IST} N_{target}		72,9 62
Клас ErP		2015 встроенный EC-контроллер
grille influence		Nein

Хар-ки вентилятора

SFP-class SFP-value (P_{SFP})	- Ws/m^3	4 1879
FEQ	%	90
FEI	-	1,54
Расход воздуха (q_v)	m^3/h	3000
давление, stat. (p_{st}) tot. (p_{t})	Pa	1153 1197
Электрическая мощность, потребляемая системой (P_{sys})	W	1566
КПД системы, stat. ($\eta_{\text{SFP,sys}}$) tot. ($\eta_{\text{f,sys}}$)	%	61,4 63,7
частота вращения вентилятора (n) max. (n_{max})	1/min	3132 3640
Частота вращения вентилятора, уставка ($\%n_{\text{уставка}}$)	%	88
частота ($f_{\text{вп}}$) (f_{max})	Hz	50 60
Напряжение ($U_{\text{вп}}$)	V	400
Ток ($I_{\text{вп}}$)	A	2,43
Акустич. х-ии на стороне всасывания	dB	79 82
Акустич. х-ии на стороне нагнетания	dB	87 88
Размеры (Ш x В x Г)	mm	360 x 360 x 307
Масса изделия ($m_{\text{из}}$)	kg	10
Кoeff. k для давления в сопле (k)	-	95
Дифф. давление в сопле ($p_{\text{диф сопла}}$)	Pa	997

Данные на заводской табличке

3~ 380-480V 50Hz P1 2.50kW
4.00-3.20A 3640/MIN 55°C
3~ 380-480V 60Hz P1 2.50kW
4.00-3.20A 3640/MIN 55°C
IP54 THCL155

PF-PP_00; Ans:114488; 5Tot+10 %

Продолжение Приложения Е

Вывод компактного пакета документов

FANselect

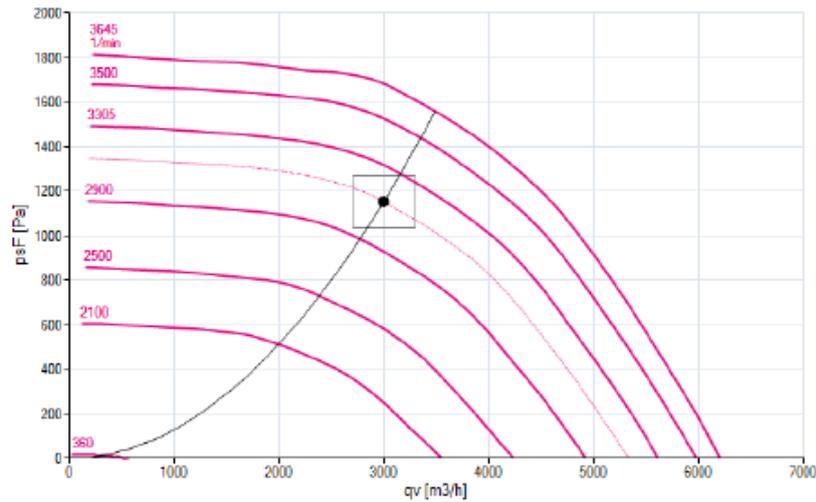
FANselect

Рабочая кривая / Акустические хар-ки

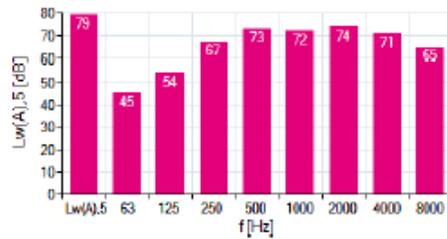
06.03.2020

1 RH31C-ZID.DC.CR Измерено согласно ISO 5801 для стандартного сопла исполнения A
114488 | Portfolio STD-WW Измеренная плотность 1.16 [kg/m³]

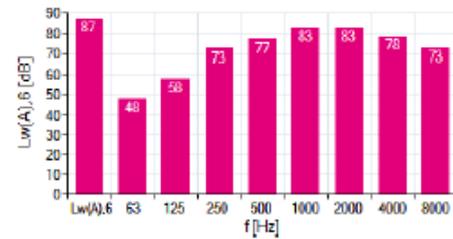
Расход воздуха q_{vF}



Акустич. х-ки на стороне всасывания ($L_{w(A),5}$)



Акустич. х-ки на стороне нагнетания ($L_{w(A),6}$)



1 RH31C-ZID.DC.CR

f [Hz]	sum	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_{w(A),5}$	79	45	54	67	73	72	74	71	65
$L_{w,5}$	82	71	70	75	77	72	72	70	66

f [Hz]	sum	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_{w(A),6}$	87	48	58	73	77	83	83	78	73
$L_{w,6}$	88	74	73	80	80	83	82	78	74

Приложение Ж

Подбор вентиляционного оборудования

Вытяжные системы В1, В2, В3, В4, В5, В6, В7, В8

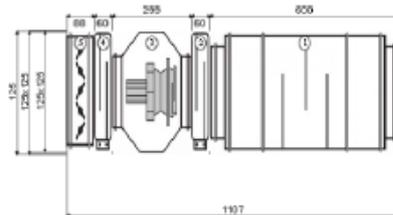
Техническая спецификация

Установка: id851677 Круглое сечение 125 // L (SM) (F) (FF.CFz 125 MAX) (F) (D)

Предложение:

Название: В1

Размер	125	Опорная рама	Нерегул.	Поток, м ³ /ч	Приточный воздух	Вытяжной воздух
Толщина изоляции	25 мм	Вес, кг	13,81	Давление, Па	-	415
Сторона обслуживания	-/Левая	Исполнение	Стандартное	Температура, С	-	-
Соединение секций	Стандартное	Панели	AlZn/Цинк	Влажность, %	-	-
Корпус	Оц. сталь	Плотность воздуха, кг/м ³	1,2	Скорость воздуха, м/с	-	9,39



1. Шумоглушитель

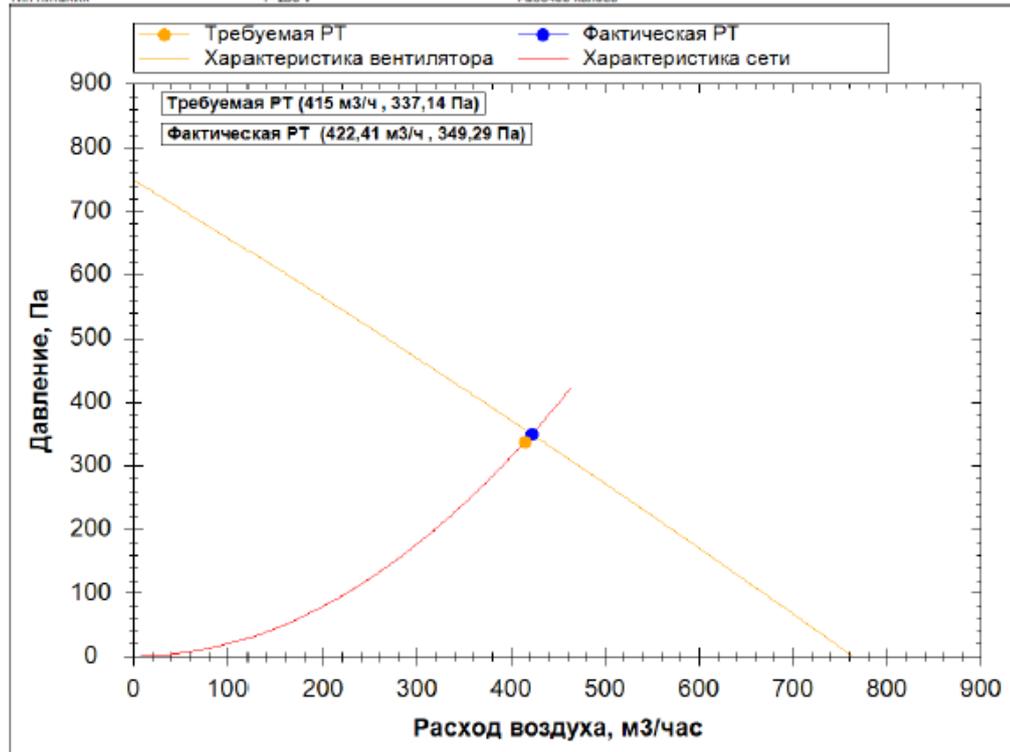
Название	Шумоглушитель SCr 125/600	Вес	3 кг
Ширина	227 мм	Расход воздуха	415 м ³ /ч
Высота	227 мм	Взрывозащита	Нет
Длина	600 мм	Падение давления воздуха	8,08 Па

2. Гибкая вставка

Название	FCr 125 Хомут быстроразъемный	Вес	1 кг
Ширина	125 мм	Расход воздуха	415 м ³ /ч
Высота	125 мм	Взрывозащита	Нет
Длина	60 мм		

3. Вентилятор

Название	Вентилятор ЕС канальный CFz 125 MAX	Длина секции	299,5 мм
Ширина	245 мм	Диаметр колеса	125 мм
Высота	290 мм	Длина колеса	0 мм
Длина	210 мм	Регулирование частоты	Да
Вес	3,2 кг	Направление выброса	Вперед
Расход воздуха	415 м ³ /ч	Шумоизолированный корпус	Нет
Взрывозащита	Нет	Резерв двигателя	Нет
Расход воздуха расчетный	422,42 м ³ /ч	Количество полюсов	0
Давление расчетное	349,29 Па	Номинальная мощность	0,09 кВт
Расход воздуха требуемый	415 м ³ /ч	Потребляемый ток	0,9 А
Давление требуемое	337,14 Па	Число вентиляторов	1
Тип питания	1- 230 V	Рабочее колесо	



Продолжение Приложения Ж

4. Гибкая вставка

Название	FCCr 125 Хомут быстроразъемный	Вес	1 кг
Ширина	125 мм	Расход воздуха	415 м³/ч
Высота	125 мм	Взрывозащита	Нет
Длина	60 мм		

5. Воздушный клапан

Название	RSK 125	Расход воздуха	415 м³/ч
Ширина	125 мм	Взрывозащита	Нет
Высота	125 мм	Падение давления воздуха	59,06 Па
Длина	88 мм	Подогрев клапана	Нет
Вес	0,17 кг		

Примечание

Шумовые характеристики

Вытяжка

Шумоглушитель

	63 Гц	125 Гц	250 Гц	500 Гц	1 кГц	2 кГц	4 кГц	8 кГц	Полное дБ(А)
дБ шумоподавление	4	6	12	19	25	32	34	17	
дБ всасывание	59	68	65	61	58	55	52	50	71,05
дБ нагнетание	28,8	57,4	44,4	38,8	33	24,2	29,2	31,9	57,7

Вентилятор

	63 Гц	125 Гц	250 Гц	500 Гц	1 кГц	2 кГц	4 кГц	8 кГц	Полное дБ(А)
дБ всасывание	59	68	65	61	58	55	52	50	71,05
дБ нагнетание	52	62	61	62	56	49	46	43	67,1
дБ к окружению	27,02	55,62	42,62	37,02	31,22	22,42	27,42	30,12	55,93

Продолжение Приложения Ж

Техническая спецификация

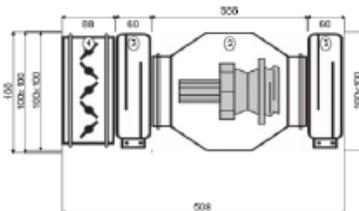
19651

Установка: Id851731 Круглое сечение 100 // L (F) (FF.CFz 100 MAX) (F) (D)

Предложение:

Название: B2

					Приточный воздух	Вытяжной воздух
Размер	100	Опорная рама	Нерегул.	Поток, м ³ /ч	-	185
Толщина изоляции	25 мм	Вес, кг	8,63	Давление, Па	-	180
Сторона обслуживания	-/Левая	Исполнение	Стандартное	Температура, С	-	-
Соединение секций	Стандартное	Панели	AlZn/Цинк	Влажность, %	-	-
Корпус	Оц. сталь	Плотность воздуха, кг/м ³	1,2	Скорость воздуха, м/с	-	6,54

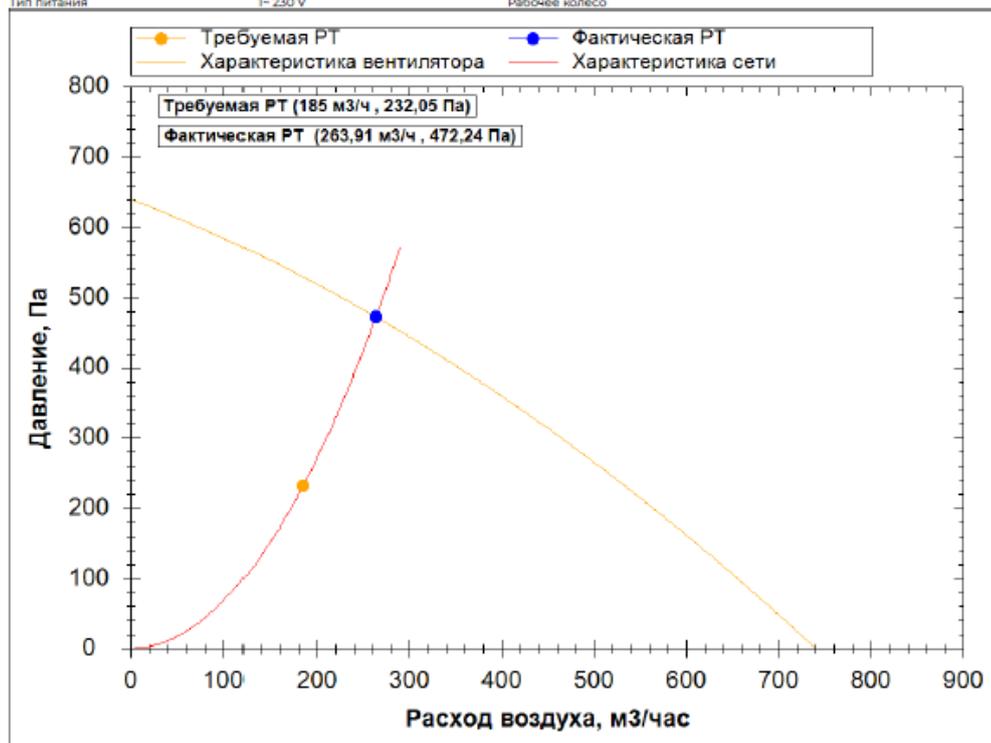


1. Гибкая вставка

Название	FCC/100 Хомут быстроразъемный	Вес	1 кг
Ширина	100 мм	Расход воздуха	185 м ³ /ч
Высота	100 мм	Взрывозащита	Нет
Длина	60 мм		

2. Вентилятор

Название	Вентилятор ЕС канальный CFz 100 MAX	Длина секции	300 мм
Ширина	245 мм	Диаметр колеса	100 мм
Высота	290 мм	Длина колеса	0 мм
Длина	205 мм	Регулирование частоты	Да
Вес	3,1 кг	Направление выброса	Вперед
Расход воздуха	185 м ³ /ч	Шумоизолированный корпус	Нет
Взрывозащита	Нет	Резерв двигателя	Нет
Расход воздуха расчетный	263,91 м ³ /ч	Количество полюсов	0
Давление расчетное	472,24 Па	Номинальная мощность	0,09 кВт
Расход воздуха требуемый	185 м ³ /ч	Потребляемый ток	0,9 А
Давление требуемое	232,05 Па	Число вентиляторов	1
Тип питания	1- 230 V	Рабочее колесо	



3. Гибкая вставка

Название	FCC/100 Хомут быстроразъемный	Вес	1 кг
Ширина	100 мм	Расход воздуха	185 м ³ /ч
Высота	100 мм	Взрывозащита	Нет
Длина	60 мм		

4. Воздушный клапан

Название	RSK 100	Расход воздуха	185 м ³ /ч
Ширина	100 мм	Взрывозащита	Нет
Высота	100 мм	Падение давления воздуха	52,05 Па
Длина	88 мм	Подогрев клапана	Нет
Вес	0,13 кг		

Продолжение Приложения Ж

Техническая спецификация

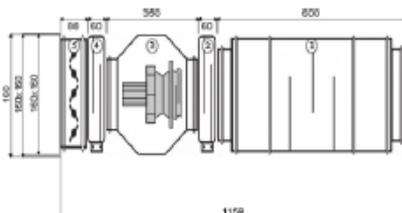
19651

Установка: idB51737 Круглое сечение 160 // L (SM) (F) (FF.CFz 160 MAX) (F) (D)

Предложение:

Название: В3

					Приточный воздух	Вытяжной воздух
Размер	160	Опорная рама	Нерегул.	Поток, м ³ /ч	-	500
Толщина изоляции	25 мм	Вес, кг	18,88	Давление, Па	-	280
Сторона обслуживания	-/Левая	Исполнение	Стандартное	Температура, С	-	-
Соединение секций	Стандартное	Панели	AlZn/Цинк	Влажность, %	-	-
Корпус	Оц. сталь	Плотность воздуха, кг/м ³	1,2	Скорость воздуха, м/с	-	6,91



1. Шумоглушитель

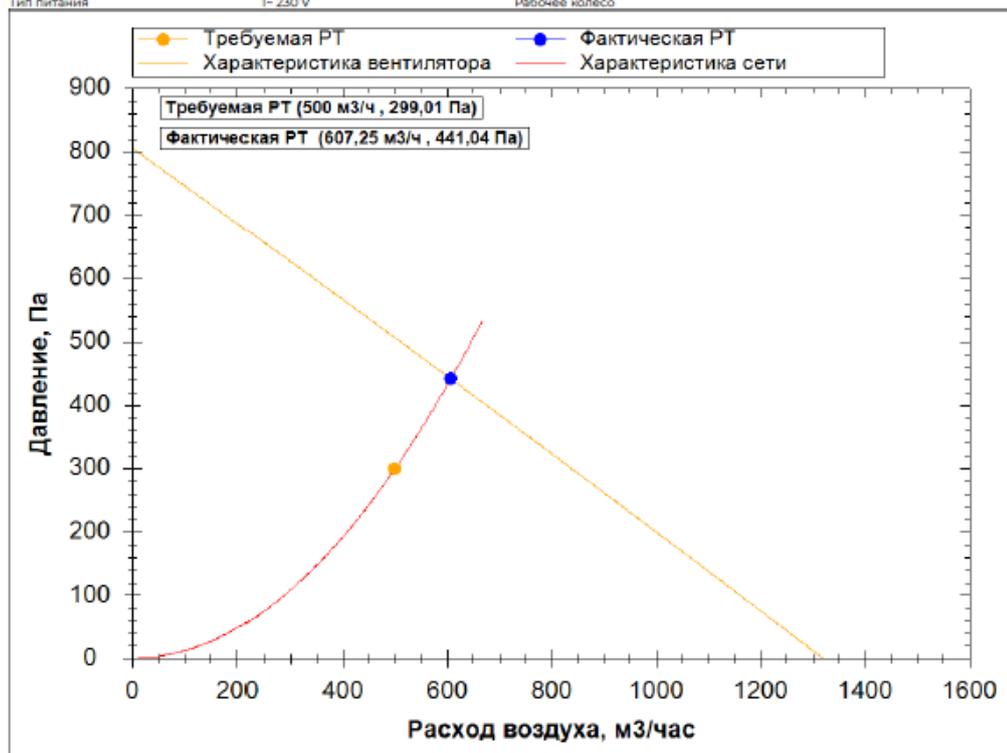
Название	Шумоглушитель SCr 160/600	Вес	5 кг
Ширина	262 мм	Расход воздуха	500 м ³ /ч
Высота	262 мм	Взрывозащита	Нет
Длина	600 мм	Падение давления воздуха	2,69 Па

2. Гибкая вставка

Название	FCCr 160 Хомут быстроразъемный	Вес	1 кг
Ширина	160 мм	Расход воздуха	500 м ³ /ч
Высота	160 мм	Взрывозащита	Нет
Длина	60 мм		

3. Вентилятор

Название	Вентилятор ЕС каналный CFz 160 MAX	Длина секции	350 мм
Ширина	345 мм	Диаметр колеса	160 мм
Высота	390 мм	Длина колеса	0 мм
Длина	227 мм	Регулирование частоты	Да
Вес	4,2 кг	Направление выброса	Вперед
Расход воздуха	500 м ³ /ч	Шумоизолированный корпус	Нет
Взрывозащита	Нет	Резерв двигателя	Нет
Расход воздуха расчетный	607,25 м ³ /ч	Количество полюсов	0
Давление расчетное	441,04 Па	Номинальная мощность	0,17 кВт
Расход воздуха требуемый	500 м ³ /ч	Потребляемый ток	1,7 А
Давление требуемое	299,01 Па	Число вентиляторов	1
Тип питания	1- 230 V	Рабочее колесо	



4. Гибкая вставка

Название	FCCr 160 Хомут быстроразъемный	Вес	1 кг
Ширина	160 мм	Расход воздуха	500 м ³ /ч
Высота	160 мм	Взрывозащита	Нет
Длина	60 мм		

Продолжение Приложения Ж

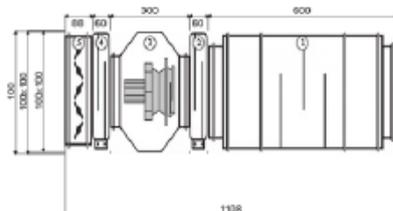
Техническая спецификация

Установка: id851775 Круглое сечение 100 // L (SM) (F) (FF.CFz 100 MAX) (F) (D)

Предложение:

Название: B5

		Опорная рама	Нерегул.	Поток, м ³ /ч	Приточный воздух	Вытяжной воздух
Размер	100	Вес, кг	П,93	Давление, Па	-	300
Толщина изоляции	25 мм	Исполнение	Стандартное	Температура, С	-	205
Сторона обслуживания	-/Левая	Панели	AlZn/Цинк	Влажность, %	-	-
Соединение секций	Стандартное	Плотность воздуха, кг/м ³	12	Скорость воздуха, м/с	-	10,61
Корпус	Оц. сталь					



1. Шумоглушитель

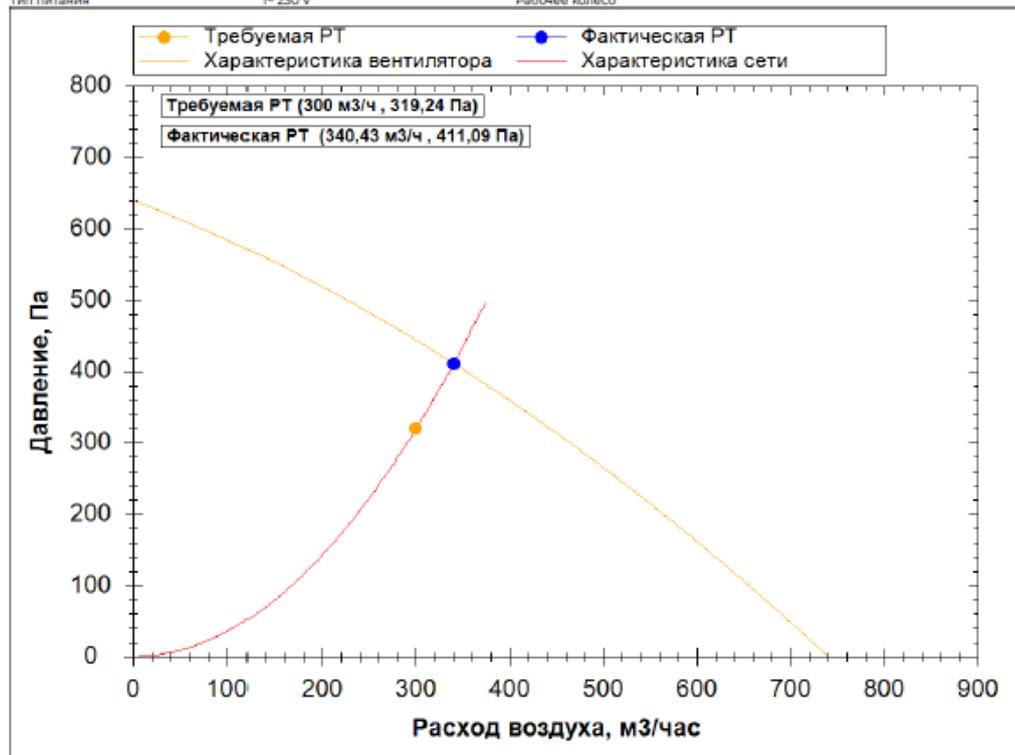
Название	Шумоглушитель SCr 100/600	Вес	2 кг
Ширина	202 мм	Расход воздуха	300 м ³ /ч
Высота	202 мм	Взрывозащита	Нет
Длина	600 мм	Падение давления воздуха	15,41 Па

2. Гибкая вставка

Название	FCCr 100 Хомут быстроразъемный	Вес	1 кг
Ширина	100 мм	Расход воздуха	300 м ³ /ч
Высота	100 мм	Взрывозащита	Нет
Длина	60 мм		

3. Вентилятор

Название	Вентилятор ЕС канальный CFz 100 MAX	Длина секции	300 мм
Ширина	245 мм	Диаметр колеса	100 мм
Высота	290 мм	Длина колеса	0 мм
Длина	205 мм	Регулирование частоты	Да
Вес	3,1 кг	Направление выброса	Вперед
Расход воздуха	300 м ³ /ч	Шумоизолированный корпус	Нет
Взрывозащита	Нет	Резерв двигателя	Нет
Расход воздуха расчетный	340,43 м ³ /ч	Количество полюсов	0
Давление расчетное	411,09 Па	Номинальная мощность	0,09 кВт
Расход воздуха требуемый	300 м ³ /ч	Потребляемый ток	0,9 А
Давление требуемое	319,24 Па	Число вентиляторов	1
Тип питания	1- 230 V	Рабочее колесо	



4. Гибкая вставка

Название	FCCr 100 Хомут быстроразъемный	Вес	1 кг
Ширина	100 мм	Расход воздуха	300 м ³ /ч
Высота	100 мм	Взрывозащита	Нет
Длина	60 мм		

Продолжение Приложения Ж

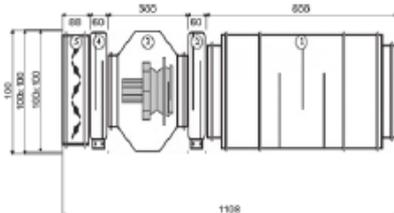
Техническая спецификация

Установка: id851778 Круглое сечение 100 // L (SM) (F) (FF.CFz 100 MAX) (F) (D)

Предложение:

Название: B6

Размер	100	Опорная рама	Нерегул.	Поток, м ³ /ч	Приточный воздух	Вытяжной воздух
Толщина изоляции	25 мм	Вес, кг	11,93	Давление, Па	-	100
Сторона обслуживания	-/Левая	Исполнение	Стандартное	Температура, С	-	60
Соединение секций	Стандартное	Панели	Al/Zn/Цинк	Влажность, %	-	-
Корпус	Оц. сталь	Плотность воздуха, кг/м ³	1,2	Скорость воздуха, м/с	-	3,54



1. Шумоглушитель

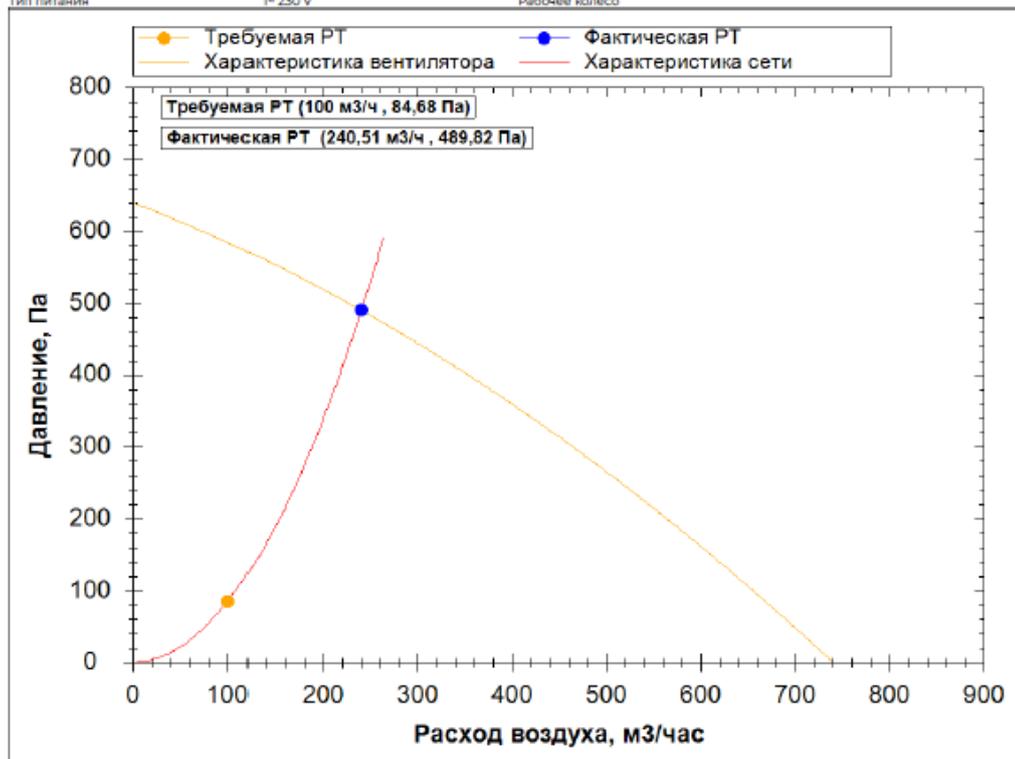
Название	Шумоглушитель SCr 100/600	Вес	2 кг
Ширина	202 мм	Расход воздуха	100 м ³ /ч
Высота	202 мм	Взрывозащита	Нет
Длина	600 мм	Падение давления воздуха	1,57 Па

2. Гибкая вставка

Название	FCCr 100 Хомут быстроразъемный	Вес	1 кг
Ширина	100 мм	Расход воздуха	100 м ³ /ч
Высота	100 мм	Взрывозащита	Нет
Длина	60 мм		

3. Вентилятор

Название	Вентилятор ЕС, канальный CFz 100 MAX	Длина секции	300 мм
Ширина	245 мм	Диаметр колеса	100 мм
Высота	290 мм	Длина колеса	0 мм
Длина	205 мм	Регулирование частоты	Да
Вес	3,1 кг	Направление выброса	Вперед
Расход воздуха	100 м ³ /ч	Шумоизолированный корпус	Нет
Взрывозащита	Нет	Резерв двигателя	Нет
Расход воздуха расчетный	240,5 м ³ /ч	Количество полюсов	0
Давление расчетное	489,82 Па	Номинальная мощность	0,09 кВт
Расход воздуха требуемый	100 м ³ /ч	Потребляемый ток	0,9 А
Давление требуемое	84,68 Па	Число вентиляторов	1
Тип питания	1- 230 V	Рабочее колесо	



4. Гибкая вставка

Название	FCCr 100 Хомут быстроразъемный	Вес	1 кг
Ширина	100 мм	Расход воздуха	100 м ³ /ч
Высота	100 мм	Взрывозащита	Нет
Длина	60 мм		

Продолжение Приложения Ж

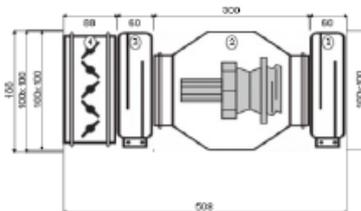
Техническая спецификация

Установка: id851779 Круглое сечение 100 // L (F) (FF.CFz 100 MAX) (F) (D)

Предложение:

Название: В7

					Приточный воздух	Вытяжной воздух
Размер	100	Опорная рама	Нерегул.	Поток, м ³ /ч	-	270
Толщина изоляции	25 мм	Вес, кг	8,63	Давление, Па	-	209
Сторона обслуживания	-/Левая	Исполнение	Стандартное	Температура, С	-	-
Соединение секций	Стандартное	Панели	AiZn/Cинк	Влажность, %	-	-
Корпус	Оц. сталь	Плотность воздуха, кг/м ³	1,2	Скорость воздуха, м/с	-	9,55

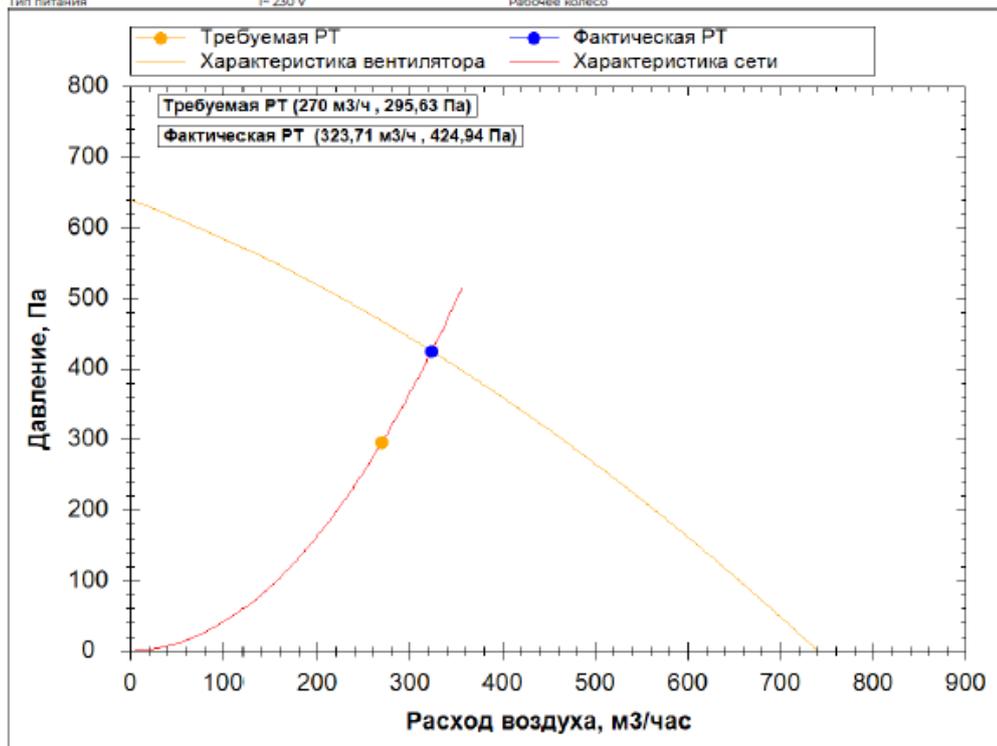


1. Гибкая вставка

Название	FCCr 100 Хомут быстроразъемный	Вес	1 кг
Ширина	100 мм	Расход воздуха	270 м ³ /ч
Высота	100 мм	Взрывозащита	Нет
Длина	60 мм		

2. Вентилятор

Название	Вентилятор ЕС каналный CFz 100 MAX	Длина секции	300 мм
Ширина	245 мм	Диаметр колеса	100 мм
Высота	290 мм	Длина колеса	0 мм
Длина	205 мм	Регулирование частоты	Да
Вес	3,1 кг	Направление выброса	Вперед
Расход воздуха	270 м ³ /ч	Шумоизолированный корпус	Нет
Взрывозащита	Нет	Резерв двигателя	Нет
Расход воздуха расчетный	323,71 м ³ /ч	Количество полюсов	0
Давление расчетное	424,93 Па	Номинальная мощность	0,09 кВт
Расход воздуха требуемый	270 м ³ /ч	Потребляемый ток	0,9 А
Давление требуемое	295,63 Па	Число вентиляторов	1
Тип питания	1-230 V	Рабочее колесо	



3. Гибкая вставка

Название	FCCr 100 Хомут быстроразъемный	Вес	1 кг
Ширина	100 мм	Расход воздуха	270 м ³ /ч
Высота	100 мм	Взрывозащита	Нет
Длина	60 мм		

4. Воздушный клапан

Название	RSK 100	Расход воздуха	270 м ³ /ч
Ширина	100 мм	Взрывозащита	Нет
Высота	100 мм	Падение давления воздуха	86,63 Па
Длина	88 мм	Подогрев клапана	Нет
Вес	0,13 кг		

Продолжение Приложения Ж

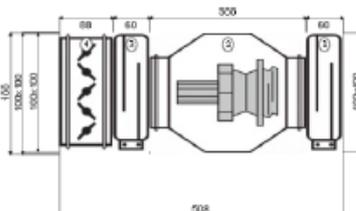
Техническая спецификация

Установка: id851781 Круглое сечение 100 // L (F) (FF.CFz 100 MAX) (F) (D)

Предложение:

Название: ВВ

					Приточный воздух	Вытяжной воздух
Размер	100	Опорная рама	Нерегул.	Поток, м ³ /ч	-	75
Толщина изоляции	25 мм	Вес, кг	8,63	Давление, Па	-	45
Сторона обслуживания	-/Левая	Исполнение	Стандартное	Температура, С	-	-
Соединение секций	Стандартное	Панели	AlZn/Цинк	Влажность, %	-	-
Корпус	Оц. сталь	Плотность воздуха, кг/м ³	1,2	Скорость воздуха, м/с	-	2,65

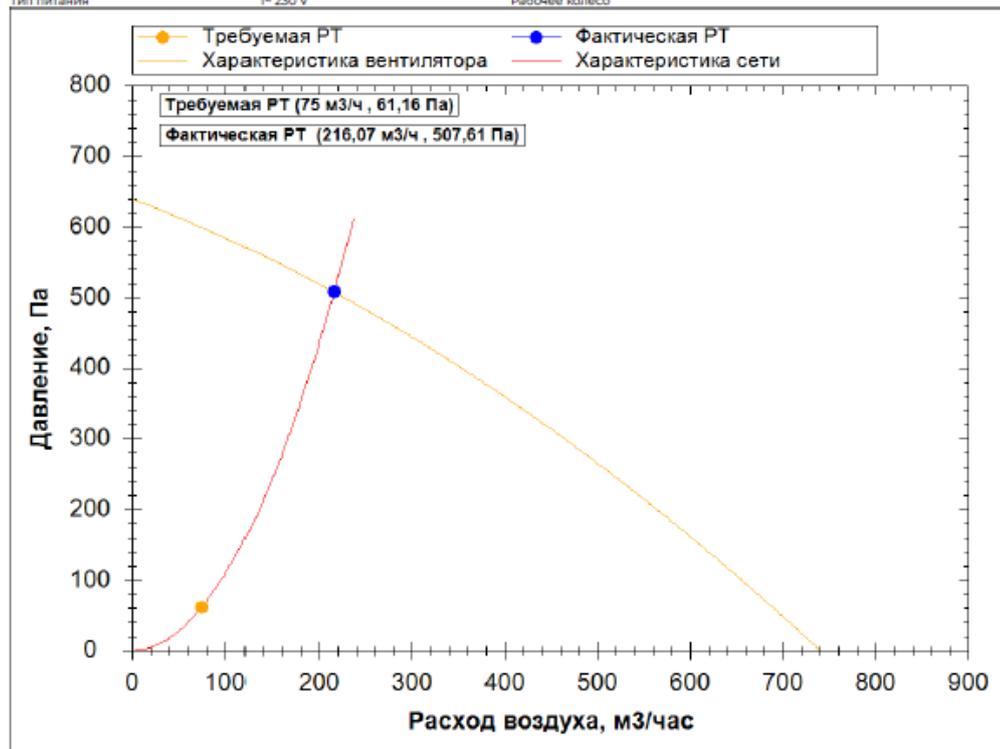


1. Гибкая вставка

Название	FCCr 100 Хомут быстроразъемный	Вес	1 кг
Ширина	100 мм	Расход воздуха	75 м ³ /ч
Высота	100 мм	Взрывозащита	Нет
Длина	60 мм		

2. Вентилятор

Название	Вентилятор ЕС канальный CFz 100 MAX	Длина секции	300 мм
Ширина	245 мм	Диаметр колеса	100 мм
Высота	290 мм	Длина колеса	0 мм
Длина	205 мм	Регулирование частоты	Да
Вес	3,1 кг	Направление выброса	Вперед
Расход воздуха	75 м ³ /ч	Шумоизолированный корпус	Нет
Взрывозащита	Нет	Резерв двигателя	Нет
Расход воздуха расчетный	216,06 м ³ /ч	Количество полюсов	0
Давление расчетное	507,62 Па	Номинальная мощность	0,09 кВт
Расход воздуха требуемый	75 м ³ /ч	Потребляемый ток	0,9 А
Давление требуемое	61,16 Па	Число вентиляторов	1
Тип питания	1- 230 V	Рабочее колесо	



3. Гибкая вставка

Название	FCCr 100 Хомут быстроразъемный	Вес	1 кг
Ширина	100 мм	Расход воздуха	75 м ³ /ч
Высота	100 мм	Взрывозащита	Нет
Длина	60 мм		

4. Воздушный клапан

Название	RSK 100	Расход воздуха	75 м ³ /ч
Ширина	100 мм	Взрывозащита	Нет
Высота	100 мм	Падение давления воздуха	16,16 Па
Длина	88 мм	Подогрев клапана	Нет
Вес	0,13 кг		