

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество

АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ



ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Допущен к защите:

зав.кафедрой «тепловые энергетические установки»

к.т.н., доцент Кибарин А.А

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Магистерская диссертация

На тему: «Оценка эффективности энергоснабжения гостиничного комплекса «Rixos» в

г. Алматы»

специальность 6М071700 – Теплоэнергетика

Магистрант Каурова Е.М.

\_\_\_\_\_ (подпись) (фамилия, инициалы)

Научный руководитель

к. ф. - м. н., доц. Борисова Н.Г. \_\_\_\_\_ (подпись) (фамилия, инициалы)

АЛМАТЫ 2014

## Аннотация

В данной диссертации рассмотрена система энергоснабжения современного гостиничного комплекса Rixos, расположенного в г. Алматы.

Выполнена работа по обследованию системы энергоснабжения гостиничного комплекса и разработке мероприятий по энергосбережению. Также приведены расчеты, где проектирование систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха выполнены с учетом энергосберегающих мероприятий, а также с применением современного энергосберегающего оборудования.

С помощью программ созданных в Excel, выполнен расчет систем вентиляции, отопления и кондиционирования.

По полученным данным произведен подбор новейшего энергосберегающего оборудования. С использованием программного продукта по подбору вентиляционных агрегатов подобраны приточно-вытяжные установки. Обоснован выбор данного оборудования. Рассмотрена система автоматического регулирования приточно – вытяжных установок.

Дополнительно рекомендованы мероприятия по энергосбережению в системах вентиляции и кондиционирования воздуха гостиничного комплекса.

## Аңдатпа

Бұл диссертацияда Алматы қаласында орналасқан Rixos жаңа үлгідегі қонақ үй кешенінің энергия үнемдеу жүйесі қарастырылған.

Қонақ үй кешенінің энергиямен қамтамасыз ету жүйесін зерттеу және энергияны үнемдеу бойынша іс-шаралық жұмыстары орындалған. Сонымен қатар, жылыту, ауаны желдету мен салқындату жүйелерін жобалауда энергияны үнемдеу іс-шараларын ескере отырып есептеулер келтірілген, сондай-ақ, қазіргі заманауи энергия үнемдегіш қондырғылары пайдаланылған.

Excel бағдарламасының көмегімен жасалған жылыту, желдету, суыту жүйелерінің есептеулері жүргізілді.

Алынған мәліметтер бойынша жаңа үлгідегі энергия үнемдеуші қондырғылар таңдалған. Желдету қондырғыларын таңдау бойынша бағдарлама өнімін қолданумен ауаны сорып шығару қондырғылары таңдалып алынды. Қондырғыларды таңдалуы негізделді. Сорып –шығару қондырғыларын автоматты реттеу жүйесі қарастырылған.

Қонақ үй кешенінің ауаны желдету және салқындату жүйелеріне қосымша энергияны үнемдеу бойынша іс-шаралары ұсынылған.

## Annotation

The system of energy supply of the modern hotel complex Rixos, located in Almaty city, is considered in this dissertation.

Work on the inspection of the system of energy supply of hotel complex is executed and to development of events on an energy-savings. Calculations over are also brought, where planning of the systems of heating, ventilation and climatization executed taking into account energy-saving events, and also with the use of modern energy-saving equipment.

By means of the programs created in Excel, the calculation of the systems of ventilation, heating and conditioning is executed.

From obtained data the selection of the newest energy-saving equipment is produced. With the use of software product on the selection of vent aggregates reveal-drawing options are neat. The choice of this equipment is reasonable. The system of automatic control is considered reveal - drawing options.

Events are additionally recommended on an energy-savings in the systems of ventilation and climatization of hotel complex.

## Содержание

Введение

- 1 Описание гостиничного комплекса «Rixos»
- 2 Выбор системы отопления, вентиляции и кондиционирования в гостиничном комплексе «Rixos»
  - 2.1 Нормируемые параметры микроклимата помещений
  - 2.2 Классы энергетической эффективности
- 3 Система вентиляции в гостиничном комплексе «Rixos»
  - 3.1 Энергосберегающее вентиляционное оборудование
- 4 Расчет системы вентиляции гостиничного комплекса
  - 4.1 Аэродинамический расчет воздуховодов
- 5 Подбор приточно-вытяжных установок с использованием программного продукта по подбору вентиляционных агрегатов.
  - 5.1 Роторный рекуператор
- 6 Система автоматического регулирования
- 7 Система отопления и кондиционирования в гостиничном комплексе «Rixos»
  - 7.1 Обоснование выбора данного оборудования:
  - 7.2. Расчет мощности фанкойлов
  - 7.3 Подбор чиллера
- 8 Графики расхода теплоты на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение Гостиничного комплекса
- 9 Мероприятия по энергосбережению в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха

## Введение

С каждым годом цены на энергоносители продолжают расти. Следовательно рациональное и правильное потребление энергии в системах вентиляции, отопления и кондиционирования зданий значительно сократит огромные объемы потребления энергии, а также снизит затраты на их обслуживание. Поэтому проблема энергосбережения в системах энергоснабжения зданий крайне важна.

Для удачного развития гостиничного хозяйства Казахстан имеет не ограниченные возможности. Богатая история Казахстана, редкие памятники, своеобразная культура, стабильность в политике, готовность к сотрудничеству – все это склоняет к динамическому развитию гостиничной сферы.

Гостиничная сфера, важнейшая составляющая отрасли туризма, в современном мире и условиях является интенсивно развивающимся сектором всемирной экономики и рентабельным источником денежных поступлений.

В Послании Президента Республики Казахстан Нурсултана Назарбаева народу Казахстана отмечено: «Мы выбрали модель конкурентоспособной экономики с приоритетными отраслями, имеющими экономический потенциал повышения конкурентоспособности, положив тем самым начало развитию системы казахстанских кластеров». К числу таких приоритетных сфер деятельности относится гостиничное хозяйство.[1]

Гостиничный бизнес относится к одному из не маловажных слоев сферы услуг, исполняющий функции по обеспечению Казахстана и иностранных гостей питанием, жильем, а также разного рода необходимыми услугами.

Приход на рынок масштабных международных гостиничных цепей вызвали быстрое развитие гостиничных услуг и дальнейшую потребность улучшения их качества, отвечающего мировым стандартам.

Но развитие гостиничного сектора в Казахстане при наличии потенциальных возможностей также требует решения таких проблем как малая развитость инфраструктуры туризма, невысокий уровень сервиса, качества предоставляемых услуг не соответствует уровню цен, низкая эффективность использования энергии, низкий потенциал энергосбережения, выполнение инженерных расчетов не отвечающего мировым стандартам, не применение новейшего оборудования и средств автоматизации.

Решение всех перечисленных проблем требует проведения анализа сегодняшнего уровня развития гостиничных секторов, а также необходимых научных исследований, что и подчеркивает актуальность данной диссертации.

В данной диссертации рассмотрена система энергоснабжения современного гостиничного комплекса Rixos, расположенного в г. Алматы.

С целью оценки эффективности использования энергии в современном гостиничном комплексе Rixos и потенциал энергосбережения

С целью разработки необходимых рекомендаций по энергосбережению

Основными задачами является:

- 1 Обследование инженерных систем вентиляции, отопления и кондиционирования гостиничного комплекса
- 2 Расчет систем отопления, вентиляции и кондиционирования гостиничного комплекса
- 3 Анализ, результат, подбор необходимого энергосберегающего оборудования

## 1 Описание гостиничного комплекса «Rixos»

Казахстанская компания ТОО «Альпари» и международная гостиничная сеть «Rixos Group», Отель премиум класса «Rixos Almaty», площадью в 52 тыс.кв.м., 264 номера, 238 с системой кондиционирования Сдан в эксплуатацию 16 октября 2009г, находится в центре города Алматы, на пересечении улиц Кабанбай Батыра и Сейфуллина.

12-этажный отель Rixos, расположенный на территории в 2 гектара, включает 262 люксовых и два президентских номера, конференц-зал на 1000 человек, рестораны, бутики, развлекательный центр с дискотекой, бассейн, спа-салон и фитнес-центр. На строительство комплекса было потрачено 150 млн. долларов.[2]

Площадь земельного участка - 2,05 га

Длина здания - **89,3 м**

Ширина здания - **64,5 м**

Строительный объём здания - **275 699 м<sup>3</sup>**

Площадь застройки - **5 955 м<sup>2</sup>**

Этажность - **12 этажей**

Общая площадь здания, в т.ч. - **52 950 м<sup>2</sup>**

Площадь зоны номеров - **36 034 м<sup>2</sup>**

Площадь офис - **8 544 м<sup>2</sup>**

Атриум - **2 290 м<sup>2</sup>**

Площадь автопаркингов - **6 082 м<sup>2</sup>**

Количество мест - **142 ед.**

Количество номеров - **262**

В Отеле Rixos Алматы 262 номера включая номера ВИП Люкс.

Категории номеров (в каждом номере Французский балкон):

-Deluxe Room – 32 кв.м.

-Premium Room – 48 кв.м.

-Deluxe Duplex Room – 105 кв.м.

В каждом номере имеется рабочий стол, софа и журнальный стол, душевая кабина и ванна

- Executive Suite – 110 кв.м, отдельная гостиная и спальня, душевая кабина и ванна

- Presidential Suite – 220 кв.м отдельная гостиная и спальня, расположен на последнем этаже Отеля[3]

Общее число номеров - 238, Число мест - 40, Число этажей - 10,

Число зданий или корпусов - 1, У

Номера

В кондиционируемых номерах (238) отеля Rixos Almaty Hotel предоставляются следующие удобства: камин и минибар. Имеются балконы, откуда открывается вид на город, горы или сад. В номерах имеется стол и диван-кровать. В ванных комнатах предлагается следующее: отдельные ванны и душевые с глубокими ваннами для купания, ручной душ и душ с дождевой насадкой. Также в ванных комнатах есть телефоны, зеркало для

макияжа или бриться и купальный халат. Предоставляется бесплатный высокоскоростной проводной, а также беспроводной доступ в Интернет. В номерах предоставляются сейфы (вмещают портативный компьютер) и телефон с прямым набором номера. В каждом номере есть 32-дюйм. ЖК-телевизор с возможностью просмотра спутниковых каналов. Также предоставляются следующие удобства: стиральная машина, сушка и бесплатная бутилированная вода. По запросу предоставляется: уют, гладильная доска; уборка номера перед сном выполняется ежевечерне, а обслуживание номеров — ежедневно.

В номерах Кондиционер, Мини-бар, Индивидуальная ванная комната, Купальные халаты, Камин, Балкон, Потолочный вентилятор, Стиральная машина, сушка, Письменный стол, Система кондиционирования воздуха, Диван-кровать, Открывающиеся окна, Уют, гладильная доска (по запросу), Телефон в ванной, Телефон с прямым набором номера, Затемненные шторы, Электронные или магнитные ключи, Ручной душ, Зеркало для макияжа, Тапочки, Ванна и душ отдельно, Напольные весы, Устройство громкой связи, Большой сейф в номере (вмещающий ноутбук), Спутниковое телевидение, HD-телевидение, Жидкокристаллический телевизор, Вид на город, Вид на горы, Вид на сад, Глубокая ванна, Душевая головка с дождевым режимом

Сервисы Ежедневная уборка номера, Бесплатные туалетные принадлежности, Предоставляются детские кроватки и коляски, Вечерняя подготовка номера ко сну, Бесплатная бутилированная вода, Приветственные подарки

Интернет Высокоскоростной беспроводной доступ в Интернет (бесплатно), Высокоскоростной проводной доступ в Интернет (за дополнительную плату)[4]

16 октября в Алматы состоялось самое яркое событие этого года – открытие отеля премиум-класса Rixos Hotel Almaty.

Более 450 VIP гостей, политиков и бизнесменов собрались, чтобы разделить это радостное событие с владельцем сети отелей г-ном Тамиджи. Церемония открытия прошла торжественно и грандиозно: мэр города Алматы Есимов А.С и Председатель Совета Директоров Народного банка Казахстана Александр Павлов лично поздравили Rixos с открытием нового отеля



Рисунок 1.1 – Гостиничный комплекс «Rixos»

Владелец сети Rixos г-н Фетях Тамидже (**Fettah Tamince**) перерезал красную ленточку и вручил символический ключ мэру города. «Для нас Казахстан играет особую роль, и я с радостью и уверенностью в успехе открываю второй отель Rixos в Казахстане» - заявил он.

Выступления звезд российского и зарубежного шоу-бизнеса (на мероприятии выступили Анита Цой, группа А-Студио, Софи Эллис-Бэкстер (Sophie Ellis-Bextor), Робертино Лоретти), непринужденная атмосфера и изысканные угощения подарили незабываемые впечатления для всех гостей без исключения.

Заказчиком отеля выступила казахская компания ТОО «Альпари». Ведущая турецкая компания «Сембол Улусларарасы Ятырым Тарым Пейзаж Иншаат Туризм Санайи ве Тиджарет», имеющая многолетний опыт строительства крупных объектов в разных странах, стала подрядчиком по строительству отеля.

Управление гостиничным комплексом осуществляется экспертом гостиничного дела, компанией Rixos Group. Одним из преимуществ алматинского проекта является его расположение в «старом» центре Южной столицы. Учитывая это, генеральный подрядчик выполнил этот концептуальный проект в строгом соответствии с архитектурой старого города.

«Наш первый проект в Астане оказался очень успешным, поэтому мы решили открыть ещё один отель в Казахстане, - сообщил во время церемонии Председатель Правления сети Rixos Group Ирфан Домирок (Irfan Demirok), – на данный момент мы являемся лидерами по уровню сервиса и количеству предлагаемых услуг в этом сегменте».



Современный гостиничный комплекс Rixos Hotel Almaty с развитой инфраструктурой в традиционном стиле Rixos предоставляет своим гостям рестораны с традиционными и экзотическими кухнями, СПА центр общей площадью 2200 кв.м., включающий в себя фитнес-центр, бассейн (285 кв.м.), сауну и хаммам, 7 массажных комнат (включая 1 VIP комнату), зимний сад, дождевые и паровые комнаты, витаминный бар и салон красоты; элегантные кофейни для частного общения, бутики от ведущих люксовых брендов и мировых ювелирных домов, конференц-залы для деловых встреч и просторные банкетные залы.



Рисунок 1.2 – Гостиничный комплекс «Rixos»

Вестибюль отеля венчает самый большой в центральной Азии атриум площадью 2290 кв.м. Наряду с 262 люксовыми номерами в гостинице имеются два президентских номера. Стоимость номеров начинается от пятисот долларов США.

К услугам гостей опытный менеджерский состав с 10-летним опытом работы, а также самый большой среди казахских отелей бизнес-центр площадью 9 000 кв.м., расширяющий возможности гостей для деловых встреч и повседневной работы.[2]



Рисунок 1.3 – Гостиничный комплекс «Rixos»



Рисунок 1.4 – Гостиничный комплекс «Rixos»

## **2 Выбор системы отопления, вентиляции и кондиционирования в гостиничном комплексе «Rixos»**

Задачами для исследования являются:

1 Обследование инженерных систем отопления, вентиляции и кондиционирования гостиничного комплекса

2 Расчет систем отопления, вентиляции и кондиционирования гостиничного комплекса

3 Анализ, результат, подбор необходимого энергосберегающего оборудования

Проблема энергосбережения в системах энергоснабжения зданий крайне важна и актуальна, так как цены на энергоносители с каждым годом продолжают расти. Следовательно, рациональное и правильное потребление энергии в системах вентиляции, отопления и кондиционирования зданий значительно сократит огромные объемы потребления энергии, а также снизит затраты на их обслуживание.

Высокая эффективность работы систем вентиляции, отопления и кондиционирования во многом зависит от правильного выполнения инженерных расчетов, применения нового энергосберегающего оборудования, средств автоматики, а также от условий эксплуатации.

Правильно выстроенная структура энергосбережения значительно повышает эффективность использования энергоресурсов, а также способствует значительной экономии финансовых средств.

### **2.1 Нормируемые параметры микроклимата помещений**

#### **Классификация помещений**

Помещения 1 категории — помещения, в которых люди в положении лежа или сидя находятся в состоянии покоя и отдыха.

Помещения 2 категории — помещения, в которых люди заняты умственным трудом, учебой.

Помещения 3а категории — помещения с массовым пребыванием людей, в которых люди находятся преимущественно в положении сидя без уличной одежды.

Помещения 3б категории — помещения с массовым пребыванием людей, в которых люди находятся преимущественно в положении сидя в уличной одежде.

Помещения 3в категории — помещения с массовым пребыванием людей, в которых люди находятся преимущественно в положении стоя без уличной одежды.

Помещения 4 категории — помещения для занятий подвижными видами спорта.

Помещения 5 категории — помещения, в которых люди находятся в полураздетом виде (раздевалки, процедурные кабинеты, кабинеты врачей и т.п.).

Помещения 6 категории — помещения с временным пребыванием людей (вестибюли, гардеробные, коридоры, лестницы, санузлы, курительные, кладовые).[5]

### Параметры микроклимата

В помещениях жилых и общественных зданий следует обеспечивать оптимальные или допустимые нормы микроклимата в обслуживаемой зоне.

Требуемые параметры микроклимата: оптимальные, допустимые или их сочетания — следует устанавливать в нормативных документах в зависимости от назначения помещения и периода года.

Параметры, характеризующие микроклимат помещений :

температура воздуха;

скорость движения воздуха;

относительная влажность воздуха;

результатирующая температура помещения;

локальная асимметрия результирующей температуры.

Оптимальные и допустимые нормы микроклимата в обслуживаемой зоне помещений (в установленных расчетных параметрах наружного воздуха) должны соответствовать значениям, приведенным в таблицах 1 и 2.

Таблица 2.1- Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в обслуживаемой зоне общественных зданий

Период года	Наименование помещения или категория	Температура воздуха, °С		Результирующая температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая, не более	оптимальная, не более	допустимая, не более
Холодный	1 категория	20-22	18-24	19-20	17-23	45-30	60	0,2	0,3
	2 »	19-21	18-23	18-20	17-22	45-30	60	0,2	0,3
	3а »	20-21	19-23	19-20	19-22	45-30	60	0,2	0,3
	3б »	14-16	12-17	13-15	13-16	45-30	60	0,2	0,3
	3в »	18-20	16-22	17-20	15-21	45-30	60	0,2	0,3
	4 »	17-19	15-21	16-18	14-20	45-30	60	0,2	0,3
	5 »	20-22	20-24	19-21	19-23	45-30	60	0,15	0,2

	6 » Ванные, душевые	16-18 24-26	14-20 18-28	15-17 23-25	13-19 17-27	НН* НН	НН НН	НН 0,15	НН 0,2
Холодный	Детские дошкольные учреждения Групповая раздевальная и туалет: для ясельных и младших групп	21-23	20-24	20-22	19-23	45-30	60	0,1	0,15
	для средних и дошкольных групп	19-21	18-25	18-20	17-24	45-30	60	0,1	0,15
	Спальня: для ясельных и младших групп	20-22	19-23	19-21	18-22	45-30	60	0,1	0,15
	для средних и дошкольных групп	19-21	18-23	18-22	17-22	45-30	60	0,1	0,15
Теплый	Помещения с постоянным пребыванием людей	23-25	18-28	22-24	19—27	60-30	65	0,3	0,5

\* НН - не нормируется [5]

## 2.2 Классы энергетической эффективности

Для оценки достигнутой в проекте здания или в эксплуатируемом здании энергетической эффективности потребления энергии на отопление и вентиляцию (по показателю энергетической эффективности здания), установлены следующие классы энергетической эффективности зданий (таблица 2.1.2) в % отклонения расчетного показателя энергетической эффективности здания от нормируемой (базовой) величины.

Таблица 2.2 - Классы энергетической эффективности жилых и общественных зданий

Обозначение класса	Наименование класса энергетической эффективности	Величина отклонения расчетного (фактического) значения показателя энергетической эффективности на отопление и вентиляцию здания от нормативного, %	Рекомендуемые мероприятия
При проектировании и эксплуатации новых и реконструируемых зданий			
<b>A++</b> <b>A+</b> <b>A</b>	<b>Очень высокий</b>	ниже -60 от -50 до -60 от -40 до -50	Экономическое стимулирование
<b>B+</b> <b>B</b>	<b>Высокий</b>	от -30 до -40 от -15 до -30	То же
<b>C+</b> <b>C</b> <b>C-</b>	<b>Нормальный</b>	от - 5 до - 15 от + 5 до - 5 от + 15 до + 5	-
При эксплуатации существующих зданий			
<b>D</b>	<b>Пониженный</b>	от + 15,1 до + 50	Желательна рекон-струкция здания

			после 2020г.
<b>Е</b>	<b>Низкий</b>	более +50	Необходимо утепление здания

Присвоение классов «**D**, **E**» на стадии проектирования не допускается. Классы «**A**, **B**, **C**» устанавливаются для вновь возводимых и реконструируемых зданий на стадии разработки проекта и впоследствии их уточняют по результатам эксплуатации. Для достижения классов «**A**, **B**» органам администраций субъектов Российской Федерации рекомендуется применять меры по экономическому стимулированию участников проектирования и строительства. Классы «**D**, **E**» устанавливаются при эксплуатации возведенных до 2000 г. зданий с целью разработки органами администраций субъектов Российской Федерации очередности и мероприятий по реконструкции этих зданий.

Класс энергетической эффективности здания на стадии проект должен определяться исходя из сравнения (определения величины отклонения) расчетных и нормативных значений показателей энергетической эффективности, отражающих удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию с учетом типа и назначения здания;

Класс энергетической эффективности при сдаче-приемке в эксплуатацию законченного строительством или реконструкцией здания устанавливается на основе результатов обязательного расчетно-экспериментального контроля нормируемых энергетических показателей дома, в том числе удельного энергопотребления на отопление и вентиляцию, пересчитанного на нормализованный отопительный период согласно ГОСТ 31168.

Класс энергетической эффективности эксплуатируемых зданий определяется по результатам энергетического обследования путем сопоставления величины отклонения в % фактического нормализованного удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период требованиям базового уровня по таблицам 13 - 14 при условии обеспечения воздушно-теплого режима в квартирах или помещениях общественного назначения.

Для многоквартирных домов нормального класса энергоэффективности (класс «**C**») срок, в течение которого выполнение таких требований обеспечивается застройщиком, должен составлять не менее пяти лет с момента ввода их в эксплуатацию. Для многоквартирных домов высокого класса энергетической эффективности (по классу «**B**») и очень высокого класса энергетической эффективности (по классу «**A**») выполнение таких требований должно быть обеспечено застройщиком в течение первых десяти лет эксплуатации. При этом во всех случаях на застройщике лежит обязанность проведения обязательного расчетно-экспериментального

контроля нормируемых энергетических показателей дома как при сдаче-приемке дома в эксплуатацию, так и последующего их подтверждения не реже, чем один раз в пять лет. Расчетно-экспериментальный контроль и присвоение класса энергетической эффективности при сдаче-приемке дома в эксплуатацию осуществляется за счет средств застройщика.[6]

Для данного гостиничного комплекса наиболее оптимальной является воздушная система отопления. Так как в основном системы воздушного отопления применяют для гостиниц, производственных зданий, которые используются для работы неполные дни недели и неполные сутки, где допускается снижение температуры внутри помещений в нерабочее время. Поэтому в данном проекте выбрана система отопления и кондиционирования гостиницы чиллер – фанкойлы.

Экономичность. Автоматический перевод здания из дневного в ночной режим, понижения температуры в помещениях, отключения кондиционеров и т.д., позволяет снизить до 35% энергопотребления, за счет работы систем автоматики в наиболее экономичном режиме;

Также позволяет сократить в 3 раза расходы на службу эксплуатации, сократить расходы на ремонт оборудования, продлить срок его службы за счет постоянного мониторинга параметров инженерных систем с центрального диспетчерского пункта и своевременного информирования дежурного персонала обо всех отклонениях параметров и сбоях в работе систем автоматики, что позволит увеличить в 2 раза срок бесперебойной работы инженерных систем за счет автоматического поддержания оптимальных условий работы оборудования и использования надежных технических средств; [7]

Малая инерционность. Агрегаты систем воздушного отопления довольно быстро выходят на рабочий режим за счет достаточно высокой оборачиваемости воздуха, и уже через несколько минут целиком помещение нагревается.

Достаточно низкие температуры не приводят систему к размораживанию.

Высокая степень автоматизации позволяет вырабатывать ровно то количество тепла, которое необходимо.

Также использование приточно-вытяжной установки с рекуператором тепла является типовым мероприятием по энергосбережению в системе вентиляции, поскольку позволяет экономить до 80% тепла идущего на подогрев приточного воздуха.

Несомненно, большим плюсом в выборе и использовании данной установки является отключение установки в нерабочее время, что позволяет сэкономить от 10 до 50% потребляемой энергии.

Благодаря встроенной системе автоматического регулирования и управления установками экономия достигает 10-15%.



### 3 Система вентиляции в гостиничном комплексе «Rixos»

В данной диссертации рассматривается система энергоснабжения современного гостиничного комплекса Rixos.

Рассмотрена система отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха одного из этажей гостиничного комплекса.

Для поддержания оптимальных параметров микроклимата в гостиничном комплексе действует приточно-вытяжная система вентиляции с рекуператором тепла. Приточно-вытяжной агрегат специально разработан в соответствии с требованиями к энергоэффективности, поэтому агрегат оснащен высокоэффективным роторным теплообменником, а также имеет низкое энергопотребление. Приточно-вытяжной вентиляционный агрегат с роторным рекуператором тепла фильтрует, подогревает, подает чистый и удаляет загрязненный воздух. Для подогрева воздуха после утилизатора используется водяной нагрев.

Воздуховоды систем вентиляции выполняются из оцинкованной стали с толщиной 0,5-0,7 мм. Воздуховоды приточной системы в местах изменения сечений изолируются изоляцией k-flex.

#### 3.1 Энергосберегающее вентиляционное оборудование

Согласно СНИП 4.02-42-2006 [8] для поддержания оптимальных параметров микроклимата в гостиничном комплексе работает приточно-вытяжная установка с рекуператором тепла. Обоснование выбора данного оборудования:

Для данного объекта наиболее оптимальной является воздушная система отопления. Так как в основной системы воздушного отопления применяют для гостиниц, производственных зданий, которые используются для работы неполные сутки и дни недели, в которых допускается снижение температуры внутри помещений в нерабочее время. Поэтому в данном проекте заложена система отопления и кондиционирования гостиницы чиллер – фанкойлы.

1 Использование *рекуператора* тепла является типовым мероприятием по энергосбережению в системе вентиляции, поскольку позволяет экономить *до 80%* тепла идущего на подогрев приточного воздуха.

2 Также большим плюсом в использовании данной установки является *отключение* установки в нерабочее время, что позволяет сэкономить *от 10 до 50%* потребляемой энергии.

3 Благодаря встроенной системе *автоматического регулирования* и управления установками экономия достигает *10-15%*.

4 Применение современных *вентиляторов с высоким КПД* позволяет *экономить 20-30%* от потребляемой ими энергии.

5 Автоматический перевод здания из дневного в ночной режим позволяет сэкономит *до 35%* потребляемой энергии

Для данного объекта наиболее оптимальной является воздушная система отопления. Так как в основном системы воздушного отопления применяют для гостиниц, производственных зданий, которые используются для работы неполные сутки и дни недели, в которых допускается снижение температуры внутри помещений в нерабочее время.

#### **4 Расчет системы вентиляции гостиничного комплекса**

Технические условия проектирования

Проект выполнен на основании технического задания на проектирование, технологических заданий, архитектурно-строительных чертежей и действующих нормативных документов.

Расчетные параметры отопления и теплоснабжения

1 Теплоснабжение систем отопления, вентиляции, предусматривается от наружных тепловых сетей. Теплоноситель – горячая вода с параметрами  $T = 90-70^{\circ}\text{C}$ .

2 Подключение систем к тепловым сетям системы теплоснабжения предусматривается по независимой схеме.

3 Помещения и проемы в помещениях, а также размещение

Оборудования, арматуры и трубопроводов, обеспечивают возможность ведения работ по монтажу и демонтажу оборудования при эксплуатации.

Удаление из помещения загрязненного воздуха и приток свежего осуществляется по системе воздуховодов, аэродинамический расчет которых представлен в таблице

##### **4.1 Аэродинамический расчет воздуховодов**

При перемещении воздуха в системах вентиляции происходит потеря энергии, которая обычно выражается в перепадах давлений воздуха на отдельных участках системы и в системе в целом.

Цель аэродинамического расчёта воздуховодов сводится:

1 К определению размеров поперечного сечения воздуховодов на различных участках;

2 К подсчёту потерь давления в сети на преодоление сопротивлений;

Прежде чем приступить к расчёту, вычерчивается аксонометрическая схема системы с указанием на ней всех элементов сети, в которых возникают потери (решётки, повороты, тройники и т.п.) (см. Приложение А)

Воздух в системе вентиляции перемещается под действием естественного давления, возникающего вследствие разности плотностей холодного наружного и теплого внутреннего воздуха. Естественное располагаемое давление  $\Delta P_e$ , Па, для системы вентиляции определяется по формуле

$$\Delta P_e = hg(\rho_n - \rho_{вн}) \quad (4.1)$$

где  $h$  - разница отметок устья шахты и жалюзийной решетки, м;  
 $\rho_n, \rho_{вн}$  - плотности наружного и внутреннего воздуха, кг/м<sup>3</sup>.

Плотности  $\rho_n, \rho_{вн}$  принимаются по расчетным температурам наружного  $t_n$  и внутреннего воздуха  $t_{вн}$ .

Задачей аэродинамического расчета является подбор таких сечений воздухопроводов, при которых суммарные потери давления в расчетной ветви  $\alpha$

$(Rl\beta+Z)$  будут равны или меньше действующего давления

$$\Sigma(Rl\beta+Z) \leq P_e \quad (4.2)$$

где  $R$  - удельные потери давления на трение в металлических воздухопроводах, Па/м;

$l$  - длина участка воздуховода, м;

$\beta$  - коэффициент шероховатости стен канала;

$Z$  - потери давления в местных сопротивлениях.

Рекомендуется запас давления в размере 10-15 %.

Динамическое давление  $P_v$ , определяемое по формуле

$$P_v = \rho V^2 / 2 \quad (4.3)$$

Для расчета прямоугольных каналов их размеры необходимо привести к эквивалентному диаметру круглого канала

$$d_{экр} = 2ab / (a + b) \quad (4.4)$$

где  $a$  и  $b$  - размеры сечения канала, мм.

Расчет каждого участка ветви выполняют в следующем порядке.

1. Определяют требуемую площадь канала  $F_{тр}, м^2$

$$F_{тр} = L / (3600 \cdot V_{рек}) \quad (4.5)$$

где  $L$  - расчетный расход воздуха, м<sup>3</sup>/ч;

$V_{рек}$  - рекомендуемая скорость, принимаемая равной 0,5-1,0 м/с для

вертикальных и горизонтальных каналов и 1 - 1,5 м/с для шахты.

2. Подбирают стандартное сечение канала с близким значением площади  $F$ .

3. По расходу воздуха  $L$  и эквивалентному диаметру  $d_{экр}$  определяют удельные потери давления на трение  $R$ , скорость  $V$  и динамическое давление  $P_v$ .

4. Определяют потери давления на трение  $\Delta P_{л} = R \cdot l \cdot \beta$ , Па, и местные потери давления  $Z$ , Па

$$Z = \sum \xi \cdot P_v \quad (4.6)$$

где  $\xi$  - коэффициенты местных сопротивлений на участке, принимаемые по [10].

5. Определяют потери давления на участке  $(R \cdot l \cdot \beta + Z)$ , Па.

Аналогичные расчеты выполняют и для других ветвей.

$H$  - высота двери, м; при  $H > 2.5$  м принимать  $H = 2,5$  м;

Участки сети после калорифера выполняются из гибких воздуховодов. Удельные потери давления на прямых участках для гибких воздуховодов принимаются в 2 раза больше, чем для воздуховодов из листовой стали.[9]

Аэродинамический расчет воздуховодов представлен ниже в таблице 4.1.

Таблица 4.1 - Результаты аэродинамического расчета воздухопроводов

Нуч	Кол-во воздуха		Длина L, м	Скорость в живом сеч. v, м/с	Ширина А, м	Высота В, м	Диаметр d <sub>жв.м</sub>	Потери дав.на тр. на 1м R, Па	Потери дав.на тр. на уч. R <sub>уч</sub> , Па	Местн. сопрот. ∑ξ	Потери дав.на МС Z <sub>уч</sub> , Па	Прочие пот.дав.на МС Z <sub>учпр</sub> Па	Потери дав.на уч. R <sub>уч</sub> +Z <sub>уч</sub> Z <sub>учпр</sub> Па	Сумма по- терь дав. на уч. Σ (R <sub>уч</sub> +Z <sub>уч</sub> ) Па
	L <sub>1</sub> м <sup>3</sup> /ч	L <sub>2</sub> м <sup>3</sup> /сек												
1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>ПВ<sub>3</sub> приток</b>														
1	140	38,9	4	1,7	150	150	169	0,011	0,110	4,35	7,9	3,50	7,94	7,94
2	150	41,7	6	1,9	150	150	169	0,022	0,215	4,13	8,7	3,50	12,16	20,11
3	230	63,9	10	2,1	200	150	195	0,039	0,387	3,96	11,0	3,50	14,86	34,97
4	280	77,8	8	2,6	200	150	195	0,044	0,351	4,48	18,4	3,00	21,75	56,72
5	380	105,6	16	2,6	200	200	226	0,048	0,767	3,94	16,8	4,00	21,54	78,26
6	660	183,3	15	3,7	250	200	252	0,069	1,031	10,72	88,2	3,50	92,68	170,94
7	800	222,2	18	3,7	300	200	276	0,060	1,080	5,74	48,2	3,50	52,74	223,68
<b>ПВ<sub>3</sub> вытяжка</b>														
1	100	27,8	5	1,2	150	150	169	0,009	0,090	4,35	4,1	3,50	4,05	4,05
2	140	38,9	9	1,7	150	150	169	0,018	0,151	4,13	7,5	3,50	11,05	15,10
3	230	63,9	12	2,1	200	150	195	0,021	0,250	3,96	11,0	3,50	14,73	29,83
4	230	63,9	7	2,1	200	150	195	0,039	0,271	4,13	11,4	3,00	14,72	44,54
5	330	91,7	16	2,3	200	200	226	0,048	0,767	3,94	12,6	4,00	17,42	61,96
6	560	155,6	14	3,9	200	200	226	0,048	0,671	10,37	95,9	3,50	100,09	162,05
7	700	194,4	20	3,9	250	200	252	0,046	0,927	5,74	53,1	3,50	57,52	215,57
<b>ПВ<sub>3</sub> приток</b>														
1	140	38,9	5	1,7	150	150	169	0,011	0,110	4,35	7,9	3,50	7,94	7,94
2	150	41,7	5	1,9	150	150	169	0,022	0,215	4,13	8,7	3,50	12,16	20,11
3	230	63,9	10	2,1	200	150	195	0,039	0,387	3,96	11,0	3,50	14,86	34,97
4	240	66,7	8	2,2	200	150	195	0,044	0,351	4,48	13,5	3,00	16,87	51,84
5	380	105,6	16	2,6	200	200	226	0,048	0,767	3,94	16,8	4,00	21,54	73,38
6	620	172,2	15	3,4	250	200	252	0,052	0,777	10,72	77,8	3,50	82,07	155,45
7	760	211,1	14	3,5	300	200	276	0,060	0,840	5,74	43,5	3,50	47,80	203,25
<b>ПВ<sub>3</sub> вытяжка</b>														
1	100	27,8	5	1,2	150	150	169	0,009	0,090	4,35	4,1	3,50	4,05	4,05
2	140	38,9	5	1,7	150	150	169	0,018	0,151	4,13	7,5	3,50	11,05	15,10
3	190	52,8	10	1,8	200	150	195	0,021	0,209	3,96	7,5	3,50	11,20	26,30
4	230	63,9	8	2,1	200	150	195	0,039	0,309	4,13	11,4	3,00	14,76	41,05
5	330	91,7	16	2,3	200	200	226	0,034	0,340	3,94	12,6	4,00	17,19	58,24
6	520	144,4	15	3,6	200	200	226	0,048	0,719	10,37	82,7	3,50	86,93	145,17
7	660	183,3	16	3,7	250	200	252	0,046	0,742	5,74	47,2	3,50	51,44	196,61
<b>ПВ41 приток</b>														
1	160	44,4	10	3,0	150	100	138	0,015	0,160	4,35	23,3	3,50	23,34	23,34
2	180	50,0	15	2,2	150	150	169	0,025	0,211	4,13	12,5	3,50	15,98	39,32
3	280	77,8	2	3,9	200	100	160	0,132	0,263	3,96	36,6	7,00	43,87	83,18
4	460	127,8	11	2,8	300	150	239	0,061	0,674	4,48	22,1	10,50	33,25	116,43
5	860	238,9	17	4,0	400	150	276	0,183	3,113	4,29	41,6	14,00	58,69	175,12
6	1420	394,4	6	3,9	500	200	357	0,064	0,385	10,72	102,0	17,50	119,90	295,02
7	1580	438,9	4	4,4	500	200	357	0,101	0,403	4,34	51,1	21,00	72,53	367,55
8	1760	488,9	9	4,9	500	200	357	0,073	0,661	3,65	53,4	24,50	78,52	446,07
<b>ПВ41 вытяжка</b>														
1	150	41,7	8	2,8	150	100	138	0,013	0,147	4,35	20,5	3,50	20,51	20,51
2	170	47,2	12	2,1	150	150	169	0,028	0,198	4,48	12,1	3,50	15,57	36,08
3	200	55,6	10	1,9	200	150	195	0,037	1,169	4,31	9,0	7,00	17,20	53,29
4	390	108,3	8	2,4	300	150	239	0,055	0,441	4,48	15,9	10,50	26,81	80,10
5	520	144,4	8	3,2	300	150	239	0,037	0,297	4,64	29,2	14,00	43,52	123,62
6	910	252,8	2	3,6	350	200	299	0,047	0,095	10,72	85,5	17,50	103,09	226,71
7	1060	294,4	4	4,2	350	200	299	0,080	0,321	4,69	50,8	21,00	72,07	298,79
8	1230	341,7	4	4,9	350	200	299	0,077	0,308	3,65	53,2	24,50	77,99	376,78
<b>ПВ40 приток</b>														
1	100	27,8	11	1,9	150	100	138	0,014	0,123	4,35	9,1	3,50	9,12	9,12
2	200	55,6	10	1,9	200	150	195	0,035	0,276	4,13	8,7	3,50	12,16	21,28
3	290	80,6	6	1,8	300	150	239	0,056	0,333	3,96	7,8	7,00	15,09	36,37
4	460	127,8	6	2,8	300	150	239	0,037	0,223	4,13	20,3	10,50	31,07	67,44
5	720	200,0	10	3,3	400	150	276	0,028	0,275	3,94	26,8	14,00	41,04	108,48

6	760	211,1	11	3,5	400	150	276	0,064	0,705	10,38	78,6	17,50	96,80	205,28
7	1480	411,1	9	4,1	500	200	357	0,073	0,654	3,64	37,6	21,00	59,28	264,56
8	1580	438,9	4	4,4	500	200	357	0,080	0,321	3,65	43,0	24,50	67,82	332,38
9	1780	494,4	6	4,9	500	200	357	0,079	0,476	4,63	69,2	28,00	97,68	430,07
<b>ПВ40 вытяжка</b>														
1	90	25,0	9	1,7	150	100	138	0,015	0,127	5,40	9,2	3,50	9,17	9,17
2	190	52,8	6	1,8	200	150	195	0,032	0,276	4,83	9,1	3,50	12,64	21,81
3	270	75,0	2	1,7	300	150	239	0,046	0,092	4,66	7,9	7,00	15,00	36,82
4	280	77,8	15	1,7	300	150	239	0,034	0,506	5,18	9,5	10,50	20,46	57,28
5	680	188,9	11	3,1	400	150	276	0,024	0,265	4,99	30,2	14,00	44,50	101,78
6	960	266,7	5	3,8	350	200	299	0,026	0,129	11,42	101,4	17,50	119,00	220,78
7	1050	291,7	0	4,2	350	200	299	0,065	0,000	6,44	68,4	21,00	89,38	310,16

## 5 Подбор приточно-вытяжных установок с использованием программного продукта по подбору вентиляционных агрегатов.

Зная необходимый расход воздуха и давление, приступим к подбору приточно-вытяжной установки.

Согласно СНиП 4.02-42-2006 [7] приточно-вытяжная вентиляционная установка должна обеспечивать допустимые метеорологические условия и санитарные нормы воздуха в гостинице.

ПВ1 - Приточно-вытяжной агрегат №1

Исходные данные

а) приток  $Q=800\text{м}^3/\text{ч}, P=224\text{Па}$ ;

б) вытяжка  $Q=700\text{м}^3/\text{ч}, P=215\text{Па}$ .

Расчет вентиляционного агрегата с помощью программы Systemair CAD

Нагрев		Вентилятор/Фильтр/Двигатель	
T входящей жидкости	90.0 °C	Тип вентилятора	Co свободным напором
T выходящей жидкости	70.0 °C	Класс фильтра / Приток	G4
T воздуха после теплообменника	22.0 °C	Класс фильтра / Вытяжка	G4
Максимальный перепад давления	15 кПа	Тип двигателя	IE2
Охлаждение		Напряжение	3x400 В
T входящей жидкости	6.0 °C	Число скоростей двигателя	1
T выходящей жидкости	12.0 °C	Защита двигателя	Термистор
DX температура испарения	12.0 °C	DVCompact	
T воздуха после теплообменника	16.0 °C	Класс фильтра / Приток	F7
Максимальный перепад давления	30 кПа	Класс фильтра / Вытяжка	F7
Теплообменник с промежуточным теплоносителем		Напряжение	3x230 В
Требуемый КПД утилизации тепла	50 %	Topvex	
Потери давления для 2-х	100 кПа	Класс фильтра / Приток	F7
Предподогрев		Класс фильтра / Вытяжка	M5
T воздуха после теплообменника	-3.0 °C	Напряжение	3x400 В
Предупреждение		Максимальный SFP	2.0 кВт/(м3/с)
		Минимальная рекуперация	80.0 %

Рисунок 5.1 – Значения необходимые для расчета вентиляционного агрегата

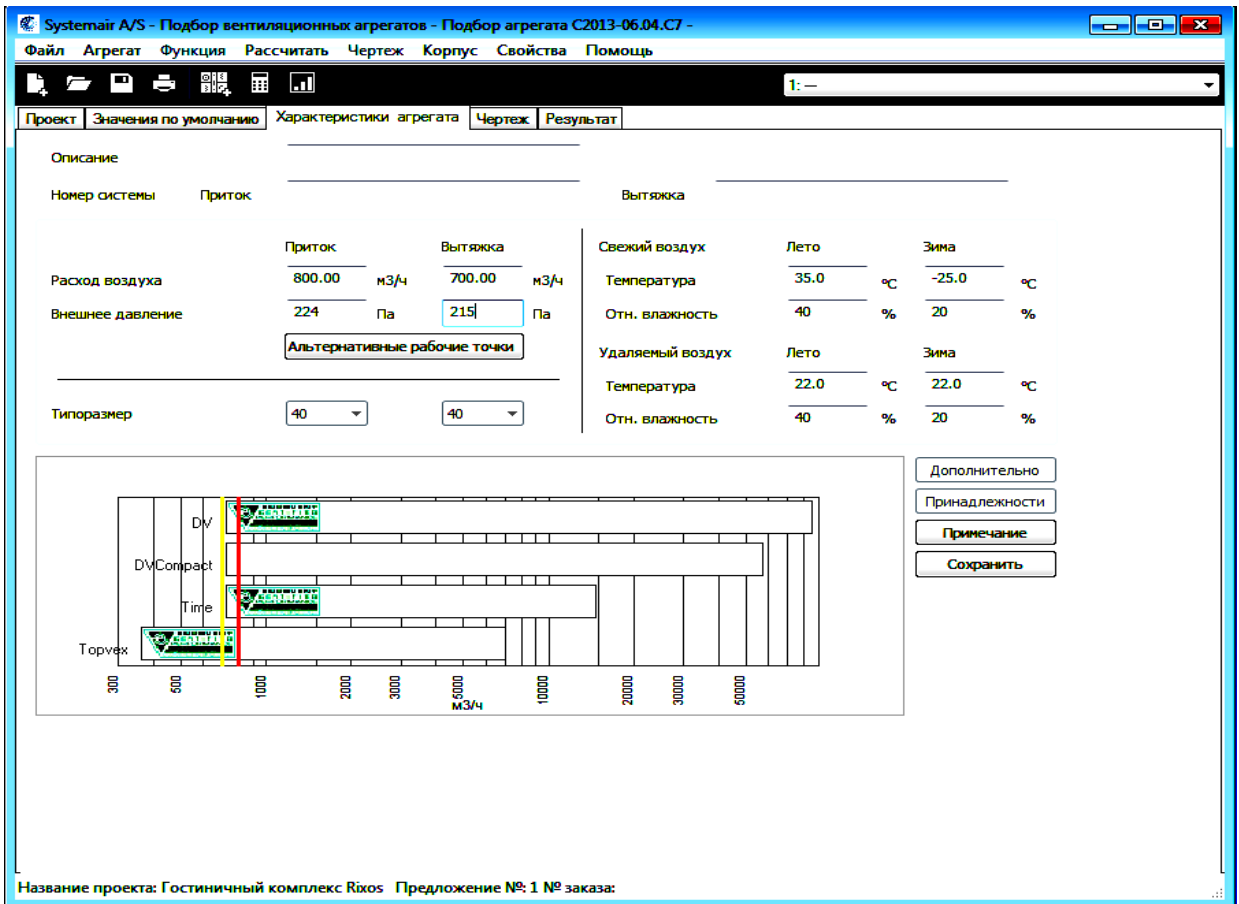


Рисунок 5.2 – Технические характеристики вентиляционного агрегата

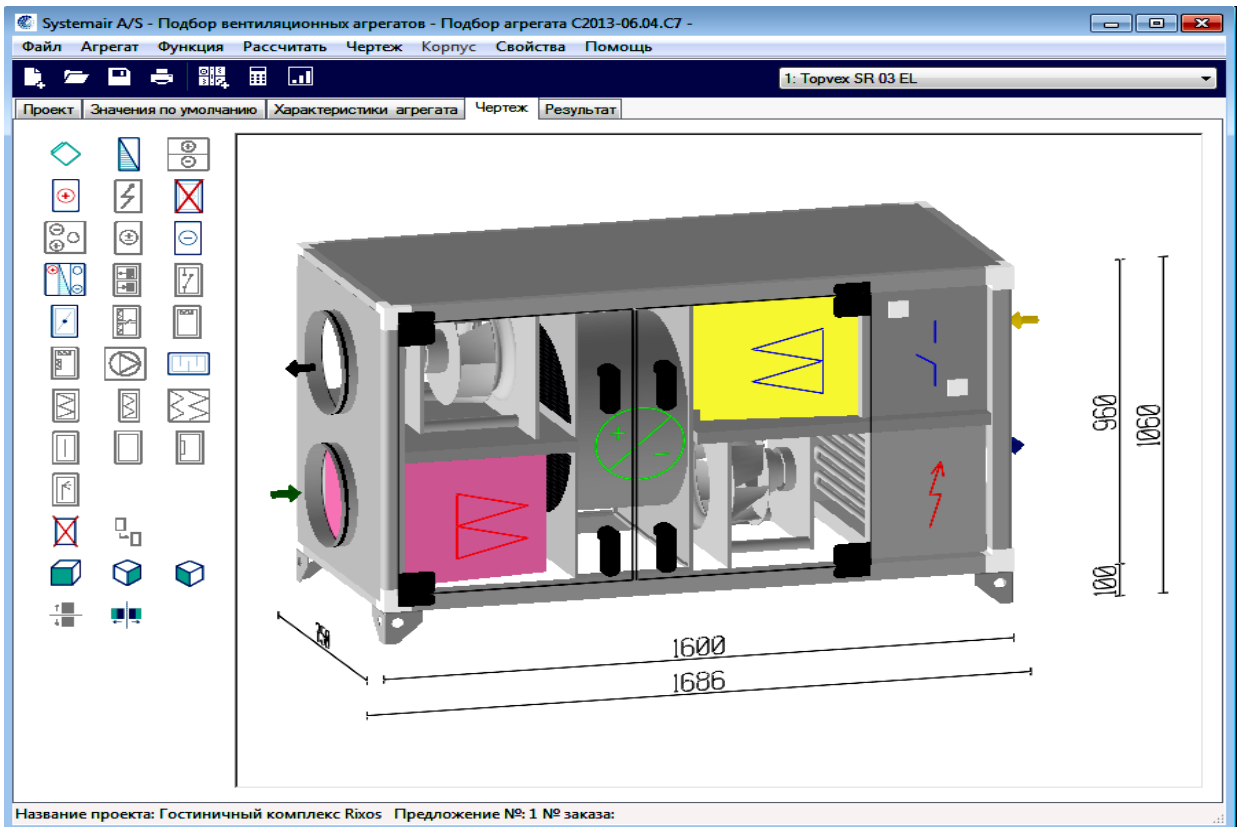


Рисунок 5.3 – Чертеж вентиляционного агрегата



**Роторный теплообменник**

Позиция: Автоматически  
 Материал: Алюцинк  
 Тип теплоутилизатора: Температурный теплообменник  
 Температурный КПД: Стандартная эффективность  
 Привод ротора: Постоянная скорость

ЗИМА: Температура воздуха на входе: (-25.0) °C (22.0)  
 Отн. влажность воздуха на: (20.0) % (20.0)

ЛЕТО: Температура воздуха на входе: (35.0) °C (22.0)  
 Отн. влажность воздуха на: (40.0) % (40.0)

Расчет утилизатора для лета:

Результат

	ЗИМА		ЛЕТО	
	Приток	Вытяжка	Приток	Вытяжка
Падение давления по воздуху	55.1	66.0		
T воздуха после теплообменника	11.8 °C	-18.2 °C	0.0 °C	0.0 °C
Отн. влажность воздуха после	19.4 %		0.0 %	
Температурный КПД	78.2 %			0.0 %
КПД по влажности				
Выходная мощность				

Количество	Описание	Примечание
		Расчет
		Сохранить

OK Отмена

Рисунок 5.4 – Расчет роторного теплообменника

**Электрический нагреватель**

Тип функции  
 Сторона подсоединения: Сторона обслуживания  
 Материал: Алюцинк  
 Напряжение: В

Температура воздуха на входе: °C (11.8)  
 T воздуха после:  22.0 °C (22.0)  
 Выходная мощность:  3.0 кВт

Ступени:  1  2  3  4  5  6  7

Градуировка: 1  
 Выходная мощность: 2.55 кВт  
 Напряжение: 3x400 В  
 Ток, А: 4.33 А  
 Теплообменник

Увеличить количество ступеней автоматически

Количество	Описание	Примечание
		Расчет
		Сохранить

OK Отмена

Рисунок 5.5 – Расчет электрического воздушонагревателя

Systemair A/S - Подбор вентиляционных агрегатов - Подбор агрегата C2013-06.04.C7 -

Файл Агрегат Функция Рассчитать Чертеж Корпус Свойства Помощь

1: Torvex SR 03 EL

Проект	Значения по умолчанию	Характеристики агрегата	Чертеж	Результат
Расход воздуха	800.00	Вытяжка 700.00	м3/ч	Звуковая мощность 76
Типоразмер агрегата	03	03		КПД вентилятора 39.6
Скорость в сечении агрегата	0.93	0.81	м/с	Скорость 1884
Температурный КПД утилизации тепла	78.2	%		Рабочая частота 0
		Размеры		Мощность двигателя 0.00
Длина	1600	0	мм	SFP, потери давления, чистые фильтры 1.60
Ширина	750	0	мм	
Высота	1060	0	мм	
Вес	219	0	кг	

Примечания

Альтернативные рабочие точки      Звуковая мощность

Уменьшить агрегат      Увеличить агрегат

Рисунок 5.6 – Результат расчета вентиляционного агрегата

Подобран приточно – вытяжной агрегат с рекуперацией тепла марки Torvex SR 03 EL производитель Systemair Швеция

### Технические характеристики

	Приток		Вытяжка						
	Значение	Единица	Значение	Единица					
Расход воздуха	800.00	м3/ч	700.00	м3/ч					
Скорость в сечении агрегата	0.93	м/с	0.81	м/с					
Внешнее давление	224	Па	215	Па					
Фильтр	F7		M5						
Скорость вентилятора	1884	об/мин	1727	об/мин					
Напряжение	3x400	В							
Утилизатор тепла	78.2	%							
SFP, потери давления, чистые фильтры	1.60	кВт/(м3/с)							
Нагрев, электрический	2.55 кВт - Воздух 11.8/22.0°C - 3x400 В								
<b>Звуковая мощность</b>	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Гц
Приточный воздух, выход	76	80	81	70	68	65	59	48	дБ
Наружный воздух, вход	82	83	75	69	61	51	42	31	дБ
Выбросной воздух, выход	79	82	74	71	69	65	58	49	дБ
Вытяжной воздух, вход	70	82	70	59	53	44	35	28	дБ
Шум к окружению	55	65	60	45	42	40	32	29	дБ
Уровень звуковой мощности, приток	52	61	60	43	40	39	31	28	дБ

Роторный теплообменник

		Приток	Вытяжка
ЗИМА	Расход воздуха	800	700
	Падение давления	55	66
	Температура воздуха зимой до/после	-25.0/11.8	22.0/-18.2
	Отн. влажность зимой до/после	20/19	20/95
	Температурный КПД	78.2	
Тип теплоутилизатора		Температурный теплообменник	
Температурный КПД		Стандартная эффективность	
Привод ротора		Постоянная скорость	
Электрические данные		1x230V, 25W, 0.32Amp	

## Расчет приточно-вытяжного агрегата с роторным теплообменником

ПВ2 - Приточно-вытяжной агрегат №2

Исходные данные

а) приток  $Q=11400\text{м}^3/\text{ч}, P=350\text{Па}$ ;

б) вытяжка  $Q=11400\text{м}^3/\text{ч}, P=350\text{Па}$ .

The screenshot shows the 'Характеристики агрегата' (Aggregate Characteristics) tab in the Danvent DV 60 software. The interface is divided into several sections:

- Нагрев (Heating):**
  - Т входящей жидкости: 90.0 °C
  - Т выходящей жидкости: 70.0 °C
  - Т воздуха после теплообменника: 22.0 °C
  - Максимальный перепад давления: 15 кПа
- Охлаждение (Cooling):**
  - Т входящей жидкости: 7.0 °C
  - Т выходящей жидкости: 12.0 °C
  - DX температура испарения: 12.0 °C
  - Т воздуха после теплообменника: 16.0 °C
  - Максимальный перепад давления: 30 кПа
- Теплообменник с промежуточным теплоносителем (Intermediate heat exchanger):**
  - Требуемый КПД утилизации тепла: 50 %
  - Потери давления для 2-х: 100 кПа
- Предподогрев (Preheating):**
  - Т воздуха после теплообменника: -3.0 °C
- Вентилятор/Фильтр/Двигатель (Fan/Filter/Motor):**
  - DV Section:**
    - Тип вентилятора: Со свободным напором
    - Класс фильтра / Приток: G4
    - Класс фильтра / Вытяжка: G4
    - Тип двигателя: IE2
    - Напряжение: 3x400 В
    - Число скоростей двигателя: 1
    - Защита двигателя: Термистор
  - TIME Section:**
    - Тип вентилятора: Со свободным напором
    - Класс фильтра / Приток: F7
    - Класс фильтра / Вытяжка: F7
    - Тип двигателя: ЕС-двигатель
    - Напряжение: 3x400 В
    - Число скоростей двигателя: (empty)
    - Защита двигателя: Встроенный
  - DVCompact Section:**
    - Класс фильтра / Приток: F7
    - Класс фильтра / Вытяжка: F7
    - Напряжение: 3x230 В
  - Torvex Section:**
    - Класс фильтра / Приток: F7
    - Класс фильтра / Вытяжка: M5
    - Напряжение: 3x400 В
- Предупреждение (Warning):**
  - Максимальный SFP: 2.0 кВт/(м³/с)
  - Минимальная рекуперация: 80.0 %

A 'Сохранить' (Save) button is located at the bottom right of the configuration area.

Рисунок 5.7 – Значения необходимые для расчета вентиляционного агрегата

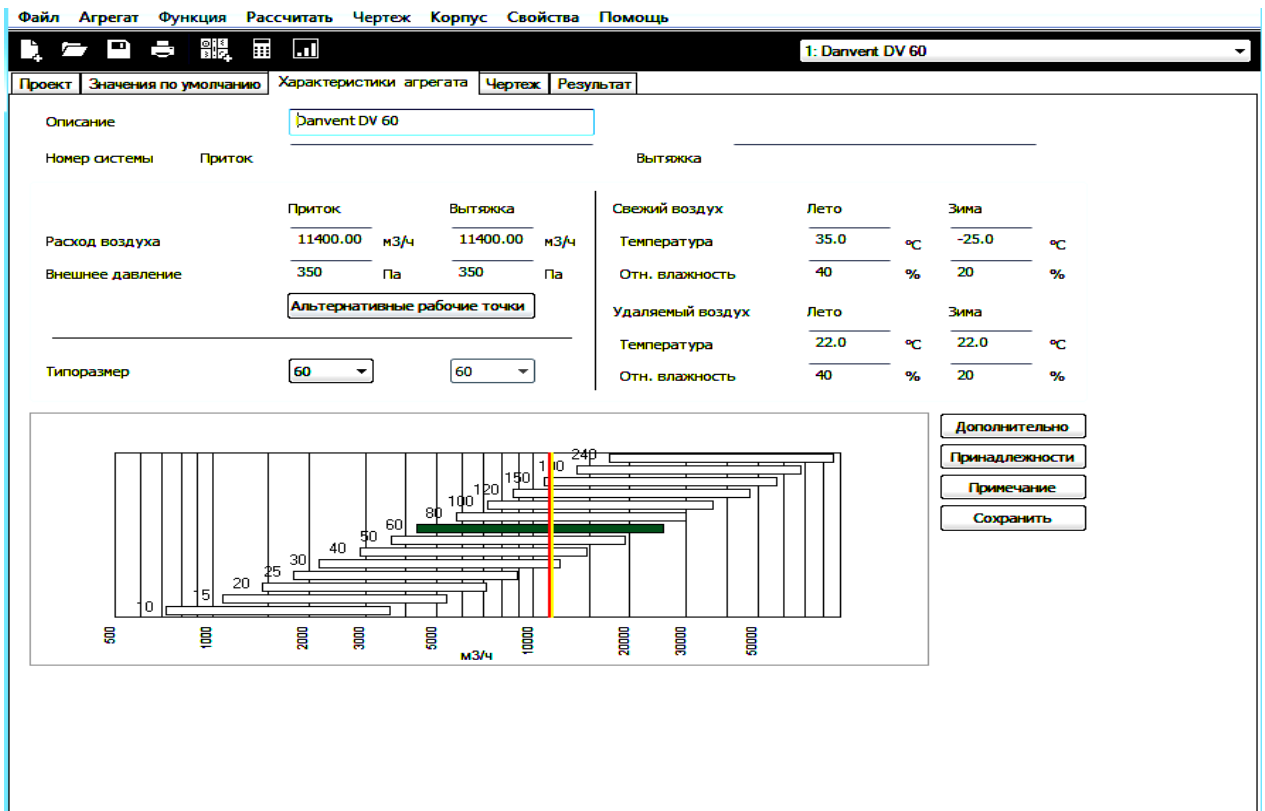


Рисунок 5.8 – Технические характеристики вентиляционного агрегата

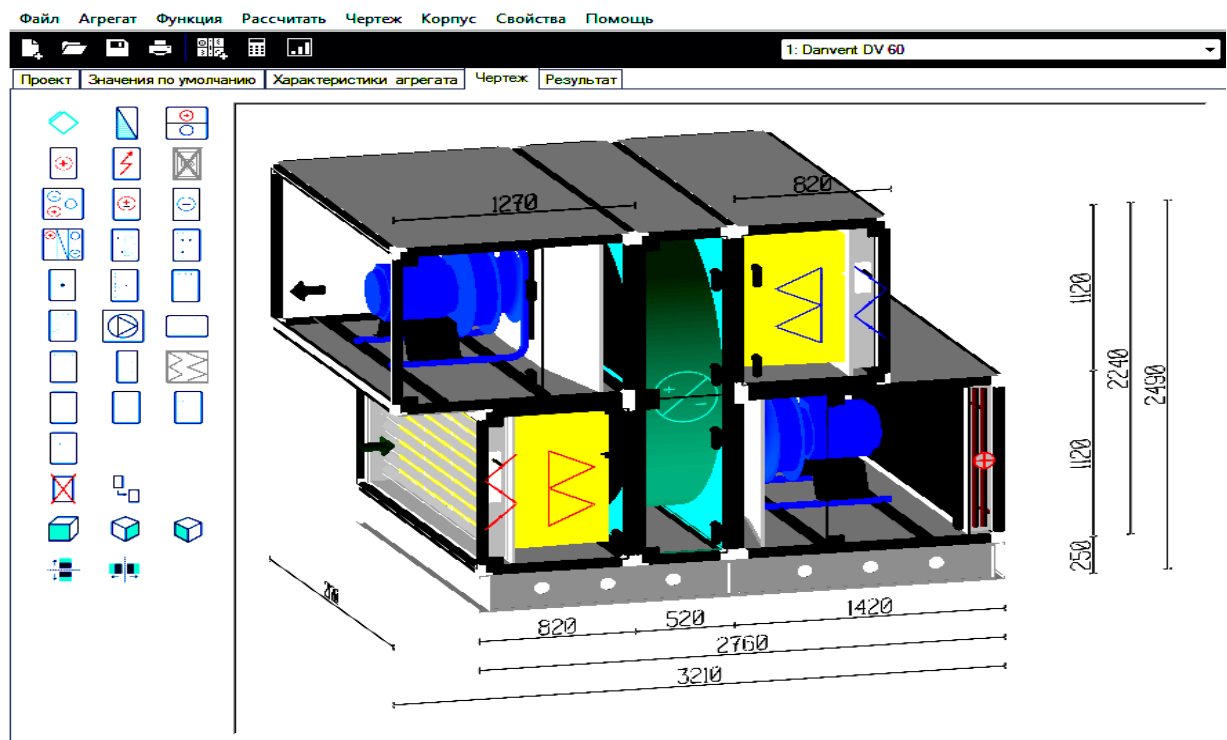


Рисунок 5.9 – Чертеж вентиляционного агрегата

**Роторный теплообменник**

Позиция: Автоматически  
 Материал: Алюцинк  
 Тип теплоутилизатора: Температурный теплообменник  
 Эффективность (Высота): D19  
 Привод ротора: Переменная скорость  
 Секция ротора разбирается горизонтально:

Температура воздуха на входе: ЗИМА (-25.0) °C (22.0) ЛЕТО (35.0) °C (22.0)  
 Отн. влажность воздуха на: (20.0) % (20.0) (40.0) % (40.0)

Расчет утилизатора для лета:

	ЗИМА		ЛЕТО	
	Приток	Вытяжка	Приток	Вытяжка
Падение давления по воздуху	84.3	84.3		
Т воздуха после теплообменника	9.3	-11.6	0.0	0.0
Отн. влажность воздуха после	22.6		0.0	
Температурный КПД	73.0			0.0
КПД по влажности	48.5			0.0
Выходная мощность	146.5		0.0	

Количество	Описание
1	1 Монитор ротора, постоянная скорость
2	1 Смотровое окно
3	1 Плафон светильник с внешним выключателем
4	1 Сектор очистки

Примечание  
 Расчет  
 Сохранить  
 Каталог  
 Отмена

OK

Рисунок 5.10 – Расчет роторного теплообменника

**Воздуонагреватель**

Страна подсоединения: Страна обслужив.  
 Материал: Алюцинк  
 Тип теплообменника: Стандартный  
 Длина: Стандартный  
 Температура воздуха на входе: °C (4.4)  
 Т воздуха после:  20.0 °C  
 Выходная мощность:  0.0 кВт

Параметры жидкости  
 Т входящей жидкости: 90.0 °C  
 Т выходящей жидкости:  70.0 °C (70.0)  
 Расход жидкости:  0.00 л/с (0.81)  
 Максимальный перепад: 15.0 кПа  
 Тип жидкости: Вода  
 Глицоль: %

Теплообменник  
 Тип трубы: Z-тип  
 Тип теплообменника: Водяной  
 Расстояние между пластинами: 2.1 мм  
 Кол-во рядов: 0  
 Охлаждающие контуры: 1  
 Материал трубы: Cu  
 Материал оребрения: Al  
 Дополнительная мощность: 1.00

Результат  
 Падение давления по воздуху: 45.7 Па  
 Т воздуха после теплообменника: 20.0 °C  
 Выходная мощность: 65.5 кВт  
 Скорость в сечении: 3.2 м/с  
 Падение давления, жидкость: 9.4 кПа  
 Подсоединительный размер: 1 1/4" / 1 1/4"  
 Выбранные теплообменники стандартны  
 Теплообменник: DVH-40-W-Z-2-14-750-1455-2.1-CU-AH-1 1/4

Количество	Описание
1	1 Отверстие для датчика защиты от замораживания

Примечание  
 Расчет  
 Сохранить  
 Каталог  
 Отмена

OK

Рисунок 5.11 – Расчет электрического воздуноагревателя

Файл Агрегат Функция Рассчитать Чертеж Корпус Свойства Помощь

1: Danvent DV 60

Проект Значения по умолчанию Характеристики агрегата Чертеж Результат

	Приток	Вытяжка			Приток	Вытяжка	
Расход воздуха	11400.00	11400.00	м3/ч		Звуковая мощность	79	64 дБ (А)
Типоразмер агрегата	60	60			КПД вентилятора	81.1	81.1 %
Скорость в сечении агрегата	1.51	1.51	м/с		Скорость	1155	1149 об/мин
Температурный КПД утилизации тепла	73.0	%			Рабочая частота	60	60 Гц
					Мощность двигателя	3.00	3.00 кВт
				Размеры	SFP, чистые фильтры, с част. преобр.	1.64	1.64 кВт/(м3/с)
Длина	3210	0	мм		SFP, чистые фильтры, без част. преобр.	1.56	1.56 кВт/(м3/с)
Ширина	2170	0	мм				
Высота	2490	0	мм				
Вес	1784	0	кг				

Альтернативные рабочие точки    Звуковая мощность

Уменьшить агрегат    Увеличить агрегат

Примечания

1: Danvent DV 60  
 Задание рабочей точки  
 Введите данные для агрегата  
 Рекуперация тепла меньше, чем минимальные по умолчанию  
 Успешный расчет

Рисунок 5.12 – Результат расчета вентиляционного агрегата

## Расчет приточно-вытяжного агрегата без рекуператора тепла

ПВ2 - Приточно-вытяжной агрегат №2

Исходные данные

а) приток  $Q=11400\text{м}^3/\text{ч}, P=350\text{Па}$ ;

б) вытяжка  $Q=11400\text{м}^3/\text{ч}, P=350\text{Па}$ .

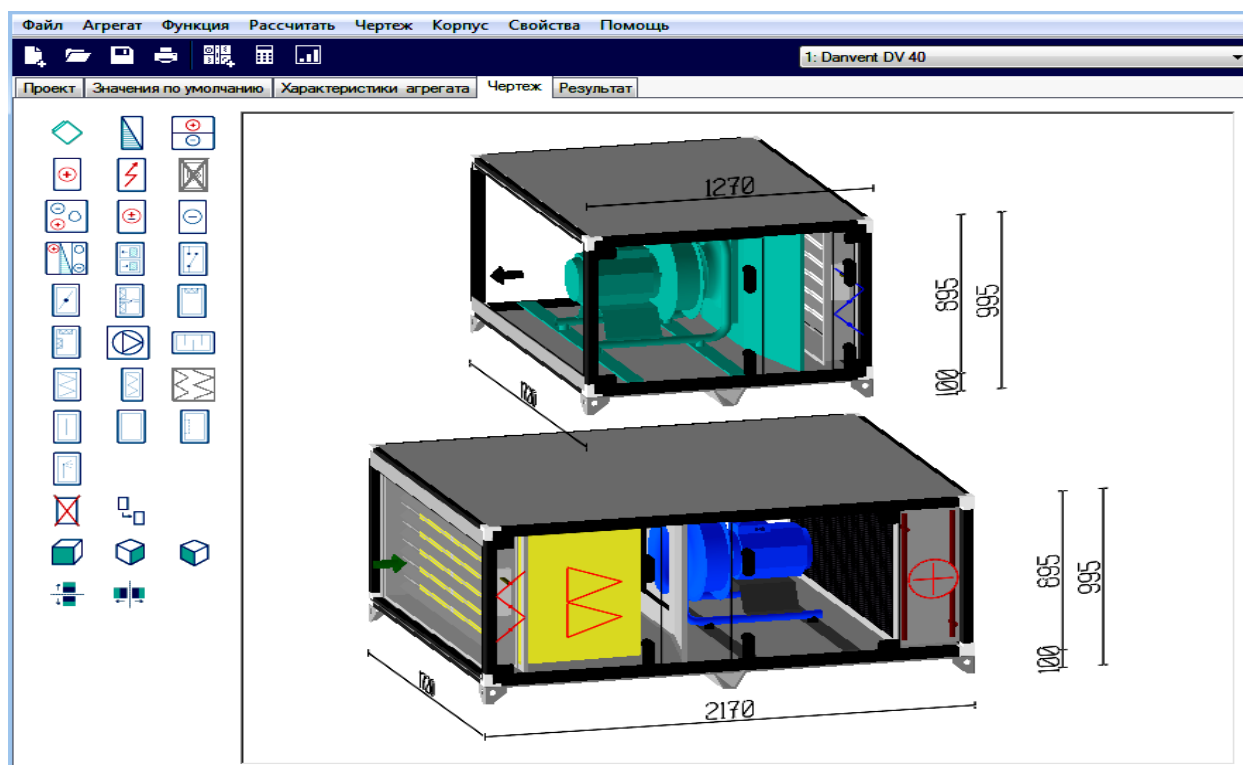


Рисунок 5.13 – Чертеж вентиляционного агрегата

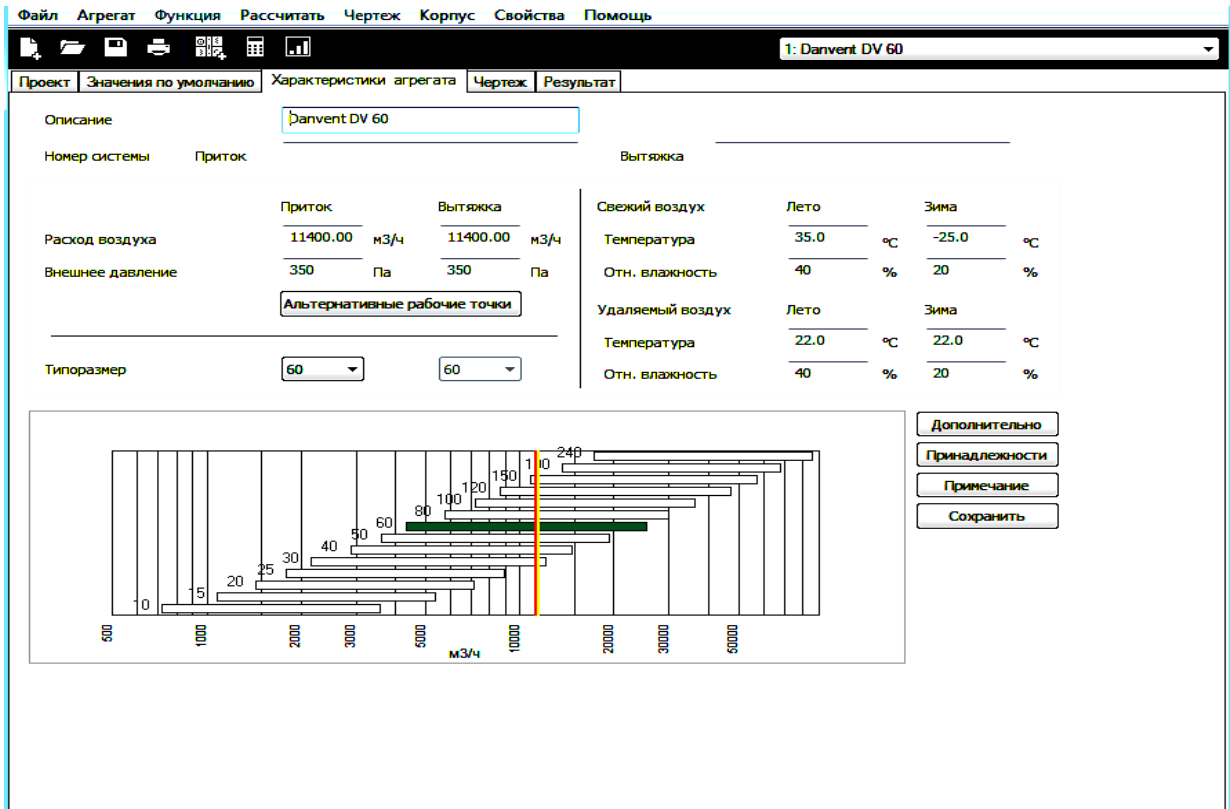


Рисунок 5.14 – Технические характеристики вентиляционного агрегата

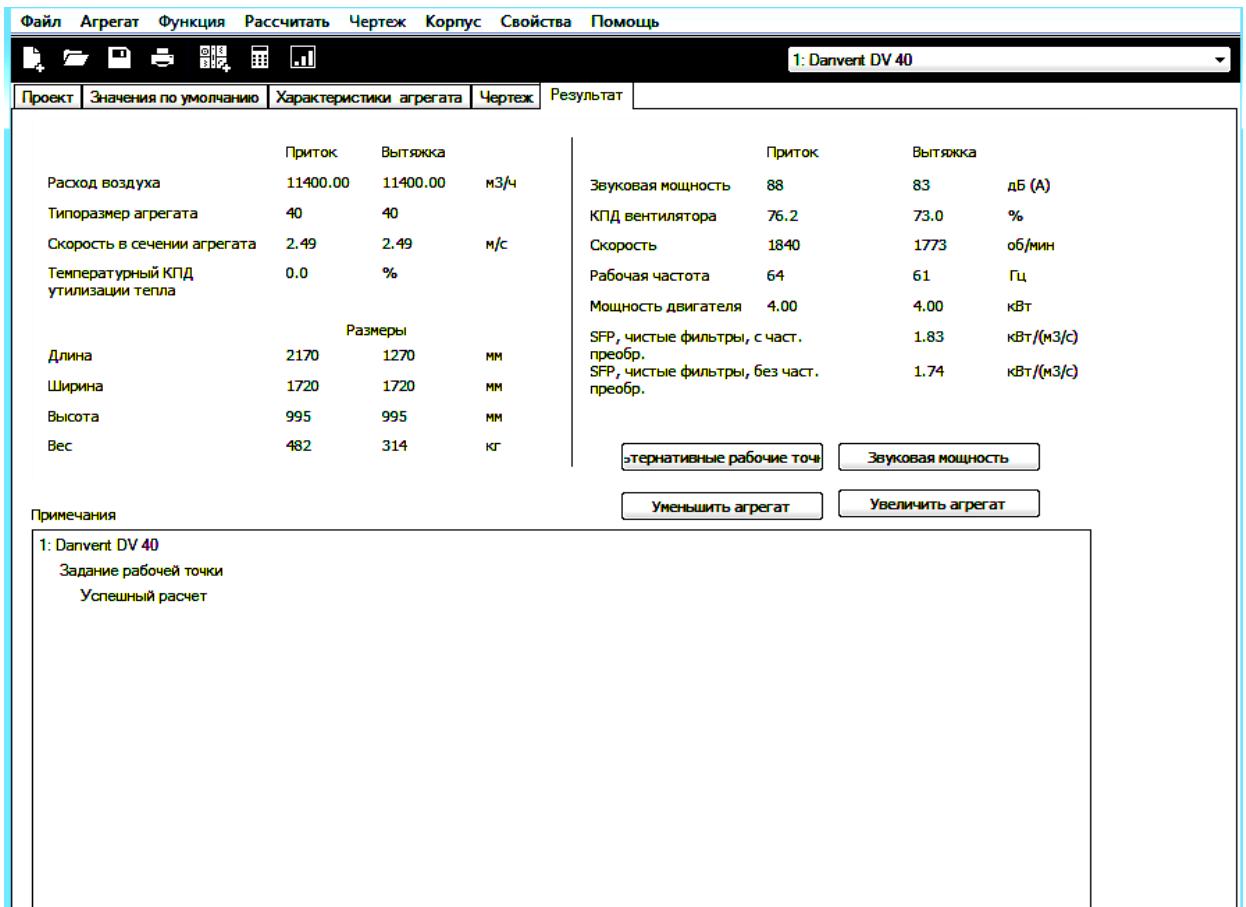


Рисунок 5.15 – Результат расчета вентиляционного агрегата



**Воздухонагреватель**

Сторона подсоединения: Сторона обслужив. ▾  
 Материал: Алюминк ▾  
 Тип теплообменника: Стандартный ▾  
 Длина: Стандартный ▾  
 Температура воздуха на входе: \_\_\_\_\_ °C (-25.0)  
 Т воздуха после:  20.0 °C  
 Выходная мощность:  0.0 кВт

Теплообменник  
 Тип трубы: Z-тип ▾  
 Тип теплообменника: Водяной ▾  
 Расстояние между пластинами: 2.1 мм ▾  
 Кол-во рядов: 0 ▾  
 Охлаждающие контуры: 1 ▾  
 Материал трубы: Cu ▾  
 Материал оребрения: Al ▾  
 Дополнительная мощность: 1.00

Параметры жидкости  
 Т входящей жидкости: 90.0 °C  
 Т выходящей жидкости:  70.0 °C (70.0)  
 Расход жидкости:  0.00 л/с (2.11)  
 Максимальный перепад: 15.0 кПа  
 Тип жидкости: Вода ▾  
 Глицоль: \_\_\_\_\_ %

Результат  
 Падение давления по воздуху: 39.8 Па  
 Т воздуха после теплообменника: 20.0 °C  
 Выходная мощность: 171.7 кВт  
 Скорость в сечении: 2.9 м/с  
 Падение давления, жидкость: 14.1 кПа  
 Подсоединительный размер: 1 1/2" / 1 1/2"  
 Теплообменник: DVH-40-W-Z-2-23-750-1455-2.1-CU-ALH-1 1/2

Количество	Описание	Примечание
1	1 Отверстие для датчика защиты от замораживания	

OK

Примечание  
 Расчет  
 Сохранить  
 Каталог  
 Отмена

Рисунок 5.16 – Расчет электрического воздухонагревателя

## Выводы

1 Использование рекуператора тепла является типовым мероприятием по энергосбережению в системе вентиляции, поскольку рекуператор позволяет экономить до 80% тепла идущего на подогрев приточного воздуха.

Произведен расчет приточно-вытяжной установки с рекуператором тепла. Из расчета видно, что температурный КПД роторного теплообменника составил 73% (рис.5.2.6), что позволяет существенно сэкономить тепло идущее на подогрев приточного воздуха, сократить объемы потребления энергии, а также снизить финансовую нагрузку на энергообеспечение.

2 При расчете воздухонагревателя выходная мощность составила 65,5 кВт (рис. 5.2.5).

Это означает, что с использованием рекуператора тепла воздухонагреватель способен при температуре наружного воздуха  $t_{нар} = -25^{\circ}\text{C}$  сообщить потоку поступающего воздуха 65,5кВт тепла, для того чтобы нагреть приточный воздух до  $t_{вн} = +20^{\circ}\text{C}$ .

Т.е достаточно 65,5 кВт вместо 171,7кВт ( Рисунок 9) которые необходимы для нагрева приточного воздуха в обычной приточно-вытяжной установке.

А) Экономия составляет  $171,7\text{кВт} - 65,5\text{кВт} = 106,2\text{кВт}$

Б) Замена устаревших вентиляторов с низким КПД на современные с более высоким КПД. В данных приточно - вытяжных агрегатах используются двигатели класса IE2, которые сочетают в себе преимущества более высокой эффективности с более продолжительным сроком службы. IE2 двигатели более эффективны даже при частичной нагрузке, что позволяет настроить оборудование для работы в оптимальном режиме. Дополнительно IE2 двигатели производят меньше шума и меньше нагреваются. [10]

В) Благодаря встроенной системе автоматического регулирования осуществляется управления и регулирование вентиляционным приточно-вытяжным агрегатом в зависимости от температуры наружного воздуха

Срок службы приточно- вытяжного агрегата 20 лет

### 5.1 Роторный рекуператор

Система роторного рекуператора представляет собой барабан, состоящий из множества алюминиевых ячеек, вращающихся вокруг своей оси. Ячейка, попадая в зону вытяжного воздуха, нагревается. Попадая в зону приточного воздуха, ячейка отдает накопленное тепло приточному воздуху. Тепло передается вращающимся между удаляемым и приточным каналами ротором.

Уровень рекуперации тепла может регулироваться скоростью вращения ротора. Обладают самой высокой эффективностью (75-90%).

Роторный рекуператор обладает следующими достоинствами:

1. Высокий КПД за счет отсутствия обмерзания.
2. Частичный возврат влаги. Позволяет обходиться без увлажнителей воздуха.
3. Регулируемая скорость вращения рекуператора. Позволяет регулировать интенсивность возврата тепла исходя из общей производительности приточно-вытяжной установки с роторным рекуператором.
4. Компактность. По сравнению с пластинчатым рекуператором занимает значительно меньше места, а следовательно и приточно-вытяжная установка с роторным рекуператором будет существенно компактнее чем с пластинчатым.[11]

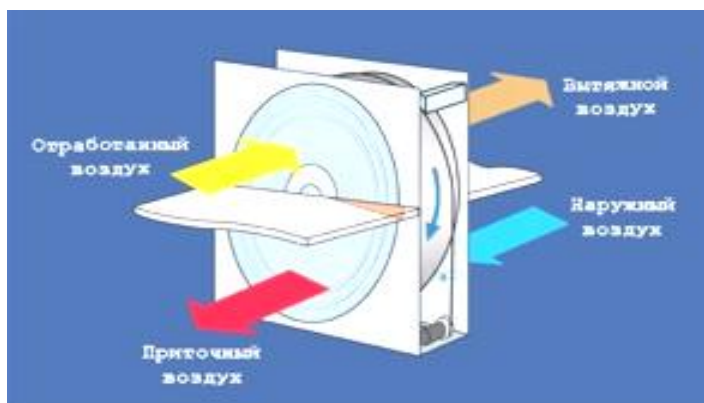


Рисунок 5.1 – Роторный рекуператор

## 6 Система автоматического регулирования

Приточно – вытяжные агрегаты поставляются со встроенной заводской системой автоматики – основанной на контролерах Systemair

Блок-Схема

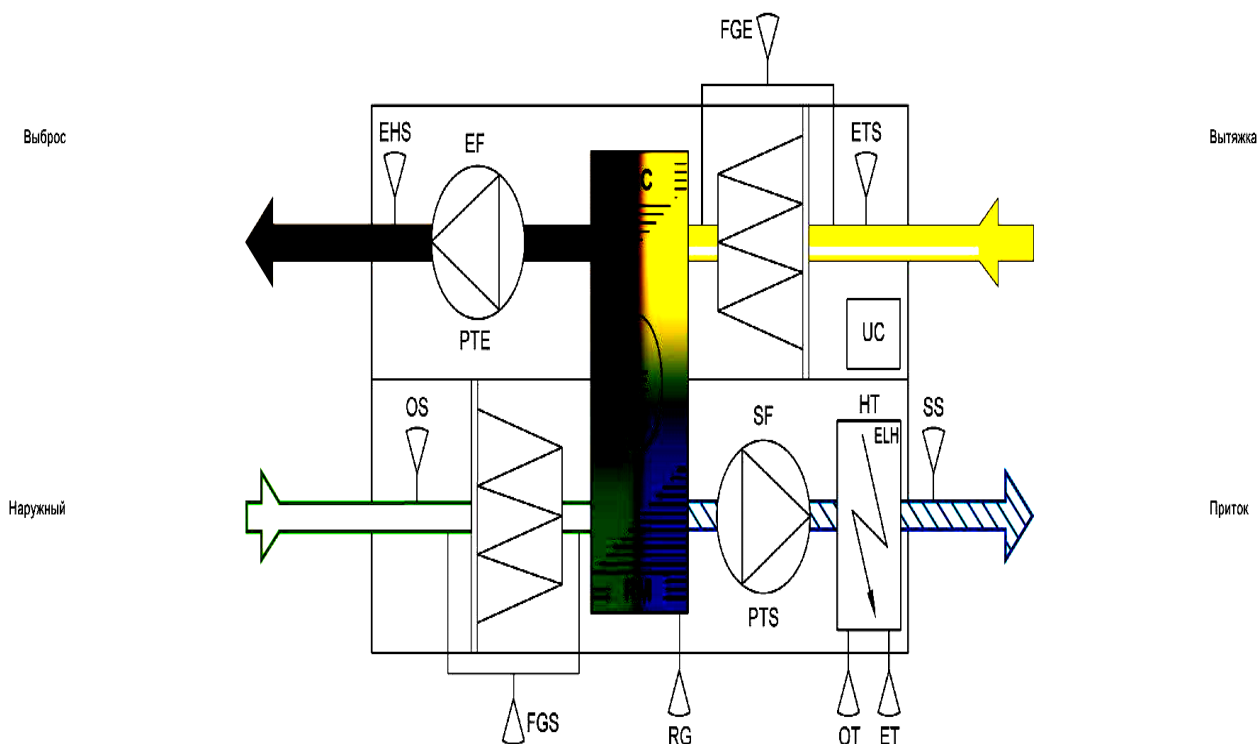


Рисунок 6.1 – Блок – схема системы автоматического регулирования приточно –вытяжной установки

- UC Контроллер
- SF Приточный вентилятор
- EF Вытяжной вентилятор
- PTS Преобразователь давления, приточный вентилятор
- PTE Преобразователь давления, вытяжной вентилятор
- FGS Датчик фильтра приточного воздуха
- FGE Датчик фильтра вытяжного воздуха
- SS Датчик приточной температуры
- OS Датчик наружной температуры
- ETS Датчик вытяжной температуры
- EHS Датчик температуры вытяжного воздуха
- HT Нагреватель
- ELH Электрический нагреватель
- OT Термостат защиты от перегрева
- ET Аварийный термостат

Контроллер и пульт управления

Контроллер установлен в коммутационной панели, программирование и обычное управление выполняется с пульта управления с дисплеем и

кнопками SCP, присоединяющегося 10м кабелем. Класс защиты пульта управления IP 41. Возможно, управлять агрегатом с расстояния до 1200 м с помощью усилителя сигнала (дополнительная принадлежность). Расстояние между усилителем сигнала и пультом управления ограничен 10м кабеля на пульте управления. Класс защиты усилителя IP20. Кабель между контроллером в агрегате и усилителем не поставляется компанией Systemair.

#### График работы

Контроллер имеет индивидуальный график для запуска, остановки и высокой/низкой скорости для каждого дня недели, а также для праздничных дней. Контроллер имеет автоматический переход с зимнего на летнее время. Естественное охлаждение доступно, согласно настроек.

#### Аварийные сигналы и функции безопасности

Если случается авария, аварийный светодиод на пульте управления начинает мигать. Светодиод продолжает мигать, пока сигнал аварии не распознан. Сигнал аварии помещается в список аварийных сигналов. Список аварийных сигналов отображает вид аварии, дату и время возникновения и ее класс - А, В или С:

Класс А останавливает вентилятор и закрывает воздушные клапаны или включает агрегат в специальном режиме, согласно настроек конфигурации.

Класс В только для информирования пользователя об ошибке. Агрегат по-прежнему работает на сколько возможно.

Класс С - только для информирования пользователя, что агрегат переключился из автоматического режима управления в ручной. Для защиты от замерзания воздухонагревателя датчик температуры установлен на обратном контуре воздухонагревателя. Управляющий сигнал на смесительный клапан поддерживается на уровне, который постоянно обеспечивает температуру обратной воды на уровне минимального значения установленного на заводе. Эта защита активна, даже при неработающем агрегате. Эта расширенная система предлагает максимум безопасности. Если температура воды становится слишком низкой, агрегат выключается.

## **7 Система отопления и кондиционирования в гостиничном комплексе «Rixos»**

Для данного объекта наиболее оптимальной является воздушная система отопления. Так как в основном системы воздушного отопления применяют для гостиниц, производственных зданий, которые используются для работы неполные сутки и дни недели, в которых допускается снижение температуры внутри помещений в нерабочее время.

В гостиничном комплексе работает система чиллер – фанкойлы. Система отопления и кондиционирования – четырехтрубная.

Фанкойл- это агрегат, который используется для нагрева или охлаждения воздуха ( за счет горячей или холодной воды, поступающей от чиллера или

из водопровода ). В состав фанкойла входят: теплообменник, вентилятор, и воздушный фильтр.

Используются фанкойлы марки Aertesi Zefiro производитель Италия

Фанкойлы  
Принцип действия

Фанкойл входит в систему чиллер-фанкойл, чиллер ( холодильной машина) работает совместно с фанкойлом. По трубопроводам от чиллера к фанкойлу поступает холодная или горячая вода. Затем холодная или горячая вода поступает через теплообменник, также параллельно через него снаружи поступает воздух с помощью вентилятора ( в зависимости от типа фанкойла уличный или внутренний ). Таким образом вода подогревает или охлаждает его. Дополнительно с помощью встроенного воздушного фильтра воздух очищается. Для регулирования мощности применяется двухходовой или трехходовой клапан. С помощью клапана можно изменить расход или температуру воды, поступающей в фанкойл. А с помощью пульта осуществляется контроль кондиционером-фанкойлом, выставляется определенная температуры в помещении и скорость потока воздуха. Регулирование заключается в управлении мощности фанкойла, т.е. плавном или ступенчатом изменении скорости вращения вентилятора и переключении режима работы «зима-лето».



Рисунок 7.1 - Фанкойл марки Aertesi Zefiro

Конструкция четырехтрубных фанкойлов включает в себя два теплообменника, объединенных в корпус.

Первый теплообменник - воздухоохладитель, данный теплообменник подключен к гидравлическому контуру системы холодоснабжения, в нем циркулирует вода охлажденная чиллером. В летний сезон такой теплообменник охлаждает воздух. Второй теплообменник - воздухонагреватель, данный теплообменник подключен к гидравлическому контуру системы отопления. В переходный и зимний сезон такой теплообменник нагревает воду. В качестве отопительных приборов приняты фанкойлы «Zefiro». На подводках к приборам всех типов предусмотрена установка запорно-регулирующей арматуры. Удаление воздуха из систем осуществляется воздушоспускными кранами. Трубопроводы систем

отопления гостиницы и теплоснабжения калорифера вентиляции приняты из металлопластиковых труб.

четырёхтрубная - фанкойлы с двумя теплообменниками. В один теплообменник поступает теплоноситель от чиллера, а во второй теплообменник из центральной системы отопления подается горячая вода.

При использовании четырёхтрубной системы фанкойлы зимой работают как радиаторы центрального отопления (поэтому их устанавливают подокнами).

Таблица 7.1 - Технические характеристики фанкойлов Zefiro

Типоразмер			308	316	320	628	634	840	847	1250	1260	1575	1885
Номинальная холодопроизводительность по полному теплу	(1)	кВт	0.97	1.42	1.80	2.48	2.93	3.65	4.32	4.85	5.85	6.79	9.35
Номинальная холодопроизводительность по ощутимому теплу	(1)	кВт	0.85	1.15	1.35	2.01	2.26	2.90	3.26	4.04	4.61	5.34	7.37
Теплопроизводительность	(2)	кВт	2.62	3.43	3.95	5.94	6.81	8.26	9.46	11.4	13.4	15.8	20.7
Теплопроизводительность	(1)	кВт	1.47	1.99	2.34	3.45	3.99	4.86	5.59	6.68	7.86	9.23	12.2
<b>Вентиляторы</b>													
Расход воздуха		м <sup>3</sup> /ч	300	300	300	530	530	730	730	1130	1130	1310	1850
Максимальная потребляемая мощность		кВт	0.028	0.028	0.032	0.043	0.043	0.085	0.084	0.136	0.136	0.147	0.184
Максимальный потребляемый ток		А	0.12	0.12	0.15	0.18	0.19	0.37	0.37	0.62	0.62	0.72	0.83
<b>Электронагреватель</b>													
Потребляемая мощность		кВт	1.0	1.0	1.0	1.25	1.25	2.0	2.0	2.0	2.0	3.0	3.0
Максимальный потребляемый ток		А	4.4	4.4	4.4	5.4	5.4	8.7	8.7	8.7	8.7	13.0	13.0

К одной единице чиллера разрешается подсоединять достаточно большое количество фанкойлов, систему чиллер-фанкойл преимущественно использовать при кондиционировании объектов с большим количеством помещений. На ряду с этим есть возможность установить общий тепловой режим системы в целом, а также производить регулирование режима работы каждого фанкойла непосредственно с пульта, смонтированного на фанкойле, при этом поддерживая в каждом из помещений необходимую для него температуру.

При проектировании системы чиллер-фанкойл проводятся следующие необходимые расчёты:

Расчет теплоизбытков по каждому помещению и подбор в каждое помещение фанкойлов необходимой холодопроизводительности.

По суммарным теплоизбыткам производится подбор чиллера, который соответствует необходимой хладотеплопроизводительности.

Подбор гидравлического контура (насосной станции) для чиллера

### 7.1 Обоснование выбора данного оборудования:

**Экономичность** Применение программируемых термостатов обеспечивает возможность дополнительной экономии от 5 до 25 % тепловой энергии за счет функции "дежурного режима" — автоматического поддержания температуры в помещении в нерабочее время на уровне +5–7°C.

**Малая инерционность.** Агрегаты систем воздушного отопления в считанные минуты выходят на рабочий режим, а за счет высокой оборачиваемости воздуха, помещение полностью прогревается всего за несколько минут.

**Отсутствие промежуточного теплоносителя** позволяет отказаться от системы водяного отопления. В зимнее время отсутствует риск размораживания калориферов и системы отопления в случае продолжительного отключения системы.

Охлаждение даже до глубокого "минуса" не приводит к размораживанию системы.

**Высокая степень автоматизации** позволяет вырабатывать ровно то количество тепла, в котором есть необходимость.[12]

Таблица 7.1.1 – Сравнение систем воздушного и водяного отопления

Наименование	Водяное отопление	Воздушное отопление
Гарантия	2 года	5 лет
Срок службы	10-15 лет	25-40 лет
Время обогрева на 10 °С	6 часов	30 мин
Эксплуатационные расходы	100 %	70 %
Возможность замерзания системы	Да	Нет
Вентиляция	Нет	Да
Увлажнение	Нет	Да
Очистка воздуха	Нет	Да

## 7.2 Расчет мощности фанкойлов

Расчет мощности фанкойлов произведен в программном продукте созданном в эксел и приведен в таблице 7.2.1[13]

Таблица 7.2.1 – Расчет мощности фанкойлов

Наименование	№ помещ	F людей	N людей	Воздух СН	Q людей	Q оборудов	ориент	д	п	A	B	F окна	k	Q ср.фкна	Q воздух	ΣQ	№ помещ	Вт/м2	кратности воздуха	Кол-во фанкойлов	ΣQ	
Холл	2	59,2	9,0	540	1305	2700	СЗ	280	1	5,6	2,8	15,68	0,5	2195	1620	7,8	2	132	3,0	3,91	2	7,8
Кабинет	3	38,8	6,0	360	870	1800	СЗ	280	1	2,6	2,8	7,28	0,5	1019	1080	4,8	3	123	3,1	2,38	2	4,8
Гостиная	4	24,2	4,0	240	580	1200	СЗ	280	1	2,6	2,8	7,28	0,5	1019	720	3,5	4	145	3,3	3,52	1	3,5
Кабинет	7	45,8	7,0	420	1015	2100	СЗ	280	1	5,5	2,8	15,4	0,5	2156	1260	6,5	7	143	3,1	3,27	2	6,5
Гостиная	8	23,75	4,0	240	580	1200	СЗ	280	1	2,6	2,8	7,28	0,5	1019	720	3,5	8	148	3,4	3,52	1	3,5
Гостиная	9	24,2	4,0	240	580	1200	СЗ	280	1	2,6	2,8	7,28	0,5	1019	720	3,5	9	145	3,3	3,52	1	3,5
Кабинет	10	38,8	6,0	360	870	1800	СЗ	280	1	2,6	2,8	7,28	0,5	1019	1080	4,8	10	123	3,1	2,38	2	4,8
Кабинет	13	39,4	6,0	360	870	1800	СЗ	280	1	2,6	2,8	7,28	0,5	1019	1080	4,8	13	121	3,0	2,38	2	4,8
Гостиная	14	23,7	4,0	240	580	1200	СЗ	280	1	2,6	2,8	7,28	0,5	1019	720	3,5	14	148	3,4	3,52	1	3,5
Офис	15	115,6	17,0	1020	2465	5100	ЮЗ/ЮВ	405	1	8,8	2,8	24,64	0,5	4990	3060	15,6	15	135	2,9	5,2	3	15,6
Кабинет	16	26,3	4,0	240	580	1200	ЮЗ/ЮВ	405	1	2,6	2,8	7,28	0,5	1474	720	4,0	16	151	3,0	3,97	1	4,0
Кабинет	19	28,2	5,0	300	725	1500	ЮЗ/ЮВ	405	1	2,6	2,8	7,28	0,5	1474	900	4,6	19	163	3,5	4,6	1	4,6
Конференцзал	20	66,5	10,0	600	1450	3000	ЮЗ/ЮВ	405	1	5,5	2,8	15,4	0,5	3119	1800	9,4	20	141	3,0	4,68	2	9,4
Кабинет	21	60,4	9,0	540	1305	2700	ЮЗ/ЮВ	405	1	5,5	2,8	15,4	0,5	3119	1620	8,7	21	145	3,0	8,74	1	8,7
Площадь помещений	615	м <sup>2</sup>																				
Кол-во людей	95	человек																				
Суммарное кол-во кВт	85	кВт																				

Исходя из расчетов, подобраны фанкойлы марки Zefiro в количестве 22 штук.

## 7.3 Подбор чиллера

Зная суммарное количество 85 кВт, необходимо подобрать чиллер.

Для обогрева помещений в переходный период можно использовать системы тепловой насос – чиллер, что позволяет достаточно сэкономить на потреблении энергии.

Подбираем чиллер с тепловым насосом, марки AQVSH 85.Производитель Systemai, Швеция

Чиллер имеет два варианта исполнения по уровню шума: стандартное исполнение с низким уровнем шума (BLN), исполнение с очень низким уровнем шума(ELN).



Таблица 7.2.2 - Технические характеристики чиллера AQVSH

Модели AQVSH 85-160 ELN		85	95	115	125	140	160
Холодопроизводительность (1)	кВт	72,8	82,1	98,8	109,7	126,5	145
Потребляемая мощность (2)	кВт	27,8	33,9	37,3	44,4	49,2	57,8
Энергетическая эффективность		2,28	2,28	2,5	2,35	2,46	2,37
Сезонная энергетическая эффективность		3,5	3,19	3,49	3,28	3,44	3,31
Теплопроизводительность	кВт	81	93,7	109,5	124,4	139	161,7
Потребляемая мощность в режиме нагрева	кВт	24,6	30,1	34,5	39,5	44,3	51,6
Энергетическая эффективность		3,12	2,91	2,97	2,98	2,99	2,94
Количество холодильных контуров		1	1	1	1	1	1
Ступени регулирования производительности	%	0-50-100	0-43-100	0-50-100	0-44-100	0-50-100	0-50-100
Параметры электропитания	В/ф/Гц	400/3/50					
Способ пуска		Прямой					
<b>Хладагент</b>							
Тип		R410a					
Заправка	кг	17	19	23	25	29	33
<b>Компрессоры</b>							
Количество		2	2	2	2	2	2
Тип		Спиральный					
Мощность подогревателя картера	Вт	70	120	120	150	150	150
<b>Испаритель</b>							
Количество		1	1	1	1	1	1
Тип		Пластинчатый					
Расход воды	л/ч	12528	14112	16992	18864	21780	24948
Мощность электронагревателя защиты от замораживания	Вт	130	130	130	130	130	130
Тип подсоединения		Наружная резьба					
Диаметр патрубка входа/выхода	дюйм	2 ½"	2 ½"	2 ½"	2 ½"	2 ½"	2 ½"
Диаметр дренажного патрубка	дюйм	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"
<b>Конденсатор</b>							
Количество		2	2	2	2	2	2
Габариты фронтального сечения	мм	2600x970	2600x970	2600x970	2600x970	2600x970	2600x970
<b>Вентиляторы</b>							
Количество		2	3	2	2	2	3
Расход воздуха	м³/ч	30600	39960	33840	33840	32040	39960
Скорость вращения	об/мин	550	550	690	690	690	690
Потребляемая мощность	кВт	1,4	2,1	2,3	2,3	2,3	3,5
<b>Масса</b>							
Транспортировочная	кг	1013	1131	1225	1253	1346	1435
Эксплуатационная	кг	1034	1152	1248	1276	1374	1462
<b>Габариты</b>							
Длина	мм	2950	2950	2950	2950	2950	2950
Ширина	мм	1110	1110	1110	1110	1110	1110
Высота	мм	2250	2250	2250	2250	2250	2250

(1) Данные приведены при температуре воды 7/12°С и температуре окружающей среды +35°С

(2) Мощность указана только для компрессоров

Таблица 7.2.3 - Акустические характеристики чиллера AQVSH

**Акустические характеристики AQVSH 85-160**

**Уровень звукового давления и звуковой мощности для исполнения (BLN)**

AQVSH	Уровень звуковой мощности Lw, дБ (A)								Уровень звуковой мощности Lw дБ (A)	Уровень звукового давления, Lw дБ (A)*
	63 Гц	125 Гц	250 Гц	500 Гц	1000 Гц	2000 Гц	4000 Гц	8000 Гц		
85	88	83	84	82	79	74	68	62	84	52
95	89	84	85	83	80	75	69	63	85	53
115	92	87	88	86	83	78	72	66	88	56
125	92	87	88	86	83	78	72	66	88	56
140	92	87	88	86	83	78	72	66	88	56
160	94	89	90	88	85	80	74	68	90	58

**Уровень звукового давления и звуковой мощности для исполнения (ELN)**

AQVSH	Уровень звуковой мощности Lw, дБ (A)								Уровень звуковой мощности Lw дБ (A)	Уровень звукового давления, Lw дБ (A)*
	63 Гц	125 Гц	250 Гц	500 Гц	1000 Гц	2000 Гц	4000 Гц	8000 Гц		
85	86	81	82	80	77	72	66	60	82	50
95	87	82	83	81	78	73	67	61	83	51
105	88	83	84	82	79	74	68	62	84	52
115	89	83	85	83	80	75	69	63	85	53
140	89	84	85	83	80	75	69	63	85	53
160	91	86	87	85	82	77	71	65	87	55

**Уровень звукового давления и звуковой мощности для исполнения (HPF/HT)**

AQVSH	Уровень звуковой мощности Lw, дБ (A)								Уровень звуковой мощности Lw дБ (A)	Уровень звукового давления, Lw дБ (A)*
	63 Гц	125 Гц	250 Гц	500 Гц	1000 Гц	2000 Гц	4000 Гц	8000 Гц		
85	99	94	95	93	90	85	79	73	95	63
95	101	96	97	95	92	87	81	75	97	65
105	99	94	95	93	90	85	79	73	95	63
115	99	94	95	93	90	85	79	73	95	63
140	99	94	95	93	90	85	79	73	95	63
160	101	96	97	95	92	87	81	75	97	65

\* Звуковое давление рассчитано на расстоянии 10 м

## 8 Графики расхода теплоты на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение Гостиничного комплекса

Построение графиков зависимости часовых расходов теплоты на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение от температуры наружного воздуха.

Расчетные расходы теплоты: на отопление  $Q_0^P = 237$  ГДж, на вентиляцию на

$$Q_B^P = 71 \text{ ГДж, на горячее водоснабжение } Q_{ГВС}^{CP} = 15,5 \text{ ГДж}$$

Климатические данные приняты для города Алматы.

По данным [13], таблица 8.1.1 расчетные температуры наружного воздуха для проектирования отопления  $t_{н.о.} = -25^\circ\text{C}$ , вентиляции  $t_{н.в.} = -10^\circ\text{C}$ .

Графики часовых расходов теплоты строим в координатах  $Q-t_n$ .

Определяем расходы теплоты на отопление и вентиляцию при  $t_n = 8^\circ\text{C}$ .

$$Q_0 = Q_0^P \cdot \frac{t_B - t_n}{t_B - t_{н.о.}} = 237 \cdot \frac{18 - 8}{18 + 25} = 55,1 \text{ ГДж}$$

$$Q_B = Q_B^P \cdot \frac{t_B - t_n}{t_B - t_{н.о.}} = 71 \cdot \frac{18 - 8}{18 + 10} = 25,3 \text{ ГДж}$$

Точки, соответствующие значениям  $Q_0$  при различных  $t_n$ , соединяем прямой и получаем график часового расхода теплоты на отопление (рис. 8.1.4, прямая  $Q_0$ ).

Расход теплоты на вентиляцию при  $t_n$   $Q_B = 71$  ГДж. Значения  $Q_B$  при  $t_n = +8$ , и  $t_{н.в.}$  откладываем на графике и точки соединяем прямой. При диапазоне температур наружного воздуха  $t_{н.в.} \dots t_{н.о.}$  в целях экономии топлива расход теплоты на вентиляцию сохраняется постоянным ( линия  $Q_B$  параллельна на оси абсцисс)

Расход теплоты на горячее водоснабжение не зависит от  $t_n$ , поэтому его график представляет прямую, параллельную оси абсцисс (прямая  $Q_{Г.В.}$ ).

График суммарного часового расхода теплоты на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение строим путем сложения соответствующих ординат при  $t_n = +8^\circ\text{C}$ ,  $t_n = -10^\circ\text{C}$ ,  $t_n = -25^\circ\text{C}$ . (линия  $Q_{\text{сум.}}$ ). [14]

Таблица 8.1 – Расчет для построения графика годового расхода теплоты

$t_n, ^\circ\text{C}$	$Q_{от}, \text{ГДж}$	$Q_B, \text{ГДж}$	$Q_{Г.В.}, \text{ГДж}$	$Q_0, \text{ГДж}$
+8	55,1	25,3	15,5	95,9
0	99,2	46		160,7
-5	127	58		200,5

-10	154	71		240,5
-15	182	84		281,5
-20	209	96		320,5
-25	237	109		361,5

Таблица 8.2 – Расчетные параметры наружного воздуха [15]

Наименование пункта <sup>1</sup>	Расчетная географическая широта, ° с ш	Барометрическое давление ППа	Период года	Параметры А			Параметры Б			Средняя суточная амплитуда температуры воздуха, °С	
				температура воздуха, °С	удельная энтальпия, кДж/кг	скорость ветра, м/с	температура воздуха, °С	удельная энтальпия, кДж/кг	скорость ветра, м/с		
1	Абакан	52	900	Теплый	23,8	51,1	1	28	54,4	1	12,7
				Холодный	-27	-26,8	1	-40	-42,3	1	-
2	Алдан	60	930	Теплый	20,1	49,4	1	24,8	51,1	1	11,4
				Холодный	-32	-31,8	2	-42	-42,2	2	-
3	Актобе	52	990	Теплый	27,1	51,1	1	32,5	56,9	1	14,2
				Холодный	-21	-19,7	5	-31	-30,6	5	-
4	Александровск-Сахалинский	52	1010	Теплый	19	46,9	3,7	22,1	49,8	3,7	8,1
				Холодный	-19	-17,6	6	-27	-26,5	6,9	-
5	Алматы	44	930	Теплый	27,6	51,5	1	31,2	54,4	1	11,9
				Холодный	-10	-6,7	1,7	-25	-24,3	1,3	-
6	Архангельск	64	1010	Теплый	18,6	48,6	4	24,5	55,3	4	9,8
				Холодный	-19	-17,6	5,8	-31	-30,8	6,2	-
7	Астрахань	48	1010	Теплый	29,5	61,1	3,6	33	64,5	3,6	10,7
				Холодный	-8	-4,2	9	-23	-21,9	8	-
8	Ашхабад	36	970	Теплый	36	58,2	2,4	39	62,8	2,4	14,5
				Холодный	-2	4,2	3,2	-11	-8	2	-
9	Ачинск	56	970	Теплый	22,6	49	3,2	28	52,3	3,2	12,5
				Холодный	-23	-20,9	2	-41	-41	1	-
10	Байкит	60	990	Теплый	-22,3	46,9	1	26	51,1	1	15,4
				Холодный	-38	-38,1	2	-50	-50,2	1	-
11	Баку	40	1010	Теплый	28,3	65,3	4	31,7	68,7	4	7,4
				Холодный	1	8,4	8	-4	0,8	8	-
12	Балашов	52	990	Теплый	25,2	50,7	3,7	27,8	54	3,7	12,4
				Холодный	-15	-13	5	-27	-26,8	4	-
13	Барнаул	52	990	Теплый	23,9	-51,9	1	28,3	55,7	1	11,8
				Холодный	-23	-22,2	2,9	-39	-38,9	2	-
14	Батуми	40	1010	Теплый	25,9	69,1	-	29,6	71,6	-	6,7
				Холодный	4	13	4	-1	5	3,1	-
15	Березники	60	1010	Теплый	20,6	47,7	-	26	51,9	-	11,3
				Холодный	-21	-19,7	4,8	-36	-35,2	4,2	-
16	Березово	64	1010	Теплый	18,2	45,2	4,2	21	51,5	4,2	8,6
				Холодный	-27	-26,8	4,6	-43	-43	4,7	-
17	Бишкек	44	930	Теплый	28,9	52,8	1	34,4	57,8	1	14,2
				Холодный	-9	-6,3	2,4	-23	-22,2	1	-
18	Бикин	48	1010	Теплый	24,9	60,7	1	28,2	65,7	2,2	-
				Холодный	-23	-22,2	8,2	-32	-31,8	1	10,6
19	Бийск	52	970	Теплый	24,2	51,1	3,1	28,6	55,3	7	-
				Холодный	-24	-23	2,5	-38	-38,1	3,1	13
20	Бисер	60	950	Теплый	18,7 <sub>ss</sub>	46,5	1	26,2	49,8	2	-
				Холодный	-22	-20,9	6	-35	-34,9	1	10,7
21	Благовещенск	52	990	Теплый	25,1	57,8	1	28,5	63,6	4,2	-
				Холодный	-25	-24,3	2,5	-34	-33,9	1	10,1
22	Бодайбо	56	950	Теплый	23,1	48,6	1	27,6	52,8	2	-
				Холодный	-36	-36	1	-47	-47,3	1	14,6
23	Боровичи	60	990	Теплый	21,1	48,6	1	25,8	52,8	1	-
				Холодный	-13	-10,5	4,7	-29	-28,6	1	11,4
24	Братск	56	970	Теплый	22,5	49	1	27,7	53,2	1	14,1
				Холодный	-30	-29,7	2	-43	-43,1	2	-
25	Брест	52	990	Теплый	22,4	49	3,3	27	56,5	3,3	10,8
				Холодный	-8	-4,2	7,1	-20	-18,8	4,2	-
26	Брянск	52	990	Теплый	22,5	49,8	1	27,3	53,2	1	12,6
				Холодный	-13	-10,5	5,2	-26	-25	6	-
27	Василевичи	52	990	Теплый	22,8	50,2	1	27	56,1	1	12,2
				Холодный	-8	-4,2	4,2	-24	-23	3,6	-
28	Великие Луки	56	990	Теплый	21,7	49	1	25,7	53,2	1	11,7
				Холодный	-12	-9,2	4,7	-27	-26,8	3,2	-
29	Вентспилс	56	990	Теплый	18,4	47,3	1	22,6	51,5	1	6,9
				Холодный	-7	-2,5	9,7	-18	-16,3	9,1	-

Таблица 8.3 – Продолжительность стояния температур наружного воздуха [16]

Город	Температура наружного воздуха, °С										
	Ниже – 45	– 40	– 35	– 30	– 25	– 20	– 15	– 10	– 5	0	+ 8
<i>Европейская часть</i>											
Санкт-Петербург	—	—	—	—	21	83	273	708	1533	2878	5240
Саратов	—	—	—	2	38	232	665	1320	2200	2570	4780
Смоленск	—	—	—	2	23	112	381	964	1852	3241	5050
Таллинн	—	—	—	—	1	19	136	453	1132	2439	5300
Тбилиси	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3650
Тверь	—	—	—	14	48	160	516	1080	2020	3620	5250
Тула	—	—	2	10	24	70	206	456	2440	3500	4960
Ульяновск	—	—	—	12	94	330	800	1560	2420	3660	5110
Уральск (Западно-Казахстанская обл.)	—	—	2	17	98	362	855	1570	2380	3620	4770
Уфа	—	—	5	40	160	436	980	1780	2770	3900	5060
Харьков	—	—	—	1	10	55	254	656	1420	3060	4550
Челябинск	—	—	7	39	166	520	1110	1950	2980	3920	5180
<i>Азиатская часть</i>											
Актюбинск	—	—	1	22	154	480	1060	1760	2610	3800	4900
Алма-Ата	—	—	12	31	122	300	622	1102	1810	2820	4000
Барнаул	1	12	52	170	415	792	1430	2260	3120	4130	5250
Владивосток	—	—	—	—	2	91	518	1350	2210	3320	4820
Иркутск	—	7	58	172	458	864	1730	2600	3300	4320	5780
Караганда	—	3	35	109	276	584	1070	1870	2820	4020	5080
Красноярск	1	18	82	210	468	828	1360	2110	3000	4050	5650
Кустанай	—	3	8	75	320	776	1430	2220	3080	4050	5110
Минусинск (Красноярский край)	—	25	105	282	600	1065	1660	2390	3140	4130	5430
Новосибирск	—	15	89	205	488	910	1550	2430	3290	4270	5450
Омск	1	6	64	195	485	950	1660	2480	3310	4250	5280
Самарканд	—	—	—	—	—	—	10	74	298	744	3170
Семипалатинск	—	6	49	130	320	692	1280	2000	2860	3860	4850
Ташкент	—	—	—	—	—	7	54	178	459	1206	3120
Тобольск (Тюменская обл.)	—	6	43	158	386	820	1500	2360	3290	4070	5500
Томск	3	17	82	228	500	932	1600	2500	3360	4400	5600
Тюмень	—	5	25	118	294	670	1270	2120	3050	4050	5280
Хабаровск	—	—	2	53	348	1050	1880	2600	3240	3900	4920
Чита	—	22	146	478	1050	1800	2540	3160	3340	4400	5760

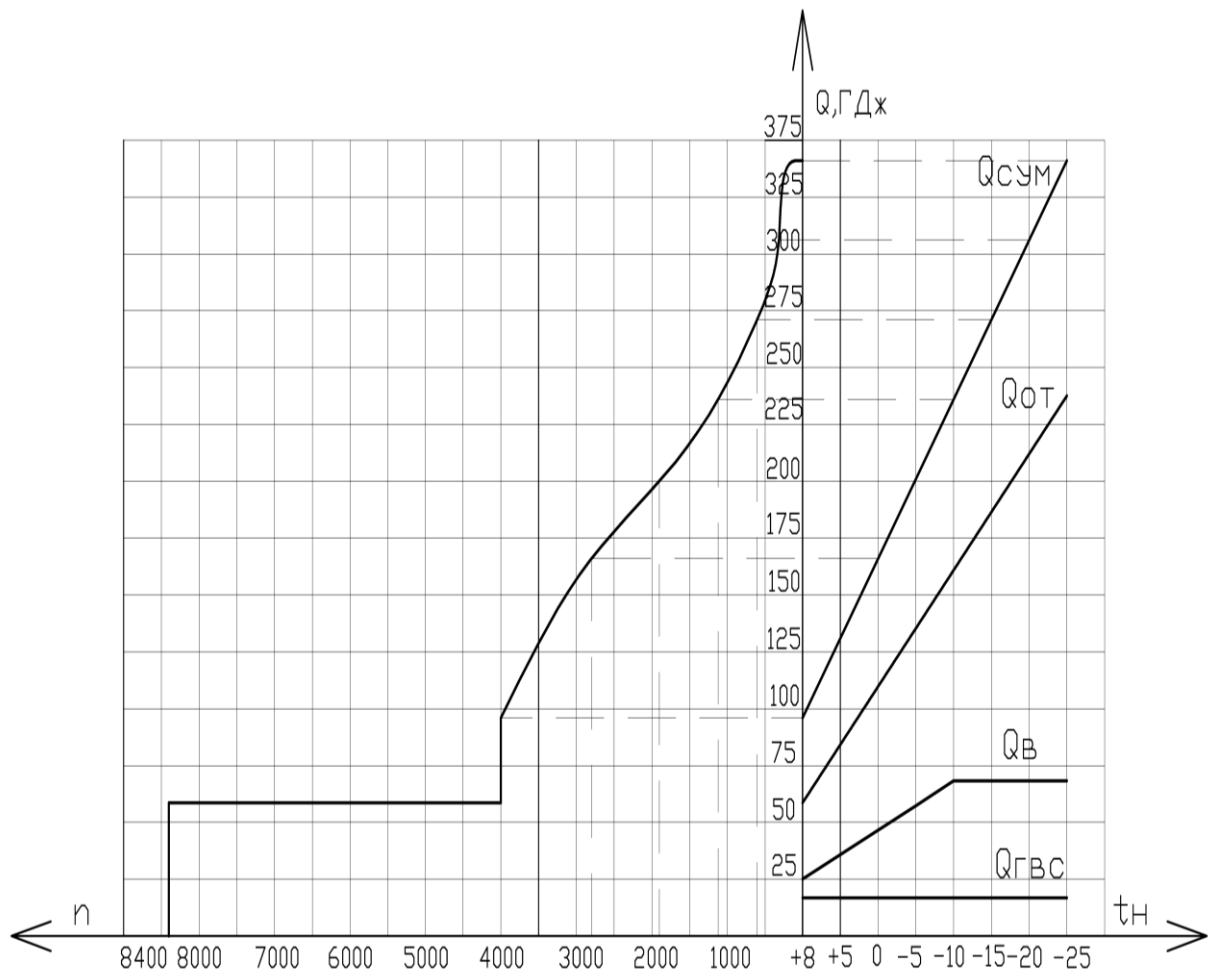


Рисунок 8.1 – График годового расхода теплоты

## **9 Мероприятия по энергосбережению в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха**

### **Периодический режим работы системы отопления.**

Периодический режим работы системы отопления применяют в производственных, гражданских, учебных, спортивных, торговых, административных зданиях, используемых для работы неполные сутки и дни недели, в которых допускается снижение температуры внутри помещений в нерабочее время. В режиме работы системы отопления в течение суток наблюдаются три характерных промежутка времени:

- основной рабочий режим, когда в помещении поддерживаются заданные параметры температуры и влажности;
- дежурный режим, когда после основного режима система отопления переводится на режим поддержания пониженной температуры в помещении;
- режим форсированного нагрева помещения, в течение которого система отопления переводится на возможно быстрый разогрев помещения после охлаждения.

В помещениях наблюдается и недельный цикл, когда в выходные и праздничные дни в течение полных суток может поддерживаться дежурный режим отопления и сниженная температура в помещении. Для поддержания дежурного режима используется водяное отопление, которое выполняет функцию поддержания минимального уровня температуры. Но в результате некоторого охлаждения помещения понижается не только температура внутреннего воздуха, но и температура ограждений.

Нагрев ограждений и внутреннего воздуха к началу нового рабочего дня требует времени и дополнительной мощности. Продолжительность и темп нагрева помещения зависят от: термического сопротивления наружных ограждений, влияющего на снижение температуры в нерабочее время; тепловой активности ограждающих конструкций к тепловому воздействию; интенсивности теплоотдачи от источника системы отопления к внутреннему воздуху помещений и от воздуха к поверхности ограждений; температурного напора в дежурном и рабочем режиме, а также перепада температур наружного воздуха. Нагрев помещений должен осуществляться форсированно с высоким темпом, с большей мощностью, в отличие от отопления в рабочем режиме, так как теплота в режиме нагрева расходуется на восполнение тепловых потерь и разогрев ограждений и воздуха до требуемого уровня.



Наиболее гибким режимом эксплуатации служит комбинированная система отопления. Она состоит из базовой системы водяного отопления и дополнительной системы воздушного отопления. Воздушное отопление совмещается с приточной вентиляцией и в режиме форсированного нагрева работает в режиме полной рециркуляции воздуха.

Работа систем периодического отопления поддается автоматизации и программному управлению поддержания расчетного режима. На случай неожиданного резкого понижения температуры наружного воздуха в контрольных помещениях устанавливаются датчики допустимой минимальной температуры внутреннего воздуха. По сигналу от них включается система отопления в дополнительном режиме. Экономия энергии тем больше, чем продолжительнее период охлаждения. Для уменьшения продолжительности форсированного нагрева следует увеличить теплоустойчивость ограждений, максимально интенсифицировать теплоотдачу к ограждениям, применяя, например, направленные струи воздушного отопления или используя источники лучистой энергии (излучатели), направленные на ограждения. [17]

### **Отопление помещений теплотой рециркуляционного воздуха.**

Теплоту рециркуляционного воздуха рекомендуется использовать для

Производств, в которых допускается рециркуляция воздуха, а также при температуре воздуха в верхней зоне более 30 °С и подачи воздуха на расстояние не более 15 м. Нагретый воздух забирается из верхней зоны производственного помещения, очищается от пыли и вентилятором по воздуховодам нагнетается в приточный насадок (цилиндрической или щелевой формы). Энергосбережение обеспечивается за счет утилизации теплоты удаляемого воздуха. [17]

### **Применение вращающихся регенеративных воздухо-воздушных утилизаторов теплоты**

Вращающиеся регенеративные воздухоподогреватели предназначены для утилизации теплоты от нагретого воздуха, удаляемого из систем вытяжной естественной или принудительной циркуляции. Вращающиеся регенеративные теплообменники имеют форму цилиндра, разделенного на секторы. Внутри цилиндра установлены вращающиеся вокруг оси регенератора насадки, заполненные гладкими или гофрированными металлическими листами разной конфигурации, сетками, чугунными или керамическими шариками и т.д. Поперечное сечение теплообменника разделено на три постоянно меняющие свое положение части: через одну проходит теплый воздух, через другую - холодный нагреваемый воздух, а третья, небольшая часть, представляет собой продувочную камеру, шлюз, для удаления некоторого количества загрязненного воздуха, увлекаемого массой насадки при переходе его из одной камеры в другую. Насадки

попеременно омываются то горячим, то холодным воздухом. Передача теплоты приточному воздуху осуществляется аккумулирующей (с высокой теплоемкостью) массой, находящейся последовательно в потоках теплого и холодного воздуха. [17]

### **Системы воздушного отопления.**

Системы воздушного отопления применяют для жилых, общественных, производственных, сельскохозяйственных зданий и сооружений, а также гостиниц, в которых функция отопления совмещается с вентиляцией. В системе воздушного отопления возможна полная или частичная рециркуляция воздуха.

Воздух для отопления нагревается в калориферах или воздухоподогревателях горячей водой, паром, горячим воздухом или другим теплоносителем. Процесс теплообмена может осуществляться двумя путями: 1) нагретый воздух по специальным каналам через воздухораспределительные решетки поступает в помещение и смешивается с внутренним воздухом; 2) нагретый воздух перемещается во внутренних каналах, окружающих помещение, нагревая при этом стенки помещения, теплота от которых передается внутреннему воздуху помещения.

Охладившийся воздух по другим каналам возвращается в калорифер для повторного нагрева или выбрасывается частично в атмосферу, когда температура воздуха в помещении высокая. Таким образом, система воздушного отопления может быть с полной рециркуляцией, когда воздух полностью возвращается для повторного нагрева, или частичной рециркуляцией, когда воздух частично выбрасывается в атмосферу и частично повторно нагревается. Системы воздушного отопления фактически являются комбинированными системами отопления и вентиляции.

Преимущества систем воздушного отопления: обеспечение равномерности температуры по объему помещения, возможность очистки и увлажнения воздуха, отсутствие отопительных приборов в помещении. Недостатки систем воздушного отопления: большие поперечные сечения воздухопроводов по сравнению с трубами водяного и парового отопления, меньший радиус действия по сравнению с теми же системами, потери теплоты при недостаточной теплоизоляции воздухопроводов.

Для снижения энергетических затрат на подогрев наружного воздуха возможно использование регенеративных теплообменников, позволяющих утилизировать теплоту горячего вытяжного воздуха. В системах воздушного отопления сокращаются потери теплоты за счет отсутствия радиаторных ниш - участков наружных ограждений, имеющих место в водяных и паровых системах отопления. Энергосбережение при применении воздушного

отопления достигается и за счет автоматизации системы при малой теплоемкости воздуха, а также за счет возможного поддержания в нерабочее время в помещении более низкой температуры воздуха и быстром нагреве помещения перед началом рабочего дня. [17]

### **Периодический режим работы систем вентиляции и кондиционирования воздуха.**

Периодические режимы работы систем вентиляции и кондиционирования воздуха применяют для стабилизации температуры, влагосодержания и газового состава воздуха. Они наиболее эффективны при обслуживании помещений большого объема в общественных зданиях с переменным заполнением (зрительные, торговые, спортивные залы, залы ожидания), где одновременно изменяются температура, влажность и состав воздуха (содержание углекислого газа и кислорода).

Снижение энергопотребления системами вентиляции и кондиционирования воздуха обеспечивается изменением расхода воздуха требуемых параметров, применением сложных и дорогостоящих воздухораспределителей, использованием совершенных методов регулирования работы вентилятора, сложной системы автоматизации. Альтернативным способом регулирования систем может служить периодическое вентилирование помещений в зависимости от состояния воздуха помещения, чем и обеспечивается экономия электрической и тепловой энергии. Продолжительность перерыва зависит от кратности воздухообмена, объема помещения, состава воздуха. Функциональные схемы автоматического управления контролируют концентрацию углекислого газа, изменения влажности и температуры воздуха. [17]

### **Устройство воздушных завес.**

Воздушные завесы устанавливают при входе, у открытых проемов в общественных и промышленных зданиях и сооружениях, цехах, торговых центрах, магазинах, в многоэтажных жилых зданиях при часто открывающихся входных дверях или со значительными по площади воротами. Мероприятие направлено на снижение затрат теплоты на нагрев воздуха, поступающего через входы, въезды и проемы.

Применяют комбинированные воздушно-тепловые завесы с тамбуром и без него, а забор воздуха осуществляется из помещения или снаружи. Воздушная завеса состоит из двух, симметрично расположенных пар, вертикальных воздухораспределительных стояков, установленных внутри помещения. Внутренняя пара стояков, расположенная ближе к помещению, подает подогретый (до 60 °С) в калориферах воздух, а наружная пара стояков подает не подогретый воздух, забираемый из помещения. При закрытых

воротах наружная пара стояков отключается, а внутренняя завеса работает в режиме отопления. При открывании ворот к работе подключается и наружная пара стояков.

Энергосбережение достигается за счет снижения потребности в теплоте на нагрев приточного воздуха и затрат электроэнергии на его перемещение. [17]

### **Система отопления помещений с применением газовых инфракрасных излучателей.**

Система предназначена для обогрева постоянных и временных рабочих мест производственных и вспомогательных помещений; помещений и конструкций на открытых и полуоткрытых площадках в процессе строительства зданий и сооружений; систем снеготаяния, на кровлях зданий и сооружений. Отопительными приборами служат горелки инфракрасного излучения. В горелке используется газ низкого давления с предварительным смешением газа и воздуха, а температура излучающей поверхности достигает примерно 850 °С. При такой температуре около 60 % теплоты, выделяющейся при сгорании газа, передается излучением в виде инфракрасных (тепловых) лучей. Размещение горелок в помещении или на открытой площадке, число их рядов, расстояние между горелками в ряду, высоту их подвески над полом, угол наклона горелок, определяется исходя из норм облученности и типа горелок.

Энергосбережение достигается за счет уменьшения отапливаемого объема помещения, отсутствия перегрева верхней зоны помещения, малой тепловой инерции и применения автоматики управления. [17]

### **Газовоздушное лучистое отопление.**

Газовоздушное отопление применяется для производственных помещений, сборочных, механических, ремонтных цехов, депо, гаражей, ангаров. Функцию отопительных приборов выполняют трубопроводы с высокой температурой, проложенные в верхней зоне помещения, не ниже 4,5 м от пола. Внутри труб циркулирует смесь нагретого воздуха с продуктами сгорания топлива, чем обеспечивается высокая температура трубопроводов. Передача теплоты с поверхности труб к воздуху помещения происходит за счет суммарного теплообмена - конвекцией и лучеиспусканием. Однако, чем выше температура трубопровода, тем больше доля передачи теплоты за счет лучистого теплообмена. Теплоизлучающие трубы имеют диаметр до 0,4 м и собирают на фланцах. Для уменьшения потерь теплоты в верхнюю часть или неработающую зону помещения трубы закрывают сверху эффективной тепловой изоляцией, а сбоку вдоль труб устанавливают продольные металлические экраны (козырьки), желательна с высокой степенью черноты

(окрашенные козырьки). Температура теплоносителя, циркулирующего по трубопроводам, должна исключать эффект точки росы на внутренней поверхности труб и низкотемпературной коррозии. Энергосбережение достигается за счет отсутствия перегрева верхней зоны и сохранения условий теплового комфорта в рабочей зоне. [17]

### **Применение теплонасосных установок и энергии низкого потенциала**

Теплонасосные установки (ТНУ) используют естественную возобновляемую низкопотенциальную тепловую энергию окружающей среды (воды, воздуха, грунта) и повышают потенциал основного теплоносителя до более высокого уровня, затрачивая при этом в несколько раз меньше первичной энергии или органического топлива. Теплонасосные установки работают по термодинамическому циклу Карно, в котором рабочей жидкостью служат низкотемпературные жидкости (аммиак, фреон и др.). Перенос теплоты от источника низкого потенциала на более высокий температурный уровень осуществляется подводом механической энергии в компрессоре (парокомпрессионные ТНУ) или дополнительным подводом теплоты (в абсорбционных ТНУ).[17]

## Заключение

В данной диссертации рассмотрена система энергоснабжения современного гостиничного комплекса Rixos, расположенного в г. Алматы.

Так как цены на энергоносители продолжают расти. Следовательно, рациональное использование энергии в системах отопления, кондиционирования, вентиляции зданий позволит существенно сократить объемы потребления энергии, а также снизить затраты на их обслуживание. Поэтому проблема энергосбережения в системах энергоснабжения зданий крайне важна и актуальна.

Выполнена работа по обследованию системы энергоснабжения гостиничного комплекса и разработке мероприятий по энергосбережению. Также приведены расчеты где проектирование СВ и КВ выполнены с учетом энергосберегающих мероприятий, а также с применением энергосберегающего оборудования

Эффективность работы систем вентиляции, отопления и кондиционирования во многом зависит не только от правильности выполнения инженерных расчетов, но и применения новейшего оборудования, средств автоматизации, условий эксплуатации.

Для обеспечения допустимых метеорологических условий и санитарных норм воздуха в гостинице работает приточно-вытяжная вентиляционная установка с рекуператором тепла.

С помощью программы созданной в Excel, выполнен аэродинамический расчет воздухопроводов, определены размеры поперечного сечения воздухопроводов на различных участках, подсчитаны потери давления в сети на преодоление сопротивлений и увязка потерь давления в ответвлениях. По полученным данным произведен подбор энергосберегающего оборудования. С использованием программного продукта по подбору вентиляционных агрегатов подобраны приточно-вытяжные установки. Обоснован выбор данного оборудования. Рассмотрена система автоматического регулирования приточно – вытяжных установок.

В гостиничном комплексе применена наиболее оптимальная воздушная система отопления. Так как здание гостиницы используется для работы неполные сутки и дни недели и в нем допускается снижение температуры внутри помещений в нерабочее время.

В гостиничном комплексе работает система чиллер-фанкойлы, которая в зимний период работает в режиме подачи тепла (воздушное отопление) а летом в режиме охлаждения (система кондиционирования).

С помощью программы созданной в Excel, произведен расчет мощности фанкойлов. Определено необходимое количество фанкойлов. А также обоснован выбор данного энергосберегающего оборудования. Дополнительно рекомендованы мероприятия по энергосбережению в системах вентиляции и кондиционирования воздуха гостиничного комплекса.

## Список литературы

- 1 <http://hghltd.yandex.net>
- 2 <http://prohotel.ru/news-20019/0/>
- 3 <http://www.muzatravel.com/rus/kazakhstan/hotels/rixos.htm>
- 4 <http://www.iglobe.ru/hotels/asia/kazakhstan/almaty/rixos-almaty-hotel>
- 5 ГОСТ 30494-96
- 6 СН РК 2.04-04-2011 Тепловая защита зданий
- 7 <http://www.avcom.kz>
- 8 СНиП 4.02-42-2006 Отопление, вентиляция и кондиционирование
- 9 Краснов Ю.С., Системы вентиляции и кондиционирования. Рекомендации по проектированию для производственных и общественных зданий, Москва, Термокул, 2006. - 288 с
- 10 <http://www.systemair.com/ru>
- 11 <http://rekuperation.ru/rotornyj-rekuperator>
- 12 <http://www.termomarket.ru>
- 13 Ю.Д. Сибикин, Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: учеб. пособие для студ. сред. проф. образования. — М.: Издательский центр «Академия», 2007. — 304 с.
- 14 В.М.Копко, Н.К.Зайцева, Г.И.Базыленко., Теплоснабжение (курсовое проектирование): [Учеб. Пособие для вузов по спец. «Теплоснабжение и вентиляция»], Под общ. ред. В.М. Копко. – мн.: Выш.шк., 1985. – 139с.,ил.
- 15 СНиП РК 4.02-05-2001 отопление вентиляция и кондиционирование
- 16 Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: Учебник для вузов. – 7-е изд., стереот. – М.: Издательство МЭИ, 2001. – 472с.
- 17 <http://msd.com.ua/osnovy-energoberezheniya-i-energoaudita/meropriyatiya-po-energoberezheniyu-v-sistemax-otopleniya-ventilyacii-i-kondicionirovaniya-vozduxa/>