

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

Архитектурно-строительный институт

(наименование института полностью)

Центр инженерного оборудования

(наименование кафедры)

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 помещениях завода по
производству медпрепаратов ООО «Озон Фарм» в г. Тольятти

Студент

Д.С. Соловьев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный руководитель

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

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

Тольятти 2021

Содержание

Введение.....	4
1 Исходные данные для проектирования	7
1.1 Климатические данные района расположения объекта	7
1.2 Расчетные параметры внутреннего воздуха.....	8
1.3 Архитектурно-планировочное решение объекта.....	9
1.4 Характеристика технологических процессов.....	9
1.5 Технические условия подключения к существующим инженерным коммуникациям	10
2 Аналитический обзор.....	11
2.1 Аналитический обзор литературы.....	11
2.2 Патентный поиск.....	17
2.2.1 Описание объекта патентного поиска.....	17
2.2.2 Описание предмета поиска	17
2.2.3 Формирование цели исследования.....	18
2.2.4 Определение категории объекта.....	18
2.2.5 Определение стран проверки	18
2.2.6 Выявление технических особенностей объекта	19
2.2.7 Определение классификационных рубрик МПК.....	19
2.2.8 Выбор источников информации.....	19
2.2.9 Установление глубины поиска	21
2.2.10 Регламент поиска	21
2.2.11 Выбор патентно-технической документации	21
2.2.11 Выводы и рекомендации патентного поиска по результатам исследования.....	21
2.2.12 Анализ сущности изобретений	24
2.2.13 Оценка преимуществ и недостатков аналогов.....	24
2.2.14 Определение тенденций развития	24
2.2.15 Вывод по результатам исследования достигнутого уровня	25

2.2.16 Выводы по результатам исследований тенденций развития.....	25
2.2.17 Рекомендации по использованию прогрессивных изобретений...	25
3 Тепловая защита зданий	27
3.1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкции	27
3.1.1 Теплотехнический расчет наружных стен	27
3.1.2 Теплотехнический расчет бесчердачного покрытия.....	28
3.1.3 Теплотехнический расчет окна.....	28
3.1.4 Теплотехнический расчет наружных дверей	29
3.1.5 Теплотехнический расчет полов по грунту.....	29
3.2 Определение теплопотерь здания.....	30
4 Системы обеспечения микроклимата	41
4.1 Теплоснабжение	41
4.1.1 Выбор принципиальных решений и конструирование	41
4.1.2 Гидравлический расчет системы теплоснабжения.....	41
4.2 Вентиляция	43
4.2.1 Определение требуемых воздухообменов.....	45
4.2.2 Аэродинамический расчет систем вентиляции	50
4.2.3 Подбор оборудования системы вентиляции	65
5 Автоматизация.....	66
6 Технико-экономический расчет.....	70
Заключение	73
Список используемых источников.....	74
Приложение А Бланк подбора приточно-вытяжной установки П1В1	75

Введение

Актуальность работы: в наше время ни одно современное предприятие не может обойтись без создания условий требуемого микроклимата в помещениях. Это связано как с законодательством, так и с необходимостью соблюдать технологию производства, как например в сфере фармацевтики.

Вентиляция и кондиционирование воздуха играет большую роль в качестве выпускаемой продукции и должна строго регулироваться в рамках заданных параметров.

Для создания требуемых параметров микроклимата чистых помещений используется сложная инженерная система, которая включает в себя подготовку воздуха в центральных кондиционерах или других воздухообрабатывающих установках, многоступенчатую фильтрацию с использованием фильтров сверх тонкой очистки, а также нагруженной системой автоматики с множеством узлов, требуемых постоянного внимания обслуживающего персонала.

Однако, даже очень хороший инженерный проект не даст гарантии на бесперебойную работу системы без отклонений от заданных параметров. В процессе эксплуатации оборудования могут возникать аварийные ситуации, которые в свою очередь могут привести к последствиям, приводящим к браку продукции или к ее недовыпуску, что негативно сказывается на экономических показателях предприятия.

Так же не маловажно для проектирования такого рода систем на различных производствах это их энергоэффективность.

Исходя из всего вышеперечисленного можно сделать вывод о том, что проектирование систем вентиляции и кондиционирования является очень важной частью строительства фармацевтических предприятий. А реализация данных проектов очень сложна и требует работы высококлассных специалистов, опирающихся не только на знания нормативных документов, но и опыт в строительстве и эксплуатации такого рода систем.

Объект исследования: Объектом исследования является производственно-складской комплекс по выпуску медицинских препаратов, располагающийся на территории ОЭЗ ППТ г. Тольятти.

- размеры в осях $82,445 \times 167,44$ м;
- этажность здания – 3 этажа;
- общая площадь здания составляет $22575,6 \text{ м}^2$;
- строительный объем здания $205486,1 \text{ м}^3$.

Предмет исследования Предметом исследования являются системы обеспечения требуемых параметров микроклимата в чистых помещениях производственных линий, а также в складских зонах.

Цель работы: Целью данной магистерской диссертации является обеспечения требуемых параметров микроклимата производственно-складского комплекса, а именно фармацевтического предприятия ООО «Озон Фарм», которое объединяет в себе помещения различного назначения с различными параметрами температуры и относительной влажности воздуха.

Чтобы достигнуть поставленной цели, необходимо решить следующие задачи:

- 1) обосновать актуальность темы выпускной квалификационной работы, выявить проблемы в рассматриваемой области;
- 2) изучить научно-техническую и нормативную документацию;
- 3) выполнить патентный поиск;
- 4) запроектировать системы ОВК;
- 5) разработать технико-экономическое обоснование принятого инженерного решения.

Методы исследования: в процессе работы были применены аналитический, статистический методы исследования, анализ нормативно-технической документации и метод экспертных оценок.

Практическая значимость работы состоит в том, что в данной работе запроектированы системы отопления и вентиляции, подобрано

оборудование, которое сможет обеспечить требуемые параметры внутреннего воздуха для комфортного пребывания человека и обеспечит непрерывный технологический процесс.

Апробация работы: основные положения работы изложены в двух публикациях:

1. Проблема эффективности воздухораспределения в чистых помещениях / М.Н. Кучеренко, Д.С. Соловьев // Сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции (Таганрог 18 июня 2020г.) – Стерлитамак: АМИ, 2020. – с.103-105.

2. Автоматизации в системах вентиляции чистых помещений / М.Н. Кучеренко, Д.С. Соловьев // Сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции (Таганрог 09 мая 2021г.) – Стерлитамак: АМИ, 2020. – с.37-39.

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, библиографического списка из наименований. Работа изложена на 80 страницах машинописного текста, содержит 5 рисунков, 15 таблиц, 1 приложение, графическая часть диссертации изложена на 10 листах.

1 Исходные данные для проектирования

1.1 Климатические данные района расположения объекта

Для холодного периода года:

«Расчетная температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью $k_{об} = 0,92$, $t_n =$ минус 30°C .

Средняя температура воздуха за отопительный период $t_{от} =$ минус $5,2^\circ\text{C}$.

Продолжительность отопительного периода $z_{от} = 203$ дня.

Расчетная скорость ветра для холодного периода, как максимальная из средних скоростей по румбам за январь – $v_{румб} = 5,4$ м/с,

Средняя скорость ветра за период со средней суточной температурой воздуха $\leq 8^\circ\text{C}$ составляет $v = 5,8$ м/с.

Относительная влажность (средняя месячная влажность для наиболее холодного месяца) наружного воздуха $\varphi_n = 84\%$ » [29].

Для теплого периода года:

«Расчетная температура наружного воздуха с обеспеченностью $k_{об} = 0,95$, $t_n = 24,6^\circ\text{C}$.

Средняя суточная амплитуда температуры наиболее теплого месяца составляет $AT = 12,8^\circ\text{C}$.

Относительная влажность (средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее теплого месяца) наружного воздуха $\varphi_n = 63\%$.

Расчетная скорость ветра для теплого периода года есть минимальная из средних скоростей ветра за июль $v = 3,2$ м/с» [29].

Расчетные параметры наружного воздуха теплого и холодного периода года приводятся в таблице 1.

Таблица 1 – Расчетные параметры наружного воздуха

Теплый период		Холодный период	
Параметр	Значение	Параметр	Значение
Температура	30°C	Температура	минус 30°C
Отн. влажность	60%	Отн. влажность	84%
Скорость ветра	4 м/с	Скорость ветра	4 м/с
Среднее барометрическое давление - 995 гПа			

1.2 Расчетные параметры внутреннего воздуха

Расчетные параметры воздуха для различных помещений, согласно [23, 9,30,12,25,14], приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Расчетные параметры микроклимата внутри различных помещений производственно-складского комплекса

Наименование помещений	Теплый период, t °С	Относительная влажность воздуха, φ%	Подвижность воздуха, υ м/с
Холодный период года			
Складская зона	15-25	35-50	0,1
Офисные помещения	22-24	40-60	0,1
Помещения слесарных мастерских	18-24	40-60	0,1
Лаборатория (зона К)	19-25	40-60	0,1
Лаборатория (чистая зона)	18-24	40-60	0,3-0,5
Производственные помещения (чистая зона)	18-24	40-60	0,3-0,5
Теплый период года			
Складская зона	15-25	35-50	0,1
Офисные помещения	23-25	40-60	0,1
Помещения слесарных мастерских	18-24	40-60	0,1
Лаборатория (зона К)	19-25	40-60	0,1
Лаборатория (чистая зона)	18-24	40-60	0,3-0,5
Производственные помещения (чистая зона)	18-24	40-60	0,3-0,5

1.3 Архитектурно-планировочное решение объекта

Назначение здания: производственно-складской комплекс по производству медицинских препаратов ООО «Озон Фарм».

Район строительства: Самарская область, Ставропольский район, село Подстепки, территория ОЭЗ ППТ, Магистраль № 3, участок №11.

Каркасно-панельное здание из металлоконструкций с несущим каркасом из сварных двутавров и наружным ограждением – навесными сэндвич-панелями толщиной 150 мм.

Расположение помещений относительно этажей:

1 этаж – производственные линии, склады, технические помещения и офисы;

2 этаж – технические помещения, офисы, архивы;

3 этаж – технические помещения, офисы.

1.4 Характеристика технологических процессов

На производственной площадке производятся твердые, жидкие формы нестерильных лекарственных препаратов для медицинского применения, а также – стерильные лекарственные средства.

Цикл состоит из нескольких стадий. Первой стадией приготовления продукции является этап подготовки сырья к производству. Данная фаза включает в себя: растаривание, взвешивание и маркировка по частям серии.

Вторая ступень производства твердых нестерильных препаратов запускает процесс смешивания и сушки готовой к таблетирования или капсулированию смеси. После приготовления смеси серия маркируется по частям и передается на следующую стадию в зависимости от формы ЛФ.

Производственная линия оснащена так же вспомогательным оборудованием и помещениями. В их числе автоматические или ручные моечные, предназначенный для чистки оборудования и тары, лабораторные

помещения для проведения экспресс анализа и помещения хранения тары и форматных частей от оборудования.

1.5 Технические условия подключения к существующим инженерным коммуникациям

Источник теплоснабжения – наружная тепловая сеть горячей воды. Присоединение системы отопления к теплосетям осуществляется в тепловом узле теплообменником пар/вода.

Температурный график теплоносителя контура отопления в зимний период 90/70°C, в летний 50/40°C.

Источник холодоснабжения – комплекс захлаживания состоящий из трех парокompрессионных установок общей холодильной мощностью 2,2 МВт.

Теплоноситель вода с температурным графиком 6/12°C.

Присоединение системы захлаживания к сетям холодоснабжения осуществляется в помещении чиллерной к гребенке насосной группы.

Выводы по разделу 1

1) Согласно информации из строительной климатологии подобраны расчетные параметры наружного воздуха для холодного и теплого периода.

Расчетные параметры наружного воздуха:

- в холодный период года $k_{об} = 0,92$, $t_n = \text{минус } 30^\circ\text{C}$.

- в теплый период года $k_{об} = 0,95$, $t_n = 24,6^\circ\text{C}$.

2) Согласно анализу технологии производства и нормативно – технической документации подобраны параметры воздушной среды внутреннего воздуха в зависимости от назначения помещения.

2 Аналитический обзор

2.1 Аналитический обзор литературы

Системы инженерного обеспечения (инженерные коммуникации) являются одним из ключевых элементов при строительстве «чистых» помещений любых производств и лечебно-профилактических учреждений.

Не исключением, а возможно и самым важным при проектировании и строительстве фармацевтических производственных линий являются системы вентиляции и кондиционирования воздуха. К такого рода системам предъявляются ряд жестких требований, описанных в специальных нормативных документах. Не соблюдение этих правил может привести к серьезным последствиям поэтому контроль за их выполнением очень важен.

В данной работе представлены основные моменты и особенности проектирования систем вентиляции и кондиционирования воздуха фармацевтических предприятий согласно актуальной на территории РФ нормативной документации.

Основной задачей при строительстве фармацевтических предприятий является инжиниринг чистых помещений, т.к. это именно в этих зонах располагается производство и лабораторные блоки для проведения анализов на качество выпускаемой продукции.

«Важной характеристикой чистого помещения является его класс. Класс чистого помещения характеризуется классификационным числом, определяющим максимально допустимую счетную концентрацию аэрозольных частиц определенных размеров в м² воздуха» [23].

Чистое помещение может состоять из комнат разных классов чистоты. Чистые зоны так же бывают за пределами чистых помещений. Такие зоны могут быть локализованы в: ламинарных шкафах, укрытиях, изоляторах и пр.

Чистые помещения можно разделить на две группы по схемам воздухораспределения:

- с однонаправленным потоком воздуха;
- с неоднаправленным потоком воздуха.

Под однонаправленным потоком понимается поток воздуха с постоянной скоростью и примерно параллельными линиями тока по всему поперечному сечению чистой зоны.

На практике однонаправленный поток иногда называют ламинарным потоком. Неоднаправленный поток часто называют турбулентным потоком.

Различают три состояния чистого помещения:

- «построенное, когда чистое помещение построено и действует, но технологическое оборудование не установлено или установлено, но не работает, а материалы и персонал отсутствуют;

- оснащенное, когда чистое помещение построено и действует, технологическое оборудование установлено и отлажено (действует в соответствии с соглашением между заказчиком и исполнителем), а персонал отсутствует;

- эксплуатируемое, когда чистое помещение функционирует в соответствии с заданными требованиями и с установленной численностью персонала, работающего в соответствии с документацией.» [23].

Это разделение имеет принципиальное значение при проектировании, строительстве, аттестации и эксплуатации чистых помещений.

На основании определенных характеристик воздуха GMP согласно [24] делит помещения на 4 класса чистоты. см. таблицу 3.

«Чистое помещение – это помещение, в котором контролируется концентрация взвешенных в воздухе частиц, построенное и используемое так, чтобы свести к минимуму поступление, выделение и удержание частиц внутри помещения, и позволяющее, по мере необходимости, контролировать другие параметры, например, температуру, влажность и давление.» [10].

Таблица 3 – Классификация чистых производственных зон

«Зона	Максимальное допустимое число частиц в 1 м ³ воздуха, при размере частиц, равном и большем			
	В оснащённом состоянии		В эксплуатируемом состоянии	
	0,5 мкм	5,0 мкм	0,5 мкм	5,0 мкм
A	3520	20	3520	20
B	3520	29	352000	2900
C	352000	2900	352000	2900
D	3520000	29000	Не нормируется	Не нормируется» [11].

«При расчетах систем вентиляции и кондиционирования чистых производственных помещений в первую очередь необходимо определить расход воздуха для выбранного помещения или зоны. Это позволит предусмотреть установку местных вытяжек, позволяющих удалять из рабочей зоны вредные вещества, используемые при производстве лекарственных средств (ЛС).» [8]. «Кратность воздухообмена влияет и на параметры микроклимата, когда мы имеем дело с неравномерно распределенной тепловой нагрузкой и избытками влаги. Кратность воздухообмена является одним из наиболее важных параметров при проведении расчетов во время проектирования вентиляции производственных помещений фармацевтических предприятий и в совокупности с выбором количества и типа фильтрации подаваемого воздуха определяет класс частоты помещения.

Класс фильтрации для используемых в фармацевтике классов частоты приведен в таблице 4.» [12].

Таблица 4 – Рекомендуемые классы фильтров для различных классов частоты и ступеней фильтрации

«Класс частоты	Вид потока воздуха	Классы фильтров
4 ИСО	О	(F7+F9) +U15
5 ИСО (эксплуатируемое состояние)	О	(F7+F9) +H14
5 ИСО (оснащенное состояние)	О и Н*	F7+F9+H14

6 ИСО	Н	F7+F9+H13
7 ИСО	Н	F7+F9+E12
8 ИСО	Н	F7+F9+E11
*Н – неоднаправленный поток воздуха; О – однаправленный поток воздуха.»[12].		

«Класс А. Локальная зона, предназначенная для проведения критически операциях в стерильных условиях. Используется для тех производственных процессов или продукции, которые обладают наибольшей чувствительностью к контаминантам. К таким зонам относятся, например, зоны укупорки и наполнения. В помещениях стерильных класса А поддерживается однаправленный воздушный поток, скорость которого составляет от 0,36 до 0,54 м/с.

Класс В. Зона, окружающая помещения класса А и предназначенная для производства продукции в асептических условиях, например, для подготовки растворов. По количеству аэрозольных частиц в одном кубометре воздуха в эксплуатируемом состоянии соответствует классу 7 ИСО, в оснащеном – классу 5 ИСО.

Класс С. Зона, используемая для тех стадий производства, риск загрязнения воздуха в которых представляет меньшую опасность для конечного продукта. Соответствует классу чистоты 7 и 8 ИСО.

Класс D. Требования к чистоте воздушного пространства, предъявляемые к этой зоне самые низкие. Данный класс помещений используется, например, для работы с компонентами после мойки. В оснащеном состоянии соответствует классу ИСО 8 по ГОСТ, а в эксплуатируемом требования по количеству взвешенных частиц не регламентируются» [31].

«Для предотвращения перекрестного загрязнения (контаминация) производственных помещений чистой зоны создается избыточное давление относительно атмосферного, а также баланс давления в каждом помещении разности давления не менее 10 Па по отношению к давлению в соседнем помещении» [31].

«Очень важным моментом в проектировании и эксплуатации систем вентиляции и кондиционирования предприятий по выпуску ЛС является

возможность обеспечить однородность микроклимата во всем объеме обсуживаемых зон, например важность соблюдения одинаковых параметров температуры и влажности в складских зонах» [23].

Соблюдение требуемых режимов работы для создания необходимых параметров микроклимата и чистоты в помещениях разных классов является очень важной частью, но не стоит забывать о комфортных и безопасных условиях для людей. Для этого требованиями ГОСТа и СанПиН [25,14] определены характеристики, состав и режимы работы систем вентиляции и кондиционирования воздуха.

«Обзор существующих инженерных решений по проектированию систем обеспечения микроклимата на фармацевтических производствах.

Для проектирования инженерных систем фармацевтических или аналогичных по специфике предприятий необходимо предусмотреть гарантию бесперебойной работы всех энергоустановок и другого оборудованию влияющего на качество выпускаемой продукции, а также на здоровье персонала.

В связи с удобством эксплуатации, дающим хорошие показатели стабильности и точности оборудования, обычно применяются системы вентиляции отопления и кондиционирования воздуха. Лучшим решением для реализации такого проекта являются центральные кондиционеры. Их возможности позволяют создать любые условия микроклимата в требуемой зоне.

В совокупности с системой воздуховодов, а также при необходимости оснащённые автоматикой в виде электронных клапанов и групп датчиков, отслеживающих необходимые параметры для регулировки оборудования, центральные кондиционеры представляют собой готовое решения для создания микроклимата различного вида помещений.»[31].

Для эффективного распределения воздуха в чистых помещениях обычно предлагается вариант подачи воздуха сверху через

воздухораспределительные устройства состоящий из фильтр-боксов и распределительной решетки. Как правило используют 2 типа решеток:

1. вихревой анемостат. Для создания неоднонаправленного (турбулентного) потока воздуха.
2. перфорированная решетка. Для создания однонаправленного (ламинарного) потока воздуха.

«Фильтр-боксы оснащаются дифференциальными датчиками, реле перепада давления для отслеживания через систему мониторинга размер аэродинамического сопротивления. Это информация позволит вовремя отследить критическую утечку в случае повреждения фильтра или же необходимость его замены в случае приближения перепада к конечному сопротивлению согласно паспортным данным установленного фильтра.

Вытяжка реализована в стеновых панелях чистых помещений и состоит из шахты и защитной решетки. Размер отверстия в стене должен быть подобран из расчета расхода воздуха и его скорости.

Для создания перепада давления используются автоматические воздушные клапаны, установленные на вытяжке. Принцип работы довольно прост от датчика давления в помещении уходит сигнал контроллеру, а тот в свою очередь дает сигнал на открытие или закрытие клапана. За контроль постоянного расхода воздуха так же отвечают клапаны. Они бывают автоматическими» [31]. Рекомендованная организация вентиляции в чистом помещении показана на рисунке 1.

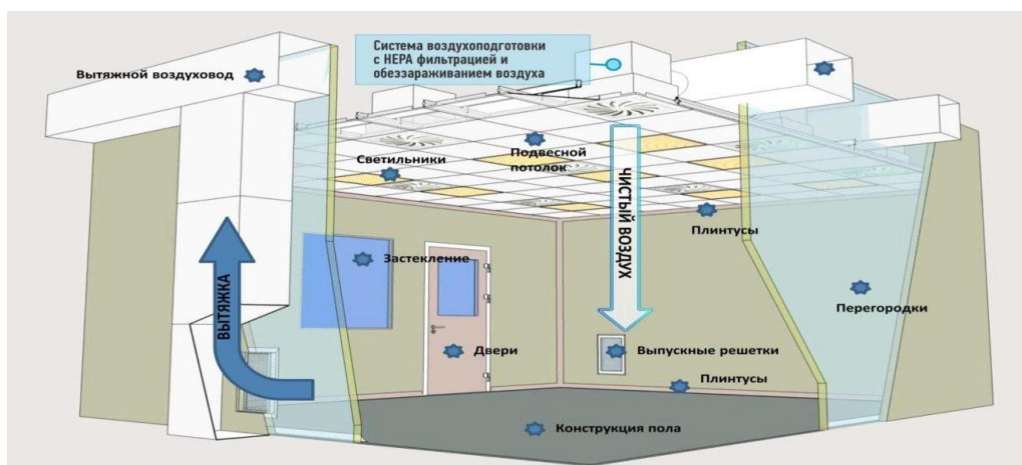


Рисунок 1 – Организация приточно- вытяжной вентиляции ЧП.

Воздуховоды систем приточно-вытяжной вентиляции выполняются плотными, класс герметичности В.

Обслуживание узлов системы воздуховодов можно проводить в технической зоне за потолочным пространством чистых помещений.

2.2 Патентный поиск

2.2.1 Описание объекта патентного поиска

Одним из основных узлов системы вентиляции и кондиционирования, является центральный кондиционер, предназначение которого решить распространенную проблему больших зданий: поддержание комфортных условий микроклимата для человека.

Системы центрального кондиционирования подразделяются на несколько групп:

- мультизональные системы;
- системы чиллер-фанкойл;
- крышные кондиционеры;
- прецизионные кондиционеры;
- приточно-вытяжные установки (центральные кондиционеры).

Исходя из того, что для наших целей обязательно условие поступления свежего воздуха целью целесообразным выбором будет центральный кондиционер. Так как на рынке вентиляционного оборудования предлагается несколько видов устройств центрального кондиционирования требуется проведение патентного поиска.

2.2.2 Описание предмета поиска

Для исследования патентного поиска был выбран приточно-вытяжной центральный кондиционер.

Воздух, поступающий в данную установку, подвергается фильтрации, нагреву или охлаждению, а также осушению или увлажнению. Подаваемый воздух после использования возвращается в вытяжной модуль и при необходимости пройдя фильтрацию выбрасывается на улицу или частично используется для подмеса приточного воздуха через клапан рециркуляции [23].



Рисунок 2 – Центральный кондиционер

2.2.3 Формирование цели исследования

Целью исследования объекта техники – центральный кондиционер – выбор наиболее прогрессивного технического решения и определение тенденций развития.

2.2.4 Определение категории объекта

«Центральный кондиционер относится к устройствам, так как отражает конструктивные признаки, присущие данной категории: наличие деталей, их взаимосвязь и взаимное расположение, форма выполнения элемента (элементов) или устройства в целом. Признаки, характеризующие способ или вещество, отсутствуют.» [23].

2.2.5 Определение стран проверки

«Наиболее развит данный вид техники в странах: США, Япония, Китай, Германия, Италия в том числе и в нашей стране. В качестве проверки выбираем Российскую Федерацию (СССР).»[23].

2.2.6 Выявление технических особенностей объекта

«Корпус центрального кондиционера собирается из различных секций.

Позволяя использовать только необходимые модули для требуемых задач.

Данная установка имеет в составе:

- секции фильтрации грубой и тонкой очистки;
- нагревательные элементы (теплообменники);
- элементы охлаждения воздуха (теплообменники с хладагентом);
- секции электродвигателей с вентиляторами;
- секция увлажнения.

Каркас выполнен из алюминия для облегчения конструкции и повышенной стойкости к коррозии.

Панели устанавливаются на каркас и герметично фиксируются. Конструктив панелей выполнен по типу «сэндвича», теплоизоляцией выступает пенополиуретан плотностью 45кг/м^3 .»[23].

2.2.7 Определение классификационных рубрик МПК

Для точного определения рубрики МПК устройства «центральный кондиционер» в первую очередь обозначим ключевые слова. Принимаем за ключевое слово «вентиляция». По классификатору МПК определяем: Раздел F – Машиностроение; освещение; отопление;

Класс F24 – Нагрев; вентиляция; печи и плиты;

Подкласс F24F – Кондиционирование воздуха; увлажнение воздуха

Выявим группу и подгруппу. На выходе получаем:

F24F 3/00 – «Системы кондиционирования воздуха, в которых первичный кондиционированный воздух подается от одной или нескольких центральных станций к распределительным точкам в помещениях или пространствах, где он может быть вторично обработан; устройства, предназначенные для таких систем» [9].

2.2.8 Выбор источников информации

За источник информации принят информационный ресурс сайта «Федеральный институт промышленной собственности» [15], а также научно – техническая литература в области воздухораспределительных устройств.

2.2.9 Установление глубины поиска

Анализируя патенты устройств вентиляции и кондиционирования воздуха, можно заявить, что самые популярные предложения на рынке систем вентиляции и кондиционирования воздуха были запатентованы более 20 лет назад.

2.2.10 Регламент поиска

Регламент поиска оформляется в виде таблицы 6.

2.2.11 Выбор патентно-технической документации

«Просматривая источники информации в соответствии с выбранной рубрикой МПК, выбираются документы, которые по названиям имеют отношение к вентиляционным решёткам. Просматривая данные документы изучаем аннотации, рефераты, описания изобретений и их формулы, чертежи.

Информацию об аналогах вентиляционных решёток, которые были найдены в научно – технической литературе заносятся в таблицу 7.

Сведения об изобретениях заносятся в таблицу 8.

Объект: Центральный кондиционер.

Вид исследований: исследование достигнутого уровня развития объекта техники и определение тенденций развития» [23].

2.2.11 Выводы и рекомендации патентного поиска по результатам исследования

«Из анализа патентных изобретений, а также информации научно-технической литературы можно определить, что все разработки стремятся к повышению эффективности оборудования, путем снижения энергозатрат.

Основным решением для экономии являются методы рекуперации и использование рециркуляции использованного воздуха. Производители оборудования предлагают различные варианты компоновки своего оборудования для решения задач, установленных заказчиком.»[23].

Дата проведения поиска: с 1.09.2019 до 20.12.2019.

Таблица 6 – Регламент поиска №1

Предмет поиска	Страна поиска	Индексы МПК и УДК	Глубина Поиска	Источники информации
Центральный кондиционер	Россия	F24F 7/06	20	Бюллетень изобретений
		F24F 7/013		
	Германия			«Изобретения стран мира»
	США			Научно-технические журналы
	Франция			Описания к авторским
	Япония			свидетельствам и патентам
	Италия			Сайт: www.fips.ru

Таблица 7 – Научно-техническая документация, отобранная для анализа

«Предмет поиска	Автор(ы), УДК	Наименование	Сущность технического решения
Центральный кондиционер	Л.И. Седов	Механика в СССР за 50 лет, 1970	В Советском Союзе центральные кондиционеры выпускались по зарубежным образцам.
Центральный кондиционер	В.В. Поляков, Л.С. Скворцов	Насосы и вентиляторы, 1990	Целью устройства является повышение эффективности утилизации теплоты вытяжного воздуха при пониженных температурах наружного воздуха.
Центральный кондиционер	НИИ Строительной физики Госстроя СССР совместно с ГПИ Сантехпроект Госстроя СССР при участии НИИСК	Руководство по расчету и проектированию шумоглушения вентиляционных установок	Основной источник шума в вентиляционных системах - вентилятор.»[23].

Таблица 8– Патентная документация, отобранная для анализа

Предмет поиска	Страна выдачи	Автор, страна, дата приоритета, дата публикации, название	Сущность изобретения, цель его создания или технический результат	Подлежит (не подлежит) исследованию
«Центральный кондиционер»	Российская федерация	Кочетов Олег Савельевич Стареева Мария Олеговна № 2407921 МПК F04D 19/00	Система кондиционирования с теплообменными аппаратами. Технический результат - повышение эффективности и надежности тепловлажностной обработки воздуха в зимний период времени.	Подлежит
Центральный кондиционер	Российская федерация	Кацнельсон Зиновий Львович 2413878 МПК F04D 19/00	Изобретение относится к технике вентиляции и кондиционирования воздуха. Целью изобретения является повышение эффективности утилизации теплоты вытяжного воздуха при пониженных температурах наружного воздуха.	Подлежит
Центральный кондиционер	Российская федерация	Федоров Александр Борисович № 2362911 МПК F04D 19/00	Изобретение относится к вентиляции и кондиционированию воздуха. Задача изобретения сокращение эксплуатационных затрат при обеспечении процессов тепловлажностной обработки наружного воздуха в теплый период года. Для этого теплообменник-воздухоохладитель центрального кондиционера дополнительно соединен с водоохладителем обратного водоснабжения при помощи соединительных линий, снабженных запорно-регулирующей арматурой.	Подлежит
Центральный кондиционер	Российская федерация	Воскресенский Владимир Евгеньевич №2261370 МПК F04D 19/00	Изобретение относится к области систем кондиционирования приточного воздуха для обслуживания помещений общественных зданий в холодный период года. Технический результат: получение на выходе из дополнительного кондиционера приточного воздуха заявляемой системы кондиционирования чистого приточного воздуха с заданными значениями температуры, относительной влажности и влагосодержания.»[23].	Подлежит

2.2.12 Анализ сущности изобретений

Изучаем содержание изобретений, занесённых в таблицу 6 по информации, содержащейся в графе 4, а также путём анализа данных патентных описаний, формул изобретений, научных статей, докладов, рефератов и т.д. Запись об этом делаем в графе 5, таблицы 6.

2.2.13 Оценка преимуществ и недостатков аналогов

Оцениваем обеспечение показателей положительного эффекта каждым аналогом в баллах от –4 до + 4. Базовому варианту, показанному на рисунке 1, по каждому показателю выставляем оценку «0». Заносим оценки в таблицу 7. Суммируем баллы по каждому аналогу и заносим их в нижнюю строку таблицы.

Таблица 9 – Оценка преимуществ и недостатков аналогов

Показатели	База	Аналоги			
		Российская Федерация а.с. № 2407921 МПК F04D 19/00	Российская Федерация а.с. № 2413878 МПК F04D 19/00	Российская Федерация а.с. № 2362911 МПК F04D 19/00	Российская Федерация а.с. №2261370 МПК F04D 19/00
«Аэродинамические показатели	0	0	0	0	0
Увеличение КПД	0	0	0	+3	0
Простота конструкции	0	+4	+3	+4	+2
Надёжность и долговечность конструкции	0	+3	+4	+4	+3
Простота в эксплуатации	0	+4	+3	+4	+2
Шумовые показатели	0	+4	+2	+4	-1
Суммарный балл	0	+15	+12	+19	+6» [16].

2.2.14 Определение тенденций развития

В последние года развитие центральных кондиционеров идет в плане увеличения надежности агрегатов и повышения энергоэффективности установок целом. Так же сделано множество попыток по модернизации

осевых вентиляторов и систем рекуперации для увеличения КПД и снижения шума.

2.2.15 Вывод по результатам исследования достигнутого уровня

Из предложенного материала видно, что из всех рассмотренных типов центральных кондиционеров, целью изобретения является повышение эффективности и надежности тепловлажностной обработки воздуха. Изобретение а.с. № 2362911 Российская Федерация, является наиболее прогрессивным.

2.2.16 Выводы по результатам исследований тенденций развития

«Все рассмотренные изобретения имеют различные конструкции, благодаря которым и достигается цель и положительные эффекты. Каждая конструкция имеет свои положительные и отрицательные стороны. Дальнейшее развитие данного вида техники по результатам исследования пойдёт по пути усовершенствования конструктивных особенностей и надёжности в эксплуатации.» [23].

2.2.17 Рекомендации по использованию прогрессивных изобретений

Центральный кондиционер может быть использован в различных системах вентиляции.

Выводы по разделу 2:

1) Для понимания принципов и основ проектирования фармацевтических производств был выполнен анализ нормативной литературы, а так же ряда рекомендаций от ведущих специалистов и иностранных регуляторов отрасли. В итоге анализа получены данные о необходимости поддержания заданных параметров воздушной среды в зависимости от назначения помещений.

2) Был проведен патентный поиск. Объектом поиска стал центральный кондиционер. В результате были выполнены анализ изобретения

и тенденции развития данного вида техники. Так же проведено сравнение преимуществ и недостатков аналогов.

3 Тепловая защита зданий

3.1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкции

Расчеты ведутся по методике, представленной в СП [28].

$$ГСОП = (18 - (-5,2)) * 203 = 4710^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут.}$$

3.1.1 Теплотехнический расчет наружных стен

«При выполнении теплотехнического расчета учитывается неоднородность материалов и вводится коэффициент теплотехнической однородности r , который выражает долю приведенного сопротивления теплопередаче от условного» [28].

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

Коэффициент рассчитывается по формуле:

$$r = r_1 r_2, \quad (2)$$

где r_1 – коэффициент оценки внутренних креплений в ограждении;
 r_2 – коэффициент оценки примыкания других ограждений к расчетному.

Из трехслойных металлических панелей с эффективным утеплителем $=0,75$.

Наличие оконных откосов в наружных стенах учитывается величиной $r_2=0,90$.

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

$$R_0^{\text{тр}} = 0,0002 \cdot 4710 + 1 = 1,94 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$$

$$r = 0,75 \cdot 0,9 = 0,68,$$

$$R_0^{\text{усл.тр}} = \frac{1,94}{0,68} = 2,85 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт};$$

$$R_0^{\text{пр}} = R_0^{\text{усл}} r = \left(\frac{1}{8,7} + 4,2 + \frac{1}{23} \right) \cdot 0,68 = 3,0 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}.$$

Проверяется выполнение условия:

$$R_0^{\text{пр}} > R_0^{\text{тр}};$$

$$3,0 > 2,85, \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}},$$

$$k_{\text{нс}} = \frac{1}{3,0} = 0,33 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$$

3.1.2 Теплотехнический расчет бесчердачного покрытия

Для бесчердачного покрытия $r_1 = 1$.

$$R_0^{\text{усл.тр}} = 2,7 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}},$$

$$R_0^{\text{пр}} = \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,001}{0,22} + \frac{0,001}{0,11} + \frac{0,1}{0,04} + \frac{0,001}{0,017} + \frac{0,025}{17,5} + \frac{1}{23} \right) = 2,73 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}.$$

Проверяется выполнение условия:

$$R_0^{\text{пр}} > R_0^{\text{тр}};$$

$$k_{\text{бп}} = \frac{1}{2,73} = 0,37 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$$

3.1.3 Теплотехнический расчет окна

$$R_0^{\text{усл.тр}} = 0,55 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

Для окон используется материал: однокамерный стеклопакет в отдельных переплетах из стекла с твердым селективным покрытием.

Проверяется выполнение условия:

$$R_0^{\text{пр}} = 0,65 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт} > R_0^{\text{учл.тр}} = 0,55 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт};$$

$$k_{\text{ок}} = \frac{1}{0,65} = 1,54 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}.$$

3.1.4 Теплотехнический расчет наружных дверей

Расчет ведется согласно методике, представленной в СП [29].

$$R_{0,\text{нд}}^{\text{пр}} = 0,6 R_{0,\text{нс}}^{\text{тр}}, \quad (3)$$

$$R_{0,\text{нс}}^{\text{тр}} = \frac{n \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}{\alpha_{\text{в}} \cdot \Delta t_{\text{н}}}, \quad (4)$$

$$R_{0,\text{нс}}^{\text{тр}} = \frac{1 \cdot (16 + 30)}{8,7 \cdot 4} = 1,3 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт},$$

$$R_{0,\text{нд}}^{\text{пр}} = 0,6 \cdot 1,3 = 0,8 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт},$$

$$k_{\text{нд}} = \frac{1}{0,8} = 1,25 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}.$$

3.1.5 Теплотехнический расчет полов по грунту

Расчет ведется согласно методике, представленной в СП [28].

Все теплотехнические характеристики сводятся в таблицу 11.

Таблица 11 – Теплотехнические характеристики наружных ограждающих конструкций

Наименование ограждающей конструкции	Толщина ограждающей конструкции, δ , мм	Приведенное сопротивление теплопередаче, R_0^{ϕ} , (м ² ·°C)/Вт	Коэффициент теплопередачи, К, Вт/(м ² ·°C)
Наружная стена	0,15	4,1	0,24
Бесчердачное покрытие	0,13	2,73	0,37

Продолжение таблицы 11

«Наименование ограждающей конструкции»	Толщина ограждающей конструкции, δ , мм	Приведенное сопротивление теплопередаче, R_0^{ϕ} , ($\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$)	Коэффициент теплопередачи, K , $\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$
Окно	Однокамерный стеклопакет в отдельных переплетах из стекла с твердым селективным покрытием	0,65	1,54
Полы по грунту:			
I зона		4,44	0,23
II зона		6,64	0,15
III зона		10,9	0,12
IV зона		16,5	0,06»[2].

3.2 Определение теплотерь здания

Расчет ведется согласно методике, представленной в СП [28].

Определение теплотерь от ограждающих конструкций сводится в таблицу 12.

Таблица 12 – Теплотери через ограждающие конструкции.

№ помещения	Наименование помещения	Ограждающие конструкции					Основные теплотери через ограждающие конструкции Q , Вт	Добавочные теплотери, β		коэффициент $(1+\beta)$	Теплотери, Вт через ограждения с учетом $Q(1+\beta)$
		Наименование	Ориентация	Площадь A , м^2	Коэффициент теплопередачи k , $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$	$\Delta t = t_{\text{в}} - t_{\text{н}}$, °C		На ориентацию	Прочие		
151	Склад СИУМ	ПЛ 4 зона	4,3	83,9	0,06	35	176			1	176
										$\Sigma=$	176
152	Склад СИУМ	ПЛ 4 зона	4,3	92,5	0,06	35	194			1	194
										$\Sigma=$	194
153	Склад тары	ПЛ 4 зона	4,3	94,6	0,06	35	199			1	199
										$\Sigma=$	199
154	Склад ГП	ПЛ 4 зона	4,3	107,5	0,06	35	226			1	226
										$\Sigma=$	226
155	Технологический проход	ПЛ 4 зона		136,0	0,06	35	286			1	286
										$\Sigma=$	286

Продолжение таблицы 12

№ помещения	Наименование помещения	Ограждающие конструкции					Основные теплопотери через ограждающие конструкции Q, Вт	Добавочные теплопотери, β		коэффициент (1+β)	Теплопотери, Вт
		Наименование	Ориентация	Площадь A, м²	Коэффициент теплопередачи k, Вт/м².°C	Δt=tv-tn, °C		На ориентацию	Прочие		
156	Технологический проход	ПЛ 4 зона		190,1	0,06	35	399			1	399
										Σ=	399
157	Участок №1	ПЛ 4 зона		696,0	0,06	35	1462			1	1462
										Σ=	1462
158	Технологический проход	НС	3	65,3	0,33	35	754	0,05		1,05	791
		О	3	94,5	1,54	35	5094	0,05		1,05	5348
		ПЛ 1 зона		71,0	0,23	35	572			1	572
		ПЛ 2 зона		71,0	0,15	35	373			1	373
										Σ=	6711
159	Резервная зона	НС	Ю	292,5	0,33	35	3378			1	3378
		ПЛ 1 зона		130,0	0,23	35	1047			1	1047
		ПЛ 2 зона		136,0	0,15	35	714			1	714
		ПЛ 3 зона	-	136,0	0,1	35	476	-	-	1	476
		ПЛ 4 зона		3104,2	0,06	35	6519			1	6519
										Σ=	8755
160	Холл	ПЛ 3 зона	-	48,0	0,1	35	168	-	-	1	168
										Σ=	168
161	Подъемник к грузовой	НС	3	9,0	0,33	35	104	0,05		1,05	109
		ПЛ 1 зона		4,0	0,23	35	32			1	32
		ПЛ 2 зона		2,0	0,15	35	11			1	11
										Σ=	152
162	Подсобное помещение	НС	3	24,8	0,33	35	286	0,05		1,05	300
		ПЛ 1 зона	-	5,0	0,23	35	40	-	-	1	40
		ПЛ 2 зона	-	6,0	0,15	35	32			1	340
										Σ=	381
163	Холл	НС	Ю	36,0	0,33	35	416	-		1	416
		ПЛ 1 зона	-	4,0	0,23	35	32	-	-	1	32
		ПЛ 2 зона	-	1,3	0,15	35	7			1	7
										Σ=	455
164	Подсобное помещение	НС	Ю	13,5	0,33	35	52		0,05	1,05	55
		НС	В	11,9	0,33	35	52	0,05	0,05	1,15	60
		ПЛ 1 зона	-	8,0	0,23	35	64	-	-	1	64

Продолжение таблицы 12

№ помещения	Наименование помещения	Ограждающие конструкции					Основные теплотери через ограждающие конструкции, Q Вт	Добавочные теплотери, β		коэффициент (1+β)	Теплотери, Вт
		Наименование	Ориентация	Площадь А, м²	Коэффициент	Δt=тн-тв,		На ориентации	Прочие		
		ПЛ 2 зона	-	1,3	0,15	35	7			1	7
										Σ=	186
165	Лестница	НС	3	11,9	0,33	35	138	0,05		1,1	152
		ПЛ 1 зона	-	4,0	0,23	35	32	-		1	32
		ПЛ 2 зона	-	4,0	0,15	35	21			1	21
		ПЛ 3 зона	-	4,0	0,1	35	14	-	-	1	14
										Σ=	219
166	Лестница	НС	3	10,5	0,33	35	121	0,05		1,05	127
		ПЛ 1 зона	-	4,0	0,23	35	32	-	-	-	0
		ПЛ 2 зона	-	4,0	0,15	35	21				127
		ПЛ 3 зона	-	4,0	0,1	35	14	-	-	1	14
										Σ=	142
167	Лестница	НС	3	10,5	0,33	35	121	0,05	0,05	1,1	133
		НС	Ю	7,5	0,33	35	87		0,05	1,05	91
		ПЛ 1 зона	-	8,0	0,23	35	64	-	-	1	64
		ПЛ 2 зона	-	4,0	0,15	35	21			1	21
		ПЛ 3 зона	-	4,0	0,1	35	14	-	-	1	14
										Σ=	324
2 этаж											
266	Архив сырья ОКК	НС	В	54,0	0,33	35	624	0,1		1,1	686
		ПТ	-	99,6	0,37	35	1290	-	-	1	1290
										Σ=	1976
267	Архив ГП ОКК	НС	В	54,0	0,33	35	624	0,1		1,1	686
		ПТ	-	109,9	0,37	35	1423	-	-	1	1423
										Σ=	2109
275	Стабильность	НС	В	54,0	0,33	35	624	0,1		1,1	686
		ПТ	-	81,0	0,37	35	1049	-	-	1	1049
										Σ=	1735
268	Архив технической документации	НС	В	32,4	0,33	35	374	0,1		1,1	412
		ПТ	-	57,8	0,37	35	749	-	-	1	749
										Σ=	1160
269	Архив документации	НС	В	25,2	0,33	35	291	0,1	0,05	1,15	335
		НС	Ю	25,2	0,33	35	291		0,05	1,05	306
		ПТ	-	42,0	0,37	35	544	-	-	1	544
										Σ=	1184
295	Лестница	НС	3	10,8	0,33	35	125	0,05	0,05	1,1	137
		НС	Ю	10,8	0,33	35	125		0,05	1,05	131
		ПТ	-	16,6	0,37	35	215	-	-	1	215
										Σ=	483

Продолжение таблицы 12

№ помещения	Наименование помещения	Ограждающие конструкции					Основные теплопотери через ограждающие конструкции, Вт	Добавочные теплопотери, Вт		коэффициент (1+β)	Теплопотери, Вт
		Наименование	Ориентация	Площадь А, м²	Коэффициент теплопередачи	Δt=tw-tn, °C		На ориентации	Прочие		
294	Лестница	НС	3	10,8	0,33	35	125	0,05		1,05	131
		ПТ	-	16,6	0,37	35	215	-	-	1	215
											Σ=
293	Лестница	НС	3	10,8	0,33	35	125	0,05		1,05	131
		ПТ	-	16,6	0,37	35	215	-	-	1	215
											Σ=
291	Серверная	НС	3	12,6	0,33	35	146	0,05		1,05	153
		ПТ	-	17,7	0,37	35	229	-	-	1	229
											Σ=
Л02	Инженерная	НС	С	14,4	0,33	35	166	0,1		1,1	183
		НС	3	7,9	0,33	35	91	0,05		1,05	96
		О	3	6,5	1,54	35	349	0,05		1,05	367
		ПТ	-	22,3	0,37	35	289	-	-	1	289
											Σ=
Л03	Кабинет хим.лаборатории	НС	3	6,1	0,33	35	71	0,05		1,05	74
		О	3	6,5	1,54	35	349	0,05		1,05	367
		ПТ	-	22,8	0,37	35	295	-	-	1	295
											Σ=
Л04	Кабинет проверки ГП	НС	3	5,8	0,33	35	67	0,05		1,05	70
		О	3	8,6	1,54	35	466	0,05		1,05	489
		ПТ	-	29,3	0,37	35	379	-	-	1	379
											Σ=
Л05	Кабинет проверки сырья	НС	3	7,9	0,33	35	91	0,05		1,05	96
		О	3	6,5	1,54	35	349	0,05		1,05	367
		ПТ	-	29,1	0,37	35	377	-	-	1	377
											Σ=
Л06	Стерильные порошки и лиофилизаты	НС	3	15,1	0,33	35	175	0,05		1,05	183
		О	3	6,5	1,54	35	349	0,05		1,05	367
		ПТ	-	39,3	0,37	35	509	-	-	1	509
											Σ=
Л07	Помещение хроматографии	НС	3	12,2	0,33	35	141	0,05		1,05	148
		О	3	13,0	1,54	35	699	0,05		1,05	733
		ПТ	-	40,1	0,37	35	519	-	-	1	519
											Σ=

Продолжение таблицы 12

№ помещения	Наименование помещения	Ограждающие конструкции					Основные теплотери через ограждающие конструкции, Q Вт	Добавочные теплотери, β		коэффициент (1+β)	Теплотери, Вт
		Наименование	Ориентация	Площадь A, м²	Коэффициент	Δt=tw-tn, °C		На ориентации	Прочие		
Л08	Средаварочная	НС	3	6,5	0,33	35	75	0,05		1,05	79
		О	3	4,3	1,54	35	233	0,05		1,05	244
		ПТ	-	13,4	0,37	35	174	-	-	1	174
										Σ=	497
Л09	Шлюз класс С	ПТ		3,0	0,37	35	39			1	39
										Σ=	39
Л10	Бокс класс С	ПТ		6,8	0,37	35	88			1	88
										Σ=	88
Л11	Стерилизаци	НС	3	4,7	0,33	35	54	0,05		1,05	57
		О	3	4,3	1,54	35	233	0,05		1,05	244
		ПТ	-	15,6	0,37	35	202	-	-	1	202
										Σ=	503
Л12	Моечная	НС	3	6,1	0,33	35	71	0,05		1,05	74
		О	3	6,5	1,54	35	349	0,05		1,05	367
		ПТ	-	21,3	0,37	35	276	-	-	1	276
										Σ=	717
Л13	Автоклавная	НС	3	4,3	0,24	35	36	0,05		1,05	38
		О	3	6,5	1,54	35	349	0,05		1,05	367
		ПТ	-	18,5	0,37	35	240	-	-	1	240
										Σ=	644
Л14	Бокс класс D	НС	3	6,1	0,24	35	51	0,05		1,05	54
		О	3	6,5	1,54	35	349	0,05		1,05	367
		ПТ	-	10,2	0,37	35	132	-	-	1	132
										Σ=	553
Л16	Шлюз класс D	НС	3	3,6	0,24	35	30	0,05		1,05	32
		ПТ	-	3,3	0,37	35	43	-	-	1	43
										Σ=	74
2.1 07	Подъёмник грузовой	НС	3	3,6	0,33	35	42	0,05		1,05	44
		ПТ	-	6,0	0,37	35	78	-	-	1	78
										Σ=	121
2.1 08	Коридор	НС	3	50,9	0,33	35	588	0,05	0,05	1,1	647
		НС	Ю	2,5	0,33	35	29		0,05	1,05	30
		ПТ	-	35,5	0,37	35	460	-	-	1	460
										Σ=	1137
Л15	Бокс класс D	ПТ	-	11,6	0,37	35	150	-	-	1	150
										Σ=	150
Л9	Шлюз класс С	ПТ	-	3,0	0,37	35	39	-	-	1	39

Продолжение таблицы 12

«№ помещения	Наименование помещения	Ограждающие конструкции					Основные теплотери через ограждающие конструкции, Вт	Добавочные теплотери, Вт		коэффициент (1+β)	Теплотери, Вт
		Наименование	Ориентация	Площадь А, м²	Коэффициент	Δt=tw-tn, °C		На ориентации	Прочие		
										Σ=	39
Л10	Бокс класс С	ПТ	-	6,8	0,37	35	88	-	-	1	88
										Σ=	88
Л17	Шлюз класс D	ПТ	-	3,8	0,37	35	49	-	-	1	49
										Σ=	49
Л18	Холл	ПТ	-	10,0	0,37	35	130	-	-	1	130
										Σ=	130
Л19	Бактериальные эндоксины	ПТ	-	12,7	0,37	35	164	-	-	1	164
										Σ=	164
Л20	Коридор	ПТ	-	25,0	0,37	35	324	-	-	1	324
										Σ=	324
Л21	Комната приема проб	ПТ	-	11,6	0,37	35	150	-	-	1	150
										Σ=	150
Л22	Термостатная	ПТ	-	29,4	0,37	35	381	-	-	1	381
										Σ=	381
Л23	Холл	ПТ	-	12,4	0,37	35	161	-	-	1	161
										Σ=	161
Л24	Бокс класс С	ПТ	-	15,4	0,37	35	199	-	-	1	199
										Σ=	199
Л25	Бокс класс В	ПТ	-	15,4	0,37	35	199	-	-	1	199
										Σ=	199
Л26	Шлюз класс D	ПТ	-	7,0	0,37	35	90	-	-	1	90
										Σ=	90
Л27	Шлюз класс С	ПТ	-	6,7	0,37	38	94	-	-	1	94
										Σ=	94
Л28	Сан.пропускник персонала	ПТ	-	12,9	0,37	35	167	-	-	1	167
										Σ=	167
Л29	Мат.шлюз	ПТ	-	2,4	0,37	35	31	-	-	1	31
										Σ=	31
Л30	Холодильная	ПТ	-	17,0	0,37	35	220	-	-	1	220
										Σ=	220

Продолжение таблицы 12

№ помещения	Наименование помещения	Ограждающие конструкции					Основные теплотери через ограждающие конструкции, Q Вт	Добавочные теплотери, β		коэффициент (1+β)	Теплотери, Вт
		Наименование	Ориентация	Площадь A, м²	Коэффициент	Δt=tb-tn, °C		На ориентации	Прочие		
Л31	Помещение хранения питательных сред	ПТ	-	16,5	0,37	35	214	-	-	1	214
										Σ=	214
Л32	Помещение расходных материалов	ПТ	-	17,7	0,37	35	229	-	-	1	229
										Σ=	229
Л33	Коридор	ПТ	-	22,2	0,37	35	287	-	-	1	287
										Σ=	287
Л34	Помещение хранения прекурсоров	ПТ	-	6,2	0,37	35	80	-	-	1	80
										Σ=	80
Л35	Помещение хранения хим.реактивов	ПТ	-	17,2	0,37	35	223	-	-	1	223
										Σ=	223
Л36	Помещение хранения ЛВЖ	ПТ	-	10,3	0,37	35	133	-	-	1	133
										Σ=	133
Л37	Препараторская	ПТ	-	13,2	0,37	35	171	-	-	1	171
											171
Л38	Помещения высушивания и сжигания	ПТ	-	21,6	0,37	35	280	-	-	1	280
										Σ=	280
Л39	Помещение хранения инвентаря	ПТ	-	9,5	0,37	35	123	-	-	1	123
										Σ=	123
Л40	Помещение приготовления дез.растворов	ПТ	-	5,9	0,37	35	76	-	-	1	76
										Σ=	76
Л41	Моечная хим.лабораторий	ПТ	-	22,8	0,37	35	295	-	-	1	295
										Σ=	295
Л42	Комната для персонала	ПТ	-	20,3	0,37	35	263	-	-	1	263
										Σ=	263

Продолжение таблицы 12

№ помещения	Наименование помещения	Ограждающие конструкции					Основные теплотери через ограждающие конструкции Q, Вт	Добавочные теплотери, β		коэффициент (1+β)	Теплотери, Вт
		Наименование	Ориентация	Площадь A, м²	нт теплотере дачи K,	Δt=tb-tn, °C		На ориентацию	Прочие		
Л43	Помещение уборочного инвентаря	ПТ	-	4,6	0,37	35	60	-	-	1	60
										Σ=	60
Л44	Сан.пропускник персонала	ПТ	-	14,3	0,37	35	185	-	-	1	185
										Σ=	185
Л45	СУ персонала	ПТ	-	7,9	0,37	35	102	-	-	1	102
										Σ=	102
Л46	Раздевалка персонала	ПТ	-	19,1	0,37	35	247	-	-	1	247
										Σ=	247
Л47	Помещение приема проб	ПТ	-	13,1	0,37	35	170	-	-	1	170
										Σ=	170
Л48	Коридор	ПТ	-	48,5	0,37	35	628	-	-	1	628
										Σ=	628
257	Коридор	ПТ	-	440,0	0,37	35	5698	-	-	1	5698
										Σ=	5698
258	Воздухоподготовка	ПТ	-	783,0	0,37	35	10140	-	-	1	10140
										Σ=	10140
259	Воздухоподготовка	ПТ	-	28,0	0,37	35	363	-	-	1	363
										Σ=	363
260	Тех.помещение	ПТ	-	40,5	0,37	35	524	-	-	1	524
										Σ=	524
261	Компрессорная	ПТ	-	96,5	0,37	35	1250	-	-	1	1250
										Σ=	1250
262	Чиллерная	ПТ	-	96,0	0,37	38	1350	-	-	1	1350
										Σ=	1350
263	Помещение сменного оборудования	ПТ	-	90,0	0,37	35	1166	-	-	1	1166
										Σ=	1166
264	Хранение фильтров	ПТ	-	28,2	0,37	35	365	-	-	1	365
										Σ=	365
265	Изготовление фильтров	ПТ	-	31,5	0,37	35	408	-	-	1	408
										Σ=	408
270	Слесарка	ПТ	-	29,2	0,37	35	378	-	-	1	378
										Σ=	378
271	Слесарка СКИВ	ПТ	-	35,5	0,37	35	460	-	-	1	460

Продолжение таблицы 12

№ помещения	Наименование помещения	Ограждающие конструкции					Основные теплотери через ограждающие конструкции Q, Вт	Добавочные теплотери, β		коэффициент (1+β)	Теплотери, Вт
		Наименование	Ориентация	Площадь A, м²	нт теплотери дачи K,	Δt=tb-th, °C		На ориентацию	Прочие		
										Σ=	460
272	Инструментальная мастерская	ПТ	-	35,5	0,37	35	460	-	-	1	460
										Σ=	460
273	Хранение оборудования Кипа	ПТ	-	24,5	0,37	35	317	-	-	1	317
										Σ=	317
274	КИПиА	ПТ	-	54,0	0,37	35	699	-	-	1	699
										Σ=	699
276	Хранение оборудования АСУ ТП	ПТ	-	24,5	0,37	35	317	-	-	1	317
										Σ=	317
277	АСУ ТП	ПТ	-	54,0	0,37	35	699	-	-	1	699
										Σ=	699
278	Водоподготовка	ПТ	-	483,0	0,37	35	6255	-	-	1	6255
										Σ=	6255
279	Служебное помещение	ПТ	-	24,0	0,37	35	311	-	-	1	311
										Σ=	311
280	Служебное помещение	ПТ	-	23,2	0,37	35	300	-	-	1	300
										Σ=	300
281	Служебное помещение	ПТ	-	24,0	0,37	35	311	-	-	1	311
										Σ=	311
282	Коридор	ПТ	-	1018,8	0,37	35	13193	-	-	1	13193
		НС	Ю	259,2	0,24	35	2177		0,05	1,05	2286
										Σ=	13193
283	Сан.пропускник Ж (производство)	ПТ	-	188,7	0,37	35	2444	-	-	1	2444
										Σ=	2444
284	СУ Ж	ПТ	-	20,1	0,37	35	260	-	-	1	260
										Σ=	260
285	СУ Ж	ПТ	-	12,4	0,37	35	161	-	-	1	161
										Σ=	161
286	Помещение уборочного инвентаря	ПТ	-	5,2	0,37	35	67	-	-	1	67
										Σ=	67
287	Помещение прачечной	ПТ	-	298,3	0,37	35	3863	-	-	1	3863

Продолжение таблицы 12

№ помещения	Наименование помещения	Ограждающие конструкции					Основные теплотери через ограждающие конструкции Q, Вт	Добавочные теплотери, β		коэффициент (1+β)	Теплотери, Вт
		Наименование	Ориентация	Площадь A, м²	нт теплотере дачи K,	Δt=тн, °C		На ориентацию	Прочие		
										Σ=	3863
288	СУ М	ПТ	-	11,7	0,37	35	152	-	-	1	152
										Σ=	152
289	СУ М	ПТ	-	16,3	0,37	35	211	-	-	1	211
										Σ=	211
290	Сан.пропускник М (производство)	ПТ	-	171,1	0,37	35	2216	-	-	1	2216
										Σ=	2216
292	Гардероб	ПТ	-	39,4	0,37	35	510	-	-	1	510
										Σ=	510
296	Коридор чистый	ПТ	-	122,4	0,37	35	1585	-	-	1	1585
										Σ=	1585
297	Склад	ПТ	-	38,6	0,37	35	500	-	-	1	500
										Σ=	500
298	Сан.пропускник М (производство)	ПТ	-	39,1	0,37	35	506	-	-	1	506
										Σ=	506
299	Помещение уборочного инвентаря	ПТ	-	7,2	0,37	35	93	-	-	1	93
										Σ=	93
2.1 00	Сан.пропускник Ж (производство)	ПТ	-	49,7	0,37	35	644	-	-	1	644
										Σ=	644
2.1 01	Комната приема пищи	ПТ	-	42,9	0,37	35	556	-	-	1	556
										Σ=	556
2.1 02	Коридор	ПТ	-	51,3	0,37	35	664	-	-	1	664
										Σ=	664
2.1 03	Помещение прачечной	ПТ	-	78,6	0,37	35	1017	-	-	1	1017
										Σ=	1017
2.1 04	Кабинет	ПТ	-	24,0	0,37	35	310	-	-	1	310
										Σ=	310
2.1 05	Воздухоподготовка	ПТ	-	179,9	0,37	35	2330	-	-	1	2330
										Σ=	2330
2.1 06	Коридор	ПТ	-	31,4	0,37	35	406	-	-	1	406
										Σ=	406»[12]

Выводы по разделу 3:

1) В соответствии с нормативной документацией был выполнен теплотехнический расчет ограждающих конструкций:

- для наружных стен - $3,0 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$

- для бесчердачного покрытия - $2,73 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$.

- для окна - $0,55 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$

- для наружных дверей $1,25 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$.

- для полов на грунте в зависимости от зоны.

2) По результатам расчётов было выявлено что общие теплопотери здания составляют 109,95 кВт.

4 Системы обеспечения микроклимата

4.1 Теплоснабжение

4.1.1 Выбор принципиальных решений и конструирование

«Источник теплоснабжения – существующие тепловые сети. Теплоноситель-перегретая вода с параметрами теплоносителя 90-70°C в зимний период, и 50/40°C в летний период. В данной работе запроектирована двухтрубная горизонтальная система теплоснабжения водяных калориферов центральных кондиционеров. Система теплоснабжения центральных кондиционеров выполнена из стальных труб по ГОСТ 3262-75.»[28].

4.1.2 Гидравлический расчет системы теплоснабжения

Гидравлический расчет выполняется с целью определения требуемых диаметров трубопроводов, а также потерь давления воды в системе.

Потери давления системы отопления определяется по формуле:

$$\Delta P_{yч} = R \cdot l + Z, \text{ Па} \quad (5)$$

Определяется давления насосное, естественное и располагаемое в ветке на гостиницу:

$$\Delta P_n = 12500 \text{ Па}, \Delta P_e = 0,64 \cdot 9,81 \cdot 1 \cdot (90 - 70) = 125 \text{ Па},$$

$$\Delta P_p = 12500 + 0,4 \cdot 125 = 12550 \text{ Па}.$$

Таблица 13 - гидравлический расчет системы теплоснабжения

№ уч.	Q, Вт	G, кг/ч	l, м	d, мм	Rф, Па/м	v, м/с	R*l, Па	v ² */ρ/2	Σξ	Z, Па	Rl+Z, Па	Примечания
1	1099 05	501 3	2,50	50	103	0,56	258	153	5,0	767	1024	1 кран, 1 тройник на проход
2	1019 77	465 2	11,0	50	95	0,53	1045	137	1,0	137	1182	1 тройник на проход
3	8947 2	408 1	8,00	50	75	0,52	600	132	1,0	132	732	1 тройник на проход

Продолжение таблицы 13

№ уч.	Q, Вт	G, кг/ч	l, м	d, мм	Rф, Па/м	v, м/с	R*l, Па	v ² *ρ/2	Σξ	Z, Па	Rl+Z, Па	Примечания
4	8130 7	370 9	8,30	50	65	0,48	540	113	1,0	113	652	1 тройник на проход
5	6901 1	314 8	9,20	50	55	0,4	506	78	1,0	78	584	1 тройник на проход
6	3141 7	143 3	8,50	32	75	0,38	638	71	1,0	71	708	1 тройник на проход
7	2302 4	105 0	30,0	32	48	0,3	1440	44	14,	616	2056	6 отводов, 2 крана проходные
6'	3141 7	143 3	8,50	32	75	0,1	638	5	1,0	5	642	1 тройник на проход
5'	6901 1	314 8	9,20	32	45	0,28	414	38	1,0	38	452	1 тройник на проход
4'	8130 7	370 9	8,30	50	65	0,45	540	99	1,0	99	639	1 тройник на проход
3'	8947 2	408 1	8,00	50	75	0,50	600	122	1,0	122	722	1 тройник на проход
2'	1019 77	465 2	11,0	50	95	0,60	1045	176	1,0	176	1221	1 тройник на проход
1'	1099 05	501 3	2,50	50	103	0,56	258	153	5,0	767	1024	1 тройник на проход, 1 кран
											Σ=11 640	
ОТВЕТВЛЕНИЯ												
8	7928	362	6,00	20	78	0,3	468	44	11,5	506	974	2 крана, 1 тройник на отв., 4 отв.
$\Delta P=(1024-974)/1024*100=4,3\%$												
9	1250 5	570	6,00	25	55	0,23	330	26	9,5	246	576	2 крана, 1 тройник на отв., 4 отв.
$\Delta P=(1182-576)/1182*100=52\%$, регулировка производится балансировочным клапаном												
10	8165	372		20	78	0,29	0	41	11,5	473	473	2 крана, 1 тройник на отв., 4 отв.
$\Delta P=(732-473)/732*100=54\%$, регулировка производится балансировочным клапаном												
11	1229 6	561	6,00	25	53	0,22	318	24	9,5	225	543	2 крана, 1 тройник на отв., 4 отв.
$\Delta P=(652-543)/652*100=16\%$, регулировка производится балансировочным клапаном												
12	3759 4	171 5	6,00	40	50	0,36	300	63	3,5	222	522	2 крана, 1 тройник на отв., 4 отв.
$\Delta P=(584-522)/584*100=9\%$												
13	8393	383	6,00	25	50	0,25	300	31	11,5	351	651	2 крана, 1 тройник на отв., 4 отв.
$\Delta P_{изб}=(708-651)/708*100=4\%$												

Потери давления в главном циркуляционном кольце:

$$\frac{\Delta P_P - \Sigma P_{уч}}{\Delta P_P} \cdot 100\% \leq (5 - 10)\%, \quad (6)$$

$$\Delta P = \frac{12550 - 11640}{12550} \cdot 100\% = 7$$

4.2 Вентиляция

Для создания и поддержания необходимых параметров чистоты и микроклимата в здании запроектированы системы центрального кондиционирования.

Системы вентиляции приняты отдельными для следующих групп помещений: кабинет зав. лаборатории, кабинет готовой продукции, инженерная, кабинет хим. лаборатории, кабинет проверки сырья, кабинет стерильных порошков и лиофилизатов, кабинет хроматографии, средоварочная, кабинет бактериальных эндоксинов, комната приема проб, шлюз класс С, шлюз класс D, шлюз класс В, Бокс класс С, бокс класс В, бокс класс D, санпропускник, коридор обслуживают системы П1В1.

Кабинет моечной, помещение хранения прекурсоров, помещение хранения ЛВЖ, препараторская, помещение высушивания и сжигания, помещение хранения инвентаря, моечная хим. лаборатории, помещение приема проб обслуживают системы П2В2.

Раздача воздуха осуществляется в верхнюю зону помещений. Удаление воздуха производится из верхней зоны.

Воздуховоды следует прокладывать в подшивном потолке. В данной магистерской работе были приняты, подобраны и рассчитаны воздуховоды прямоугольного сечения.

В данном здании были запроектированы воздухораспределители фирмы «Арктос». Плафон 4АПР имеет площадь живого сечения $F_0 = 0,06 \text{ м}^2$, скоростной коэффициент $m = 2,2$ и температурный коэффициент $n = 1,6$.

1. Количество подаваемого воздуха через одно воздухораспределительное устройство:

$$L_0 = \frac{21493}{41} = \frac{512 \text{ м}^3}{\text{ч}}$$

2. Скорость воздуха на выходе из воздухораспределителя:

$$v_0 = \frac{512}{3600 \cdot 0,06} = 2,3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

3. Дальность струи: $x = 4 - 2 = 2 \text{ м}$.

$$F_{\Pi} = \frac{500}{41} = 12 \text{ м}^2.$$

Коэффициент стеснения струи:

$$\bar{x} = \frac{2}{2,2 \cdot \sqrt{12}} = 0,26$$

$$F = \frac{0,06}{12} = 0,005, \text{ следовательно } k_c = 1$$

Коэффициент взаимодействия двух и более струй:

$$\frac{x}{l} = \frac{2}{3,5} = 0,6$$

$$N = 41, \text{ следовательно } k_B = 1$$

Дельта температур между температурой подачи из воздухораспределителя и температурой воздуха внутри помещения:

$$\Delta t_0 = 19 - 18 = 1^\circ\text{C}$$

Геометрической характеристики струи:

$$H = 5,45 \cdot \frac{2,2 \cdot 2,3 \cdot \sqrt[4]{0,06}}{\sqrt{1,6 \cdot 1}} = 0,7$$

Коэффициент неизотермичности струи:

$$k_H = \sqrt[3]{1 + \left(\frac{2}{0,7}\right)^2} = 2.$$

$$v_x = \frac{2,2 \cdot 2,3 \cdot \sqrt[4]{0,06}}{3,14} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 2 = \frac{0,13 \text{ м}}{\text{с}}.$$

$$4. v_x = 0,13 \frac{\text{м}}{\text{с}} < k \cdot v_B = 1,4 \cdot 0,3 = 0,28 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

5. Максимальная разность температур между температурой воздуха на основном участке струи и температурой воздуха в рабочей зоне

$$\Delta t_x = \frac{1,6 \cdot 1 \cdot \sqrt{0,06}}{2} \cdot \frac{1}{1 \cdot 2} = 0,1^\circ\text{C}$$

$$6. \Delta t_x = 0,1^\circ\text{C} \leq \Delta t_H = 2^\circ\text{C}.$$

4.2.1 Определение требуемых воздухообменов

«Расход вентилируемого воздуха по нормируемой кратности, м³/ч, рассчитывается по формуле:

$$L = k \cdot V, \tag{7}$$

где k – кратность воздухообмена, ч⁻¹;

V – внутренний объем помещения, м³.»[3].

Расчет воздухообмена по кратности сводим в таблицу 14.

Таблица 14 – Расход вентилируемого воздуха

№	Наименование помещения	tв, °С	Объем помещения, V, м ³	Приток		Вытяжка	
				к, ч ⁻¹	L, м ³ /ч	к, ч ⁻¹	L, м ³ /ч
101	Помещение подготовки персонала	18	80,8	20	1615	20	1615
102	Помещение временно хранения сырья	18	63,7	20	1273	20	1273
103	Помещение передачи полупродукта	18	603,3	15	9049	15	9049
104	Помещение развешивания сырья	18	105,9	25	2648	25	2648
105	Помещение развешивания вспом. сырья	18	43,7	25	1093	25	1093
106	Помещение приготовления гранулята	18	279,3	20	5586	20	5586
108	Помещение пром.хранения полупродукта	18	85,5	20	1710	20	1710
109	Помещение капсулирования	18	128,3	25	3206	25	3206
110	Помещение пром.хранения полупродукта	18	85,5	20	1710	20	1710
111	Помещение таблетирования	18	175,8	20	3515	20	3515
112	Помещение таблетирования	18	178,6	20	3572	20	3572
113	Помещение нанесения покрытия	18	111,2	20	2223	20	2223
114	Помещение подготовки тары	18	69,4	20	1387	20	1387
115	Помещение подготовки инвентаря	18	14,3	18	257	18	257
116	Помещение подготовки БИНов	18	90,7	20	1815	20	1815
117	Помещение промежуточной хранения тары	18	74,1	20	1482	20	1482
118	Помещение измерений	18	48,9	20	979	20	979
119	Помещение подготовки оснастки	18	18,3	20	366	20	366
120	Помещение пром.хранения материалов	18	51,2	20	1023	20	1023
121	Помещение фасовки	18	255,6	20	5111	20	5111
122	Помещение пром.хранения материалов	18	20,4	20	409	20	409
123	Помещение подготовки оснастки-2	18	19,0	20	380	20	380
124	Помещение упаковки	18	311,1	20	6223	20	6223
125	Помещение подготовки оснастки упаковки	18	9,5	10	95	10	95
126	Помещение подготовки инвентаря	18	10,7	10	107	10	107
151	Склад СИУМ	18	403,8	10	4038	10	4038
152	Склад СИУМ	18	439,4	10	4394	10	4394
153	Склад тары	18	449,8	10	4498	10	4498
154	Склад ГП	18	513,5	10	5135	10	5135
155	Технологический проход	18	695,0	10	6950	10	6950
156	Технологический проход	18	895,0	10	8950	10	8950

Продолжение таблицы 14

№	Наименование помещения	тв, °С	Объем помещения, V, м ³	Приток		Вытяжка	
				к, ч ⁻¹	L, м ³ /ч	к, ч ⁻¹	L, м ³ /ч
157	Технологический проход	18	874,0	10	8740	10	8740
158	Резервная зона	18	16762,8	1	16763	1	16763
159	Холл	18	230,9	по расчету	0	через смежные помещения	
160	Подсобное помещение	18	52,7	10	527	10	527
161	Холл	18	281,7	по расчету	0	через смежные помещения	
162	Подсобное помещение	18	40,9	10	409	10	409
Баланс по 1 этажу					117234		117234
2 этаж							
256	Хим-биологическая лаборатория	18	2764,8	20	55296	20	55296
257	Коридор	18	1584,0	по расчету	2384	через смежные помещения	
260	Тех.помещение-резерв	18	100,8	2	201,6	3	302
262	Чиллерная	4	347,4	через смежные помещения		3	1042
263	Помещение сменного оборудования	18	345,6	2	691,2	3	1037
264	Хранение фильтров	18	324,0	2	648	3	972
265	Изготовление фильтров	18	101,5	2	203,04	3	305
266	Архив сырья ОКК	18	113,4	2	226,8	3	340
267	Архив ГП ОКК	18	357,5	2	714,96	3	1072
268	Архив технической документации	18	395,6	2	791,28	3	1187
269	Архив документации	18	208,1	2	416,16	1	208
270	Слесарка	18	149,8	2	299,52	3	449
271	Слесарка СКИВ	18	105,1	2	210,24	3	315
272	Инструментальная мастерская	18	127,8	2	255,6	3	383
275	Стабильность	18	194,4	2	388,8	3	583
276	Хранение оборудования АСУ ТП	18	291,2	2	582,48	3	874
277	АСУ ТП	18	88,2	2	176,4	3	150
278	Водоподготовка	18	193,6	2	387,144	3	150
279	Служебное помещение	20	1738,8	1	1738,8	1	150
280	Служебное помещение	20	86,4	1	86,4	1	150
281	Служебное помещение	20	83,5	1	83,52	1	150
282	Коридор	18	862,9	по расчету	1437	через смежные помещения	
283	Сан.пропускник Ж (производство)	18	679,3	через смежные помещения		1	679,32
284	СУ Ж	18	723,6	через смежные помещения		50 м ³ на 1 унитаз	100
285	СУ Ж	18	44,6	через смежные помещения		51 м ³ на 1 унитаз	100
286	Помещение уборочного инвентаря	18	18,7	4	74,88	6	112,32
287	Помещение прачечной	18	1050,0	10	10500	13	13650
288	СУ М	18	43,2	через смежные помещения		50 м ³ на 1	110

					унитаз	
--	--	--	--	--	--------	--

Продолжение таблицы 14

№	Наименование помещения	tв, °С	Объем помещения, V, м ³	Приток		Вытяжка	
				к, ч ⁻¹	L, м ³ /ч	к, ч ⁻¹	L, м ³ /ч
289	СУ М	18	57,6	через смежные помещения		51 м ³ на 1 унитаз	110
290	Сан.пропускник М (производство)	18	637,2	через смежные помещения		1	637,2
291	Серверная	20	63,6	2	127,152	3	190,728
292	Гардероб	18	142,4	через смежные помещения		2	284,76
296	Коридор чистый	18	439,2	10	4392	10	4392
297	Склад	18	140,4	10	1404	10	1404
298	Сан.пропускник М (производство)	18	140,4	через смежные помещения		1	140,4
299	Помещение уборочного инвентаря	18	25,9	4	103,68	6	155,52
2100	Сан.пропускник Ж (производство)	18	178,9	через смежные помещения		1	179
2101	Комната приема пищи	20	154,8	2	309,6	3	464
2102	Коридор	18	184,7	по расчету	184	через смежные помещения	
2103	Помещение прачечной	18	283,0	10	2829,6	13	3678,48
2104	Кабинет	18	86,4	2	172,8	3	259,2
2106	Коридор	18	112,9	по расчету	519,3	через смежные помещения	
Л01	Кабинет зав.лабораторией	22	42,4	2	84,816	3	127,224
Л02	Инженерная	22	80,3	2	160,56	3	240,84
Л03	Кабинет хим.лаборатории	18	82,1	4	328,32	2	164,16
Л04	Кабинет проверки ГП	18	105,5	20	2109,6	20	2109,6
Л05	Кабинет проверки сырья	18	104,8	20	2095,2	20	2095,2
Л06	Стерильные порошки и лиофелизаты	18	144,4	25	3609	25	110
Л07	Помещение хроматографии	18	141,5	20	2829,6	20	2829,6
Л08	Средаварочная	18	48,2	20	964,8	20	964,8
Л09	Шлюз класс С	18	10,8	20	216	20	216
Л10	Бокс класс С	18	24,5	20	489,6	20	489,6
Л11	Стерилизация	18	56,2	4	225	2	112,32
Л12	Моечная	18	76,7	6	460,08	10	766,8
Л13	Автоклавная	18	66,6	4	266,4	2	133,2
Л14	Бокс класс D	18	36,7	10	367,2	10	367,2
Л15	Бокс класс D	18	41,8	10	417,6	10	417,6
Л16	Шлюз класс D	18	11,9	10	118,8	10	118,8
Л17	Шлюз класс D	18	13,7	10	136,8	10	136,8
Л18	Холл	18	36,4	по расчету	181,8	через смежные помещения	
Л19	Бактериальные эндоксины	18	45,7	20	914,4	20	914,4
Л20	Коридор	18	90,0	по расчету	450	через смежные помещения	
Л21	Комната приема проб	18	41,8	4	167,04	2	83,52
Л22	Термостатная	18	105,8	4	423,36	2	211,68
Л23	Холл	18	44,6	по расчету	223,2	через смежные помещения	
Л24	Бокс класс С	18	55,4	20	1108,8	20	1108,8
Л25	Бокс класс В	18	55,4	30	1663,2	30	1663,2

Продолжение таблицы 14

№	Наименование помещения	tв, °С	Объем помещения, V, м ³	Приток		Вытяжка	
				к, ч ⁻¹	L, м ³ /ч	к, ч ⁻¹	L, м ³ /ч
Л26	Шлюз класс D	18	25,2	10		252	10
Л27	Шлюз класс C	18	24,1	20		482,4	20
Л28	Сан.пропускник персонала	18	46,4	через смежные помещения		1	46,44
Л30	Холодильная	4	61,2	через смежные помещения		3	183,6
Л31	Помещение хранения питательных сред	18	59,4	20	1188	20	1188
Л32	Помещение расходных материалов	18	63,7	20	1274,4	20	1274,4
Л33	Коридор	18	79,9	по расчету	146	через смежные помещения	
Л34	Помещение хранения прекурсаров	18	22,3	20	446,4	20	446,4
Л35	Помещение хранения хим.реактивов	18	61,9	20	1238,4	20	1238,4
Л36	Помещение хранения ЛВЖ	18	36,0	20	720	20	720
Л37	Препараторская	18	47,5	20	950,4	20	950,4
Л38	Помещения высушивания и сжигания	18	77,8	20	1555,2	20	1555,2
Л39	Помещение хранения инвентаря	18	34,2	4	136,8	6	205,2
Л40	Помещение приготовления dez.растворов	18	21,2	4	84,96	2	42,48
Л41	Моечная хим.лабораторий	18	82,1	6	492,48	10	820,8
Л42	Комната для персонала	22	73,1	1	73,08	1	73,08
Л43	Помещение уборочного инвентаря	18	16,6	4	66,24	6	99,36
Л44	Сан.пропускник персонала	18	51,8	через смежные помещения		1	51,84
Л45	СУ персонала	18	28,4	через смежные помещения		50 м ³ на 1 унитаз	100
Л46	Раздевалка персонала	22	68,8	через смежные помещения		3	206,28
Л47	Помещение приема проб	18	47,2	2	94,32	3	141,48
Л48	Коридор	18	174,6	по расчету	175	через смежные помещения	
Баланс по 2 этажу					117223		117223

4.2.2 Аэродинамический расчет систем вентиляции

Аэродинамический расчет систем вентиляции произведен по методике, представленной в [30].

Таблица 15 –Аэродинамический расчет систем вентиляции П1В1, П2В2

№ участ ка	L, м ³ /ч	Воздуховоды					R, Па/м	R* L, Па	Σε	Рд, Па	Z, Па	RL+ Z	ΣRL +Z
		l, м		d, мм	F, м ²	V, м/с							
П1													
4АП Р	554				0,06	2,23			1,5	2,99	4,48	4,48	
1	554	2	180x180	160	0,02	6,66	0,34	0,67	0,40	26,63	10,65	11,33	15,81
2	1036	1,2	250x250	225	0,04	7,24	0,26	0,32	0,50	31,46	15,73	16,05	31,86
3	1591	3,8	280x280	280	0,06	7,18	0,20	0,76	1,00	30,94	30,94	31,70	63,56
4	2556	2,5	380x350	315	0,08	9,12	0,27	0,67	0,00	49,85	0,00	0,67	64,23
5	2781	3,2	400x400	355	0,10	7,81	0,17	0,55	0,00	36,58	0,00	0,55	64,78
6	3241	3	450x450	400	0,13	7,17	0,13	0,38	0,50	30,83	15,41	15,79	80,57
7	5041	2	500x550	500	0,20	7,14	0,10	0,21	0,00	30,55	0,00	0,21	80,78
8	5307	2,4	500x550	500	0,20	7,51	0,11	0,26	0,00	33,86	0,00	0,26	81,04
9	7060	1,9	500x550	500	0,20	9,99	0,19	0,36	1,2	59,92	71,90	72,26	153,33
10	9278	3,5	700x700	630	0,31	8,27	0,11	0,37	0,00	41,05	0,00	0,37	153,66
11	10242	5,3	700x700	630	0,31	9,13	0,11	0,60	0,50	50,03	25,01	25,62	179,22
12	10502	2,8	700x880	710	0,40	7,37	0,07	0,19	0,35	32,61	11,41	11,60	190,88
13	12004	1,7	700x880	710	0,40	8,43	0,09	0,15	0,20	42,60	8,52	8,67	199,55
14	13365	2,4	700x880	710	0,40	9,38	0,11	0,26	0,40	52,81	21,12	21,38	220,99
15	13624	40	700x880	710	0,40	9,56	0,11	4,45	0,40	54,88	21,95	26,40	247,33
Участок													
4АП Р	448				0,06	2,56			1,50	3,95	5,92	5,92	
16	448	1,5	250x250	225	0,04	3,87	0,07	0,11	1,05	9,00	9,45	9,56	15,48
невязка (15,81-15,48)/15,81·100% =2%													
4АП Р	555				0,06	2,57			1,50	3,96	5,94	5,94	
17	555	1,5	280x280	280	0,06	2,50	0,26	0,40	0,85	3,76	3,20	3,60	9,54
невязка (31,86-9,54)/31,86·100% =70%, ε=6,0 d=164x164													
4АП Р	483				0,06	2,24			1,50	3,00	4,50	4,50	
18	483	5,5	280x280	250	0,05	2,73	0,04	0,22	0,50	4,49	2,24	2,46	6,96
19	965	1,8	280x280	250	0,05	5,46	0,14		0,00	17,91	0,00	0,00	6,96

Продолжение таблицы 15

№ участка	L, мЗ/ч	Воздуховоды					R, Па/м	R* L, Па	Σε	Рд, Па	Z, Па	RL+ Z	ΣRL +Z
		l, м		d, мм	F, м2	V, м/с							
невязка (63,36-2,46)/63,36·100% =89%, ε=3,1, d=180x180													
4АП Р	113				0,06	0,52			1,50	0,16	0,02	0,02	
20	113	3	100x100	100	0,01	4,00	0,01	0,03	0,00	9,59	0,00	0,03	0,05
21	225	3	100x100	100	0,01	7,96	0,01	0,03	0,30	38,03	11,41	11,44	11,47
невязка (64,23-11,47)/64,23 ·100% =82%, ε=1,4 d=76x126													
4АП Р	230				0,06	1,06			1,50	0,68	0,02	0,02	
22	230	3	180x180	160	0,02	3,18	0,41	1,23	0,40	6,06	2,43	3,65	3,67
23	460	2	200x200	180	0,03	5,02	0,27	0,54	3,40	15,14	51,49	52,03	55,69
невязка (64,78-55,59)/64,78·100% =14%													
4АП Р	137				0,06	0,63			1,50	0,24	0,36	0,36	
24	137	3,8	180x180	160	0,02	1,89	0,11	0,42	0,80	2,15	1,72	2,14	2,51
25	969	0,4	280x280	250	0,05	5,49	0,00	0,00	2,50	18,06	45,15	45,15	47,29
26	1800	1	280x280	280	0,06	8,12	0,00	0,00	0,80	39,60	31,68	31,68	76,83
невязка (80,57-76,83)/80,57 ·100% =5%													
4АП Р	133		100x100	100	0,06	0,62			1,50	0,23	0,34	0,34	
27	133	3	100x100	100	0,01	4,71	0,00	0,00	0,00	13,29	0,00	0,00	0,34
28	266	2	180x180	160	0,02	3,68	0,21	0,42	3,40	8,11	3,22	3,64	3,98
невязка (80,78-3,98)/80,78·100% =96%, ε=9,5 d=90x90													
4АП Р	370				0,06	1,71			1,50	1,76	2,64	2,64	
29	370	2,7	180x180	160	0,02	5,11	0,21	0,56	0,40	15,69	3,22	3,78	6,43
30	740	1,7	200x200	180	0,03	8,08	0,42	0,71	0,00	39,19	0,00	0,71	7,14
31	1109	1,7	250x250	225	0,04	7,75	0,26	0,44	0,65	36,05	23,43	23,88	31,01
32	1350	1,2	280x280	250	0,05	7,64	0,20	0,24	0,50	35,05	17,53	17,76	48,78
33	1591	1,5	280x280	280	0,06	7,18	0,20	0,30	0,50	30,94	15,47	15,77	64,55
34	1753	1,7	280x280	280	0,06	7,91		0,00	0,40	37,56	15,02	15,02	79,57
невязка (81,04-79,57)/81,04·100% =2%													
4АП Р	555				0,06	2,57	0,00		1,50	3,96	5,94	5,94	
35	555	3,7	250x250	225	0,04	3,88	0,07	0,25	0,44	9,03	3,97	4,22	10,16
36	1109	1,7	250x250	225	0,04	7,75	0,41	0,70	1,40	36,05	50,47	51,17	61,34
37	1663	0,7	280x280	280	0,06	7,51	0,27	0,19	0,80	33,80	27,04	27,23	88,57

Продолжение таблицы 15

№ участка	L, м ³ /ч	Воздуховоды					R, Па/м	R* L, Па	Σε	Pд, Па	Z, Па	RL+ Z	ΣRL +Z
		l, м		d, мм	F, м ²	V, м/с							
38	2218	2	380x350	315	0,08	7,91	9,98	19,97	0,60	37,54	22,52	42,49	131,0
невязка (153,3-131,0)/153,3·100% =14%													
4АПР	241				0,06	1,12			1,50	0,75	1,12	1,12	
39	241	2,4	180x180	160	0,02	3,33	0,09	0,22	0,80	6,66	5,33	5,55	6,67
40	482	1,2	180x180	160	0,02	6,66	0,34	0,40	1,50	26,63	39,95	40,35	47,02
41	964	2,7	250x250	225	0,04	6,74	0,23	0,62	1,00	27,24	27,24	27,86	74,88
невязка (153,6-74,88)/153,6·100% =69%, ε=4,0, d=168x218													
	260				0,06	1,20			1,50	27,87	41,81	41,81	
42	260	1	180x180	160	0,02	3,59	0,11	0,11	0,25	7,75	1,94	2,04	43,85
невязка (179,2-43,85)/179,2·100% =75%, ε=17,5, d=84x84													
4АПР	914				0,06	4,23			1,50	10,74	16,11	16,11	
43	914	3	250x250	225	0,04	6,39	0,18	0,55	0,22	24,49	5,39	5,94	22,05
44	1081	2,1	250x250	225	0,04	7,56	0,29	0,60	0,90	34,26	30,83	31,43	37,37
45	1505	2,8	280x280	250	0,05	8,52	0,31	0,87	2,50	43,56	108,9	109,7	141,2
невязка (190,8-141,2)/190,8·100% =26%, ε=1,1 d=205x205													
4АПР	370				0,06	1,71			1,50	1,76	2,64	2,64	
46	370	3,2	200x200	180	0,03	4,04	0,12	0,39	0,40	9,80	3,92	4,31	6,95
47	739	0,5	250x250	225	0,04	5,17	0,15	0,07	0,90	16,01	14,41	14,48	18,79
48	1109	1,7	280x280	250	0,05	6,28	0,18	0,30	0,80	23,65	18,92	19,22	33,71
49	1361	3,6	280x280	250	0,05	7,71	0,26	0,94	1,00	35,63	35,63	36,57	55,79
невязка (199,5-55,79)/199,5·100% =72%, ε=17,5, d=139x139													
4АПР	259				0,06	1,20			1,50	0,86	1,29	1,29	
50	259	1	180x180	160	0,02	3,58	0,11	0,11	1,00	7,69	7,69	7,80	9,09
невязка (199,5-9,09)/199,5·100% =96%, ε=4,0 d=95x195													
4АПР	482				0,06	2,23			1,50	2,99	4,48	4,48	
51	482	1	280x280	250	0,05	2,73	0,11	0,11	0,30	4,47	1,34	1,45	5,93
невязка (6,96-5,93)/6,96·100% =13%													
4АПР	112				0,06	0,52			1,50	0,16	0,24	0,24	
52	112	1	100x100	100	0,01	3,96	0,07	0,07	0,65	9,42	6,13	6,19	6,44
невязка (11,47-6,44)/11,47·100% =44%, ε=0,5, d=86x136													

Продолжение таблицы 15

№ участка	L, мЗ/ч	Воздуховоды					R, Па/м	R* L, Па	Σε	Рд, Па	Z, Па	RL+ Z	ΣRL +Z
		l, м		d, мм	F, м2	V, м/с							
4АП Р	230				0,06	1,06			1,50	0,68	1,02	1,02	
53	230	1	180x180	160	0,02	3,18	0,00	0,00	1,50	6,06	9,10	9,10	10,12
невязка (55,69-10,12)/55,69·100% =82%, ε=7,5, d=182x82													
4АП Р	133				0,06	0,62			1,50	0,23	0,34	0,34	
54	133	1	180x180	160	0,02	1,84	0,23	0,23	1,50	2,03	3,04	3,27	3,61
невязка (3,98-3,61)/3,98·100% =9%													
4АП Р	554				0,06	2,56			1,50	3,95	5,92	5,92	
55	554	1,8	250x250	225	0,04	3,87	0,11	0,19	1,50	9,00	13,50	13,69	19,61
невязка (61,34-19,61)/61,34·100% =68%, ε=4,6, d=171x171													
4АП Р	554				0,06	2,56			1,50	3,95	6,32	6,32	
56	554	1,8	250x250	225	0,04	3,87	0,29	0,52	4,00	9,00	35,99	36,50	42,82
невязка (88,57-42,82)/88,57·100% =51%, ε=5,1, d=169x169													
4АП Р	555				0,06	2,57			1,50	3,96	5,94	5,94	
57	555	1,2	250x250	225	0,04	3,88	0,12	0,15	3,40	9,03	30,70	30,85	36,79
невязка (131-36,79)/131·100% =72%, ε=10,4, d=149x149													
4АП Р	241				0,06	1,12			1,50	0,75	1,12	1,12	
58	241	1,7	180x180	160	0,02	3,33	0,09	0,16	1,50	6,66	9,99	10,15	11,27
невязка (47,02-11,27)/47,02·100% =76%, ε=5,3, d=188x88													
4АП Р	832				0,06	3,85			1,50	8,90	13,35	13,35	
59	832	1,7	250x250	225	0,04	5,82	0,18	0,30	1,00	20,29	20,29	20,60	33,95
невязка (47,29-33,95)/47,29·100% =28%, ε=0,65, d=214x214													
4АП Р	831				0,06	3,85			1,50	8,88	13,32	13,32	
60	831	2,7	280x280	250	0,05	4,70	0,11	0,29	2,00	13,28	26,56	26,86	40,18
невязка (76,83-40,18)/76,83·100% =47%, ε=2,75, d=184x184													
4АП Р	370				0,06	1,71			1,50	1,76	2,64	2,64	
61	370	1,8	200x200	180	0,03	4,04	0,06	0,11	0,35	9,80	3,43	3,54	6,18
невязка (7,14-6,18)/7,14·100% =12%													
4АП Р	369				0,06	1,71			1,50	1,75	2,63	2,63	
62	369	1,7	200x200	180	0,03	4,03	0,12	0,21	0,35	9,74	3,41	3,62	6,24

Продолжение таблицы 15

№ участ ка	L, мЗ/ч	Воздуховоды					R, Па/м	R* L, Па	Σε	Рд, Па	Z, Па	RL+ Z	ΣRL +Z
		l, м		d, мм	F, м2	V, м/с							
невязка (31,01-6,24)/31,01·100% =79%, ε=2,5, d=102x202													
4АП Р	161				0,06	0,75			1,50	0,33	0,50	0,50	
63	161	1,7	100x100	100	0,01	5,70	0,45	0,76	0,00	19,47	0,00	0,76	1,26
невязка (48,78-1,26)/ 48,78·100% =96%, ε=2,5, d=169x119													
4АП Р	160				0,06	0,74			1,50	0,33	0,49	0,49	
64	160	1,7	100x100	100	0,01	5,66	0,44	0,75	0,00	19,23	0,00	0,75	1,25
невязка (64,55-1,25)/ 64,55·100% =98%, ε=2,5, d=169x119													
4АП Р	162				0,06	0,75			1,50	0,34	0,51	0,51	
65	162	1,7	100x100	100	0,01	5,73	0,45	0,77	0,55	19,72	10,8 4	11,6 1	12,1 2
невязка (79,57-12,12)/ 79,57·100% =73%, ε=4,8, d=61x111													
4АП Р	369				0,06	1,71			1,50	1,75	2,63	2,63	
66	369	1,7	200x200	180	0,03	4,03	0,12	0,21	1,50	9,74	14,6 2	14,8 2	17,4 5
невязка (18,79-17,45)/ 18,79·100% =8%													
4АП Р	370				0,06	1,71			1,50	1,76	2,64	2,64	
67	370	3,3	200x200	180	0,03	4,04	0,12	0,40	2,80	9,80	27,4 3	27,8 3	30,4 8
невязка (33,71-30,48)/ 33,71·100% =9%													
4АП Р	252				0,06	1,17			1,50	0,82	1,23	1,23	
68	252	4,2	180x180	160	0,02	3,48	0,10	0,42	4,20	7,28	30,5 8	30,9 9	32,2 2
невязка (55,79-32,22)/ 55,79·100% =42%, ε=3,2, d=98x198													
4АП Р	167				0,06	0,77			1,50	0,36	0,54	0,54	
69	167	3,4	100x200	140	0,02	3,02	0,42	1,44	3,40	5,45	18,5 4	19,9 8	20,5 2
невязка (37,37-20,52)/ 37,37·100% =45%, ε=3,0, d=109x109													
4АП Р	141				0,06	0,65			1,50	0,26	0,38	0,38	
73	141	6,2	100x200	140	0,02	2,55	0,15	0,96	0,55	3,89	2,14	3,10	3,48
невязка (23,89-3,48)/ 23,89·100% =89%, ε=5,3, d=100x100													
4АП Р	142				0,06	0,66			1,50	0,26	0,39	0,39	
74	142	1,7	100x100	100	0,01	5,02	0,37	0,63	1,50	15,15	22,7 2	23,3 6	23,7 5
невязка (141,21-23,75)/ 141,21·100% =83%, ε=7,8, d=55x105													
4АП Р	141				0,06	0,65			1,50	0,26	0,38	0,38	
70	141	3	100x100	100	0,01	4,99	0,37	1,11	1,50	14,94	22,4 0	23,5 1	23,8 9
71	282	2,4	180x180	160	0,02	3,90	0,15	0,35	1,50	9,12	13,6 7	14,0 3	37,5 4
72	424	2,3	200x200	180	0,03	4,63	0,15	0,34	1,50	12,87	19,3 0	19,6 4	33,6 7

Продолжение таблицы 15

№ участка	L, мЗ/ч	Воздуховоды					R, Па/м	R* L, Па	Σε	Рд, Па	Z, Па	RL+ Z	ΣRL +Z
		l, м		d, мм	F, м2	V, м/с							
невязка (37,37-33,67)/ 37,37·100% =9%													
B1													
1	137	9,5	100x100	100	0,008	4,85	0,34	3,22	1,80	14,1	25,38	28,60	
2	1246	2,4	280x280	250	0,049	7,05	0,22	0,54	0,55	29,8	16,42	16,96	45,56
3	1302	2,8	280x280	250	0,049	7,37	0,24	0,68	0,10	32,6	3,26	3,94	49,50
4	1358	3,8	280x280	250	0,049	7,69	0,26	0,99	0,00	35,4	0,00	0,99	50,49
5	2260	5,2	380x350	315	0,078	8,06	0,21	1,11	0,35	38,9	13,64	14,75	65,24
6	2630	3,7	400x400	355	0,099	7,38	0,16	0,57	1,29	32,7	42,21	42,78	108,00
7	3675	16	500x500	450	0,159	6,42	0,09	1,41	1,56	24,7	38,60	40,02	148,00
8	4131	2,8	500x500	450	0,159	7,22	0,11	0,32	0,00	31,2	0,00	0,32	148,33
9	4588	2,5	500x500	450	0,159	8,02	0,14	0,35	0,30	38,5	11,57	11,92	160,22
10	4694	3,8	500x550	500	0,196	6,64	0,07	0,28	0,00	26,4	0,00	0,28	160,55
11	4884	3,1	500x550	500	0,196	6,91	0,08	0,24	0,15	28,6	4,30	4,54	165,11
12	5368	2,5	500x550	500	0,196	7,60	0,11	0,28	0	34,6	15,59	15,87	180,99
13	6476	3,3	600x600	560	0,246	7,31	0,10	0,32	0,80	32,0	25,63	25,95	206,99
14	9895	2,3	600x600	560	0,246	11,1	0,20	0,45	0,96	74,8	71,81	72,26	279,11
ОТВЕТВЛЕНИЯ													
15	1109	10,6	280x280	250	0,049	6,28	0,11	1,18	0,50	23,6	11,83	13,01	13,01
невязка (49,5-13,01)/ 49,5·100% =71%, ε=1,4, d=196x246													
16	56	5,7	100x100	100	0,008	1,98	0,07	0,39	1,20	2,36	2,83	3,22	3,22
невязка (50,49-3,22)/ 50,49·100% =96%, ε=20, d=48x98													
17	56	5,7	100x100	100	0,008	1,98	0,07	0,39	0,40	2,36	0,94	1,34	1,34
невязка (65,24-1,34)/ 65,24·100% =97%, ε=21, d=48x98													
18	385	5	200x200	200	0,031	3,41	0,07	0,34	0,60	6,96	4,18	4,52	4,52
19	769	4	200x200	200	0,031	6,80	0,27	1,07	0,60	27,77	16,66	17,73	17,73
20	902	5	280x280	280	0,062	4,07	0,07	0,36	0,60	9,94	5,97	6,32	24,06
невязка (108-24,06)/ 108·100% =78%, ε=8,4, d=146x196													
21	384	4	200x200	180	0,025	4,19	0,13	0,51	1,60	10,55	16,88	17,40	17,40
невязка (17,73-17,4)/ 17,73·100% =2%													
22	370	7,2	200x200	180	0,025	4,04	0,12	0,88	0,25	9,80	2,45	3,33	3,33
невязка (148,-3,33)/ 148·100% =99%, ε=11, d=147x147													
23	370	4,5	200x200	180	0,025	4,04	0,12	0,55	2,00	9,80	19,60	20,14	20,14

Продолжение таблицы 15

№ участ ка	L, мЗ/ч	Воздуховоды					R, Па/м	R* L, Па	Σε	Рд, Па	Z, Па	RL+ Z	ΣRL +Z
		l, м		d, мм	F, м2	V, м/с							
24	739	2,7	250x250	225	0,040	5,17	0,15	0,40	0,70	16,01	11,2 1	11,6 0	11,6 0
25	1599	0,3	200x150	315	0,078	5,70	0,12	0,04	0,60	19,51	11,7 1	11,7 4	11,7 4
невязка (148,3-11,74)/ 148,3·100% =92%, ε=7,6, d=135x285													
26	457	5,8	300x400	200	0,031	4,04	0,12	0,71	0,16	9,81	1,57	2,27	2,27
невязка (160,2-2,27)/ 160,2·100% =99%, ε=16,1, d=69x169													
27	2095	2,4	400x400	355	0,099	5,88	0,10	0,23	0,50	20,76	10,3 8	10,6 2	10,6 2
невязка (160,5-10,62)/ 160,5·100% =96%, ε=7,4, d=116x266													
28	106	2,2	100x100	100	0,008	3,75	0,22	0,47	0,20	8,44	1,69	2,16	2,16
невязка (165,1-2,16)/ 165,1·100% =97%, ε=24,4, d=48x98													
29	106	4,7	100x100	100	0,008	3,75	0,22	1,01	0,12	8,44	1,01	2,02	2,02
30	190	5,5	100x100	100	0,008	6,72	0,57	3,12	0,50	27,12	13,5 6	16,6 8	16,6 8
невязка (180,9-16,68)/ 180,9·100% =96%, ε=5,5, d=60x100													
31	484	5	200x200	180	0,025	5,29	0,19	0,96	0,23	16,77	3,86	4,82	4,82
невязка (206,9-4,82)/206,9·100% =98%, ε=11, d=74x174													
32	277	4,5	180x180	160	0,020	3,83	0,13	0,57	0,46	8,80	4,05	4,61	4,61
33	555	1	200x200	180	0,025	6,06	0,24	0,24	0,40	22,04	8,82	13,6 8	13,6 8
34	832	0,8	250x250	225	0,040	5,82	0,18	0,14	0,30	20,29	6,09	19,9 1	19,9 1
35	1109	4,8	280x280	280	0,062	5,01	0,10	0,48	0,20	15,03	3,01	23,4 0	23,4 0
невязка (279,1-23,4)/279,1·100% =95%, ε=12,2, d=134x184													
36	555	5,5	200x150	200	0,031	4,91	0,16	0,86	0,00	14,46	0,00	0,86	0,86
37	2217	3,5	200x150	315	0,078	7,91	0,19	0,65	0,60	37,51	22,5 0	23,1 6	24,0 2
38	2382	1,7	400x400	355	0,099	6,69	0,12	0,20	0,50	26,84	13,4 2	13,6 2	37,6 4
39	2936	1,7	200x150	400	0,126	6,49	0,09	0,16	-0,35	25,30	8,85	9,02	46,6 5
40	3419	3,5	100x100	400	0,126	7,56	0,10	0,36	0,20	34,31	6,86	7,22	53,8 7
невязка (279,1-53,87)/279,1·100% =83%, ε=6,6, d=256x256													
41	113	5,2	100x100	100	0,008	4,00	0,24	1,25	0,60	9,59	5,76	7,00	7,00
невязка (24,06-7)/24,06·100% =71%, ε=5,31, d=60x100													
42	369	5,2	200x200	180	0,025	4,03	0,12	0,63	0,25	9,74	2,44	3,07	3,07
невязка (11,6-3,07)/11,6·100% =74%, ε=0,9, d=120x220													
43	490	4	200x200	180	0,025	5,35	0,19	0,76	0,55	17,18	9,45	10,2 2	10,2 2
невязка (11,74-10,22)/11,74·100% =9%													
44	84	4	100x100	100	0,008	2,97	0,08	0,31	0,60	5,30	3,18	3,49	3,49
невязка (16,68-3,49)/16,68·100% =79%, ε=2,5, d=69x100													
45	278	4	180x180	160	0,020	3,84	0,13	0,54	0,85	8,86	7,53	8,07	8,07
невязка (13,68-8,07)/13,68·100% =41%, ε=0,6, d=125x180													
46	277	4	180x180	160	0,020	3,83	0,13	0,51	0,60	8,80	5,28	5,78	5,78
невязка (19,91-5,78)/19,91·100% =71%, ε=3,6, d=97x197													
47	277	4	180x180	160	0,020	3,83	0,13	0,51	0,30	8,80	2,64	3,14	3,14
невязка (23,4-3,14)/23,4·100% =87%, ε=3,9, d=95x180													

Продолжение таблицы 15

№ участ ка	L, м3/ч	Воздуховоды					R, Па/м	R* L, Па	Σε	Рд, Па	Z, Па	RL+ Z	ΣRL +Z
		l, м		d, мм	F, м2	V, м/с							
48	1662	4,5	380x350	315	0,078	5,93	0,12	0,53	0,60	21,08	12,65	13,17	13,17
невязка (24,02-13,17)/24,02·100% =45%, ε=0,5, d=218x268													
49	45	5,3	100x100	100	0,008	1,59	0,05	0,26	0,60	1,52	0,91	1,18	1,18
50	165	2,3	100x100	100	0,008	5,84	0,47	1,08	0,60	20,45	12,27	13,35	13,35
невязка (37,64-13,35)/37,64·100% =65%, ε=16, d=48x98													
51	554	4,5	250x250	225	0,040	3,87	0,08	0,38	0,85	9,00	7,65	8,03	8,03
невязка (46,65-8,03)/46,65·100% =81%, ε=4,3, d=164x214													
52	483	4,5	200x200	180	0,025	5,28	0,16	0,70	0,35	16,70	5,84	6,55	6,55
невязка (53,87-6,55)/53,87·100% =88%, ε=2,8, d=100x200													
53	120	4	100x100	100	0,008	4,25	0,27	1,08	0,85	10,82	9,20	10,27	10,27
невязка (13,35-10,27)/13,35·100% =24%, ε=0,3, d=89x100													
№ участ ка	L, м3/ч	Воздуховоды					R, Па/ м	R* L, Па	Σε	Рд, Па	Z, Па	RL+Z	ΣRL+ Z
		l, м		d, мм	F, м2	V, м/с							
1	2	3		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Приток П2													
магистраль													
4АП Р	161				0,06	0,75			1,50	0,33	0,50	0,50	
1	161	3,5	100x100	100	0,01	5,70	0,44	1,55	0,00	19,47	0,00	1,55	2,05
2	286	3,2	100x200	140	0,02	5,16	0,25	0,79	0,00	16,00	0,00	0,79	2,84
3	340	4,5	100x200	140	0,02	6,14	0,33	1,50	0,48	22,61	10,85	12,35	15,19
4	668	3,7	200x200	180	0,03	7,30	0,13	0,48	0,30	31,94	9,58	10,06	25,26
5	2776	0,8	400x400	355	0,10	7,79	0,27	0,21	0,35	36,45	12,76	12,97	38,23
6	4873	3,4	500x550	500	0,20	6,90	0,16	0,53	0,00	28,54	0,00	0,53	38,76
7	5366	0,8	500x550	500	0,20	7,60	0,08	0,07	1,15	34,61	39,80	39,87	78,63
8	7461	3,7	700x700	630	0,31	6,65	0,10	0,38	1,55	26,55	41,15	41,53	120,16
9	11070	1	700x880	630	0,31	9,87	0,18	0,18	0,40	58,44	23,38	23,55	143,72
10	21271	6,1	900x1025	900	0,64	9,29	0,09	0,52	0,00	51,81	0,00	0,52	144,24
11	21493	7,5	900x1026	900	0,64	9,39	0,09	0,66	0,00	52,90	0,00	0,66	144,90
участок													
4АП Р	1188				0,06	5,50			1,50	18,15	27,23	27,23	
12	1188	6	380x350	315	0,08	4,24	0,07	0,45	0,35	10,77	3,77	4,22	31,44
13	2463	4,2	400x400	355	0,10	6,92	0,10	0,42	0,20	28,70	5,74	6,16	37,60
14	4146	2,8	450x600	500	0,20	5,87	0,07	0,19	0,40	20,66	8,27	8,45	46,06
15	6976	1	600x600	560	0,25	7,87	0,09	0,09	0,00	37,18	0,00	0,09	46,14
16	8646	2,5	700x700	630	0,31	7,71	0,06	0,16	0,00	35,65	0,00	0,16	46,30
17	10201	1,6	700x880	710	0,40	7,16	0,06	0,10	0,00	30,77	0,00	0,10	46,40
невязка (143,72-46,4)/143,72·100% =64%, ε=3,16, d=328x628													
Участок													
4АП Р	137				0,06	0,63			1,50	0,24	0,36	0,36	
34	137	2,6	100x100	100	0,01	4,85	0,35	0,91		14,10	0,00	0,91	1,27

Продолжение таблицы 15

№ участ ка	L, м ³ /ч	Воздуховоды					R, Па/м	R* L, Па	Σε	Pд, Па	Z, Па	RL+ Z	ΣRL +Z
		l, м		d, мм	F, м ²	V, м/с							
35	222	3	100x100	100	0,01	7,86	0,79	2,37	0,05	37,03	1,85	4,22	5,50
невязка (144,72-5,5)/144,72·100% =96%, ε=3,7, d=65x100													
Ответвления													
4АП Р	85				0,06	0,39			1,50	0,09	0,14	0,14	
18	85	3,2	100x100	100	0,01	3,01	0,25	0,79	0,15	5,43	0,81	1,60	1,74
невязка (2,05-1,74)/2,05·100% =15%													
4АП Р	94				0,06	0,44			1,50	0,11	0,17	0,17	
19	94	3,5	100x100	100	0,01	3,33	0,18	0,62	0,30	6,64	1,99	2,61	2,78
невязка (2,84-2,78)/2,84·100% =2%													
4АП Р	328				0,06	1,52			1,50	1,38	0,02	0,02	
20	328	3	180x180	160	0,02	4,53	0,01	0,03	1,21	12,33	14,9 2	14,95	14,9 7
невязка (15,19-14,97)/15,19·100% =4%													
4АП Р	2110				0,06	9,77			1,50	57,25	0,02	0,02	
21	2110	3	400x400	355	0,10	5,92	0,11	0,32	0,50	21,06	3,22	3,54	3,56
невязка (25,26-3,56)/25,26·100% =83%, ε=1,03, d=195x345													
4АП Р	2095				0,06	9,70			1,50	56,44	84,6 6	84,66	
22	2095	3,5	400x400	355	0,10	5,88	0,09	0,31	0,80	20,76	16,6 1	16,92	101, 58
невязка (101,58-38,23)/101,58·100% =62%, ε=3,05, d=167x117													
4АП Р	493				0,06	2,28			1,50	3,13	4,69	4,69	
23	493	2,4	180x180	160	0,02	6,81	0,30	0,72	0,50	27,86	3,22	3,94	8,63
невязка (38,76-8,63)/38,76·100% =77%, ε=1,1, d=116x180													
4АП Р	1804				0,06	8,35			1,50	41,85	62,7 8	62,78	
24	1804	3,5	400x400	355	0,10	5,07	0,28	0,97	0,16	15,39	2,46	3,43	66,2 1
25	3609	3,5	400x500	400	0,13	7,98	0,18	0,63	1,10	38,22	3,22	3,85	70,0 6
невязка (78,63-70,06)/78,63·100% =10%													
4АП Р	1275				0,06	5,90			0,35	20,91	7,32	7,32	
26	1275	3,4	280x280	250	0,05	7,22	0,27	0,91	0,60	31,27	18,7 6	19,67	26,9 9
невязка (31,44-26,99)/31,44·100% =14%													
4АП Р	445				0,06	2,06			1,50	2,55	3,82	3,82	
27	445	4,2	180x180	160	0,02	6,15	0,24	1,02	0,96	22,70	3,22	4,24	8,06
28	1238	3,5	280x280	250	0,05	7,01	0,25	0,88	0,80	29,48	23,5 8	24,46	32,5 2
невязка (37,6-32,52)/37,6·100% =13%,													
4АП Р	1415				0,06	6,55	0,00		1,50	25,75	38,6 2	38,62	
29	1415	3,6	380x350	315	0,08	5,05	0,09	0,33	0,00	15,28	0,00	0,33	38,9 5

Продолжение таблицы 15

№ участ ка	L, мЗ/ч	Воздуховоды					R, Па/м	R* L, Па	Σε	Рд, Па	Z, Па	RL +Z	ΣRL+ Z
		l, м		d, мм	F, м2	V, м/с							
30	2830	2,8	400x400	355	0,10	7,95	0,11	0,30	0,30	37,88	4,55	4,55	42,5
невязка (46,14-42,5)/46,14·100% =6%,													
4АП Р	720				0,06	3,33			1,50	6,67	10,0 0	10,0 0	
31	720	4,2	280x280	250	0,05	4,08	0,07	0,31	0,25	9,97	2,49	2,80	12,80
32	1670	3,5	380x350	315	0,08	5,96	0,13	0,45	1,50	21,28	31,9 2	32,3 7	45,17
невязка (46,3-45,17)/46,3·100% =2%,													
4АП Р	1555				0,06	7,20			1,50	27,87	41,8 1	41,8 1	
33	1555	3,5	400x400	355	0,10	4,37	0,11	0,40	0,25	11,44	2,86	3,26	45,07
невязка (46,4-45,07)/46,4·100% =2%,													
4АП Р	793				0,06	3,67			1,50	8,09	12,1 3	12,1 3	
36	793	1	250x250	225	0,04	5,54	0,18	0,18	0,35	18,43	6,45	6,63	18,76
невязка (32,52-18,76)/32,53·100% =46%, ε=0,8, d=212x212													
4АП Р	1415				0,06	6,55			1,50	25,75	38,6 2	38,6 2	
37	1415	1	400x400	355	0,10	3,97	0,12	0,12	0,00	9,47	0,00	0,12	38,74
невязка (38,95-38,74)/38,95·100% =1%,													
4АП Р	950				0,06	4,40			1,50	11,61	17,4 1	17,4 1	
38	950	1	240x240	225	0,04	6,64	0,22	0,22	1,00	26,46	26,4 6	26,6 7	44,08
невязка (45,17-44,08)/44,08·100% =2%,													
4АП Р	1805				0,06	8,36			1,50	41,90	62,8 5	62,8 5	
39	1805	1	300x400	355	0,10	5,07	0,09	0,09	0,30	15,41	4,62	4,71	67,56
невязка (70,06-67,56)/70,06·100% =4%,													
4АП Р	85				0,06	0,39			1,50	0,09	0,14	0,14	
40	85	3,2	90x90	100	0,01	3,01	0,09	0,29	0,80	5,43	4,34	4,63	4,77
невязка (5,5-4,77)/5,5·100% =13%,													
4АП Р	2095				0,06	9,70			1,50	43,80	65,7 0	65,7 0	
41	2095	3,2	300x400	355	0,10	5,88	0,00	0,00	0,51	20,76	10,3 8	10,3 8	76,08
невязка (78,63-76,08)/78,63·100% =13%,													
B2													
1	1415	4	280x280	280	0,062	6,39	0,16	0,64	2,10	24,47	51,3 9	52,0 4	
2	2830	7,5	300x400	355	0,099	7,95	0,18	1,36	2,42	37,88	91,6 8	93,0 5	145,0 8
3	6439	5	500x600	560	0,246	7,27	0,09	0,43	0,45	31,67	14,2 5	14,6 8	159,7 6
4	1117 6	7,7	700x880	710	0,396	7,85	0,08	0,59	0,80	36,93	29,5 4	30,1 3	189,8 9
5	1142 4	4,6	700x880	710	0,396	8,02	0,08	0,37	0,20	38,58	7,72	8,09	197,9 8
6	1897 9	1,5	800x800	800	0,502	10,4	0,11	0,17	0,91	66,07	60,1 2	60,2 9	258,2 8

Продолжение таблицы 15

№ участка	L, мЗ/ч	Воздуховоды					R, Па/м	R* L, Па	Σε	Рд, Па	Z, Па	RL+ Z	ΣRL +Z
		l, м		d, мм	F, м2	V, м/с							
7	20459	12,5	800x800	800	0,502	11,3	0,14	1,70	1,37	76,77	105,18	106,88	365,16
Участок													
8	241	3,8	250x250	225	0,040	1,68	0,02	0,09	0,21	1,70	0,36	0,45	0,45
9	368	2,5	250x250	225	0,040	2,57	0,05	0,13	0,21	3,97	0,83	0,97	1,42
10	532	3,8	250x250	225	0,040	3,72	0,08	0,30	0,30	8,30	2,49	2,79	4,20
11	2642	3,1	300x400	355	0,099	7,42	0,16	0,49	0,70	33,02	24,76	25,25	29,45
12	4737	2,5	500x500	400	0,126	10,4	0,22	0,55	0,00	65,85	0,00	0,55	30,00
невязка (145,08-30,0)/145,08·100% =79%, ε=2,0, d=307x307													
13	205	3,3	200x100	140	0,015	3,70	0,14	0,47	0,00	8,22	0,00	0,47	0,47
14	248	2,3	200x100	140	0,015	4,48	0,20	0,46	0,10	12,03	1,20	1,66	1,66
невязка (159,76-1,66)/159,76·100% =98%, ε=15,6, d=84x84													
15	184	7,5	200x100	140	0,015	3,32	0,15	1,12	0,00	6,62	0,00	1,12	1,12
16	1372	3,5	280x280	250	0,049	7,77	0,27	0,93	1,20	36,20	43,44	44,38	44,38
17	2647	2,8	300x400	355	0,099	7,43	0,16	0,45	1,20	33,14	39,77	40,22	40,22
18	4330	4	500x500	450	0,159	7,57	0,10	0,41	2,00	34,35	68,70	69,11	69,11
19	6000	4,5	500x550	500	0,196	8,49	0,14	0,63	3,30	43,27	142,80	143,43	143,43
20	7555	5	500x550	500	0,196	10,6	0,20	0,98	0,30	68,61	20,58	21,57	165,00
невязка (189,89-165,0)/189,89·100% =14%,													
21	142	3,5	200x100	140	0,015	2,56	0,10	0,33	0,50	3,94	1,97	2,30	2,30
22	194	5	200x101	140	0,015	3,50	0,13	0,65	1,20	7,36	8,83	9,48	9,48
23	246	2,2	200x100	140	0,015	4,44	0,20	0,43	0,40	11,83	4,73	5,16	5,16
24	586	2,8	200x200	200	0,031	5,18	0,16	0,45	0,15	16,12	2,42	2,87	2,87
25	659	3,1	200x200	200	0,031	5,83	0,20	0,62	1,10	20,39	22,43	23,05	23,05
26	1480	2,3	280x280	250	0,049	8,38	0,30	0,70	0,20	42,13	8,43	9,12	32,17
невязка (197,98-32,17)/197,98·100% =79%, ε=5,4, d=166x166													
27	1415	1	280x280	250	0,049	8,01	0,28	0,28	1,6	38,51	61,61	61,89	61,89
невязка (145,08-61,89)/145,08·100% =79%, ε=2,1, d=190x190													
28	1804	4	200x300	280	0,062	8,14	0,25	0,99	0,25	39,78	9,94	10,94	10,94
29	3608	1	300x400	355	0,099	10,1	0,24	0,24	2,00	61,58	123,16	123,39	123,39
невязка (159,76-123,39)/159,76·100% =15%,													
30	127	2,5	200x150	225	0,040	0,89	0,03	0,07	0,70	0,47	0,33	0,40	0,40
невязка (0,45-0,4)/0,45=11%,													
31	164	2,7	200x150	225	0,040	1,15	0,04	0,10	0,60	0,79	0,47	0,57	0,57
невязка (1,42-0,57)/1,42·100% =57%, ε=1,1, d=116x216													
32	2110	2,7	300x400	355	0,099	5,92	0,10	0,27	0,16	21,06	3,37	3,64	3,64
невязка (4,2-3,64)/4,2=13%,													
33	2095	2,7	300x400	355	0,099	5,88	0,10	0,26	0,50	20,76	10,38	10,64	10,64
невязка (29,45-10,64)/29,45·100% =64%, ε=0,9, d=250x350													
34	43	2,3	100x100	110	0,009	1,26	0,03	0,07	0,20	0,95	0,19	0,26	0,26

Продолжение таблицы 15

№ участ ка	L, мЗ/ч	Воздуховоды					R, Па/м	R* L, Па	Σε	Рд, Па	Z, Па	RL+ Z	ΣRL +Z
		l, м		d, мм	F, м2	V, м/с							
невязка (0,47-0,26)/0,47·100% =44%, ε=0,2, d=93x93													
35	1188	3,5	300x400	355	0,099	3,34	0,06	0,20	0,12	6,68	0,80	1,00	1,00
невязка (1,12-1)/1,12=11%,													
36	1275	3,5	300x300	355	0,099	3,58	0,15	0,54	0,50	7,69	3,84	4,39	4,39
невязка (44,38-4,39)/44,38·100% =90%, ε=5,2, d=208x208													
37	445	3,5	200x150	180	0,025	4,86	0,16	0,57	0,23	14,17	3,26	3,83	3,83
38	1238	2,5	280x280	280	0,062	5,59	0,12	0,31	0,25	18,73	4,68	4,99	4,99
невязка (40,22-4,99)/40,22·100% =88%, ε=1,9, d=208x208													
39	720	3,5	200x200	180	0,025	7,86	0,39	1,36	0,46	37,10	17,0 7	18,4 3	18,43
40	950	2,5	200x200	180	0,025	10,3	0,65	1,62	0,40	64,59	25,8 4	27,4 6	27,46
невязка (69,11-27,46)/69,11·100% =61%, ε=0,6, d=195x125													
41	1555	3,5	280x280	280	0,062	7,02	0,19	0,67	0,30	29,56	8,87	9,54	9,54
невязка (143,43)/9,54·100% =91%, ε=4,5, d=195x214													
42	52	3,5	100x100	110	0,009	1,52	0,05	0,16	0,20	1,39	0,28	0,44	0,44
невязка (9,48-0,44)/9,48·100% =91%, ε=6,5, d=58x95													
43	120	3,5	200x200	180	0,025	1,31	0,02	0,05	0,00	1,03	0,00	0,05	0,05
44	240	3,5	200x200	180	0,025	2,62	0,05	0,19	0,10	4,12	0,41	0,60	0,66
45	290	1,7	200x200	180	0,025	3,17	0,08	0,13	0,10	6,02	0,60	0,73	1,39
46	340	1,7	200x200	180	0,025	3,71	0,09	0,16	0,35	8,27	2,90	3,06	4,45
невязка (5,16-4,45)/5,16·100% =13%													
47	73	3,5	100x100	110	0,009	2,13	0,07	0,25	0,20	2,73	0,55	0,79	0,79
невязка (2,87-0,79)/2,87=73%, ξ = 0,8, d=83x95													
48	821	3,5	200x250	225	0,040	5,74	0,17	0,61	0,60	19,76	11,8 6	12,4 7	12,47
невязка (23,05-12,47)/23,05·100% =46%, ξ = 0,5, d=195x221													
49	793	1	250x250	225	0,040	5,54	0,16	0,16	0,25	18,43	4,61	4,77	4,77
невязка (4,49-4,77)/4,49·100% =4%,													
50	230	1	200x100	140	0,015	4,15	0,17	0,17	0,35	10,35	3,62	3,79	3,79
невязка (27,46-3,79)/27,46·100% =86%, ξ = 2,3d=70x95													
51	52	1	100x100	110	0,009	1,52	0,04	0,04	0,35	1,39	0,49	0,53	0,53
невязка (9,48-0,53)/9,48·100% =95%, ξ = 6,5 d=58x95													
52	120	1	100x100	110	0,009	3,51	0,08	0,08	0,07	7,39	0,52	0,60	0,60
невязка (0,66-0,6)/0,66·100% =5%,													
53	50	1	100x100	110	0,009	1,46	0,04	0,04	0,15	1,28	0,19	0,24	0,24
невязка (1,39-0,24)/1,39·100% =81%, ξ = 0,9 d=81x81													
54	50	1	100x100	110	0,009	1,46	0,04	0,04	0,15	1,28	0,19	0,24	0,24
невязка (1,39-0,24)/1,39·100% =95%, ξ = 3,3 d=81x81													
55	1804	1	400x400	355	0,099	5,07	0,15	0,15	0,60	15,39	9,24	9,39	9,39
невязка (10,94-9,39)/10,94·100% =14%,													

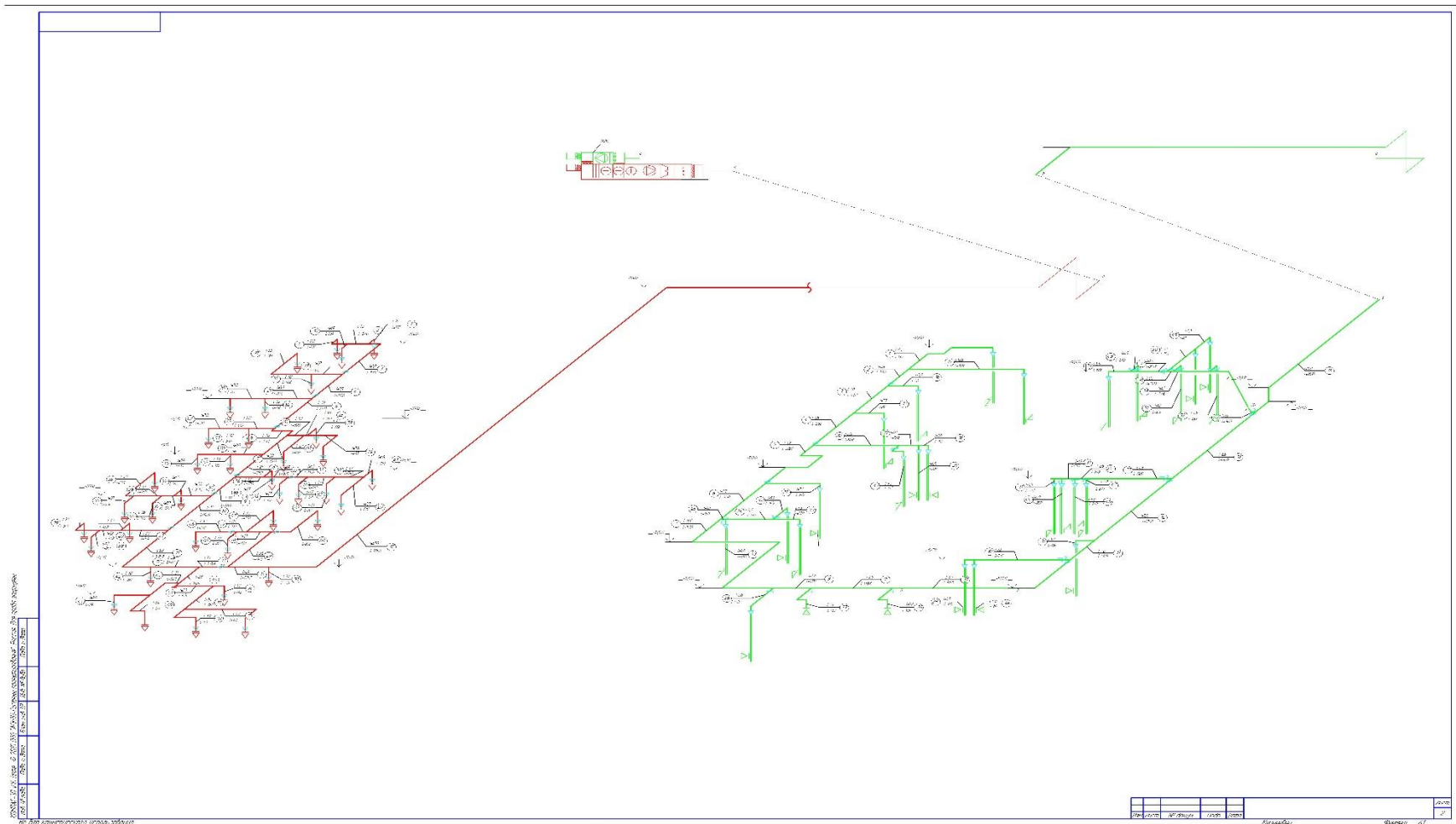


Рисунок 3 – Расчетная схема систем вентиляции П1В1

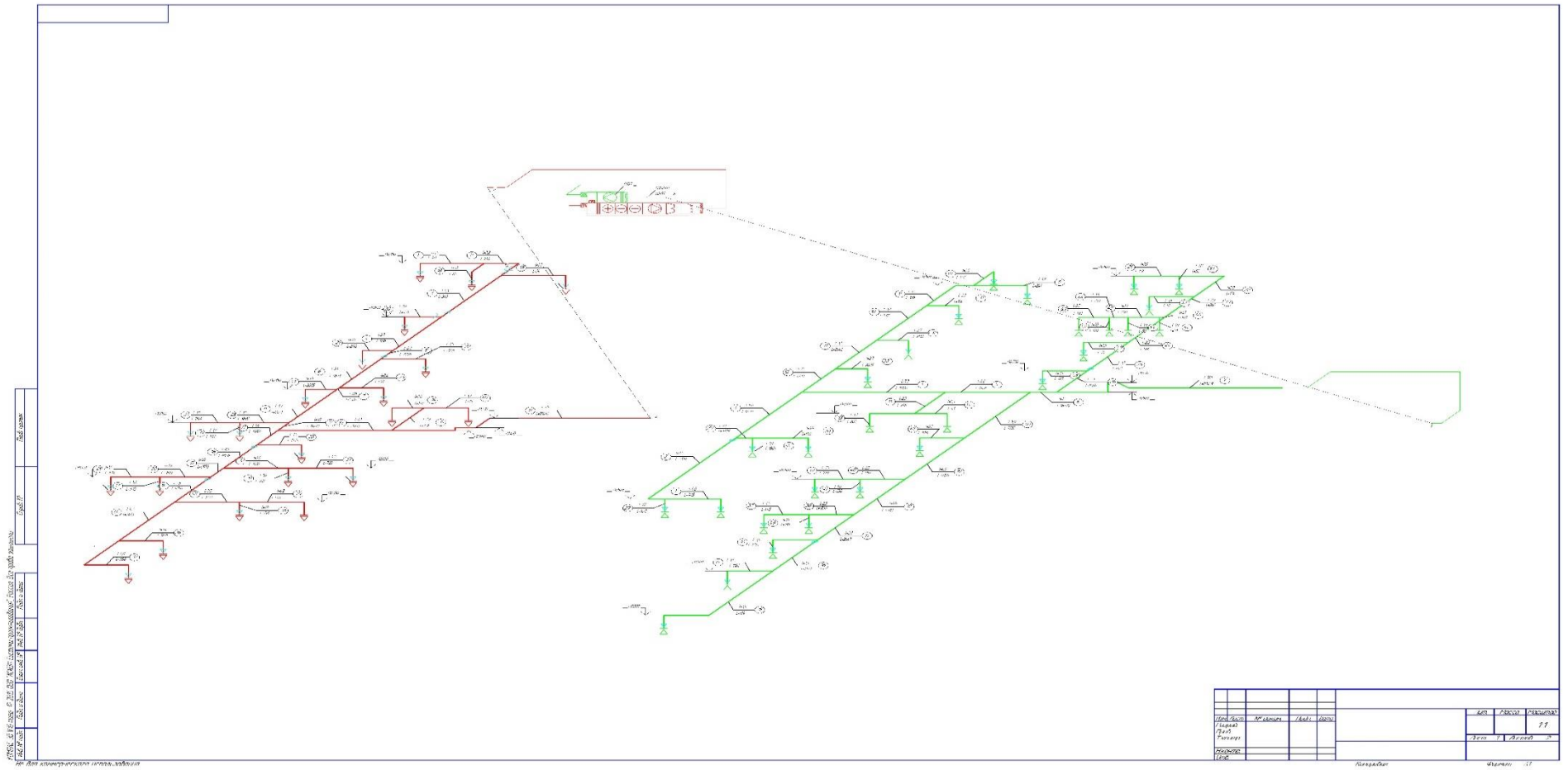


Рисунок 4 – Расчетная схема системы вентиляции П2В2

4.2.3 Подбор оборудования системы вентиляции

Были подобраны 2 приточно-вытяжные установки со следующими параметрами:

П1В1 с характеристиками по притоку $L=13624$ м³/ч, потери давления = 247,3 Па, по вытяжке $L=9895$ м³/ч, потери давления = 280 Па.

П2В2 с характеристиками по притоку $L=21493$ м³/ч, потери давления = 144,9 Па, по вытяжке $L=20459$ м³/ч, потери давления = 365,16 Па.

Результаты подбора оборудования представлены в приложении А.

Выводы по разделу 4:

1) Исходя из специфики и технологии производства, а так же анализу нормативной литературы и общемировой практике принято решение о проектировании систем центрального кондиционирования совмещенных с приточно-вытяжной вентиляцией. В итоге запроектировано 6 систем;

2) Произведен гидравлический расчет трубопроводов отопления для контура нагрева центральных кондиционеров;

3) Определен требуемых воздухообмен и воздушный баланс здания. Воздухообмен определён по рекомендуемой кратности воздухообмена согласно рекомендация ведущих международных специалистов в отрасли;

4) По итогам аэродинамического расчета подобраны размеры магистральных и распределительных воздуховодов и рассчитаны потери давления на них.

5 Автоматизация

В наше время сложно представить себе современное предприятие с инженерными системами без наличия автоматизированного управления. Автоматика позволяет минимизировать участие персонала в диагностике и регулировке оборудования. Так же благодаря компьютерным системам управления можно достичь высокой точности процесса, что, несомненно, благоприятно сказывается на качестве и экономичности эксплуатации.

К рассмотрению принимаем предприятие по выпуску микроэлектроники или фармацевтическую линию для производства стерильных лекарственных средств. В данных отраслях лидирующую роль в обеспечении качества продукции является не только стабильность в работе оборудования в требуемых параметрах, но и постоянный мониторинг процесса. Все это можно реализовать с помощью автоматизации инженерных систем.

Современные методы организации управления узлами регулирования систем вентиляции, отопления и кондиционирования в чистых помещениях являются важным аспектом разработки раздела инженерных систем.

Для определения уровня автоматизации необходимо на этапе проектирования определить те параметры, мониторинг которых является обязательным условием для обеспечения качества продукции. Для производственного процесса в чистых помещениях требуется контролировать следующие параметры:

Температура и относительная влажность – обеспечение требуемых параметров или в зависимости от технологии производства [12];

Избыточное давление – необходимо для предотвращения перекрестной контаминации;

Количество взвешенных частиц в воздухе- обеспечения требуемой чистоты [30].

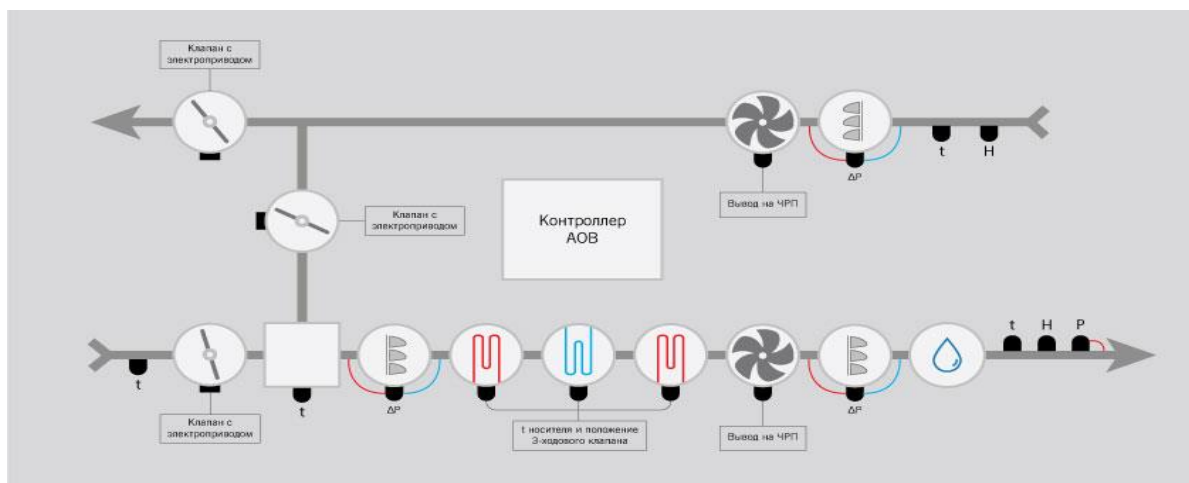


Рисунок 5 – Принципиальная схема автоматизации воздухообрабатывающей установки

Для поддержания заданных параметров обычно используют систему, состоящую из воздухообрабатывающей установки (Рисунок 5), и распределительных воздуховодов с автоматическими клапанами для регулировки давления и расхода воздуха (Рисунок 6).

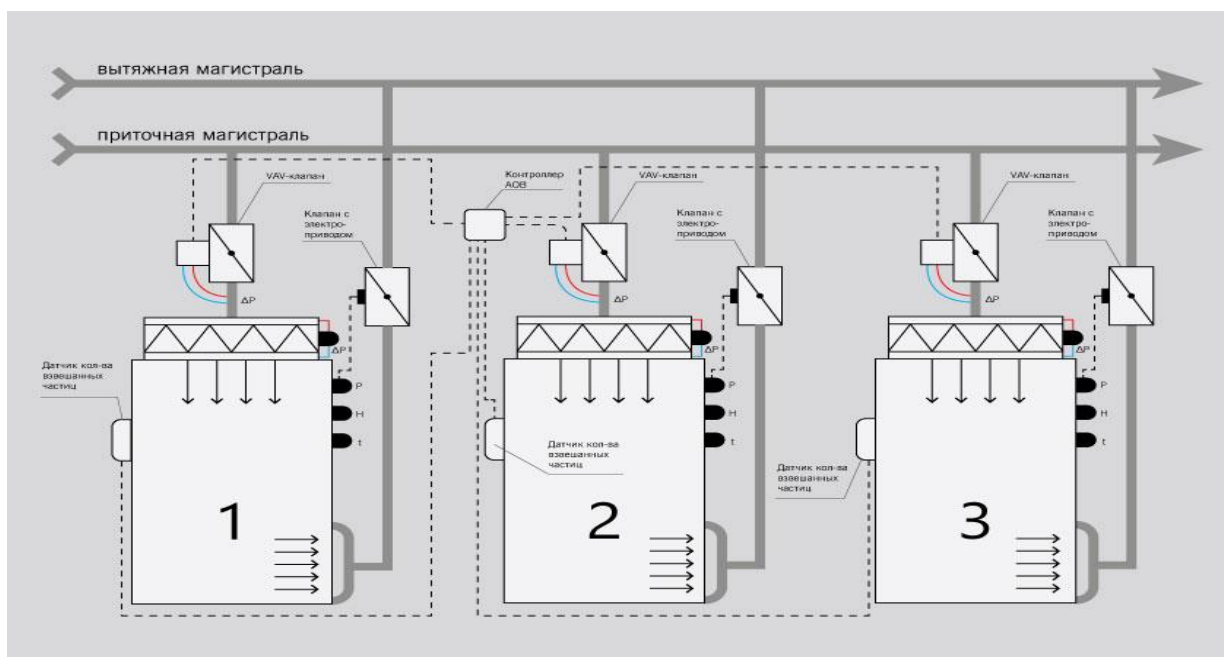


Рисунок 6 – Принципиальная схема автоматизации системы вентиляции

Использование автоматизации для обеспечения автономной работы оборудования широко используется в промышленности уже многие годы. Однако в большинстве случаев применяются стандартные схемы не учитывающие современные требования высокотехнологичных производств.

Применения VAV- систем в вентиляции чистых помещений

На этапе проектирования предприятий фармацевтической отрасли или производства микроэлектроники, где требуются особые условия чистоты внутренней среды, руководствуются рекомендациями ведущих специалистов в области строительства и эксплуатации чистых помещений. Однако такие параметры, как например кратность воздухообмена не регламентируются нормативной документацией РФ и зачастую проектировщики, опираясь на рекомендации европейских организаций используют значения, превышающие расчетные для удаления тепла, влаги или других вредностей.

Однако если принять во внимание что для реализации завышенного воздухообмена, который обычно превышает расчетные данные в несколько раз, приведет к серьезным затратам на энергоресурсы то появляется необходимость в методах экономии этих самых энергоресурсах.

Существуют разные методы сокращения затрат на энергоресурсы с применением систем автоматизации. Одним из этих методов зачастую является банальное сокращение мощности оборудования от проектной. Такой подход не только негативно влияет на качество продукции, но и может стать причиной нарушений условий охраны труда.

Актуальным методом является применение в системах отопления, вентиляции и кондиционирования регуляторов расхода воздуха. Таким образом имея физическую возможность регулировать расход воздуха мы можем реализовать управление с использованием разных режимов работы. К примеру, в момент, когда производственные линии не функционируют, возможно сокращение расхода до расчетного в плане обеспечения требуемых параметров по температуре и влажности. Это существенно снизит затраты не

только на электроэнергию необходимую для работы электродвигателей вентиляторов, но и на отопление и кондиционирование помещений.

Применение данных технологий возможно и на предприятиях с непрерывным режимом работы. Используя VAV – клапана совместно с датчиками контроля количества взвешенных частиц в воздухе (Рисунок 2), мы сможем организовывать тот расход воздуха, который требуется для поддержания установленных значений. Суммарное значение, собираемое контролером с клапана или группы клапанов, работающих индивидуально на помещение, позволит определить объем воздуха с вентиляционной установки и скорректировать обороты электродвигателя. Данный принцип регулирования позволит добиться требуемого уровня чистоты внутренней среды помещения с учетом приемлемых затрат на эксплуатацию оборудования.

Вывод по разделу 5:

Исходя из концепции систем отопления вентиляции и кондиционирования здания предусмотрена группа автоматики отвечающие за поддержание:

- требуемых параметров микроклимата
- воздушного баланса в помещении
- заданной кратности воздухообмена
- требуемого уровня концентрации взвешенных частиц в помещениях разных классов чистоты.

6 Технико-экономический расчет

Срок окупаемости оборудования специального назначения

Рассчитываются затраты теплоты на нагрев наружного воздуха в системе:

$$Q_p^i = V \cdot \rho \cdot \frac{1}{3600} \cdot c_p \cdot (t_{np} - t_n^i), \text{ кВт} \cdot \text{ч/год} \quad (5.1)$$

где « V – расход наружного воздуха, м³/ч; ρ – плотность наружного воздуха, кг/м³; c_p – удельная теплоемкость при постоянном давлении, кДж/(кг·К)» [2].

« t_{np} – температура приточного воздуха, °С; t_n^i – температура наружного воздуха, °С» [28].

$$Q_p^i = 13624 \cdot 1,32 \cdot \frac{1}{3600} \cdot 1,005 \cdot (18 - (-30)) = 240 \text{ кВт} \cdot \text{ч/год}$$

Годовые затраты тепла:

$$Q_p = \sum Q_p^i, \text{ кВт} \cdot \text{ч/год} \quad (8)$$

$$Q_p = 240 \cdot 203 \cdot 24 = 1169280 \text{ кВт} \cdot \text{ч/год}$$

«Рассчитываются сроки окупаемости и экономия энергии при включении в состав приточно-вытяжной установки с пластинчатым рекуператором стоимостью» [28]. $P_{yt} = 2907254,1$ руб. Температура приточного воздуха принимается $t_{np} = 18^\circ\text{C}$, температура удаляемого из помещения воздуха $t_{y1} = 19^\circ\text{C}$. Температура наружного воздуха $t_{n1}^i = -30,0^\circ\text{C}$.

Температура воздуха на выходе из пластинчатого рекуператора находится по формуле:

$$t_{n2}^i = t_{n1}^i + \varepsilon \cdot (t_{y1} - t_{n1}^i), \text{ }^\circ\text{C} \quad (9)$$

«где ε – эффективность работы рекуператора;» [28].

$$t_{н2}^i = -30 + 0,62 \cdot (19 - (-30)) = 0,38 \text{ } ^\circ\text{C}$$

«Количество теплоты, необходимое на догрев наружного воздуха от температуры на выходе из регенератора до параметров на притоке:» [28].

$$Q_{пум}^i = V \cdot \rho \cdot \frac{1}{3600} \cdot c_p \cdot (t_{нр} - t_{н2}), \text{ кВт} \cdot \text{ч} \quad (10)$$

$$Q_{пум}^i = 13624 \cdot 1,32 \cdot \frac{1}{3600} \cdot 1,005 \cdot (18 - 0,38) = 88 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Годовые затраты тепла:

$$Q_p = 88 \cdot 203 \cdot 24 = 428736 \text{ кВт} \cdot \text{ч/год}$$

Количество сэкономленной энергии:

$$\Delta Q_p = Q_p - Q_{пум}, \text{ кВт} \cdot \text{ч/год} \quad (11)$$

$$\Delta Q_p = 1169280 - 428736 = 740544 \text{ кВт} \cdot \text{ч/год}$$

Стоимость сэкономленной энергии находится по формуле:

$$\mathcal{E} = \Delta Q \cdot \Pi, \text{ руб/год} \quad (12)$$

«где Π - стоимость электрической или тепловой энергии в зависимости от типа используемого калорифера, руб/(кВт·ч)» [28].

$$\mathcal{E} = 740544 \cdot 4,84 = 2665958,4 \text{ руб/год}$$

Срок окупаемости ПВУ с рекуператором определяется по формуле:

$$\tau = \frac{\Pi_{ум}}{\mathcal{E}}, \text{ год}$$

$$\tau = \frac{2907254,1}{2665958,4} = 1,04 \text{ года.}$$

Вывод по разделу 6:

Выполнен технико-экономический расчет принятых проектных решений. Расчет системы рекуперации в центральном кондиционере показал, что срок окупаемости составляет 1,04 года.

Заключение

Основной целью данной диссертации является обеспечения требуемых параметров микроклимата производственно-складского комплекса, а именно фармацевтического предприятия ООО «Озон Фарм». Поставленная цель была достигнута.

Поставленные задачи магистерской диссертации, а именно: обоснование актуальности представленной работы, поиск и выявление проблемы, изучение нормативно – правовой базы, научно-технической документации, проведение патентного поиска, проектирование системы ОВК, разработка технико-экономического обоснования выбранного технологического решения, были решены.

В ходе патентного поиска, где в качестве предмета для анализа патентных исследований был определен центральный кондиционер, выявлены тенденции развития такого рода оборудования.

Выполнен теплотехнический расчет ограждающих конструкций. Общие теплотери по зданию составляют 109,95 кВт.

В данном здании запроектирована двухтрубная горизонтальная система теплоснабжения. Так же было запроектированы шесть систем центрального кондиционирования.

В качестве воздухораспределителей были выбраны воздухораспределительные решетки фирмы «Арктос».

В обозначенном проекте в качестве основных узлов систем вентиляции были подобраны центральные кондиционеры «KORF» Российского производства. Это оборудование сочетает в себе современные технологии и надлежащее качество материалов и сборки в совокупности с приемлемой ценой.

В результате технико-экономического расчета было получено, что срок окупаемости приточно-вытяжной установки составляет около года.

Список используемых источников

1. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч.1. Отопление / В.Н. Богословский, Б.А. Крупнов, А.Н. Сканави и др.; Под ред. И.Г. Старовойра и Ю.И. Шиллера.- М.: Стройиздат, 1990. – 344 с.
2. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч.3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн.2 / Б.В. Барклатов, Н.Н. Павлов, С.С. Амирджанов и др.; Под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера.- М.: Стройиздат, 1992. – 416 с.
3. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением N 1). [Электронный ресурс]. - Введ. 1989-01-01 - Ссылка на ресурс: <http://docs.cntd.ru/document/1200003608>;
4. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях [Электронный ресурс]. - Введ. 2013-01-01. – Ссылка на ресурс: <http://docs.cntd.ru/document/gost-30494-2011>;
5. ГОСТ ИСО 14644-1-2002 Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды. Часть 1. Классификация чистоты воздуха [Электронный ресурс]. - Введ. 2004-04-01. – Ссылка на ресурс: <http://docs.cntd.ru/document/1200032260>;
6. ГОСТ Р 52249-2009 Правила производства и контроля качества лекарственных средств [Электронный ресурс]. - Введ. 2010-01-01. – Ссылка на ресурс: <http://docs.cntd.ru/document/1200071754>;
7. ГОСТ Р 56638-2015 Чистые помещения. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Общие требования. [Электронный ресурс]. - Введ. 2016-12-01. – Ссылка на ресурс: <http://docs.cntd.ru/document/1200124954>;
8. ГОСТ Р 56639-2015 Технологическое проектирование промышленных предприятий. Общие требования. [Электронный ресурс]. - Введ. 2016-12-01 - Ссылка на ресурс: <http://docs.cntd.ru/document/1200124955>;

9. ГОСТ Р ЕН 13779- 2007 ВЕНТИЛЯЦИЯ В НЕЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ
Технические требования к системам вентиляции и кондиционирования.
[Электронный ресурс]. - Введ. 2008-10-01 - Ссылка на ресурс:
<http://docs.cntd.ru/document/1200062568>.

10. ГОСТ Р ЕН 1822-1-2010 Высокоэффективные фильтры очистки
воздуха HEPA, HEPA и ULPA. Часть 1. Классификация, методы испытаний,
маркировка. [Электронный ресурс]. - Введ. 2011-12-01 - Ссылка на ресурс:
<http://docs.cntd.ru/document/1200083409>;

11. ГОСТ Р ЕН 779-2014 Фильтры очистки воздуха общего
назначения. Определение технических характеристик. [Электронный
ресурс]. - Введ. 2015-12-01 - Ссылка на ресурс:
<http://docs.cntd.ru/document/1200115106>;

12. ГОСТ Р ИСО 14644-4-2002 Чистые помещения и связанные с ними
контролируемые среды. Часть 4. Проектирование, строительство и ввод в
эксплуатацию. [Электронный ресурс]. - Введ. 2003-04-01 - Ссылка на ресурс:
<http://docs.cntd.ru/document/1200029943>;

13. ГОСТ Р ИСО 14644-5-2005 Чистые помещения и связанные с ними
контролируемые среды. Часть 5. Эксплуатация. [Электронный ресурс]. -
Введ. 2006-01-01 - Ссылка на ресурс: <http://docs.cntd.ru/document/1200039099>;

14. Журнал ASHRAE статья PRACTICAL GUIDE: DESIGNING CLEAN
ROOM HVAC SYSTEMS автор Raymond K. Schneider. Перевод на русский О.
П. Булычевой. Ссылка на ресурс:
https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=1663;

15. Журнал Мир Климата №19 «Системы центрального
кондиционирования. Куда идет рынок?» Автор: Георгий Литвинчук - Ссылка
на ресурс: https://mir-klimata.info/archive/2003_4/sistemi_centralnogo_1/

16. Каталог оборудования KORF [Электронный ресурс] – URL:
<http://po-korf.ru/>(дата обращения: 05.04.2019).

17. Основы теплопередачи / Михеев М.А., Михеева И.М. . - М. :
Экология, 1973. - 23 с.

18. ОФС.1.1.0010.18 Общая фармакопейная статья. Хранение лекарственных средств. [Взамен ОФС.1.1.0010.15]. - Введ. 2018-12-01. -

19. Приказ об утверждении Правил надлежащей производственной практики (с изменениями на 18 декабря 2015 года). [Электронный ресурс]. - Введ. 2013-06-14 - Ссылка на ресурс: <http://docs.cntd.ru/document/499029882>;

20. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. [Электронный ресурс]. - Введ. 1996-10-01 - Ссылка на ресурс: <http://docs.cntd.ru/document/901704046>

21. СНиП 2.09.04-87 Административные и бытовые здания (с Изменениями N 1, 2, 3). [Электронный ресурс]. - Введ. 1989-01-01 - Ссылка на ресурс: <http://docs.cntd.ru/document/5200093>;

22. СНиП 21-01-97* Пожарная безопасность зданий и сооружений (с Изменениями N 1, 2). [Электронный ресурс]. - Введ. 1998-01-01 - Ссылка на ресурс: <http://docs.cntd.ru/document/871001022>;

23. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99 [Электронный ресурс]. - Введ. 2013-01-01. - Ссылка на ресурс: <http://docs.cntd.ru/document/1200095546>;

24. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 [Электронный ресурс]. - Введ. 2013-07-01. - Ссылка на ресурс: <http://docs.cntd.ru/document/1200095525>;

25. СП 60.13330.2012. Отопление, вентиляция и кондиционирование [Электронный ресурс]. - Введ. 2013-01-01. - Ссылка на ресурс: <http://docs.cntd.ru/document/1200095527>;

26. СП 60.13330.2016 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003 (с Изменением N 1). [Электронный ресурс]. - Введ. 2017-06-17 - Ссылка на ресурс: <http://docs.cntd.ru/document/456054205>;

Ссылка на ресурс: http://www.ecopharmacia.ru/_ld/2/209____.pdf;

27. Статья: «Поддержание баланса расходов и давления в чистых помещениях» - Автор: А. А. Бородкин - Ссылка на ресурс: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=4620;

28. Annex 5 / Supplementary guidelines on good manufacturing practices for heating, ventilation and airconditioning systems for non-sterile pharmaceutical dosage forms / World Health Organization / WHO Technical Report Series, No. 961 — 2011. — С. 24–25.

29. Mr. S.B. Khan / Clean Room HVAC Design for Pharmaceutical Facilities / Department of Pharmaceutics, NDMVPS College of Pharmacy// ASHRAE Journal. — 2006.— С. 3–7.

30. Olesen B. W. Standards for ventilation and indoor air quality in relation to the EPBD // REHVA Journal. — 2011. № 1. — С. 28–32.

31. Raymond K. Schneider, P.E. / Designing Clean Room HVAC Systems / ASHRAE Journal / 08.2001— С. 5–7.

32. Trevor / Basic Clean Room Requirements | Designs for GMP Clean Rooms/ PharmOUT Blog / 08.07.2014. — С. 45–48.

Приложение А

Бланк подбора приточно-вытяжной установки П1В1

ПРОИЗВОДСТВО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА



АДРЕС
Обособленное
подразделение ООО
"КОРФ" в г. Самаре
443080, Самарская обл,
Самара г, Карла Маркса пр-
кт, 201Б, оф.1401

PHONE / FAX
+7(846)2110063

ПРЕДЛОЖЕНИЕ
KR21-009995/3

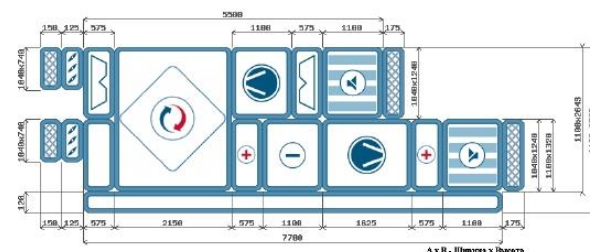
МЕНЕДЖЕР
КОРНЕЕВ Андрей

EMAIL

Проект: ПВ1 (12ти рядный охладитель НЕСТАНДАРТ) - 59% на выходе (L=13624 / 9895 м³/ч, Pс=248 / 280 Па)
ANR7 L/2K1/2P1/2F1/R1/N1.2/C1.4/V1.1.P71.R-11x15/N1.2/H1/B1 + P/2B1/2H1/2F1/2V1.0.P45.R-7,5x30/R1/Z1/P1/K1 [Напольная]

Данные		
	Заданные	Рассчетные
Расход воздуха	13624 / 9895 м ³ /ч	13624 / 9895 м ³ /ч
P свободное	248 / 280 Па	248 / 280 Па

Параметры установки	
Типоразмер	7
Длина установки	7700
Масса	1856.06
Сторона обслуживания	Слева



Секции приточного канала			
Наименование	Размеры [ДхШхВ мм]	Масса [кг]	Потери давления [Па]
Секция карманного фильтра (Фильтр вставка EU4)	575x1100x1320	70	130
Торцевая панель с гибкой вставкой (на половину сечение)	150x1040x740	15.1	0
Заслонка торцевая	125x1090x740	20.2	1
Пластинчатый рекуператор	2150x1100x2643	169.8	259
Нагревание (водяное 2-х рядные)	575x1100x1320	96	141
Охлаждение водяное 12ти рядное	1100x1100x1320	390.66	870
Вентилятор (выхлоп прямо)	1625x1100x1320	335	0
Нагревание (водяное 2-х рядные)	575x1100x1320	96	141
Шумоглушение	1100x1100x1320	140	43
Торцевая гибкая вставка (на все сечение)	175x1040x1240	8.9	0

Секции вытяжного канала			
Наименование	Размеры [ДхШхВ мм]	Масса [кг]	Потери давления [Па]
Шумоглушение	1100x1100x1320	121	23
Торцевая гибкая вставка (на все сечение)	175x1040x1240	8.9	0
Секция карманного фильтра (Фильтр вставка EU4)	575x1100x1320	70	81
Вентилятор (выхлоп прямо)	1100x1100x1320	206	0
Пластинчатый рекуператор	2150x1100x2643	-	160
Промежуточный блок	575x1100x1320	54	0
Торцевая панель с гибкой вставкой (на половину сечение)	150x1040x740	15.1	0
Заслонка торцевая	125x1090x740	20.2	1

Продолжение приложения А

ПРОИЗВОДСТВО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА



АДРЕС Обособленное подразделение ООО "КОРФ" в г. Самаре 443080, Самарская обл, Самара г, Карла Маркса пр- кт, 201Б, оф.1401	PHONE / FAX +7(846)2110063	ПРЕДЛОЖЕНИЕ KR21-009995/3
	МЕНЕДЖЕР КОРНЕЕВ Андрей	EMAIL

Характеристики секций

Вентилятор	Приточный	Вытяжной
Тип канала	Приточный	Вытяжной
Обозначение	V1.1.P71.R-11x15	V1.0.P45.R-7,5x30
Производительность (L), м ³ /ч	13624	9895
Статическое давление (Pст), Па	1832.4	543.8
Свободное давление (Pс), Па	248	280
Дорегулирование (Рд), Па	0	0
Частота (f), Гц	56	39
Рабочее число оборотов (пр), об/мин	1635	2245
Номинальное число оборотов (пн), об/мин	1448	2890
Тип посадки	прямая посадка	прямая посадка
Установочная мощность (Nуст), кВт	11	7.5
Потребляемая мощность (Nп), кВт	10.09	2.64
Мощность на валу двигателя (Nв), кВт	11.38	3.02
Напряжение (U) / Ток (I), А	380/23	380/14
КПД, %	62.8	51
Скорость воздуха в сечении (Vс), м/с	3.1	2.3
Масса, кг	335	206

Фильтр Приточный	1 степень	2 степень	3 степень	4 степень
Обозначение	F1			
Класс очистки	EU4			
Потери давления по воздуху	129.6			
Степень загрязнения	0			
Масса	70			

Фильтр Приточный	1 степень	2 степень	3 степень	4 степень
Обозначение	F1			
Класс очистки	EU4			
Потери давления по воздуху	80.6			
Степень загрязнения	0			
Масса	70			

Теплоутилизаторы	
Обозначение	R1
Потери давления по воз. прит/выт, Па	259/160 Па
t° / влажность наруж. воз., С°	-30/80 С°
t° / влажность выт. воз., С°	18/40 С°
КПД утилизации, %	48.3 %
t° / влажность вых. воз., С°	-6.8/8.9 С°

Продолжение приложения А

Мощность нагрева, кВт	117 кВт	
Расход теплоносителя, м ³ /ч		
Потери давления теплоносителя, кПа		
Содержание гликоля / тип гликоля, %		
Подсоединение по воде		
Рядность		
t° вход./вых. смеси в теплообменник, С°		
Масса прит/выт, кг	169.8 кг	

	1 ступень	2 ступень	3 ступень	4 ступень
Обозначение	N1.2	N1.2		
Мощность нагрева (потребляемая)	114.41 кВт	36.91 кВт		
Мощность нагрева (установочная)				
Напряжение/Число ступеней				
Потеря давления по воздуху	140.9 Па	140.9 Па		
t°	-6.8 С°	10 С°		
t°/влажность выход. воз.	18 С°	18 С°		
t° вход. воды	90 С°	90 С°		
t° вых. воды	70 С°	70 С°		
Расход воды	5.05 м ³ /ч	1.63 м ³ /ч		
Потеря давления по воде	4.8 кПа	0.6 кПа		
Подсоединение по воде	G 1 1/2"	G 1 1/2"		
Рядность	2	2		
Скорость в сечении	4.2 м/с	4.2 м/с		
Содержание гликоля	0 %	0 %		
Масса	96 кг	96 кг		

Продолжение приложения А

ПРОИЗВОДСТВО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА



АДРЕС Обособленное подразделение ООО "КОРФ" в г. Самаре 443080, Самарская обл., Самара г., Карла Маркса пр-кт, 201Б, оф.1401	PHONE / FAX +7(846)2110063	ПРЕДЛОЖЕНИЕ KR21-009995/3
МЕНЕДЖЕР КОРНЕЕВ Андрей		EMAIL

Охладители*	1 ступень	2 ступень	3 ступень	4 ступень
Обозначение	C1.12			
ККБ/Чиллер	Чиллер			
Мощность охлаждения	139,23 кВт			
Тип фреона				
Температура кипения				
Потери давления по воздуху	870 Па			
t° / влажность вход. воз.	29/50 C° / %			
t° / влажность вых. воз.	10/99 C° / %			
Расход воды	23,9 м³/ч			
Потери давления по воде	22,4 кПа			
t° вход. воды	7 C°			
t° выход. воды	12 C°			
Хладоноситель	WTR			
Содержание гликоля	0 %			
Подсоединение по воде/фреону	G 2 1/2			
Рядность/Число контуров	12/---			
Скорость в сечении	4.2 м/с			
Масса	390.66 кг			

Концевые элементы	Обозначение	Потери давления по воздуху (Па)	Уст. мощн.(кВт)	Напряжение(В)	Масса (Кг)
Заслонка торцевая	K1	1	0		20.2
Заслонка торцевая	K1	1	0		20.2
Заслонка торцевая	K1	1	0		20.2
Шумоглушение	H1	42.6			140
Шумоглушение	H1	23.2			121
Торцевая гибкая вставка (на все сечение)	B1	0			8.9
Торцевая гибкая вставка (на все сечение)	B1	0			8.9

Акустические характеристики

Полосы октав, Гц	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Сум. дБА
На всасывании	58/53	56/57	56/46	54/33	56/31	50/31	42/29	63/59
На нагнетании	67/55	71/56	63/59	53/60	50/63	54/60	52/53	73/68
К окружению	67/57	75/66	74/65	71/62	71/62	57/47	47/38	79/70
Звуковое давление	60/50	68/59	67/58	64/55	64/55	50/40	40/31	72/63

Автоматика

Наименование	Количество
Блок управления: Блок управления CHU CR4-W-3R3R-1-1H25-2H25-JW/N	1
Привод воздушной заслонки GMA 321.1E	1
Привод воздушной заслонки GMA 321.1E	1
Смесительный узел SURP 40-4.0	1
Датчик перепада давления 500 Pa DVL-500	1
Датчик перепада давления 500 Pa DVL-500	1
Датчик перепада давления 500 Pa DVL-500	1

Продолжение приложения А

Смесительный узел SURP 80-10.0	1
Датчик температуры воды погружной WTP-3	1
Датчик температуры наружного воздуха ARN-3	1
Датчик влажности/температуры канальный DPDC210000	1
Датчик влажности/температуры комнатный DPWC111000	1
Термостат KP 61 (060L126466) 6 м	1
Комплект частотного преобразователя VL-A-7,5/400 (7,5 кВт, 15,5 А, 400 В)	1
Комплект частотного преобразователя VL-A-11/400 (11кВт, 23А, 400В)	1
Трехходовой клапан ESBE 3F50-60 (11100600)	1
Привод HD15Y, 24В, аналоговый	1

Дополнительные параметры

Продолжение приложения А

ПРОИЗВОДСТВО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА



АДРЕС
Обособленное
подразделение ООО
"КОРФ" в г. Самаре
443080, Самарская обл,
Самара г., Карла Маркса пр-
кт, 201Б, оф.1401

PHONE / FAX
+7(846)2110063

МЕНЕДЖЕР
КОРНЕЕВ Андрей

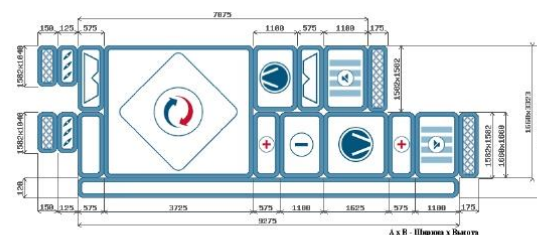
ПРЕДЛОЖЕНИЕ
KR21-009995/3

EMAIL

Проект: ПВ2 (12ти рядный охладитель НЕСТАНДАРТ) - 55% на выходе (L=21493 / 20459 м³/ч, P_c=145 / 366 Па)
ANR20 L/2K1/2P1/2F1/R1/N1.2/C1.4/V1.1.P71.R-11x15/N1.2/H1/B1 + P/2B1/2H1/2F1/2V1.0.P71.R-7,5x15/R1/Z1/P1/K1 [Напольная]

Данные	Данные	
	Заданные	Расчетные
Расход воздуха	21493 / 20459 м ³ /ч	21493 / 20459 м ³ /ч
P свободное	145 / 366 Па	145 / 366 Па

Параметры установки	
Типоразмер	20
Длина установки	9275
Масса	3634.33
Сторона обслуживания	Слева



Секции приточного канала			
Наименование	Размеры [ДхШхВ мм]	Масса [кг]	Потери давления [Па]
Секция карманного фильтра (Фильтр вставка EU4)	575x1660x1660	104	91
Торцевая панель с гибкой вставкой (на половину сечение)	150x1582x1040	24.5	0
Заслонка торцевая	125x1632x1040	42.1	1
Пластинчатый рекуператор	3725x1660x3323	952	157
Нагревание (водяное 2-х рядные)	575x1660x1660	159	86
Охлаждение водяное 12ти рядное	1100x1660x1660	687.03	623
Вентилятор (выхлоп прямо)	1625x1660x1660	405	0
Нагревание (водяное 2-х рядные)	575x1660x1660	159	86
Шумоглушение	1100x1660x1660	239	26
Торцевая гибкая вставка (на все сечение)	175x1582x1582	14	0

Секции вытяжного канала			
Наименование	Размеры [ДхШхВ мм]	Масса [кг]	Потери давления [Па]
Шумоглушение	1100x1660x1660	213	23
Торцевая гибкая вставка (на все сечение)	175x1582x1582	14	0
Секция карманного фильтра (Фильтр вставка EU4)	575x1660x1660	104	81
Вентилятор (выхлоп прямо)	1100x1660x1660	334	0
Пластинчатый рекуператор	3725x1660x3323	-	156
Промежуточный блок	575x1660x1660	75	0
Торцевая панель с гибкой вставкой (на половину сечение)	150x1582x1040	24.5	0
Заслонка торцевая	125x1632x1040	42.1	1

Продолжение приложения А

ПРОИЗВОДСТВО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА



АДРЕС Обособленное подразделение ООО "КОРФ" в г. Самаре 443080, Самарская обл, Самара г., Карла Маркса пр-кт, 201Б, оф.1401	PHONE / FAX +7(846)2110063	ПРЕДЛОЖЕНИЕ KR21-009995/3
МЕНЕДЖЕР КОРНЕЕВ Андрей		EMAIL

Характеристики секций

Вентилятор	Приточный	Вытяжной
Тип канала	Приточный	Вытяжной
Обозначение	V1.1.P71.R-11x15	V1.0.P71.R-7,5x15
Производительность (L), м³/ч	21493	20459
Статическое давление (Pст), Па	1216.3	625.8
Свободное давление (Pс), Па	145	366
Дорегулирование (Рд), Па	0	0
Частота (f), Гц	54	45
Рабочее число оборотов (nr), об/мин	1567	1297
Номинальное число оборотов (nn), об/мин	1448	1440
Тип посадки	прямая посадка	прямая посадка
Установочная мощность (Nуст), кВт	11	7.5
Потребляемая мощность (Nп), кВт	9.77	5.26
Мощность на валу двигателя (Nu, кВт), кВт	11.02	6
Напряжение (U) / Ток (I), А	380/23	380/15
КПД, %	67.9	61.1
Скорость воздуха в сечении (Vс), м/с	2.5	2.3
Масса, кг	405	334

Фильтр Приточный	1 ступень	2 ступень	3 ступень	4 ступень
Обозначение	F1			
Класс очистки	EU4			
Потери давления по воздуху	91.1			
Степень загрязнения	0			
Масса	104			

Фильтр Приточный	1 ступень	2 ступень	3 ступень	4 ступень
Обозначение	F1			
Класс очистки	EU4			
Потери давления по воздуху	80.6			
Степень загрязнения	0			
Масса	104			

Теплоутилизаторы	
Обозначение	R1
Потери давления по воз. прит/выт, Па	157/156 Па
t° / влажность наруж. воз., С°	-30/80 С°
t° / влажность выт. воз., С°	18/40 С°
КПД утилизации, %	63.6 %
t° / влажность выж. воз., С°	0.5/4.8 С°

Продолжение приложения А

Мощность нагрева, кВт	236.4 кВт	
Расход теплоносителя, м ³ /ч		
Потери давления теплоносителя, кПа		
Содержание гликоля / тип гликоля, %		
Подсоединение по воде		
Рядность		
t° вход./вых. смеси в теплообменник, С°		
Масса прит/выт, кг	952 кг	

	1 ступень	2 ступень	3 ступень	4 ступень
Обозначение	N1.2	N1.2		
Мощность нагрева (потребляемая)	127.37 кВт	66.23 кВт		
Мощность нагрева (установочная)				
Напряжение/Число ступеней				
Потеря давления по воздуху	86.4 Па	86.4 Па		
t°	0.5 С°	8.9 С°		
t°/влажность выход. воз.	18 С°	18 С°		
t° вход. воды	90 С°	90 С°		
t° вых. воды	70 С°	70 С°		
Расход воды	5.62 м ³ /ч	2.92 м ³ /ч		
Потеря давления по воде	1.9 кПа	0.6 кПа		
Подсоединение по воде	G 2"	G 2"		
Рядность	2	2		
Скорость в сечении	3.2 м/с	3.2 м/с		
Содержание гликоля	0 %	0 %		
Масса	159 кг	159 кг		

Продолжение приложения А

ПРОИЗВОДСТВО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА



АДРЕС Обособленное подразделение ООО "КОРФ" в г. Самаре 443080, Самарская обл, Самара г., Карла Маркса пр-кт, 201Б, оф.1401	PHONE / FAX +7(846)2110063	ПРЕДЛОЖЕНИЕ KR21-009995/3
МЕНЕДЖЕР КОРНЕЕВ Андрей		EMAIL

Охладители*	1 ступень	2 ступень	3 ступень	4 ступень
Обозначение	C1.12			
ККБ/Чиллер	Чиллер			
Мощность охлаждения	235.88 кВт			
Тип фреона				
Температура кипения				
Потери давления по воздуху	623 Па			
t° / влажность вход. воз.	29/50 C°/%			
t° / влажность вых. воз.	8.9/99.8 C°/%			
Расход воды	40.487 м³/ч			
Потери давления по воде	19.3 кПа			
t° вход. воды	7 C°			
t° выход. воды	12 C°			
Хладоноситель	WTR			
Содержание гликоля	0 %			
Подсоединение по воде/фреону	G 4			
Рядность/Число контуров	12/---			
Скорость в сечении	3.1 м/с			
Масса	687.03 кг			

Концевые элементы	Обозначение	Потери давления по воздуху (Па)	Уст. мощн.(кВт)	Напряжение(В)	Масса (Кг)
Заслонка торцевая	K1	1	0		42.1
Заслонка торцевая	K1	1	0		42.1
Заслонка торцевая	K1	1	0		42.1
Шумоглушение	H1	26.4			239
Шумоглушение	H1	23.2			213
Торцевая гибкая вставка (на все сечение)	B1	0			14
Торцевая гибкая вставка (на все сечение)	B1	0			14

Акустические характеристики

Полосы октав, Гц	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Сум. дБА
На всасывании	55/57	53/60	53/49	51/36	53/32	46/32	39/31	60/62
На нагнетании	64/59	68/59	60/62	50/63	47/66	50/63	49/56	70/71
К окружению	64/61	72/69	71/68	68/65	68/65	53/50	44/41	76/73
Звуковое давление	57/54	65/62	64/61	61/58	61/58	46/43	37/34	69/66

Автоматика

Наименование	Количество
Блок управления: Блок управления CHU CR4-W-3R3R-1-1H25-2H25-JW/N	1
Привод воздушной заслонки GCA 321.1E	1
Привод воздушной заслонки GCA 321.1E	1
Смесительный узел SURP 80-6.3	1
Датчик перепада давления 500 Pa DVL-500	1
Датчик перепада давления 500 Pa DVL-500	1
Датчик перепада давления 500 Pa DVL-500	1

Продолжение приложения А

Смесительный узел SURP 80-10.0	1
Датчик температуры воды погружной WTP-3	1
Датчик температуры наружного воздуха ARN-3	1
Датчик влажности/температуры канальный DPDC210000	1
Датчик влажности/температуры комнатный DPWC111000	1
Термостат KP 61 (060L126566) 11,5 м	1
Комплект частотного преобразователя VL-A-11/400 (11кВт, 23А, 400В)	2
Трехходовой клапан ESBE 3F65-90 (11100800)	1
Привод HD15Y, 24В, аналоговый	1

Дополнительные параметры

Продолжение приложения А

ПРОИЗВОДСТВО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА



АДРЕС
Обособленное
подразделение ООО
"КОРФ" в г. Самаре
443080, Самарская обл,
Самара г., Карла Маркса пр-
кт, 201Б, оф.1401

PHONE / FAX
+7(846)2110063

ПРЕДЛОЖЕНИЕ
KR21-009995/3

МЕНЕДЖЕР
КОРНЕЕВ Андрей

EMAIL

Проект: Паровик ПВ1

Пароувлажнитель VL130 1050x4 (400В) (VL130XL001)

Увлажнители

Основные характеристики

Модель	VL130XL001
Номинальная паропроизводительность	130 кг/ч
Потребляемая мощность	97.5 кВт
Параметры электропитания	400 В
Паровой патрубок	4x40 мм
Предельное давление пара на выходе	2000 Па
Количество бойлеров	2 п°

Питающая вода

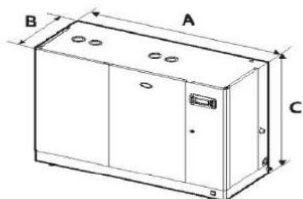
Соединительный патрубок (внешняя резьба)	3/4" G
Предельные значения давления воды	0.1-0.8 МПа
Номинальный расход воды	14 л/м
Жесткость воды	10-40 °F
Предельные значения электропроводности	350-1250 мкС/см

Дренаж

Диаметр соединительного патрубка	50 мм
Температура воды	до 100 °С
Номинальный расход воды	45 л/мин

Габариты и масса

Длина x Ширина x Высота	1150*465*890 мм
Масса нетто	74 кг



Продолжение приложения А

ПРОИЗВОДСТВО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА



АДРЕС Обособленное подразделение ООО "КОРФ" в г. Самаре 443080, Самарская обл, Самара г., Карла Маркса пр- кт, 201Б, оф.1401	PHONE / FAX +7(846)2110063	ПРЕДЛОЖЕНИЕ KR21-009995/3
	МЕНЕДЖЕР КОРНЕЕВ Андрей	EMAIL

Автоматика

Датчик температуры (-10-60°C) и влажности (10-90% гН), выход: 0-10V (DPDC112000)	1 шт.
Датчик температуры (-20-70°C) и влажности (0-100% гН), выход: 0-10V (DPDC212000)	1 шт.

Продолжение приложения А

ПРОИЗВОДСТВО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА



АДРЕС
Обособленное
подразделение ООО
"КОРФ" в г. Самаре
443080, Самарская обл,
Самара г., Карла Маркса пр-
кт, 201Б, оф.1401

PHONE / FAX
+7(846)2110063

ПРЕДЛОЖЕНИЕ
KR21-009995/3

МЕНЕДЖЕР
КОРНЕЕВ Андрей

EMAIL

Проект: Паровик 1 (ПВ2), Паровик 2 (ПВ2)

Пароувлажнитель VL090 850x4 (400В) (VL090XL001)

Увлажнители

Основные характеристики

Модель	VL090XL001
Номинальная паропроизводительность	90 кг/ч
Потребляемая мощность	67.5 кВт
Параметры электропитания	400 В
Паровой патрубок	2x40 мм
Предельное давление пара на выходе	2000 Па
Количество бойлеров	2 п°

Питающая вода

Соединительный патрубок (внешняя резьба)	3/4" G
Предельные значения давления воды	0.1-0.8 МПа
Номинальный расход воды	14 л/м
Жесткость воды	10-40 °F
Предельные значения электропроводности	350-1250 мкС/см

Дренаж

Диаметр соединительного патрубка	50 мм
Температура воды	до 100 °С
Номинальный расход воды	45 л/мин

Габариты и масса

Длина x Ширина x Высота	1150*465*890 мм
Масса нетто	70 кг

