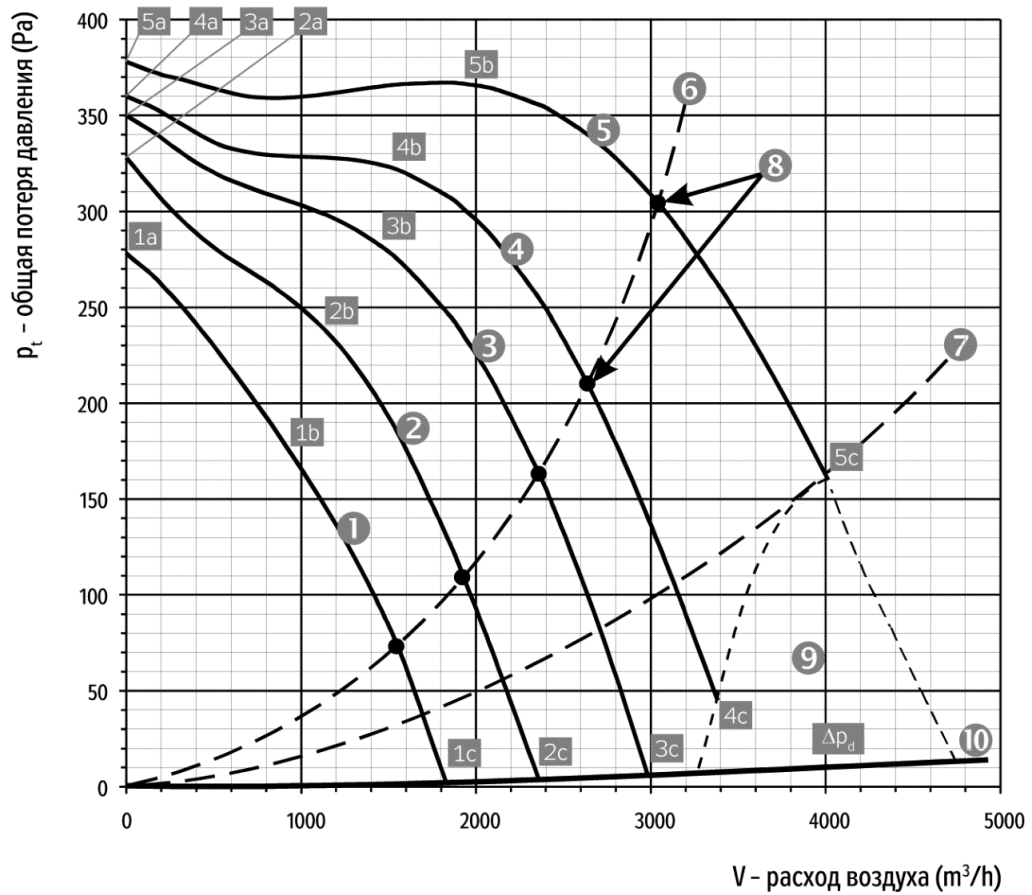


А.В. Цыганков, О.В. Долговская,
Д.В. Виноградский

КАНАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ



Санкт-Петербург
2023

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

**А.В. Цыганков, О.В. Долговская,
Д.В. Виноградский**

КАНАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

РЕКОМЕНДОВАНО К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ
В УНИВЕРСИТЕТЕ ИТМО

по направлению подготовки 16.04.03 Холодильная, криогенная техника
и системы жизнеобеспечения
в качестве Учебно-методического пособия для реализации основных
профессиональных образовательных программ высшего образования
магистратуры

ИТМО

Санкт-Петербург

2023

УДК 621

Цыганков А.В., Долговская О.В., Виноградский Д.В. Канальные системы вентиляции и кондиционирования – СПб: Университет ИТМО, 2022. – 68 с.

Рецензент(ы):

Пронин Владимир Александрович, доктор технических наук, профессор, профессор (квалификационная категория "ординарный профессор") образовательного центра "Энергоэффективные инженерные системы", Университета ИТМО.

В учебно-методическом пособии приведены конструкции основных блоков канальной приточно-вытяжной установки. Рассмотрены особенности эксплуатации установки в целом и отдельных и ее отдельных элементов. Предназначено для студентов магистерской программы «Энергоэффективные инженерные системы и технологии сжиженного природного газа», изучающих дисциплину «Проектирование климатических систем» и «Моделирование процессов в климатических системах», "Математическое моделирование процессов в климатических системах".

The logo of ITMO University, consisting of the letters 'ITMO' in a bold, black, sans-serif font. The letter 'I' is slightly taller than the other letters.

Университет ИТМО – ведущий вуз России в области информационных и фотонных технологий, один из немногих российских вузов, получивших в 2009 году статус национального исследовательского университета. С 2013 года Университет ИТМО – участник программы повышения конкурентоспособности российских университетов среди ведущих мировых научно-образовательных центров, известной как проект «5 в 100». Цель Университета ИТМО – становление исследовательского университета мирового уровня, предпринимательского по типу, ориентированного на интернационализацию всех направлений деятельности.

© Университет ИТМО, 2023

© Цыганков А.В., Долговская О.В., Виноградский Д.В., 2023

Оглавление

Введение	
1. Классификация систем вентиляции и кондиционирования	
1.1 Системы вентиляции	
1.2 Системы кондиционирования	
1.2.1 Центральные системы кондиционирования	
1.2.2 Канальные системы кондиционирования	
2. Структура канальной приточно-вытяжной установки	
3. Блоки и компоненты канальных систем вентиляции и кондиционирования воздуха	
3.1 Вентиляторы	
3.1.1 Рабочая характеристика вентилятора	
3.1.2 Радиальный (центробежный) вентилятор	
3.1.3 Осевые вентиляторы	
3.1.4. Диагональные и диаметральные вентиляторы	
3.2 Электродвигатели и управление вентиляторами	
3.3. Заслонки	
3.4 Теплообменное оборудование	
3.4.1. Воздухонагреватели	
3.4.2. Воздухоохладители	
3.4.3 Тепловые утилизаторы	
3.4.4 Фильтры	
3.4.5 Шумоглушители	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	
ЛИТЕРАТУРА	
Приложение 1	
Приложение 2	
Приложение 3	

Введение

Приоритетной задачей проектирования современного климатического оборудования является обеспечение приемлемого микроклимата, комфортного для человека или требуемого для технологического процесса. В соответствии со Стандартом АВОК «Здания жилые и общественные. Нормы воздухообмена» термин «микроклимат помещения» определяется как состояние внутренней среды помещения, характеризуемое следующими показателями: температурой воздуха, радиационной температурой, кратностью воздухообмена, скоростью движения и относительной влажностью воздуха в помещении.

При проектировании систем кондиционирования и вентиляции воздуха часто возникает необходимость одновременно поддерживать нормируемые параметры микроклимата в различных помещениях одного здания. В таких случаях одним из возможных решений является применение канальных установок. Кондиционеры такого типа позволяют формировать системы различного уровня сложности, от простейших приточных и вытяжных устройств вентиляции с механическим побуждением до полноценных установок климатизации с блоками очистки, подогрева, охлаждения приточного воздуха и рекуперацией теплоты вытяжного воздуха.

При значительных внутренних влагопоступлениях, теплопоступлениях или теплопотерях канальные системы могут быть дополнены автономными отопительными приборами, воздухоохладителями и осушителями. Необходимо учитывать, что в соответствии с действующими санитарными и строительными нормами [1, 2] в жилых и общественных помещениях должны быть установлены системы естественной вентиляции, которые оказывают значительное влияние на режим работы канальных систем вентиляции.

Выпуск канальных систем освоен многими отечественными и зарубежными производителями. В практике эксплуатации канальных систем кондиционирования и вентиляции воздуха часто возникает необходимость устанавливать блоки разных производителей и различных типоразмеров. Анализ работоспособности таких модифицированных установок и оценка их эффективности может проводиться при наличии технических характеристик отдельных блоков, которые, как правило, можно найти в доступной технической документации производителей.

Проблема обеспечения необходимого микроклимата помещения может рассматриваться как задача оптимального проектирования, позволяющая обеспечить заданные показатели микроклимата помещения при минимальном расходе энергии. В этом случае возникает необходимость рассматривать разные варианты установки блоков систем вентиляции и кондиционирования с учетом влияния естественной вентиляции и внешних климатических условий и автономного климатического оборудования.

Учебно-методическое пособие является логическим продолжением пособий [3, 4], предназначено для студентов магистерской программы «Энергоэффективные инженерные системы», изучающих дисциплину «Проектирование климатических систем» и «Моделирование процессов в климатических системах», "Математическое моделирование процессов в климатических системах". Приведенный обзор основных блоков систем кондиционирования воздуха может быть использован не только для расчета рассмотренных канальных установок, но и для других типов систем вентиляции и кондиционирования (центральные кондиционеры, системы с чиллерами и фэнкойлами, VRV системы).

Данное пособие будет полезно при работе над ВКР при формировании схемы обработки воздуха на начальных этапах проектирования систем вентиляции и кондиционирования.

1. Классификация систем вентиляции и кондиционирования

1.1 Системы вентиляции

Вентиляция – это процесс обеспечения постоянной циркуляции воздуха внутри помещения или здания. Он включает в себя подачу свежего воздуха в помещение и вытяжку загрязненного воздуха за его пределы. Цель вентиляции – поддерживать оптимальный уровень качества воздуха внутри помещения, удалять запахи, влагу, избыточное тепло и загрязнители, такие как пыль, дым, газы, бактерии и т. д.

Основные типы систем вентиляции показаны на рис.1.



Рис. 1. Классификация систем вентиляции

Согласно нормативным документам [5] рабочая (штатная) система вентиляции жилых, общественных и производственных помещений, в которых могут находиться люди, должна быть дополнена аварийной (противопожарной).

Под аварийной вентиляцией понимается система агрегатов, обеспечивающая устранение токсичного дыма, опасных примесей и ядовитых испарений, которые могут появиться на путях эвакуации в случае аварийной ситуации.

Естественная вентиляция – это процесс обеспечения свежего (внешнего) воздуха и удаления загрязненного воздуха из помещения без использования механических систем. Она осуществляется благодаря

использованию естественных факторов, таких как ветер, различные температурные градиенты, разница давления и т. д. В целом, естественная вентиляция – это простой и экологически чистый способ обеспечения качественного воздуха в помещении, который может быть применен во многих случаях. Однако для его эффективной работы необходимо учитывать множество факторов, таких как климатические условия, конструктивные особенности помещения, расположение окон и т. д.

Искусственная вентиляция – это система, которая используется для обеспечения достаточного количества свежего воздуха в помещениях, где естественная вентиляция ограничена или отсутствует, например, в зданиях с высокой степенью уплотнения или в закрытых помещениях. Зачастую искусственная вентиляция используется вместе с естественной вентиляцией, чтобы обеспечить наилучшие условия в помещении.

В механических системах вентиляции используются оборудование и приборы (вентиляторы, электродвигатели, воздухонагреватели, пылеуловители, автоматика и др.), позволяющие перемещать воздух на значительные расстояния. Затраты электроэнергии на их работу могут быть довольно большими. Такие системы могут подавать и удалять воздух из локальных зон помещения в требуемом количестве, независимо от изменяющихся условий окружающей воздушной среды. При необходимости воздух подвергают различным видам обработки (очистке, нагреванию, увлажнению и т. д.), что практически невозможно в системах с естественным побуждением. Следует отметить, что в практике часто предусматривают так называемую смешанную вентиляцию, т.е. одновременно естественную и механическую вентиляцию. В каждом конкретном проекте определяется, какой тип вентиляции является наилучшим в санитарно-гигиеническом отношении, а также экономически и технически более рациональным.

Необходимо учитывать, что в соответствии с действующими санитарными и строительными нормами [6] в жилых и общественных помещениях должны быть установлены системы естественной вентиляции, которые обеспечивают минимальные вентиляционные потоки воздуха при остановке механической вентиляции, поэтому все системы вентиляции являются смешанными.

По способу организации воздушных потоков системы вентиляции делятся на приточные и вытяжные.

Приточная вентиляция служит для подачи свежего воздуха в помещения, при необходимости подаваемый воздух нагревается, охлаждается и очищается от пыли.

Вытяжная вентиляция удаляет из помещения загрязнённый или нагретый воздух. Обычно в помещениях устраивается как приточное, так и вытяжная вентиляция. При этом их производительность должна быть сбалансирована, иначе в помещениях будет образовываться недостаточное или избыточное давление.

Вентиляция приточно-вытяжная – система воздухообмена, когда принудительно удаляемый воздух компенсируется принудительно поступающим воздухом в отличие от простой вытяжки.

Для повышения энергетической эффективности используется рециркуляционный воздух, забираемый из помещения с целью его повторного использования после обработки путем фильтрации, нагрева или охлаждения, осушения или увлажнения.

Местная вентиляция – это система вентиляции, которая используется для удаления загрязненного воздуха в конкретной зоне или месте, где происходит производство, обработка или использование вредных веществ, газов или паров.

Местная вентиляция может быть выполнена в виде простой местной вытяжки, когда воздух из зоны загрязнения вытягивается через каналы и отводится наружу, либо в виде более сложной системы, которая включает в себя фильтрацию, охлаждение или обогрев воздуха перед его выбросом наружу. Местная вентиляция может быть полезной в различных областях, таких как промышленность, лаборатории, медицина, а также при выполнении строительных работ.

Преимущества местной вентиляции:

1) Эффективность – местная вентиляция работает только в зоне загрязнения, что позволяет более эффективно удалять вредные вещества, газы или пары.

2) Экономичность – местная вентиляция требует меньшей мощности и затрат на установку чем центральная вентиляция.

3) Безопасность – местная вентиляция позволяет обеспечить безопасные условия работы в зоне загрязнения, что особенно важно при работе с опасными веществами.

4) Комфортность – местная вентиляция позволяет создать комфортные условия работы, особенно в зонах, где происходит обработка вредных веществ.

5) Уменьшение вредных выбросов – местная вентиляция позволяет уменьшить вредные выбросы в окружающую среду.

Недостатки местной вентиляции:

1) Ограниченность – местная вентиляция работает только в зоне загрязнения, что ограничивает ее использование в больших помещениях.

2) Необходимость обслуживания – местная вентиляция требует регулярного обслуживания, чтобы обеспечить ее эффективную работу.

3) Сложность установки – местная вентиляция может быть сложной для установки, особенно если требуется проведение дополнительных работ.

Общеобменная вентиляция – это система вентиляции, которая обеспечивает постоянный поток свежего воздуха в помещении и одновременно удаляет загрязненный воздух. Эта система используется для поддержания здоровой атмосферы в закрытых помещениях и обеспечения

комфортных условий для людей, работающих или находящихся внутри помещения.

Общеобменная вентиляция может быть реализована в виде естественной вентиляции, используя естественные потоки воздуха через окна или специальные вентиляционные отверстия, или в виде механической вентиляции, используя вентиляционные системы, вентиляторы и кондиционеры.

Преимущества общеобменной вентиляции:

1) Обеспечение здоровой атмосферы – общеобменная вентиляция позволяет обновлять воздух в помещении, удаляя загрязнения и поддерживая здоровую атмосферу.

2) Создание комфортных условий – общеобменная вентиляция помогает поддерживать оптимальные температуру и влажность в помещении, создавая комфортные условия для работы или отдыха.

3) Экономия энергии – общеобменная вентиляция может быть энергосберегающей, если используются технологии для возвратной обработки воздуха и регулирования потока воздуха в зависимости от потребностей.

Недостатки общеобменной вентиляции:

1) Затраты – установка и обслуживание общеобменной вентиляционной системы может быть дорогостоящим.

2) Ограниченность – общеобменная вентиляция может не быть эффективной в зонах с высокой концентрацией загрязнений или в местах, где требуется более точная регулировка потока воздуха.

3) Шум – механические вентиляционные системы могут создавать шум, что может быть мешающим для людей, находящихся в помещении.

1.2 Системы кондиционирования

Кондиционирование воздуха – это создание в закрытых помещениях всех или отдельных параметров микроклимата (температуры, влажности, чистоты, скорости движения воздуха) на определенном уровне для обеспечения оптимальных условий, наиболее благоприятных для самочувствия людей или ведения технологического процесса.

Кондиционирование воздуха осуществляется комплексом технических средств, называемым системой кондиционирования воздуха (СКВ). В состав системы кондиционирования воздуха входят технические средства забора воздуха, подготовки, т. е. придания необходимых кондиций (фильтры, теплообменники, увлажнители или осушители воздуха), перемещения (вентиляторы) и его распределения, а также средства хладо- и теплоснабжения, автоматики, дистанционного управления и контроля.

Прежде чем перейти к классификации систем кондиционирования, следует отметить, что общепринятой классификации систем кондиционирования воздуха до сих пор не существует и связано это с

многовариантностью принципиальных схем, технических и функциональных характеристик, зависящих не только от технических возможностей самих систем, но и от объектов применения (кондиционируемых помещений) и внешних климатических условий.

Современные системы кондиционирования могут быть классифицированы по следующим признакам:

по основному назначению (объекту применения): комфортные и технологические;

по принципу расположения кондиционера по отношению к обслуживаемому помещению: центральные, каналные (местные);

по наличию собственного (входящего в конструкцию кондиционера) источника тепла и холода: автономные и неавтономные;

по принципу действия: прямоточные, рециркуляционные и комбинированные;

по количеству обслуживаемых помещений (локальных зон): однозональные и многозональные;

по давлению, развиваемому вентиляторами кондиционеров: низкого, среднего и высокого давления.

Кроме приведенных классификаций, существуют разнообразные системы кондиционирования, обслуживающие специальные технологические процессы, включая системы с изменяющимися во времени (по определенной программе) метеорологическими параметрами.

Комфортные системы кондиционирования воздуха предназначены для создания и автоматического поддержания температуры, относительной влажности, чистоты и скорости движения воздуха, отвечающих оптимальным санитарно-гигиеническим требованиям для жилых, общественных и административно-бытовых зданий или помещений. Оптимальные и допустимые параметры микроклимата приведены в Приложении 1/

Технологические системы кондиционирования воздуха предназначены для обеспечения параметров воздуха, в максимальной степени отвечающих требованиям производства. Рекомендуемые параметры воздуха в центрах обработки данных приведены в Приложении 2.

Центральные системы кондиционирования воздуха снабжаются извне холодом (доставляемым холодной водой или хладагентом), теплом (доставляемым горячей водой, паром или электричеством) и электрической энергией для привода электродвигателей вентиляторов, насосов и пр.

1.2.1 Центральные системы кондиционирования

Центральные системы кондиционирования воздуха располагаются вне обслуживаемых помещений и кондиционируют одно большое помещение, несколько зон такого помещения или много отдельных помещений. Иногда несколько центральных кондиционеров обслуживают одно помещение

больших размеров (производственный цех, театральный зал, закрытый стадион или каток).

Однозональные центральные системы кондиционирования воздуха применяются для обслуживания больших помещений с относительно равномерным распределением тепла, выделений влаги. Такие системы кондиционирования воздуха, как правило, комплектуются устройствами для утилизации тепла (теплоутилизаторами) или смесительными камерами для использования в обслуживаемых помещениях рециркуляционного воздуха.

Многозональные центральные системы кондиционирования воздуха применяют для обслуживания больших помещений, в которых оборудование размещено неравномерно, а также для обслуживания ряда сравнительно небольших помещений. Такие системы более экономичны, чем отдельные системы для каждой зоны или каждого помещения. Однако с их помощью не может быть достигнута такая же степень точности поддержания одного или двух заданных параметров (влажности и температуры), как автономными системами кондиционирования воздуха (кондиционерами сплит-систем и т.п.).

Прямоточные системы кондиционирования воздуха полностью работают на наружном воздухе, который обрабатывается в кондиционере, а затем подается в помещение.

Рециркуляционные системы кондиционирования воздуха, наоборот, работают без притока или с частичной подачей (до 40%) свежего наружного воздуха или на рециркуляционном воздухе (от 60 до 100%), который забирается из помещения и после его обработки в кондиционере вновь подается в это же помещение.

Классификация процессов кондиционирования воздуха по принципу действия на прямоточные и рециркуляционные обуславливается, главным образом, требованиями к комфортности, условиями технологического процесса производства либо технико-экономическими соображениями.

Центральные системы кондиционирования воздуха с качественным регулированием метеорологических параметров представляют собой широкий ряд наиболее распространенных, так называемых одноканальных систем, в которых весь обработанный воздух при заданных условиях выходит из кондиционера по одному каналу и поступает далее в одно или несколько помещений.

При этом регулирующий сигнал от термодатчика, установленного в обслуживаемом помещении, поступает непосредственно на центральный кондиционер.

Системы кондиционирования воздуха с количественным регулированием подают в одно или несколько помещений холодный и подогретый воздух по двум параллельным каналам. Температура в каждом помещении регулируется комнатным терморегулятором, воздействующим на местные смесители (воздушные клапаны), которые изменяют соотношение расходов холодного и подогретого воздуха в подаваемой смеси.

Двухканальные системы используются очень редко из-за сложности регулирования, хотя и обладают некоторыми преимуществами, в частности отсутствием в обслуживаемых помещениях теплообменников, трубопроводов тепло-хладоносителя; возможностью совместной работы с системой отопления, что особенно важно для существующих зданий, системы отопления которых при устройстве двухканальных систем могут быть сохранены.

Центральные системы кондиционирования воздуха обладают следующими преимуществами:

возможностью эффективного поддержания заданных параметров микроклимата;

сосредоточением оборудования, требующего систематического обслуживания и ремонта, как правило, в одном месте (подсобном помещении, техническом этаже и т. п.);

возможностями обеспечения эффективного шумо- и виброгашения. С помощью центральных систем кондиционирования воздуха при надлежащей акустической обработке воздуховодов, устройстве глушителей шума и гасителей вибрации можно достигнуть наиболее низких уровней шума в помещениях.

Несмотря на ряд достоинств центральных систем кондиционирования воздуха, надо отметить, что крупные габариты и проведение сложных монтажно-строительных работ по установке кондиционеров, прокладке воздуховодов и трубопроводов часто приводят к невозможности применения этих систем в существующих реконструируемых зданиях.

1.2.2 Канальные системы кондиционирования

Местные (канальные) системы кондиционирования воздуха разрабатывают на базе автономных и неавтономных кондиционеров, которые устанавливают непосредственно в обслуживаемых помещениях.

Как правило, канальные системы обеспечивают охлаждение, нагрев и очистку приточного воздуха, а увлажнение и осушение осуществляется автономными блоками, не входящими в состав установки.

Достоинством канальных систем кондиционирования воздуха является простота установки и монтажа.

Такие системы могут эффективно применяться в большом ряде объектов:

в существующих жилых и административных зданиях для поддержания теплового микроклимата в отдельных офисных помещениях или в жилых комнатах;

во вновь строящихся зданиях для отдельных комнат, режим потребления холода или тепла в которых резко отличается от такого режима в большинстве других помещений;

во вновь строящихся зданиях, если поддержание оптимальных тепловых условий требуется в небольшом числе помещений;

в больших помещениях как существующих, так и вновь строящихся зданий: кафе и ресторанах, магазинах, аудиториях и т. д.

По данным ассоциации предприятий индустрии климата (АПИК) более 70 % вновь вводимых систем кондиционирования – это канальные системы. Определяющим преимуществом канальных систем по сравнению с центральными является возможность быстрого изменения их структуры и широкий диапазон режимных параметров.

Вопросы для самопроверки:

1. Что такое система вентиляции?
2. Перечислите основные типы вентиляционных систем по:
 - назначению;
 - способу перемещения воздуха
 - способу подачи и удаления воздуха;
 - способу обеспечения метеорологических параметров.
3. Что такое система кондиционирования?
4. Что такое центральная система кондиционирования?
5. Что такое канальная система кондиционирования?

2. Структура канальной приточно-вытяжной установки

На рис. 2 показан общий вид канальной установки с рекуперативным теплоутилизатором. Движение воздуха обеспечивается центробежными или осевыми вентиляторами. С учетом естественной вентиляции и разницы гидравлических сопротивлений приточного и вытяжного каналов должно быть предусмотрено регулирование производительности вентиляторов. Нагрев и охлаждение наружного воздуха происходит в приточном канале. Воздухонагреватели могут быть водяными или электрическими, для охлаждения воздуха используются блоки водяного или прямого охлаждения. В качестве теплоносителя в зимний период используется вода из системы отопления, в летний период, как правило, используются растворы этиленгликоля или пропилен гликоля, охлажденные в чиллере. В прямых охладителях блок охлаждения представляет собой испаритель парокомпрессионной машины.

Блочная структура канальной системы позволяет разнести отдельные блоки по всей площади помещения, соединяя их воздуховодами, что особенно важно для помещений, имеющих сложную архитектурную форму или пространственные ограничения (музеи, храмы и пр.)

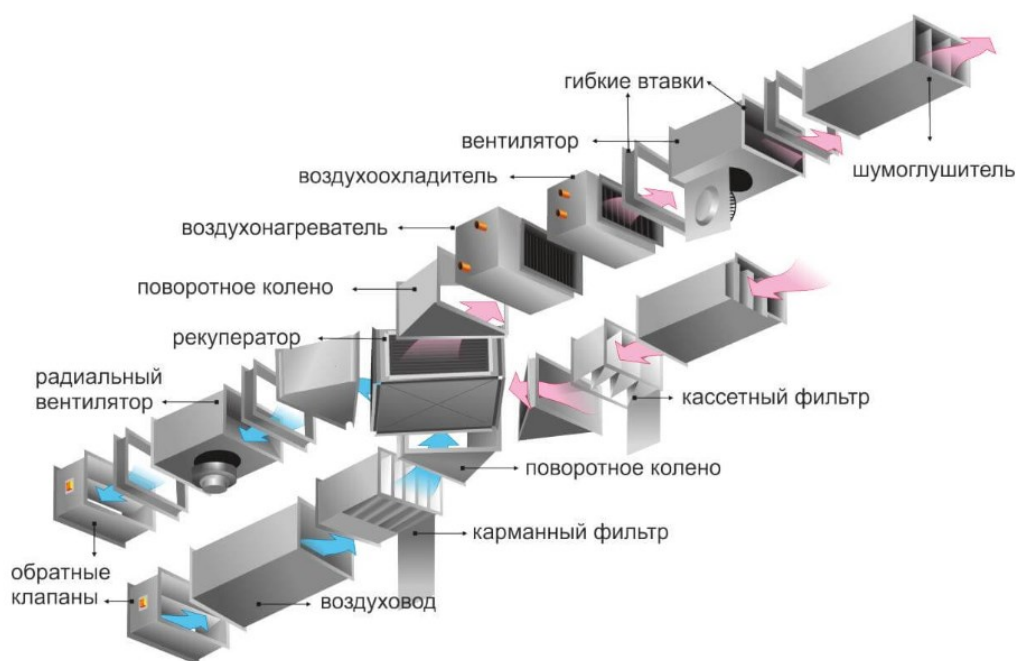


Рис.2. Общий вид канальной установки

На рис. 3 приведена схема установки с регенеративным теплообменником и дополнительно установленными шумоглушителями.

Особенности работы регенеративного теплообменника описаны в учебном пособии [4].

Регенеративный или рекуперативный теплообменники позволяют использовать тепловой потенциал вытяжного воздуха за счет передачи теплоты холодному приточному воздуху.

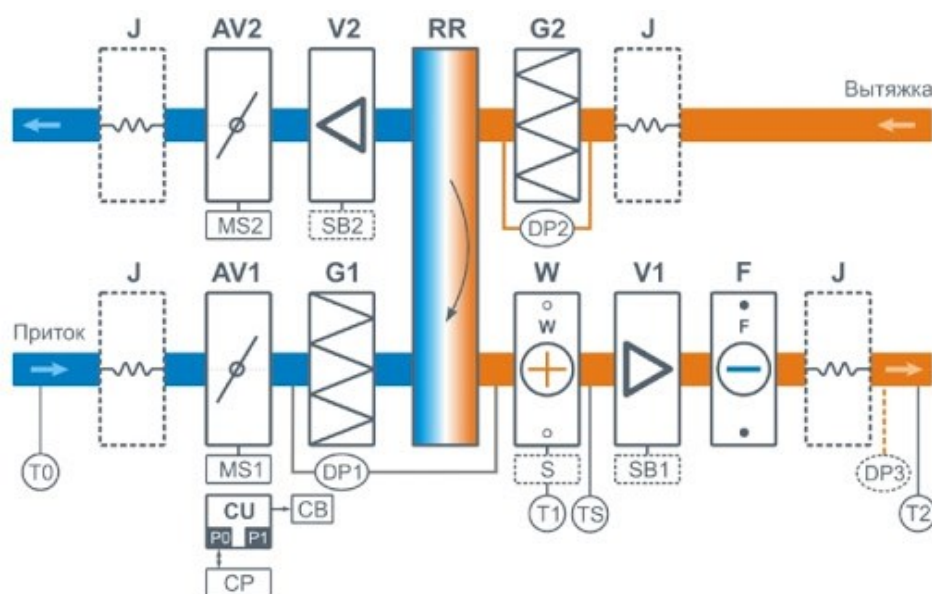


Рис. 3. Схема установки

В состав установки входят:

- роторный регенеративный теплообменник – RR,
- вытяжной вентилятор – V2,
- приточный вентилятор – V1,
- отсекающая заслонка приточного канала – AV1,
- отсекающая заслонка вытяжного канала – AV2,
- карманный фильтр приточного воздуха – G1,
- карманный фильтр вытяжного воздуха – G2,
- воздухонагреватель – W,
- воздухоохладитель – F,
- воздуховоды с шумоглушителями – J.

При отрицательной температуре приточного воздуха и высокой влажности вытяжного воздуха в «холодном углу» рекуператора происходит выпадение конденсата и в дальнейшем обмерзание вытяжного канала, что приводит к увеличению гидравлического сопротивления и в дальнейшем к аварийной остановке вследствие обмерзания и полного перекрытия воздушного канала. Для исключения такой ситуации применяется схема с байпасами, показанная на рис.4. При возникновении опасности обмерзания приточный воздух обходит рекуператор, а теплый вытяжной воздух удаляет конденсат и изморозь. Для регенеративных теплообменников ликвидация обмерзания происходит при периодическом увеличении скорости вращения ротора.

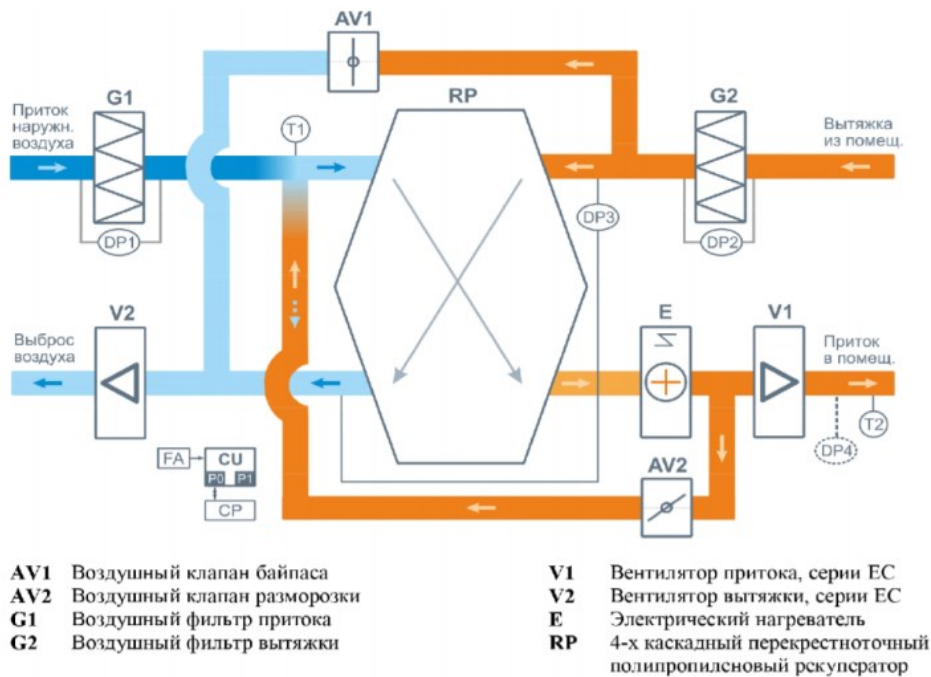


Рис. 4. Схема канальной установки с байпасами

Для зоны умеренного климата, в которой живет большая часть населения РФ, в летний период температура вытяжного воздуха выше температуры наружного воздуха, но комфортной является температура ниже наружной. В этом случае необходимо исключить переток теплоты из вытяжного канала в приточный, для чего также используются схема с байпасными линиями. Изменяя положений клапанов AV1 и AV2, можно значительно уменьшить расход воздуха через рекуператор. Для полного исключения перетока теплоты между каналами используется «летняя вставка», показанная на рис. 5.



Рис.5 Летняя вставка рекуперативного теплообменника

Вставка представляет собой плоский перекрестный канал, идентичный по размерам рекуператору, который устанавливается на летний период вместо пластинчатого рекуператора. В системах с роторным регенеративным теплообменником для исключения перетечек теплоты между каналами достаточно остановить вращение теплоаккумулирующей насадки ротора.

Вопросы для самопроверки:

1. Какие элементы (блоки) входят в ее состав канальной системы?
2. Для чего нужны рекуперативные и регенеративные теплообменники?
3. Почему происходит обмерзание теплообменников?
4. Для чего нужны байпасные линии в канальной системе?
5. Для чего нужна летняя вставка в канальной системе?

3. Блоки и компоненты канальных систем вентиляции и кондиционирования воздуха

Расход воздуха канальных установок лежит в диапазоне от нескольких сотен до десятков тысяч м³/час. Поэтому большинство производителей выпускают оборудование различных типоразмеров. На рис. 6 показан типоразмерный ряд канального оборудования Vento system Remak. Каждому типоразмеру соответствует определенный размер присоединительного фланца (А × В).

A × B [mm]	
400-200	40-20
500-250	50-25
500-300	50-30
600-300	60-30
600-350	60-35
700-400	70-40
800-500	80-50
900-500	90-50
1000-500	100-50

Рис.6. Типоразмеры канальных блоков

Каждому типоразмеру соответствует несколько типов блоков (вентиляторов, охладителей, нагревателей, фильтров и пр.). Графоаналитический метод подбора блоков канальных установок изложен в пособии [3]. Особенности теплового и гидравлического расчета роторных регенеративных теплообменников в составе ПВУ приведены в [4]. Ниже представлено описание блоков и компонентов ПВУ и их основные характеристики.

3.1 Вентиляторы

Вентилятор – это устройство, которое преобразует кинетическую энергию вращающегося лопаточного аппарата в кинетическую и потенциальную энергию воздушного потока. В канальных системах он используется для перемещения воздуха по воздуховодам. Он является одним из основных элементов систем вентиляции, который обеспечивает приток внешнего (наружного) воздуха и удаление загрязненного внутреннего воздуха.

Вентилятор может работать как отдельно, так и с другими устройствами в составе системы вентиляции. Он может быть установлен как внутри помещения, так и снаружи, на крыше или на стене здания. В зависимости от способа установки и направления движения воздуха, вентиляторы делятся на приточные и вытяжные.

Приточные вентиляторы используются для подачи свежего воздуха в помещение, они забирают воздух из окружающей среды и перемещают его по воздуховодам внутрь помещения. Вытяжные вентиляторы, наоборот, отвечают за удаление загрязненного воздуха из помещения, они создают отрицательное давление внутри помещения и вытягивают воздух через вентиляционные каналы.

Вентиляторы имеют различную мощность, производительность и эффективность в зависимости от их типа, конструкции, назначения. В вентиляционных установках преимущественно используются центробежные и осевые вентиляторы.

Вентиляторы подразделяются:

по конструктивному решению – на радиальные (центробежные) и осевые одностороннего и двустороннего всасывания, диагональные, диаметральные;

по развиваемому давлению – низкого (до 1 кПа), среднего (до 3 кПа) и высокого (до 12 кПа) давления;

по условиям эксплуатации – на вентиляторы общего назначения из углеродистой стали, оцинкованной стали, пластмассы для перемещения чистого или мало запыленного воздуха и неагрессивных газоздушных смесей с температурой до 80°C и специальные (из разнородных материалов, сплавов) – для перемещения газов, паровоздушных, взрывоопасных смесей с агрессивными примесями;

по схеме соединения с электродвигателем – непосредственно с электродвигателем на одной оси, с помощью муфты или клиноременной передачи;

по вращению – правого и левого (со стороны всасывания);

по назначению, расположению в сети воздуховодов – на бытовые, канальные, крышные.

Основными характеристиками вентиляторов являются:

- аэродинамические характеристики;
- акустические характеристики;
- габаритно-массовые показатели;
- эргонометрические показатели.

Аэродинамические характеристики – это давление, развиваемое вентилятором, его производительность и потребляемая при этом мощность.

Акустические (шумовые) характеристики – это параметры звуковых волн сжатия, распространяющихся в воздухе. При измерениях шума, в том числе шума вентиляторов, используют, в основном, две физические величины: звуковое давление P (дБ, дБА) и звуковую мощность W (дБ, дБА).

Габаритно-массовые параметры зависят от типа вентилятора, заданных акустических параметров, аэродинамической схемы, потребляемой мощности.

Эргономические параметры (внешний вид вентилятора) характеризуют отношение производителя к выпускаемой продукции. Это относится к внешнему виду и качеству лакокрасочного покрытия, удобству монтажа и обслуживания и т. п. Эргонометрические параметры определяются на основе экспертных оценок.

3.1.1 Рабочая характеристика вентилятора

Характеристики вентиляторов определяются в специализированных лабораториях производителей оборудования в процессе натуральных экспериментов по аэродинамическим и мощностным параметрам вентиляторов.

Канальные вентиляторы регулируются в широком диапазоне режимных параметров и могут эксплуатироваться на одной из пяти ступеней мощности. На рис. 7 приведены типичные напор-расходные характеристики вентилятора и сети воздуховодов.

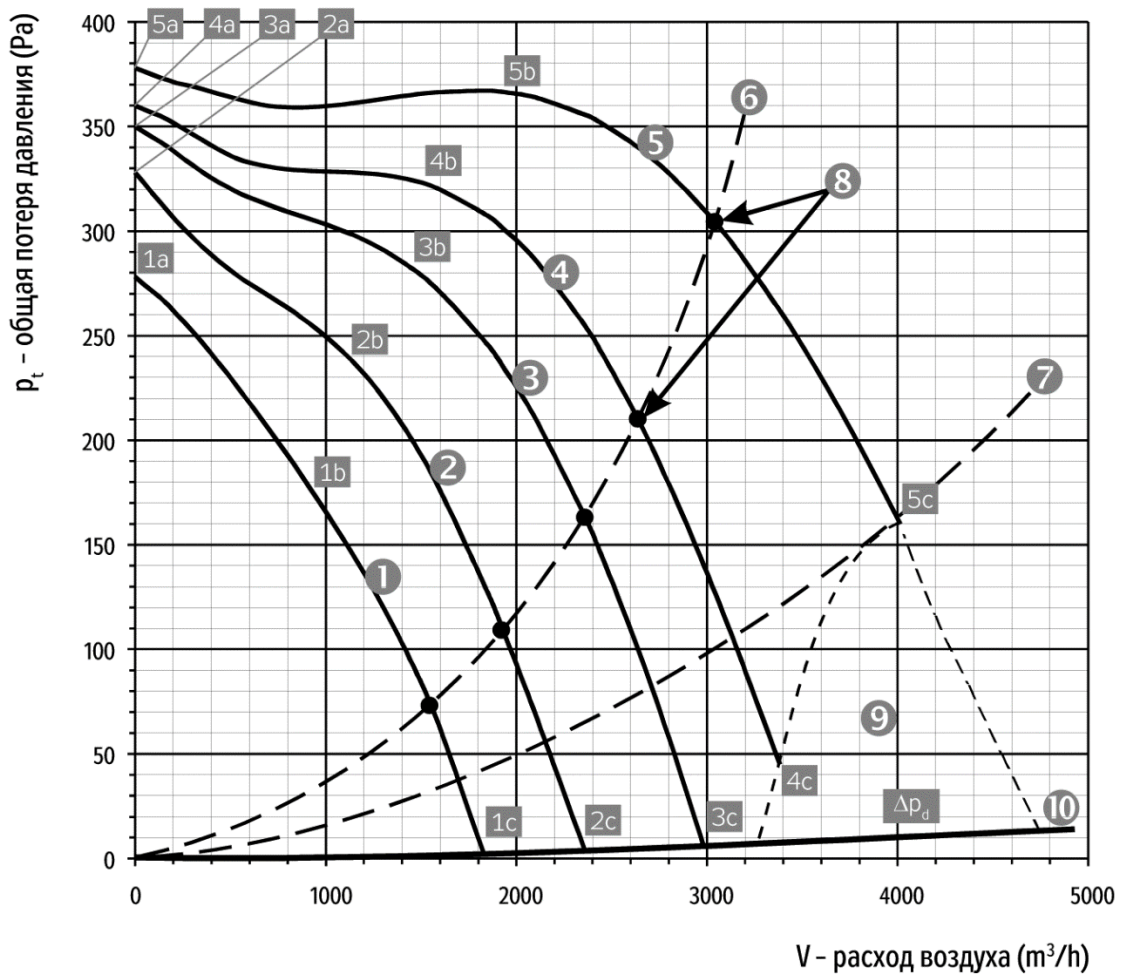


Рис. 7. Напор-расходные характеристики вентилятора и сети воздухопроводов

Каждой ступени мощности отвечает одна из кривых (1) – (5). Если к вентилятору не подключен регулятор мощности, то его эксплуатация возможна только на пятой кривой. Точки с индексом (a) соответствуют нулевому расходу воздуха, т. е. полному дросселированию. При этих режимах двигатель работает почти в холостую. Зоны, где расположены точки с индексом (b) характеризуются максимальным к.п.д., поэтому вентилятор рекомендуется использовать именно в этой области. Рабочие точки с индексом (c) характеризуются максимальной нагрузкой двигателя и максимальным расходом воздуха. Если вентилятор не имеет запрещенной области, то эти точки лежат на линии динамического давления (10), т.е. статическое давление при этом режиме равно нулю.

Типичная характеристика сети воздухопроводов имеет параболическую форму, на рисунке она представлена кривой (6). Построение напор-расходных характеристик сетей воздухопроводов является отдельной задачей, которая подробно рассмотрена в работе [3].

Некоторые вентиляторы имеют нерабочую зону (9), показанную штриховой линией. Такой вентилятор не должен эксплуатироваться со свободным всасыванием и нагнетанием он всегда должен быть подключен к

воздуховодам, у которых самая низкая характеристика сопротивления (7) не проходит в запрещенной области.

Рабочая точка вентилятора – это режим работы, при котором напор, создаваемый вентилятором равен полному гидравлическому сопротивлению сети. Под сетью понимается весь комплекс блоков и компонентов приточного или вытяжного каналов (воздуховод, нагреватель, охладитель, заслонка, и т.п.).

Действительная рабочая точка системы вентилятор – сеть (8) находится на пересечении напор-расходной кривой вентилятора и кривой присоединенной сети.

На рисунках ниже представлены примеры рабочих характеристик для двух серий вентиляторов фирмы Remak.

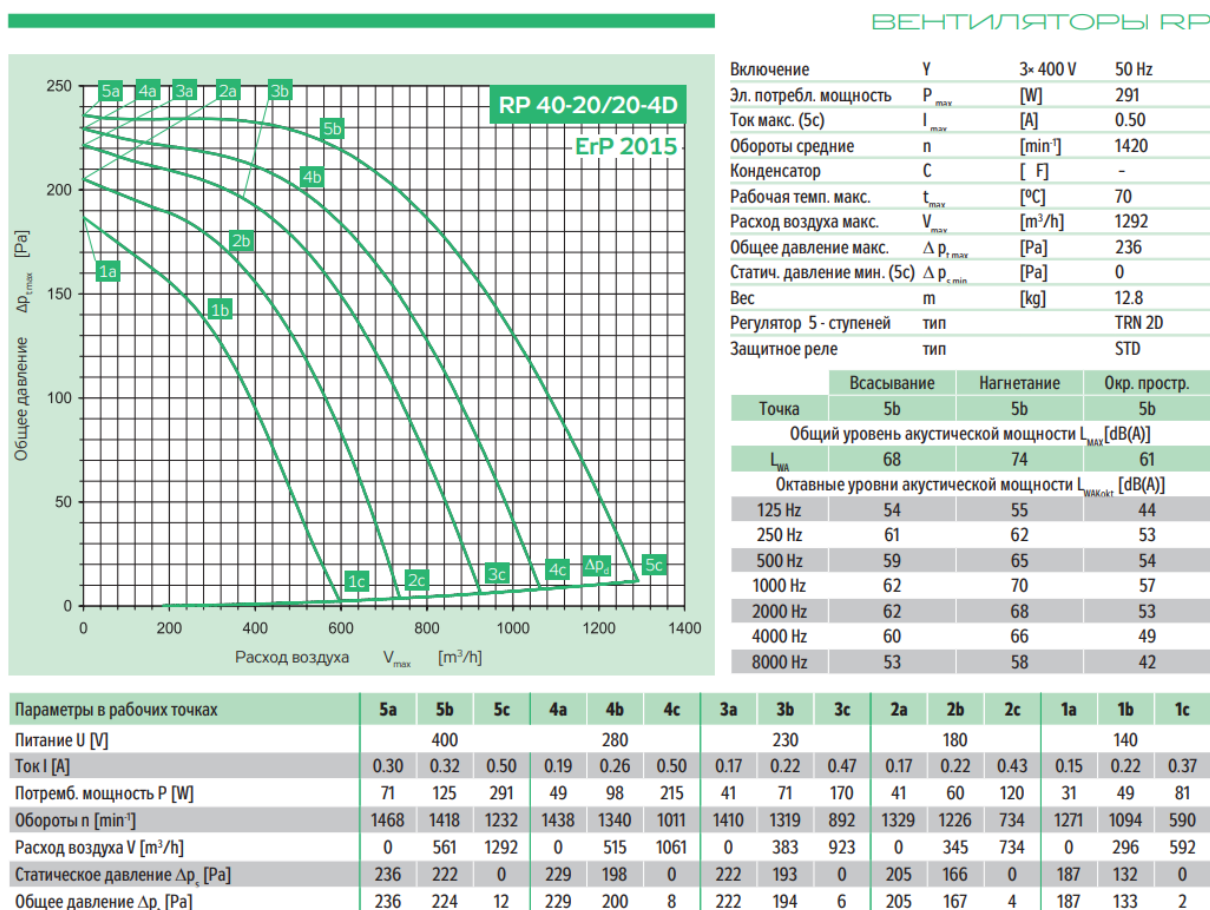


Рис. 8. Характеристики вентилятора RP Remak

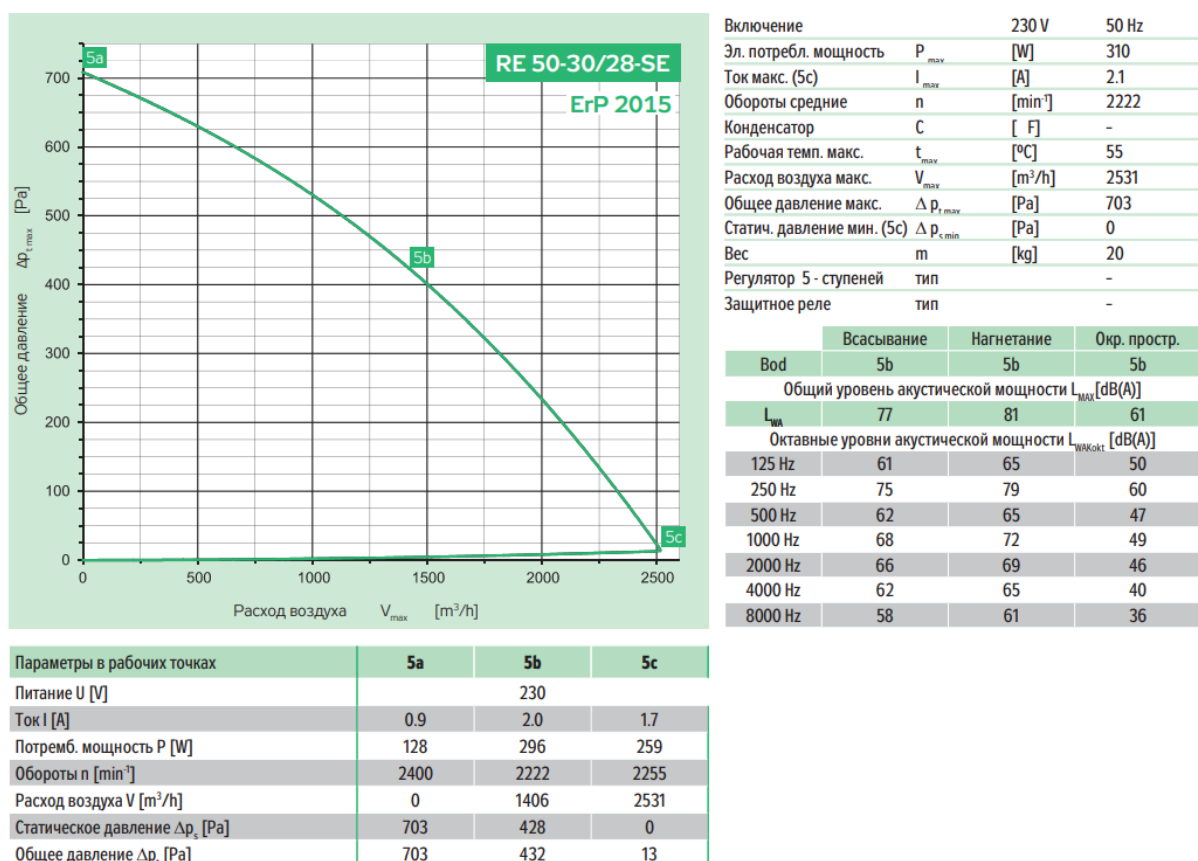
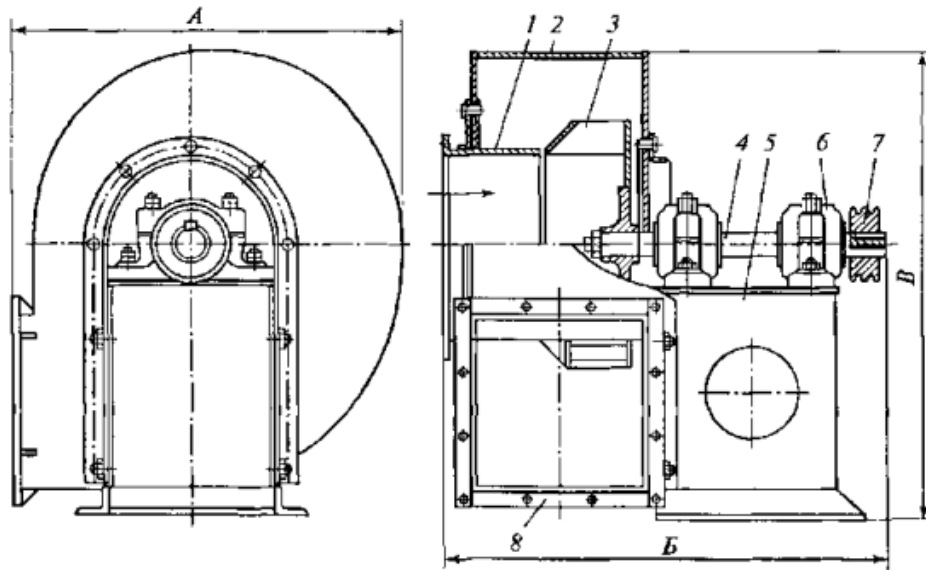


Рис. 9. Характеристики вентилятора RE Remak

3.1.2 Радиальный (центробежный) вентилятор

Стационарный радиальный (центробежный) вентилятор с клиноременной передачей (рис.10) состоит из трех основных элементов: радиального колеса 3 с лопатками, закрепленного на валу 4 электродвигателя, входного или всасывающего патрубка 1, нагнетательного (выходного) патрубка и кожуха (корпуса) вентилятора 2. Рабочее колесо расположено в спиральном корпусе. При вращении колеса воздух, поступающий через входное отверстие, попадает в каналы между лопатками колеса, под действием центробежной силы перемещается по этим каналам, собирается спиральным корпусом и направляется в его выпускное отверстие. Схема движения воздуха в центробежном вентиляторе показана на рис. 10.



*1 – входной патрубок; 2 – корпус; 3 – рабочее колесо; 4 – вал; 5 – стойка;
6 – подшипники; 7 – шкив; 8 – фланец выходного патрубка*

Рис. 10. Центробежный вентилятор

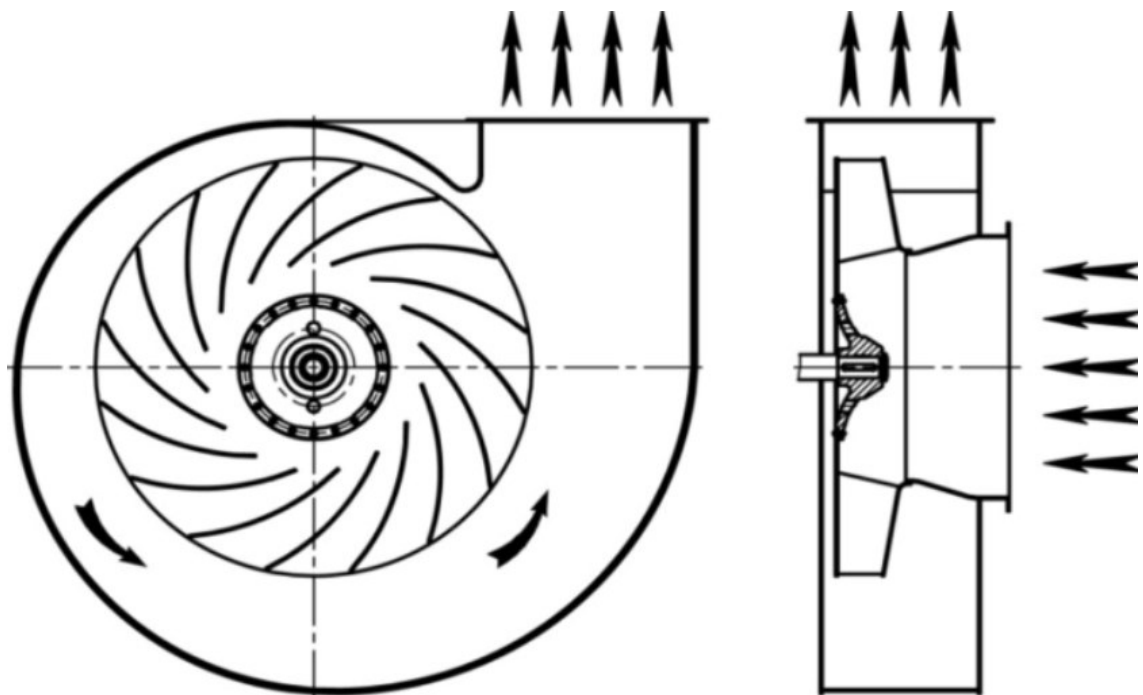


Рис. 11. Центробежный вентилятор схема

Радиальные колеса обычного типа состоят из лопаток, переднего (покрывающего) диска, заднего диска и ступицы. Литые или точечные ступицы, предназначены для насаживания колес на валы, крепят на

заклепках, прикрепляют болтами или приваривают к задним дискам. Радиальные вентиляторы одностороннего и двухстороннего всасывания правого вращения имеют колесо, вращающееся (если смотреть на вентилятор со стороны всасывания) по часовой стрелке, а левого – колесо, вращающееся против часовой стрелки. Рабочая характеристика вентилятора существенно зависит от формы лопаток (рис.12). Колеса, с лопатками загнутыми назад, обеспечивают наибольший расход и наименьший напор по сравнению с другими. Колеса, с лопатками загнутыми вперед, создают наибольший напор и наименьший расход. Достоинством колес с прямыми лопатками является возможность работы в реверсивном режиме.

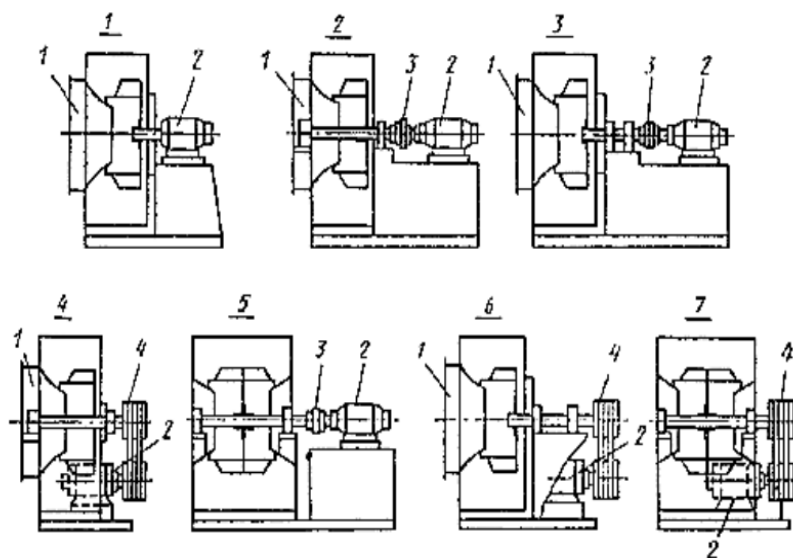
С точки зрения акустики наихудшим является вентилятор с лопатками загнутыми вперед.



Рис. 12. Форма лопаток и расположение относительно оси ротора

Вентиляторы, как правило, приводят в действие электродвигателями (рис.13), с которыми они соединяются одним из следующих способов:

- непосредственно на одном валу или через эластичную муфту;
- клиноременной передачей;
- регулируемой бесступенчатой передачей через гидравлические и индукторные муфты скольжения.



1-е – рабочее колесо вентилятора посажено непосредственно на вал электродвигателя;
 2-е – вал с рабочим колесом укреплен в подшипнике и соединен муфтой с электродвигателем; 3-е – вал с рабочим колесом укреплен в двух подшипниках и соединен муфтой с электродвигателем; 4-е – вал с рабочим колесом укреплен в подшипнике и соединен с электродвигателем клиноременной передачей; 5-е – вал с рабочим колесом укреплен в двух подшипниках и соединен с электродвигателем клиноременной передачей; 6-е – вентилятор двустороннего всасывания, у которого вал с рабочим колесом укреплен в двух подшипниках и соединен муфтой с электродвигателем; 7-е – вентилятор двустороннего всасывания, у которого вал с рабочим колесом укреплен в двух подшипниках и соединен с электродвигателем клиноременной передачей

Рис. 13. Конструктивные схемы соединения радиальных вентиляторов с электродвигателями

Центробежные вентиляторы наиболее широко используемый тип вентиляторов в канальных системах кондиционирования. Это объясняется тем, что их напор-расходные характеристики близки к требованиям по кратности воздухообмена в жилых и общественных зданиях и потерям давления в их воздухораспределительных сетях.

Основным недостатком центробежных вентиляторов является их относительно низкая производительность, что приводит к необходимости в больших по площади объектах монтировать параллельные установки.

3.1.3 Осевые вентиляторы

Простейший осевой вентилятор (рис.14) представляет собой расположенное в цилиндрическом корпусе 1 лопаточное рабочее колесо пропеллерного типа 2. При вращении колеса воздух, поступающий через входное сечение, под воздействием лопаток перемещается между ними в осевом направлении, причем по мере движения скорость потока уменьшается, а давление увеличивается.

Осевые колеса состоят из втулок и прикрепленных к ним лопаток. В зависимости от профиля лопаток колеса бывают нереверсивным или реверсивными. Лопатки выполняют из металла или пластмасс, листовые и объемные, причем последние могут быть монолитными (литыми) или пустотелыми. Втулки осевых вентиляторов изготавливаются сварными, литыми и штампованными.

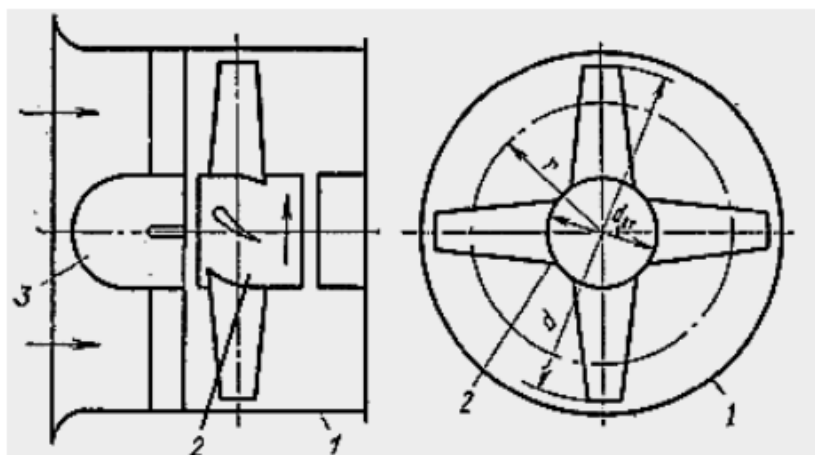


Рис. 14. Схема осевого вентилятора



Рис. 15. Осевой вентилятор

Наиболее технологичным способом изготовления колеса является штамповка одновременно лопаток и втулки, т. е. всего колеса полностью. В центре втулок изготавливается отверстие для посадки колеса на вал привода.

В значительной степени на эффективность работы осевого вентилятора влияет зазор между концами лопаток и внутренней поверхностью цилиндрического корпуса – он не должен превышать 1,5% от длины лопатки.

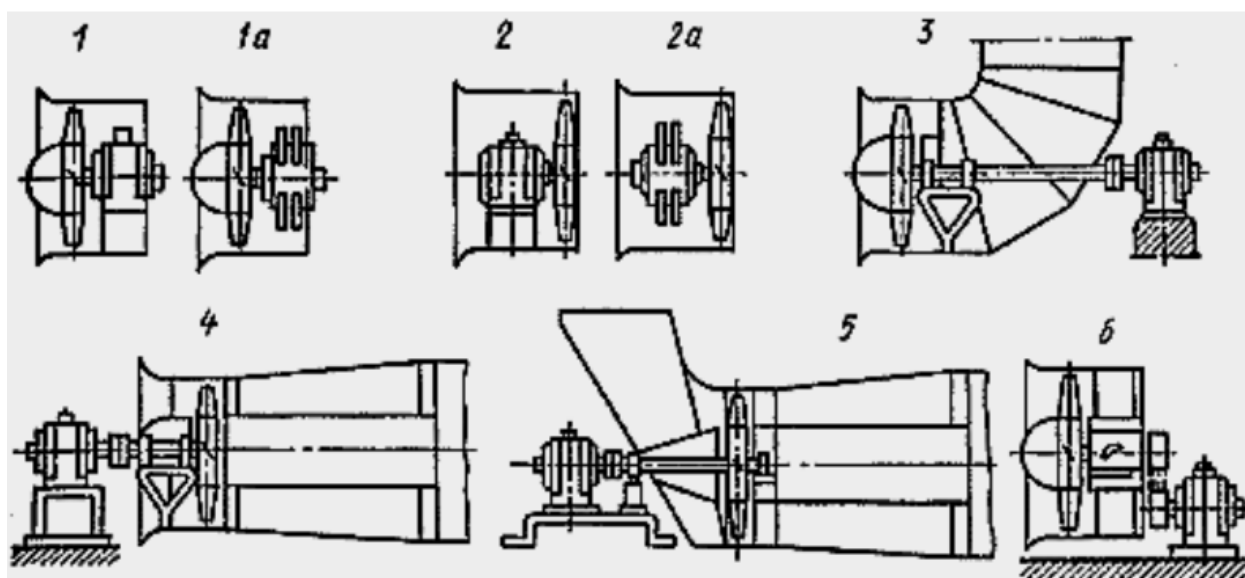


Рис. 16. Схема подключения осевых вентиляторов с электродвигателями

Обычно осевые вентиляторы используют при давлениях от 30 до 300 Па. Их производительность при больших диаметрах колес может достигать нескольких миллионов кубических метров в час. Проточные размеры и другие параметры осевых вентиляторов регламентированы ГОСТом 11442-90 «Вентиляторы осевые общего назначения». На рисунке 16 показаны различные схемы подключения осевых вентиляторов с электродвигателями. В схеме 2 условия входа на рабочее колесо хуже, чем в схеме 1, поскольку электродвигатель расположен перед колесом. Схемы 3 и 5 применяются в тех случаях, когда по правилам техники безопасности или по технологическим соображениям электродвигатель нельзя устанавливать в потоке перемещаемой среды. Если по конструктивным соображениям нельзя установить электродвигатель внутри корпуса вентилятора, то применяется схема 4. В случае, когда частоты вращения электродвигателя и рабочего колеса вентилятора не совпадают, применяется схема 6.

3.1.4. Диагональные и диаметрально вентиляторы

Диагональные вентиляторы – это разновидность осевых вентиляторов, которые используются преимущественно для аэрации промышленных объектов. Они получили свое название потому, что выходной поток направлен под углом к оси вращения. Это достигается за счет лопаток пропеллерного типа и установки в выходном сечении конического диффузора, рис. 17. Такие вентиляторы более эффективны в перемещении

воздуха на большие расстояния, что делает их идеальными для использования в системах аэрации и дымоудаления.

Диагональные вентиляторы являются синтезом радиальных и осевых. Радиальная крыльчатка за счет центробежной силы, действующей в радиальном направлении, увеличивает статическое давление на 70–80% по сравнению с близкими по размерам осевыми.

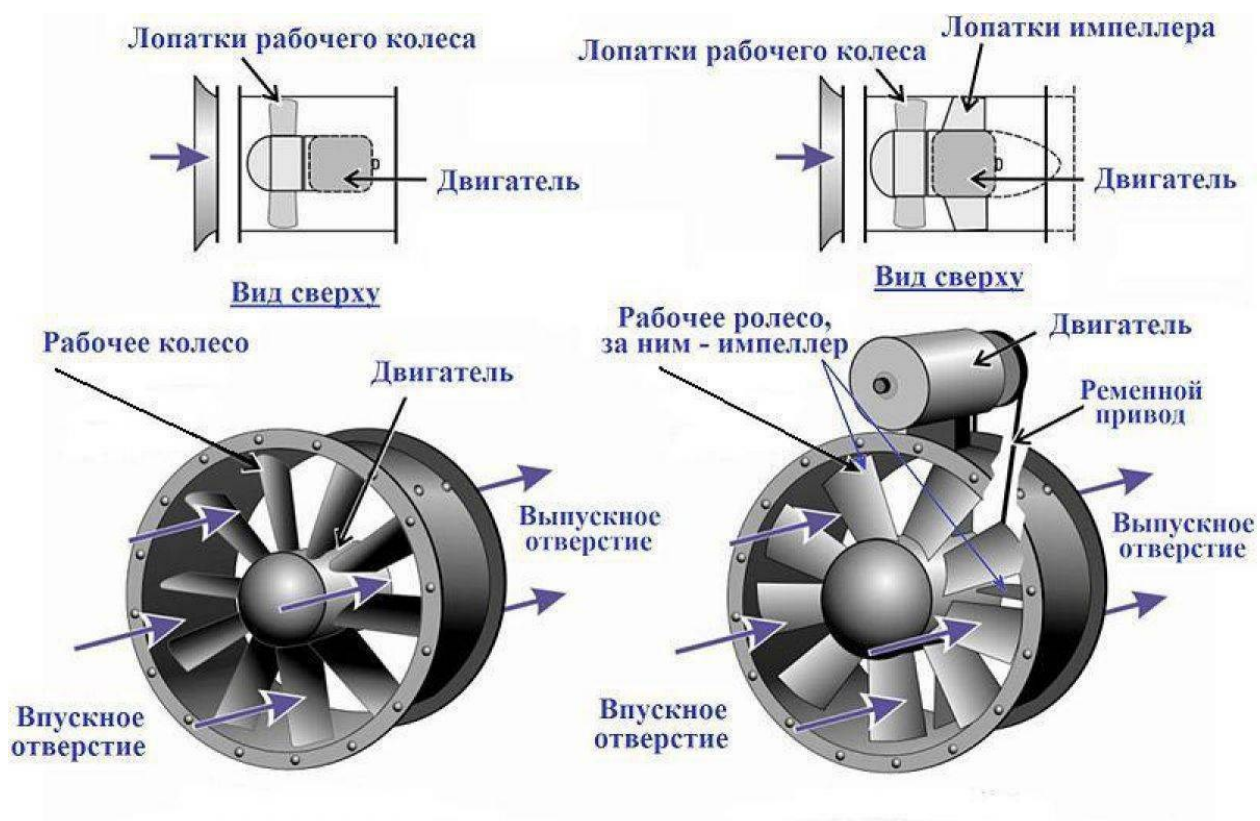


Рис. 17. Диагональный вентилятор

Диаметральные вентиляторы относят к радиальным вентиляторам, которые перемещают воздух перпендикулярно оси вращения, рис.18. Они состоят из цилиндрического корпуса, в котором установлено колесо с короткими загнутыми вперед тонкостенными лопатками. Такой лопаточный аппарат принято называть «беличьим колесом». Диаметральные вентиляторы создают небольшой напор и используются преимущественно в оконных проветривателях, рис. 19.

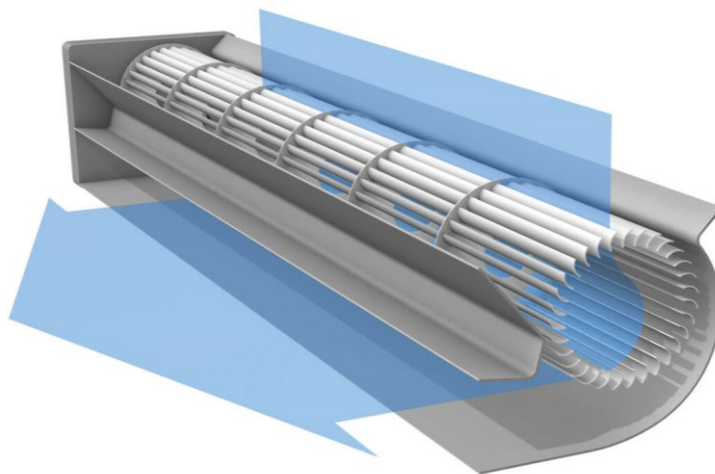


Рис. 18. Диаметральный вентилятор



Рис. 19. Оконный проветриватель

Обобщенные схемы движения воздуха в рассмотренных выше типах вентиляторов показаны на рис. 20.

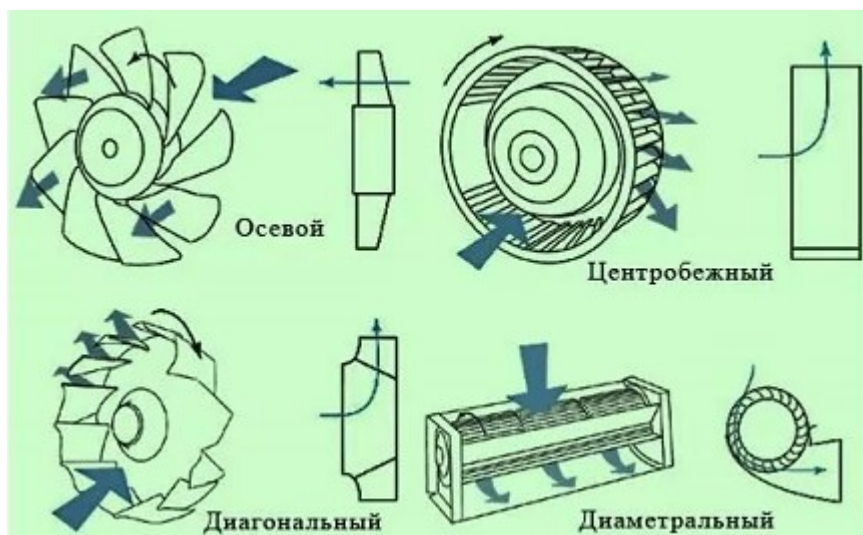


Рис. 20. Схемы движения воздуха в различных вентиляторах

3.2 Электродвигатели и управление вентиляторами

Существует два основных типа подключения к электрической сети переменного тока – однофазное (230В) и трехфазное (380В).

Однофазное и трехфазное подключение к электрической сети имеют свои особенности. Однофазное подключение используется для небольших нагрузок, таких как освещение, бытовые электроприборы и небольшие моторы. Однофазная сеть имеет два провода: фазный и нулевой. Фазный провод переносит электрический ток, а нулевой провод используется для возврата электрического тока в источник. Схема однофазного подключения показана на рис. 21.

Трехфазное подключение используется для больших мощностей, таких как электрические двигатели, промышленные установки, электростанции и т. д. Трехфазная сеть имеет три фазных провода и один нулевой провод. Фазные провода сигнализируют поочередное поступление электрического тока в каждый из трех проводов, что обеспечивает плавное и постоянное вращение электрических двигателей большой мощности. Трехфазная сеть имеет ряд преимуществ по сравнению с однофазной сетью. Она обеспечивает более высокую мощность передачи, более эффективное использование электроэнергии и более гладкое и плавное вращение электрических двигателей. Кроме того, трехфазная сеть обеспечивает более стабильное напряжение при колебаниях нагрузки (пуск, остановка). Схема трехфазного подключения показана на рис. 22.

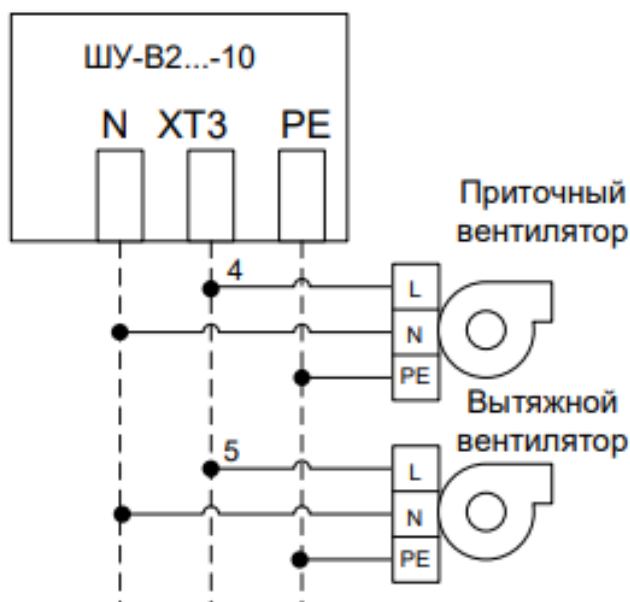


Рис. 21. Однофазное подключение

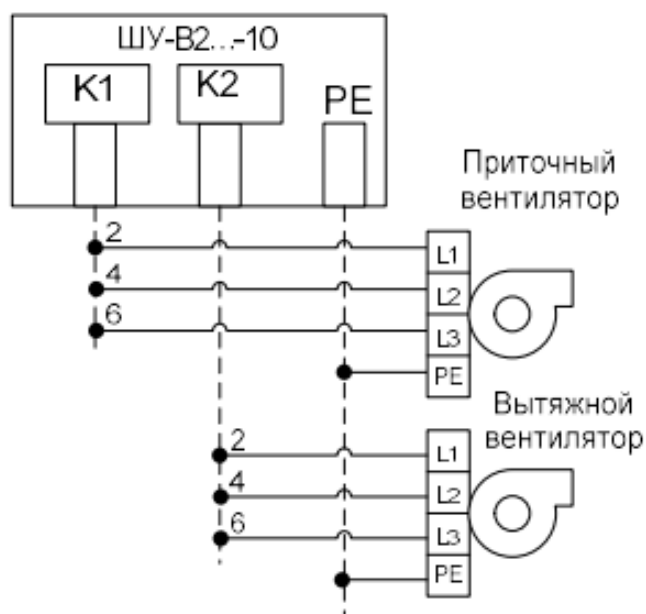


Рис. 22. Трехфазное подключение

Асинхронный двигатель (индукционный двигатель) – это самый распространенный тип электродвигателей в промышленности. Он работает на переменном токе и не требует внешнего источника вращения. Асинхронный двигатель состоит из двух основных частей: статора и ротора.

Статор является неподвижной частью двигателя и содержит систему трехфазных обмоток, расположенных на определенном расстоянии друг от друга и соединенных в трехфазную сеть. При подаче напряжения на статор обмотки создают магнитное поле, которое вращается вокруг оси статора. Ротор является вращающейся частью двигателя и содержит проводниковый каркас, обмотки которого представляют собой закрученную медную проволоку или "бегунки". Ротор может быть выполнен в виде «курчавого» ротора или являться гладким цилиндром, обмотки которого закручены на его поверхности. Когда переменное напряжение подается на статор, создается магнитное поле, которое вращается вокруг оси статора. Это вращающееся магнитное поле индуцирует токи в обмотках ротора, создавая свое собственное магнитное поле. В результате этого возникает крутящий момент между магнитными полями статора и ротора, который заставляет ротор вращаться.

Одной из главных особенностей асинхронного двигателя является то, что скорость вращения ротора всегда немного меньше скорости вращения магнитного поля статора, что называется скольжением. Скольжение обусловлено электрическими потерями в роторе и зависит от нагрузки на двигатель. При номинальной нагрузке скольжение составляет около 2-5% от скорости вращения статора. Преимущества асинхронного двигателя включают простоту и надежность, высокую эффективность, низкую

стоимость и возможность использования в широком диапазоне промышленных приложений. Он широко используется в насосах, вентиляторах, компрессорах, конвейерах, станках и другом оборудовании.

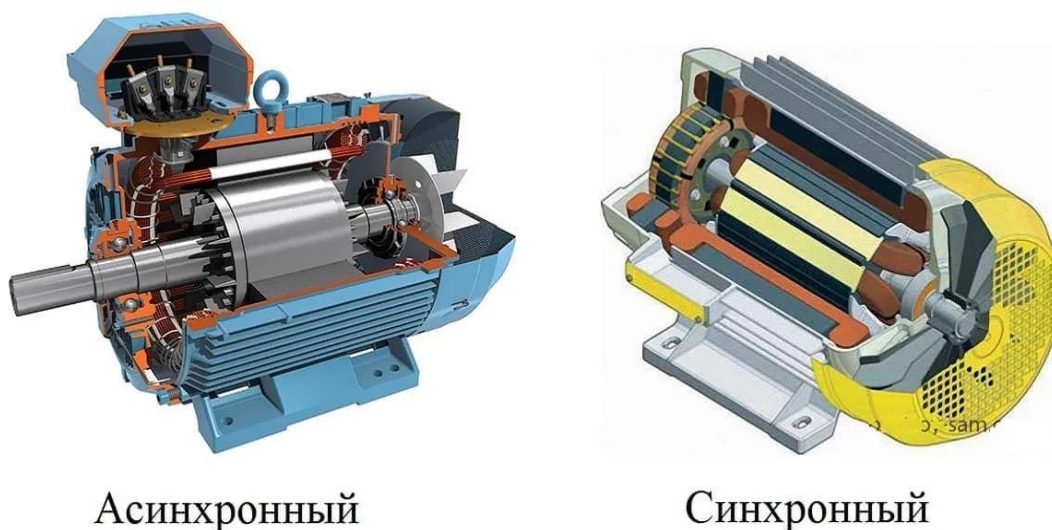


Рис. 23. Синхронный и асинхронный электродвигатели

Синхронный электродвигатель – это тип электродвигателя, который работает на переменном токе и имеет ротор, который вращается синхронно с частотой вращения магнитного поля статора. В отличие от асинхронного двигателя, скорость вращения ротора в синхронном двигателе точно соответствует частоте синусоидального напряжения, подаваемого на статор. Это позволяет использовать синхронный двигатель для работы с частотой вращения, которую можно точно контролировать. Статор синхронного двигателя имеет обмотки, расположенные на определенном расстоянии друг от друга и соединенные в трехфазную сеть. Подавая трехфазное напряжение на статор, создается магнитное поле, которое вращается вокруг оси статора. Ротор синхронного двигателя состоит из магнитного круга, на котором расположены электромагнитные полюса. Количество этих полюсов зависит от конструкции двигателя и требуемой частоты вращения. Когда на статор подается трехфазное напряжение, магнитное поле, создаваемое обмотками, начинает вращаться вокруг оси статора. Это вращающееся магнитное поле вызывает появление тока в электромагнитных обмотках ротора. В результате этих токов в роторе возникает магнитное поле, которое притягивает полюса ротора к полюсам статора. Это создает крутящий момент, который заставляет ротор вращаться синхронно с магнитным полем статора.

Скорость вращения ротора зависит только от частоты подаваемого напряжения и количества полюсов на роторе, что позволяет точно контролировать частоту вращения. Синхронные двигатели используются во многих приложениях, где требуется точная частота вращения, например, в генераторах, электроприводах, системах кондиционирования воздуха и т.д.

Двигатель постоянного тока – это тип электродвигателя, который работает на постоянном токе. Он состоит из статора и ротора, причем один из двух является постоянным магнитом, а другой – обмоткой, подключенной к постоянному току. Когда постоянный ток проходит через обмотку, создается магнитное поле, которое взаимодействует с магнитным полем постоянного магнита и вызывает вращение ротора. Двигатели постоянного тока могут быть разных типов в зависимости от типа ротора и способа управления обмоткой статора. Наиболее распространенные типы роторов – это обмоточные роторы и коллекторные роторы.

Обмоточный ротор состоит из обмоток провода, закрепленных на валу ротора. Подавая на эти обмотки постоянный ток, создается магнитное поле, которое взаимодействует с магнитным полем постоянного магнита статора и вызывает вращение ротора. Обмоточные роторы часто используются в маломощных двигателях. Коллекторный ротор состоит из обмоток, закрепленных на валу ротора, и коллектора, который обеспечивает передачу электрического тока от статора к ротору. Коллекторный ротор имеет коллектор, который состоит из металлических полосок, соединенных с обмотками ротора и размещенных на валу ротора. Когда постоянный ток подается на обмотки ротора, создается магнитное поле, которое взаимодействует с магнитным полем постоянного магнита статора и вызывает вращение ротора. Коллектор передает электрический ток в обмотки ротора, позволяя им продолжать вращаться. Коллекторные роторы обычно используются в более мощных двигателях.

Двигатели постоянного тока имеют ряд преимуществ. Они обладают высоким крутящим моментом на низких скоростях вращения и могут быть легко управляемы по скорости, используя изменение напряжения на обмотке статора. Они также могут быть управляемы в обратном направлении.

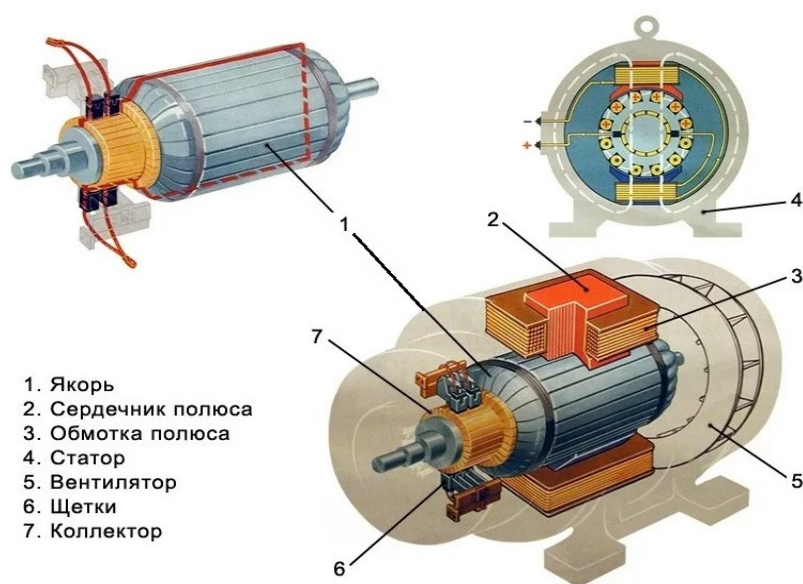


Рис. 24. Двигатель постоянного тока

Контроллер вентилятора в системах вентиляции – это устройство, которое управляет частотой вращения вентилятора, регулируя его производительность и эффективность. Контроллеры для вентиляторов обычно используются в системах вентиляции, воздушных кондиционерах, системах охлаждения и т. д.

Контроллеры могут быть:

– механические контроллеры – это простые устройства, которые используют регуляторы или переключатели для управления скоростью вращения вентилятора. Они могут иметь несколько предустановленных скоростей или давать возможность плавно регулировать скорость вращения.

– электронные контроллеры – это более сложные устройства, которые используют электронные компоненты и технологии управления обратной связью для точного контроля скорости вращения вентилятора. Они могут иметь возможность автоматически регулировать скорость вращения вентилятора в зависимости от изменений в параметрах воздухообмена в системе вентиляции.

– программные контроллеры – это компьютерные программы, которые могут использоваться для управления скоростью вращения вентилятора в системе вентиляции. Они могут быть полезны для автоматизации процессов управления вентиляторами в больших системах вентиляции или для интеграции с другими программными или аппаратными системами.

– модульные контроллеры – это устройства, которые могут использоваться для управления несколькими вентиляторами в одной системе. Они могут иметь возможность индивидуально регулировать скорость вращения каждого вентилятора или управлять ими с помощью одного управляющего сигнала.

– контроллеры с датчиками – это устройства, которые могут использоваться для измерения параметров воздуха, таких как температура или влажность, и регулирования скорости вращения вентилятора соответственно. Они могут быть полезны для обеспечения более точного контроля параметров воздуха в системе вентиляции.

Когда кондиционер или вентилятор постоянно работает в режиме максимальной мощности, предусмотренной производителем, это неблагоприятно сказывается на сроке эксплуатации. Отдельные детали просто не могут выдержать такой ритм и быстро выходят из строя. Поэтому часто можно встретить рекомендации делать запас по мощности при выборе различного рода оборудования, чтобы оно не работало на пределе. Помимо перегрева отдельных деталей и снижения уровня шума регуляторы позволяют рационально использовать технику, уменьшая и увеличивая при необходимости скорость вращения ротора.



Рис. 25. Схема подключения вентилятора и блока управления

Рассмотрим некоторые типы регулирования вентилятора:

- трансформаторный;
- ступенчатый;
- тиристорный;
- частотный;

Трансформаторный тип регулирования вентилятора вентиляции основан на использовании автотрансформатора для изменения напряжения, подаваемого на вентилятор. Автотрансформатор – это специальный тип трансформатора, который имеет одну общую обмотку, которая используется как первичная и вторичная обмотки. Для регулирования скорости вращения вентилятора автотрансформатор подключается между источником переменного тока и вентилятором. Изменение положения выключателя автотрансформатора приводит к изменению напряжения на вентиляторе и, соответственно, к изменению скорости вращения.

Преимущества трансформаторного типа регулирования вентилятора включают простоту в установке и экономичность в использовании, поскольку он использует меньше энергии, чем другие типы регуляторов. Кроме того, трансформаторный регулятор не создает помех в электрической сети. Однако у трансформаторного регулятора есть и недостатки. Он не

обеспечивает такую точность и диапазон регулирования, как у других типов регуляторов, таких как частотные преобразователи. Кроме того, он может быть громоздким и занимать много места, что может быть проблемой в ограниченном пространстве.

В целом, трансформаторный тип регулирования вентилятора вентиляции может быть полезным для простых приложений, где требуется только базовая регулировка скорости вращения вентилятора. Однако, если необходимо более точное и широкое регулирование, то может быть лучше рассмотреть другие типы регуляторов.

Симисторный тип регулирования вентилятора является одним из типов управления скоростью вращения вентиляторов и основан на использовании управляемых выпрямителей – симисторов. Симисторы – это полупроводниковые устройства, которые позволяют контролировать ток в цепи питания при помощи небольшого управляющего сигнала. Для регулирования скорости вращения вентилятора симисторы подключаются между источником переменного тока и вентилятором. Сигнал управления подается на симисторы, что приводит к изменению напряжения на вентиляторе и, соответственно, к изменению скорости вращения.

Преимущества симисторного регулятора вентилятора заключаются в том, что он обеспечивает плавное и бесшумное регулирование скорости вращения вентилятора, а также позволяет получить более широкий диапазон скоростей, чем трансформаторный регулятор. Кроме того, симисторный регулятор не создает помех в электрической сети. Однако, симисторный регулятор может быть дороже, чем трансформаторный регулятор, и потреблять больше энергии. Кроме того, для правильной работы симисторного регулятора необходима точная настройка параметров, что может усложнить установку.

В целом, симисторный тип регулирования вентилятора может быть полезным для приложений, где требуется плавное и бесшумное регулирование скорости вращения вентилятора, а также более широкий диапазон скоростей.

Тиристорный тип регулировки вентилятора основан на использовании управляемых выпрямителей, таких как тиристоры, для изменения напряжения на вентиляторе. Тиристоры являются полупроводниковыми устройствами, которые позволяют управлять током при помощи малого управляющего сигнала. Для регулирования скорости вращения вентилятора тиристоры подключаются между источником переменного тока и вентилятором. Сигнал управления подается на тиристоры, что приводит к изменению напряжения на вентиляторе и, соответственно, к изменению скорости вращения. Тиристорный тип регулировки вентилятора обеспечивает более точное и широкое регулирование скорости вращения, чем трансформаторный тип регулирования. Кроме того, он может быть установлен на небольшом пространстве, поскольку тиристоры относительно небольшие и компактные. Однако у тиристорного регулятора есть и

недостатки. Он может создавать помехи в электрической сети, что может повлиять на другое оборудование, подключенное к той же сети. Кроме того, тиристорный регулятор может быть дороже, чем трансформаторный регулятор.

В целом, тиристорный тип регулировки вентилятора вентиляции может быть полезным для приложений, где требуется более точное и широкое регулирование скорости вращения вентилятора. Однако, если требуется простой и экономичный регулятор, то трансформаторный тип регулирования может быть более подходящим.

Частотный тип регулирования вентилятора является одним из самых эффективных и популярных методов управления скоростью вращения вентиляторов. Он основан на использовании частотных преобразователей, которые изменяют частоту и напряжение питающего тока, что позволяет точно контролировать скорость вращения вентилятора. Принцип работы частотного регулятора заключается в следующем: сначала переменный ток сети питания выпрямляется и преобразуется в постоянный ток, который затем преобразуется в переменный ток заданной частоты и напряжения при помощи частотного преобразователя. Этот переменный ток подается на вентилятор и контролирует его скорость вращения.

Преимущества частотного типа регулирования вентилятора включают точное и стабильное управление скоростью вращения, высокую энергоэффективность и возможность регулирования скорости вращения вентилятора в широком диапазоне. Кроме того, частотный регулятор обеспечивает более широкий диапазон контроля скорости вращения, чем трансформаторный или симисторный регуляторы, и позволяет работать с вентиляторами большой мощности. Однако, недостатком частотного регулятора является его высокая стоимость, особенно для маломощных вентиляторов. Кроме того, частотный регулятор может создавать помехи в электрической сети и требовать дополнительного оборудования для защиты от перенапряжения и короткого замыкания.

В целом, частотный тип регулирования вентилятора является эффективным и удобным методом управления скоростью вращения вентиляторов, который наиболее подходит для приложений, где требуется точное и стабильное управление скоростью вращения.

Ступенчатый тип регулирования вентилятора используется для изменения скорости вращения вентилятора путем переключения между несколькими фиксированными скоростями. Это достигается путем использования переключателя или контроллера соответствующего типа, который позволяет выбирать один из нескольких установленных уровней скорости вращения. Ступенчатый регулятор обычно имеет три или более установленных уровня скорости, которые могут быть выбраны в зависимости от требований вентиляции. Этот тип регулирования используется в системах вентиляции и кондиционирования воздуха в зданиях, где требуется изменять

скорость вращения вентиляторов в зависимости от времени суток, количества людей в помещении, загрязнения воздуха и других факторов.

Преимуществами ступенчатого регулирования вентилятора являются низкая стоимость, простота управления и надежность. Кроме того, этот тип регулирования не создает помех в электрической сети и не требует дополнительных средств защиты. Однако, ступенчатый регулятор имеет некоторые недостатки. Он не обеспечивает точного контроля скорости вращения вентилятора, а также не позволяет изменять скорость вращения в широком диапазоне, как это возможно в случае с частотным типом регулирования. Кроме того, переключение между уровнями скорости может приводить к резким изменениям скорости вращения, что может вызывать дискомфорт и шум.

Тем не менее, ступенчатый тип регулирования вентилятора может быть эффективным решением для некоторых систем, особенно для систем вентиляции и кондиционирования воздуха в небольших помещениях.

3.3. Заслонки

Заслонка – это устройство, которое используется в системах вентиляции для регулирования потока воздуха или защиты системы от попадания в нее посторонних предметов. Заслонки могут иметь различные функции, в зависимости от их конструкции и места установки в системе вентиляции.

Вот несколько основных функций заслонок:

1) Регулирование потока воздуха. Это одна из наиболее распространенных функций заслонок. Они используются для регулирования объема воздуха, поступающего в помещение, что позволяет обеспечить необходимые условия внутри помещения, например, поддерживать комфортную температуру и влажность.

2) Контроль направления потока воздуха. Некоторые заслонки используются для регулирования направления потока воздуха. Например, клапаны обратной заслонки предотвращают обратный переток воздуха, что защищает систему вентиляции от засорения.

3) Защита системы от попадания в нее посторонних предметов. Заслонки защитные устанавливаются на воздуховодах и предотвращают попадание в систему вентиляции посторонних предметов, таких как листья, пыль, насекомые и т. д. Это обеспечивает более надежную работу всей системы.

4) Уменьшение шума. Некоторые заслонки, такие как заслонки шумопоглощения, устанавливаются на воздуховодах для уменьшения шума от вентиляционной системы. Они используются в помещениях, где шум может быть проблемой, например, в офисах, библиотеках и гостиницах.

5) Разделение потоков воздуха. Заслонки герметичной перегородки используются для разделения потоков воздуха. Они устанавливаются в

воздуховодах и позволяют разделять потоки чистого и загрязненного воздуха, что помогает предотвратить перемещение загрязненного воздуха в чистое помещение.

Выше описаны лишь некоторые из функций заслонок, и выбор типа конкретной заслонки зависит от поставленной задачи.

Заслонка имеет простейшую конструкцию и в большинстве случаев работает в автономном режиме, не требуя дополнительных настроек. Принцип действия воздушного клапана можно описать следующим образом. На корпусе устройства, по центру симметрии, установлена подвижная заслонка в виде лопатки или системы лопастей. Расположенные на поворотной оси, они имеют возможность плавной регулировки в ручном или автоматическом режиме. Ось проходит сквозь корпус и оканчивается рукояткой для ручного управления либо приводом для подключения к электроприводу.

При необходимости регулировки объемов проходящего воздуха положение лопатки внутри заслонки изменяется (вручную, либо автоматически). Проход сужается или расширяется, соответственно изменяя интенсивность воздушного потока: от беспрепятственного прохождения до полной блокировки воздуховода.

На рисунке 26 представлены потери давления от положения заслонки РККМ фирмы Максэро. На рисунке 27 зависимость потери давления от скорости потока воздуха для пластинчатой заслонки фирмы Remak.

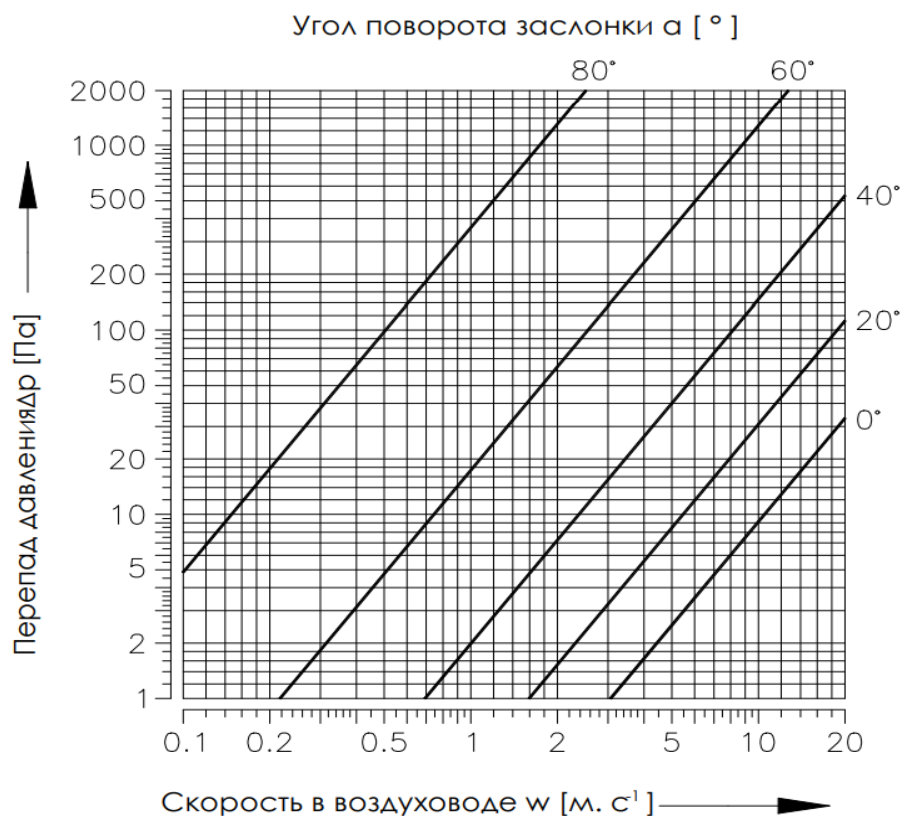


Рис. 26. Потери давления в зависимости от положения заслонки МаксАэро



Рис. 27. Зависимость потери давления заслонки от скорости течения воздуха Re_{mak}

Обратный клапан функционирует так же просто. Во время работы вытяжки, под действием давления потока воздуха, заслонка откидывается, открывая путь воздуху из помещения в вентиляционную шахту. В крайнем закрытом положении лопатка (лопасть) установлена параллельно плоскости сечения вентиляционного канала, в максимальном открытом – перпендикулярно. Как только вентилятор прекращает работу, давление воздушного потока ослабевает. Под действием силы тяжести или усилия пружины или противовеса заслонка возвращается в исходное положение, перекрывая вентиляционный канал.



Рис. 28. Обратный клапан

Стандартная заслонка имеет одну лопасть, повторяющую по форме сечение корпуса устройства. В обратных клапанах часто применяется створка, разделенная осью надвое. Многолопастная заслонка имеет систему поворотных лопастей наподобие жалюзи, соединенных общей тягой. При приложении усилия лопасти поворачиваются одновременно.

Привод заслонки в системе приточно-вытяжной установки обеспечивает открытие и закрытие заслонки для регулирования потока воздуха. В зависимости от типа и конструкции заслонки могут использоваться различные виды приводов.

Вот некоторые из наиболее распространенных видов приводов заслонок:

1) Ручной привод. Это самый простой тип привода, который позволяет управлять заслонкой вручную. Ручной привод может быть выполнен в виде поворотного рычага, которым можно повернуть заслонку, или в виде ручки, которой можно перемещать заслонку вдоль направляющих.

2) Электрический привод. Этот тип привода использует электрический двигатель для управления заслонкой. Электрический привод может быть подключен к автоматической системе управления вентиляцией и управляться с помощью программного обеспечения.

3) Пневматический привод. Пневматический привод использует сжатый воздух для управления заслонкой. Пневматический привод может быть управляемым или автоматическим, и он может использоваться для управления заслонками большого диаметра.

4) Гидравлический привод. Гидравлический привод использует жидкость для управления заслонкой. Гидравлический привод может быть подключен к системе управления вентиляцией и управляться с помощью программного обеспечения.

5) Привод на основе формы памяти. Это новый тип привода, который использует специальные сплавы, способные запоминать свою форму. Когда привод нагревается, он меняет свою форму и двигает заслонку. Этот тип привода является очень надежным и не требует много энергии для работы. Выбор конкретного типа привода зависит от конкретных требований системы вентиляции и конструкции заслонки.



Рис. 29. Заслонка с электроприводом



Рис. 30. Ручной привод заслонки

Габариты и форма заслонок для системы приточно-вытяжной установки могут быть различными и зависят от конкретных требований и условий эксплуатации. Вот некоторые из наиболее распространенных габаритов и форм заслонок:

1) Прямоугольная заслонка. Габариты прямоугольной заслонки могут быть различными и зависят от размера канала вентиляции, в котором она устанавливается. Ширина и высота заслонки могут варьироваться от нескольких сантиметров до нескольких метров. Форма заслонки, как следует из названия, является прямоугольной. Предназначены для воздуховодов прямоугольного сечения. Материал изготовления – листовой алюминий. Клапаны могут закрепляться в вентканалах ниппельным или фланцевым соединением. Температурный диапазон использования: от -30 до $+70^{\circ}\text{C}$.

2) Круглая заслонка. Габариты круглой заслонки также могут быть различными и зависят от диаметра канала вентиляции. Диаметр заслонки

может варьироваться от нескольких сантиметров до нескольких метров. Форма заслонки круглая. Устанавливаются в вентканалах круглого сечения. Производятся, как правило, из оцинкованного листового железа толщиной 0,5-1 мм. Протяженность зависит от сечения и может составлять от 5 до 7 см. ГОСТ допускает эксплуатацию клапанов при температурах от -30 до +400°С.



Рис. 31. Прямоугольная заслонка

Вентиляционные заслонки и клапаны помогают быстро и эффективно осуществлять регулировку параметров вентиляционной системы. Управление может производиться вручную, либо в автоматическом режиме, позволяя строить климатические системы любой сложности: от простейших решений для частных домов и квартир до сложных и разветвленных вентиляционных сетей крупных зданий или производственных помещений.

3.4 Теплообменное оборудование

Теплообменное оборудование канальных систем позволяет нагревать, охлаждать воздух и передавать часть теплоты вытяжного воздуха приточному.

3.4.1. Воздухонагреватели

Самым распространенным видом канальных воздухонагревателей являются водяные теплообменники. Конструктивно такие теплообменники представляют из себя многоканальный змеевик из оребренной трубы. Общий вид и схема подключения такого теплообменника показано на рис. 32 и рис. 33. Теплоносителем, как правило, является техническая вода из системы отопления с температурой 60–130°С.

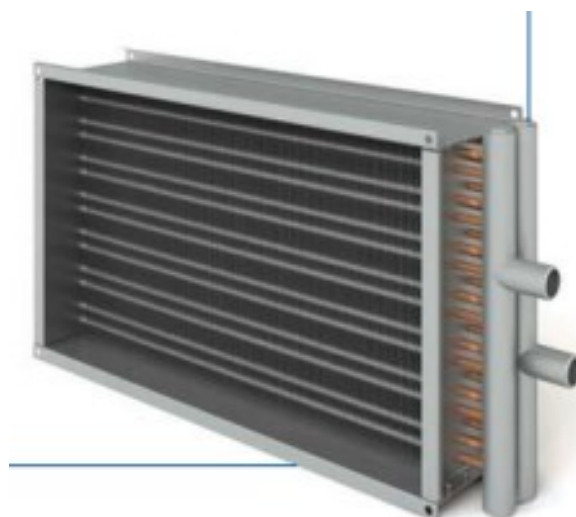


Рис. 32. Внешний вид водяного воздухоподогревателя

Труба изготавливается из нержавеющей стали и в особых случаях из меди или ее сплавов. Рёбра (ламели) изготавливают из оцинкованного железа или алюминия. Соединение ламели с трубой проводится при помощи пайки или опрессовкой.

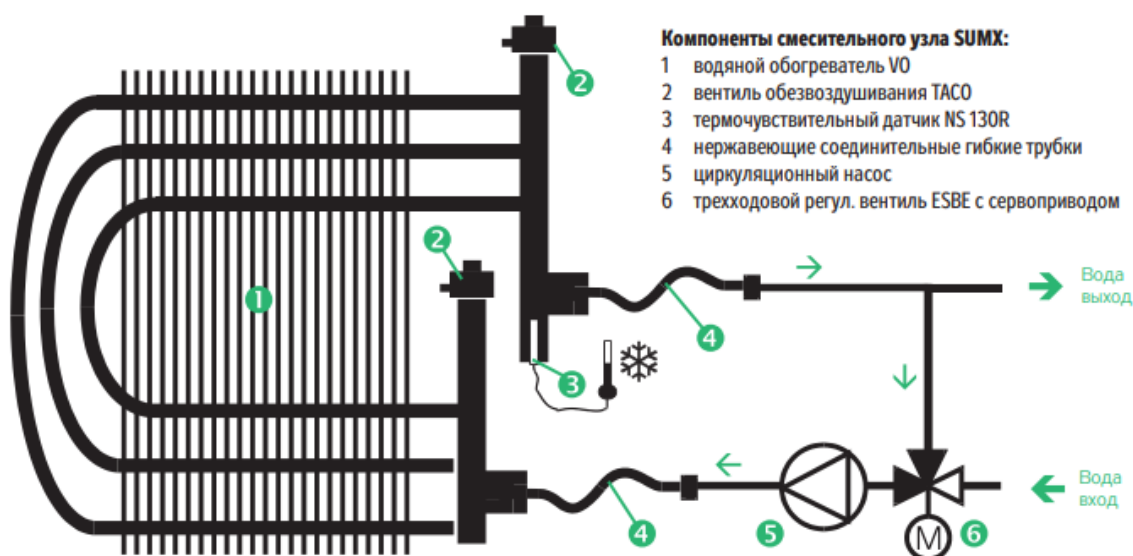


Рис. 33. Схема подключения водяного воздухоподогревателя

Регулирование температуры на выходе из теплообменника проводится изменением расхода циркуляционной воды (насос 5, трехходовой вентиль 6) либо изменением температуры теплоносителя за счет подмеса обратной воды в тепловом пункте здания.

Коэффициент полезного действия теплообменника (коэффициент теплосъема) и его аэродинамическое сопротивление существенно зависят от эксплуатационных и конструктивных параметров воздухонагревателя. Поэтому подбор теплообменников для ПВУ осуществляется на основании результатов натуральных экспериментов, проводимых изготовителем оборудования.

При отсутствии теплоносителя с необходимыми температурными параметрами в качестве воздухонагревателя может использоваться электрический нагреватель. Такой воздухонагреватель представляет из себя полый корпус, в котором размещены электрические нагревающие элементы, рис. 34. При мощности до 5 кВт допускается подключение к однофазной сети, при больших нагрузках необходима трехфазная сеть.

Регулирование температуры на выходе из теплообменника проводится за счет изменения количества параллельно подключаемых к электрической сети нагревательных элементов. В большинстве конструкций предусмотрена коммутация 2–4 каскадов нагрузки. На рис. 35 приведена номограмма изменения температуры воздуха в зависимости от электрической мощности нагревателя и расхода воздуха.

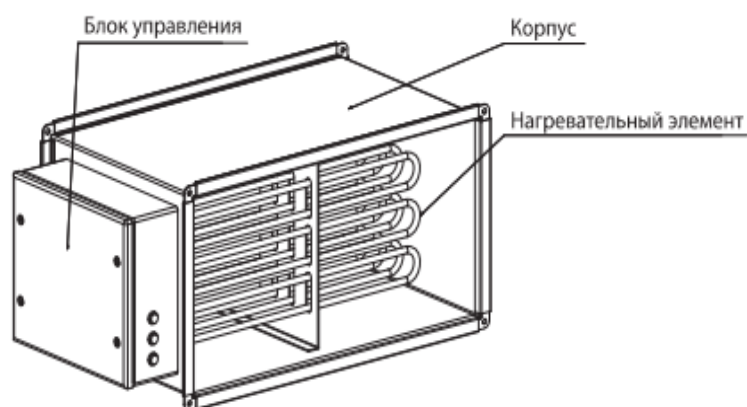


Рис. 34. Электрический воздухонагреватель

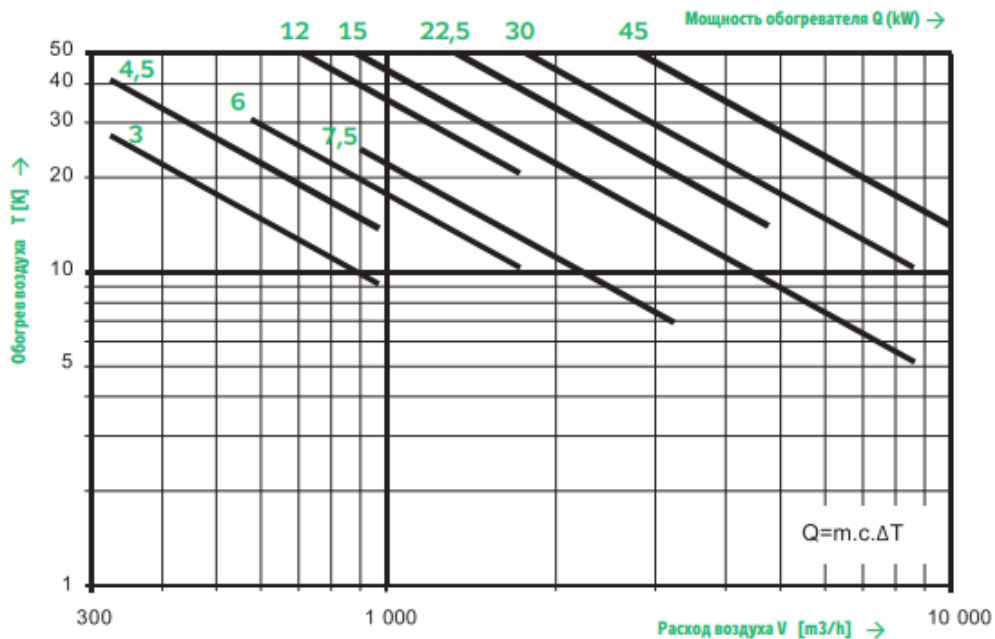


Рис. 35. Номограмма изменения температуры воздуха в электрическом обогревателе Remak

Необходимо отметить, в настоящее время с учётом разницы стоимости электрической энергии и тепловой энергии в системе горячего водоснабжения водяной обогреватель более выгодный, хотя с точки зрения аэродинамических потерь предпочтительным является электрический обогреватель.

3.4.2. Воздухоохладители

Водяной воздухоохладитель по конструкции аналогичен водяному воздушонагревателю. Воздух охладитель фирмы Korf показан на рисунке 36.

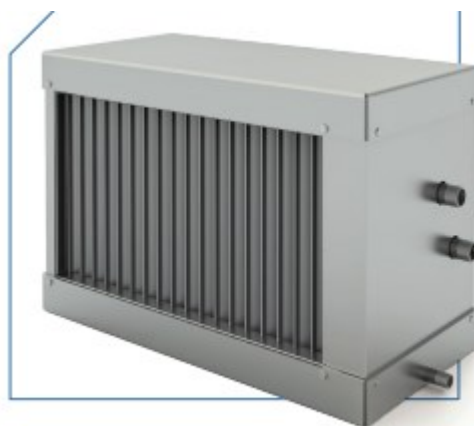


Рис. 36. Внешний вид водяного воздухоохладителя

Теплообменник оснащён профильным каплеуловителем и поддоном с патрубками для отвода конденсата. Принцип работы каплеуловителя основан на том, что при прохождении воздушно-капельной смеси через пластины, воздух отклоняется, а капли воды, обладающие большей инерцией, ударяются о пластины, осаждаются на них, и стекают в поддон в виде более крупных капель. Каплеуловитель и схема движения воздуха в нем показаны на рис. 37 – 38.

Хладоноситель: вода или незамерзающие жидкости. Охлаждение воды происходит во внешней водохолодильной машине. Так как средний температурный перепад между воздухом и водой (жидкостью) лежит в диапазоне 5-15°C, что существенно меньше чем в водяном обогревателе, то в охладителе площадь теплопередачи значительно больше. Это достигается установкой большего числа трубок, расположением их в несколько рядов в шахматном порядке. В результате аэродинамическое сопротивление охладителя больше, чем у нагревателя. Выпадение конденсата на поверхности трубок приводит к увеличению термического сопротивления стенок каналов, уменьшению общего проходного сечения и, как следствие, к увеличению аэродинамического сопротивления воздушному потоку. Таким образом, следует учитывать, что увеличение влажности наружного воздуха может приводить к заметному уменьшению эффективности теплообменника.

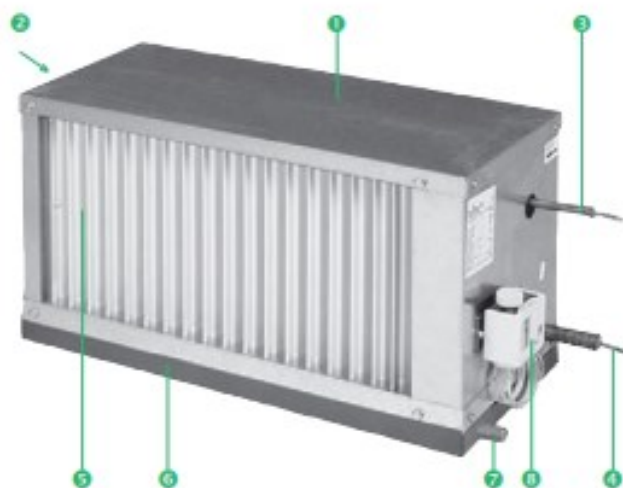


Рис. 37. Каплеуловитель



Рис. 38. Схема движения воздуха в каплеуловителе

Прямые охладители, устанавливаемые в каналы ПВУ, представляют собой фреоновый испаритель парокомпрессионной холодильной машины, поэтому все теплотехнические параметры такого охладителя должны быть согласованы с параметрами внешнего компрессорно-конденсатного блока. В современных холодильных машинах, как правило, используют хладагенты: R407C, R410A. Прямой охладитель Remak показан на рис. 39.



1 корпус, 2 испаритель, 3 подвод хладагента, 4 отвод хладагента, 5 каплеуловитель, 6 ванна для сбора конденсата, 7 отвод конденсата, 8 капиллярный термостат (принадлежности, необходимо заказать отдельно)

Рис. 39. Прямой охладитель Remak

Так как испаритель является частью холодильной машины, то в канальной установке должны быть предусмотрены технические средства, обеспечивавшие его эксплуатацию и монтаж: термостат, система оттаивания, вакуумирования, заправки и пр. Особенности проектирования, изготовления и эксплуатации холодильной машины в целом и отдельных ее блоков, приведены в [7].

3.4.3 Тепловые утилизаторы

Одним из средств повышения энергетической эффективности приточно-вытяжных вентиляционных установок является применение тепловых утилизаторов. Теплоутилизаторами в вентиляционных системах принято называть теплообменники, которые позволяют часть теплоты вытяжного воздуха передать приточному воздуху. Наибольшее применение в канальных системах нашли пластинчатые рекуператоры.

Пластинчатый рекуператор – один из видов теплообменных аппаратов в основе работы которого лежит теплообмен между двумя средами через контактные пластины без смешения.

На рис. 40 схематически изображен противоточный разборный пластинчатый теплообменник. Основным элементом теплообменника является набор (пакет) пластин 1, которые свободно подвешены на верхней горизонтальной штанге 2. Верхняя 2 и нижняя 9 горизонтальные штанги закреплены в вертикальных опорах 5 и 10. Пакет пластин с уплотнительными прокладками прижимается к неподвижной плите 5 с помощью подвижной нажимной плиты 7 и стяжных болтов с гайками 4. В плитах 5 и 7 имеются штуцера 3, 6, 8, 11 для входа и выхода теплообменивающихся рабочих сред.

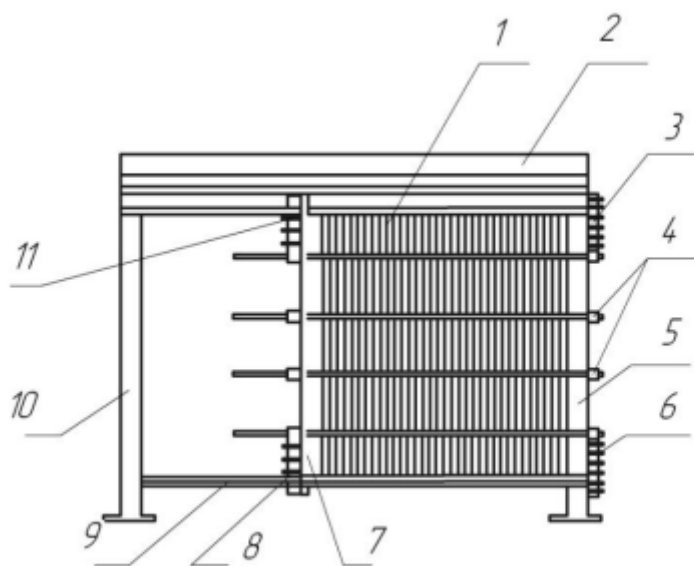


Рис. 40. Разборный пластинчатый теплообменник

На рис. 41 показан общий вид теплообменной гофрированной пластины с прикрепленными уплотнительными прокладками. Пластина 1 изготовлена из листового материала методом штамповки, в результате чего образуется гофрированная поверхность 5 с чередованием выступов и впадин. Форма и размеры гофров различны и зависят от типа теплообменной пластины. Отверстия 2, 7, 8 и 10 служат для прохода рабочих сред в каналы, образованные смежными пластинами. Для обеспечения герметичности каналов в специальные пазы укладываются уплотнительные прокладки 3. В целях предотвращения перетекания одной рабочей среды в другую установлены уплотнительные перегородки 4 и 6. Направляющие гофры 9 служат для обеспечения равномерного распределения рабочей среды вдоль всей теплообменной поверхности и устранения так называемых «застойных зон». Пазы 11 необходимы для фиксации пластины 1 на горизонтальных штангах.

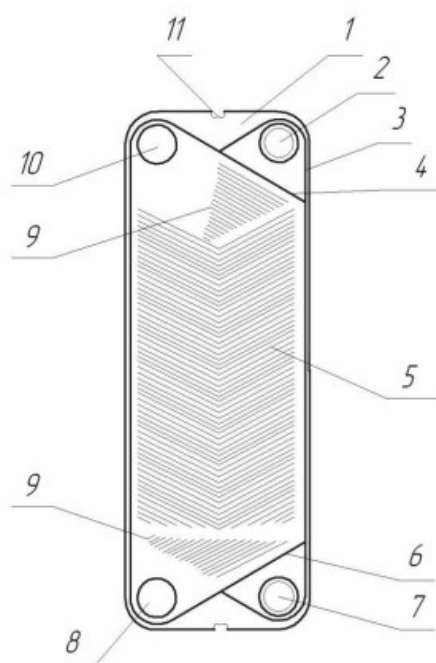


Рис. 41. Пластина теплообменника

- 1 – пластина; 2, 7, 8, 10 – отверстия для движения сред;
 3 – прокладка уплотнительная; 4, 6 – перегородки уплотнительные;
 5 – гофрированная поверхность теплообмена; 9 – направляющие гофры; 11 – пазы для крепления пластины

Наибольшее распространение в канальных системах вентиляции нашли пластинчатые теплообменники с перекрестным движением потоков.

Схема движения воздуха в таком пластинчатом рекуператоре и общий вид канального рекуператора VENTO показаны на рис. 42 и рис. 43, соответственно.

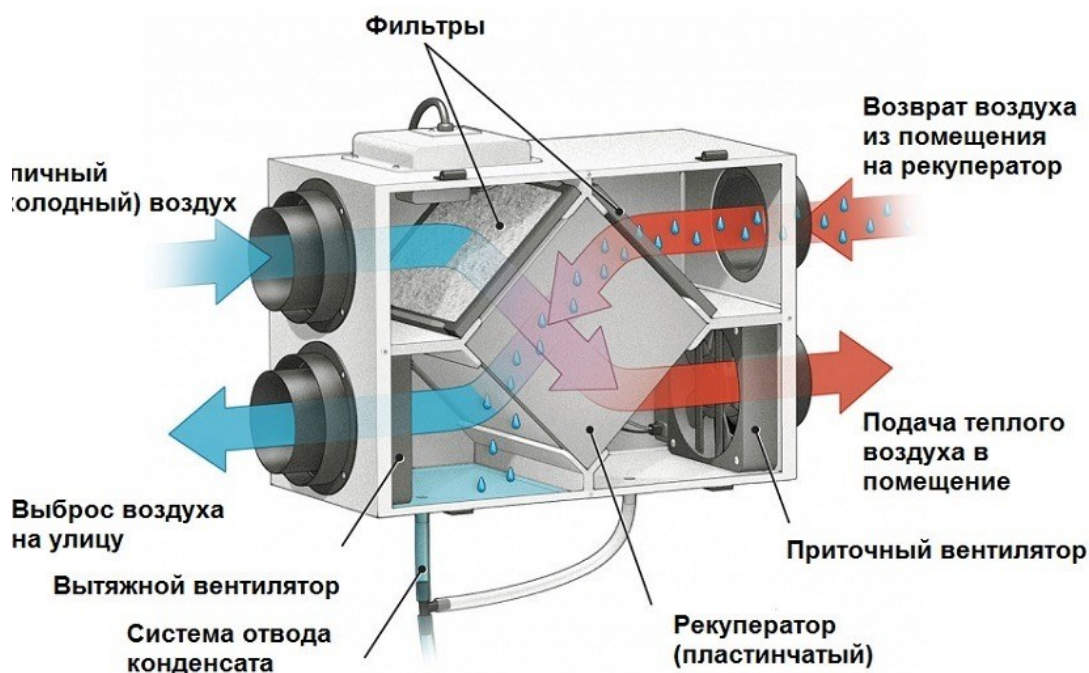


Рис. 42. Схема движения рабочих сред в пластинчатом теплообменнике



Рис. 43. Общий вид пластинчатого рекуператора VENTO

Помимо пластинчатых рекуператоров в климатических системах нашли применение роторные регенеративные теплоутилизаторы.

В регенеративных теплообменниках передача теплоты от одной среды к другой происходит в следствие циклического нагрева и охлаждения теплоаккумулирующей насадки. В зарубежной литературе используется термин теплоаккумулирующая (тепловая) матрица ротора. Необходимо отметить, что под термином рекуперация следует понимать переток теплоты, обусловленный теплопроводностью стенки, разделяющей потоки, а регенерация теплоты – циклическая передача теплоты, обусловленная теплоемкостью материала насадки.

Конструктивно регенеративные теплообменники делятся на переключающиеся и роторные. Принцип работы переключающегося теплообменника показан на рис. 44.

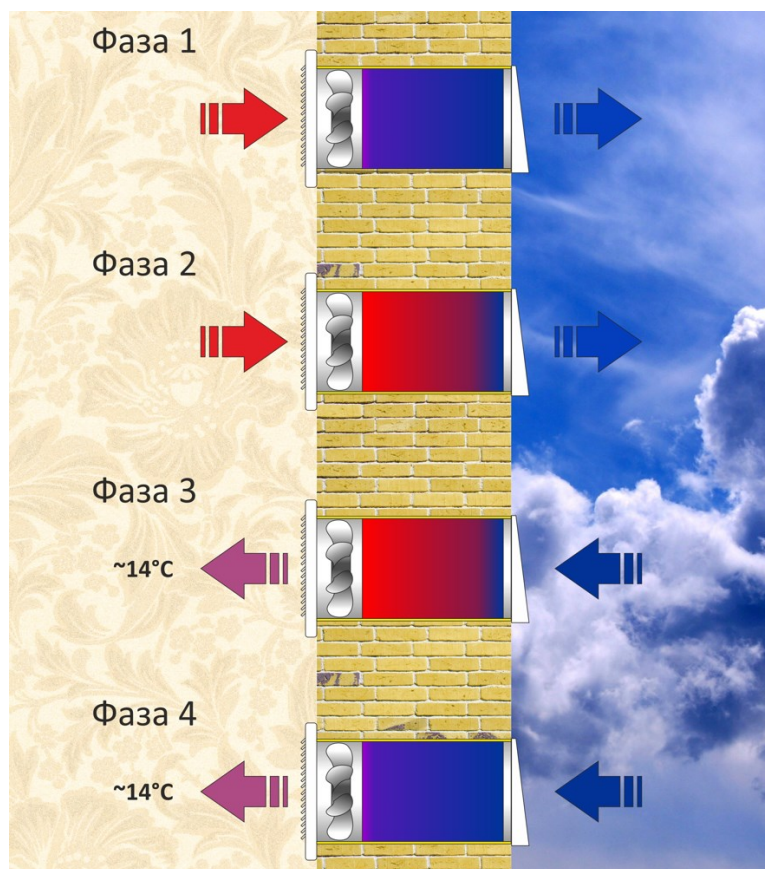


Рис. 44. Схема работы переключающегося регенеративного теплообменника

Фаза 1 – движение воздуха из помещения через холодную теплоаккумулирующую насадку.

Фаза 2 – постепенный нагрев насадки теплым внутренним воздухом.

Фаза 3 – смена направления движения воздуха, внешний воздух проходит через горячую насадку.

Фаза 4 – внешний воздух поступает в помещение, нагреваясь в насадке, постепенно охлаждая её.

Конструкция стационарного переключающегося регенератора с реверсивным вентилятором показана на рис. 45.



Рис. 45. Стационарный переключающийся регенератор

Основным недостатком переключающихся регенераторов является пульсирующий характер движения приточного и вытяжного воздуха и циклическое изменение температуры воздуха на входе в помещение. Указанных недостатков лишен роторный регенеративный теплообменник. Схема его работы и внешний вид показаны на рис. 46-47. Теплоаккумулирующая насадка равномерно вращается между приточным и вытяжным каналами, нагреваясь в вытяжном и остывая в приточном.



Рис. 46. Схема работы роторного теплообменника



Рис. 47. Роторный регенеративный теплообменник

Роторный регенеративный теплообменник (РРТ) состоит из теплоизолированного корпуса, в котором находится вращающаяся насадка с уплотнениями. В отличие от переключающегося теплообменника воздух подается двумя вентиляторами, которые одновременно подают холодный и горячий воздух в противоположных направлениях. Неподвижный корпус РРТ разделен на две секции, и в зависимости от того, в какой секции находятся каналы ротора в данный момент, они либо забирают теплоту у воздуха, либо отдают ее. Другими словами, в процессе теплообмена часть роторного теплообменника нагревается в одном воздушном канале и остывает в другом.

Во избежание смешивания приточного и вытяжного потоков воздуха, а также предотвращения тепловых потерь, вдоль всей насадки и на границе раздела секций установлены уплотнения, препятствующие нежелательным перетечкам воздуха.

Эффективность РРТ во многом определяется теплотехническими и гидродинамическими характеристиками насадки (матрицы).

Теплоаккумулирующие насадки могут изготавливаться из металлов, пластмасс, керамических или композитных материалов.

В настоящее время в системах вентиляции и кондиционирования наибольшее распространение находят насадки, изготовленные из гофрированных алюминиевых или оцинкованных стальных листов, толщиной 0,1–0,5 мм. Технология их изготовления заключается в послойном

соединении плоских и гофрированных листов при помощи точечной сварки или плотного соединения, при помощи бандажа, которым является внешняя обечайка ротора. Насадка РРТ из профилированных алюминиевых листов ПВУ Flakt Woods – TS показана на рис. 48.

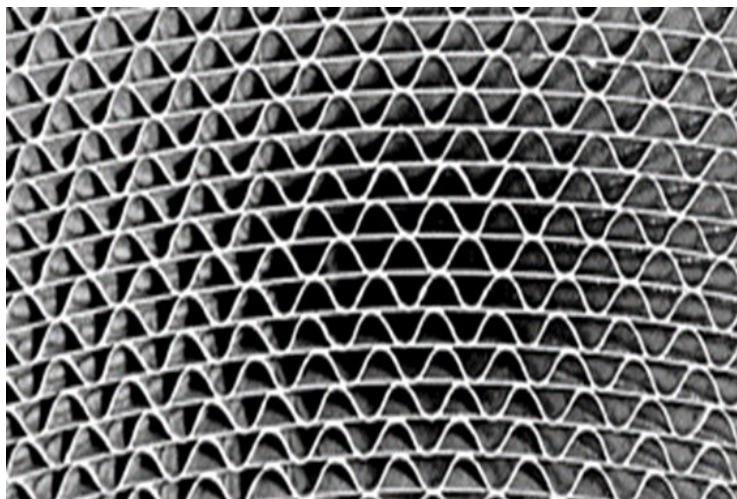


Рис. 48. Торцевая поверхность роторного теплообменника, изготовленного из профилированных листов

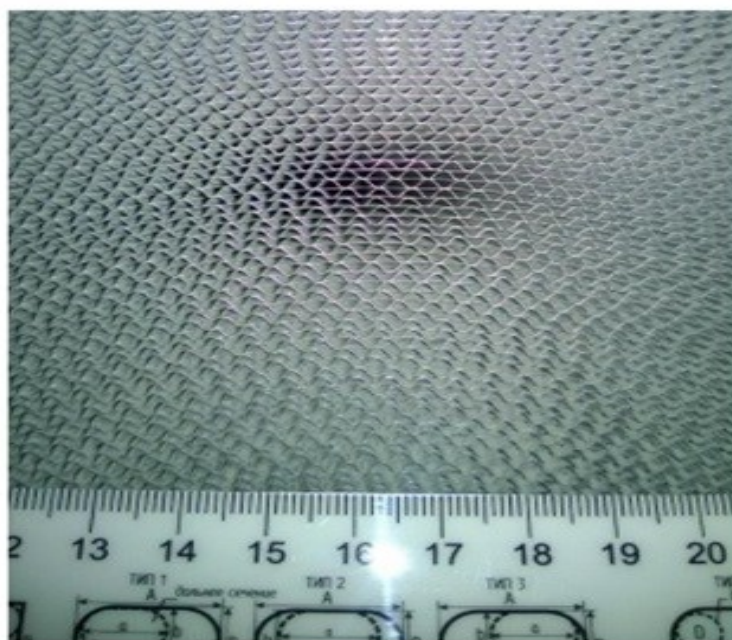


Рис. 49. Торцевой вид насадки регенеративного теплообменника Flakt Woods-TS

Недостатками вращающихся регенеративных теплообменников являются большие габариты, наличие подвижных элементов и перетечки через уплотнения между секциями.

Хотя роторные регенераторы на 15–20 % эффективнее пластинчатых рекуператоров, указанные недостатки ограничивают их применение в

канальных установках. Методы расчета роторных теплообменников приведены в учебном пособии [4].

3.4.4 Фильтры

Использование воздушных фильтров необходимо для поддержания требований к чистоте воздуха в помещениях, определенных санитарными и технологическими нормами. При прохождении воздуха через систему вентиляции происходит концентрация пыли в воздуховодах и оборудовании, что при или несвоевременной очистке и замене воздушных фильтров приводит увеличению аэродинамического сопротивления и, следовательно, увеличению эксплуатационных расходов. Необходимость замены или очистки фильтра регламентируется перепадом статического давления на фильтре.

В канальных установках применяется сухая фильтрация через тканевые материалы.

По конструктивному исполнению различают:

- карманные;
- кассетные;
- панельные;

Карманные фильтры отличаются низким сопротивлением, прочностью, безопасностью, высокой пылеемкостью. Выделяются простотой конструкции и монтажа, легкостью утилизации, а также обладают высокой пожаробезопасностью.

В качестве фильтрующего материала используются прочные синтетические тканые и волокнистые материалы. Представляют собой сшитые, спаянные конструкции, похожие на карманы, которые крепятся к жесткой раме. Пример карманного фильтра приведен на рисунке 50.



Рис. 50. Карманный фильтр

Кассетные фильтры отличаются прочностью, долговечностью. К преимуществам относятся низкое начальное сопротивление, значительная пылеемкость.

Жесткая конструкция позволяет справляться со значительными аэродинамическими нагрузками. Фильтрующий материал изготавливается из современных полиэфирных волокон. Пример кассетного фильтра приведен на рисунке 51.

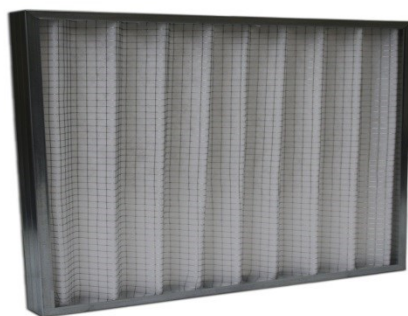


Рис. 51. Кассетный фильтр

Панельные фильтры, рис. 52, позволяют использовать в качестве фильтрующих материалов пористые и порошковые материалы, что может быть необходимо для дезодорации приточного или вытяжного воздуха

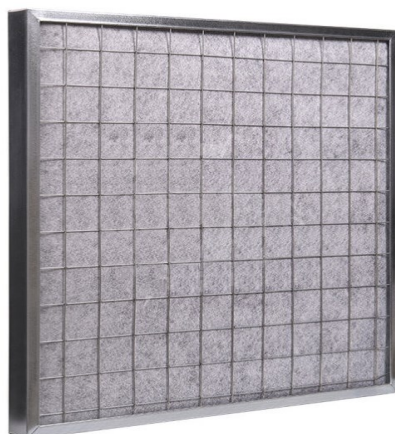


Рис. 52. Панельный фильтр

В канальных вентиляционных системах устанавливаются фильтры только грубой (предварительной) очистки, класс G1 – G5. Классификация фильтров общего назначения приведена в Приложении 3.

3.4.5 Шумоглушители

Шумоглушители в системах приточно-вытяжной установки вентиляции используются для уменьшения звукового давления, который создается вентиляторами и потоками воздуха в системе. Это достигается использованием специальных акустических материалов, которые поглощают звуковые волны и уменьшают их распространение в системе вентиляции. В

зависимости от конструкции шумоглушитель может обеспечивать звукоизоляцию в диапазоне от 10 до 40 дВ.

Существует несколько типов шумоглушителей, которые могут быть использованы в системах вентиляции:

– реактивные шумоглушители: Эти шумоглушители состоят из перегородок, разделенных камерами, через которые проходит поток воздуха. Перегородки и камеры спроектированы таким образом, чтобы звуковые волны отражались и интерферировали друг с другом, чтобы уменьшить уровень шума. Реактивные шумоглушители обычно имеют прямоугольную форму и используются для низких и средних частот.

– импульсные шумоглушители: Эти шумоглушители работают по принципу перехода воздуха через пористый материал. Воздух создает импульсные звуковые волны, которые поглощаются материалом. Импульсные шумоглушители могут быть круглыми или прямоугольными.

– резонансные шумоглушители: Эти шумоглушители используют резонансный эффект для уменьшения уровня шума. Они состоят из пары колебательных камер, которые соединены отверстием. Звуковые волны проходят через отверстие и входят в камеры, где они отражаются и усиливаются или ослабляются. Резонансные шумоглушители обычно используются для снижения уровня шума на средних и высоких частотах.

– комбинированные шумоглушители: Это сочетание разных типов шумоглушителей, которые обеспечивают более эффективное снижение уровня шума. Комбинированные шумоглушители могут быть использованы для снижения уровня шума на широком диапазоне частот.

В канальных системах применяют реактивные шумоглушители, обеспечивающие шум до 40 дВА. Общий вид такого шумоглушителя приведен на рис. 53.



Рис. 53. Шумоглушитель

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данное учебное пособие является дополнением к ранее изданным пособиям [3, 4], в которых рассмотрены методы расчета и подбора отдельных блоков канальных приточно-вытяжных установок.

Авторы пособия выражают глубокую благодарность сотрудникам ООО «СП Ремак» за предоставленную техническую документацию, послужившей основой для данного учебно-методического пособия.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 30494–2011., Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях, М.: Стандартинформ, 2011.
2. ГОСТ 12.1.005–88., Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны, М.: Стандартинформ, 2008.
3. Цыганков А. В., Долговская О. В. Расчёт канальной системы кондиционирования в MS EXCEL: Учеб-метод. пособие – СПб: Университет ИТМО, 2019. – 58 с.
4. Цыганков А. В., Долговская О. В. Моделирование процессов тепломассопереноса в регенеративных теплообменниках климатических систем: Учеб-метод. пособие – СПб: Университет ИТМО, 2021. – 69 с.
5. СП 7.13130.2013 Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности Дата актуализации: 01.01.2021
6. СП 60.13330.2016 Свод правил ОТОПЛЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА. Общие технические условия
7. Бараненко А. В., Бухарин Н. Н., Пекарев В. И., Сакун И. А., Тимофеевский Л. С. Холодильные машины. – Санкт – Петербург, 1997.

Приложение 1

Таблица 1 – Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в обслуживаемой зоне помещений, жилых зданий и общежитий

Период года	Наименование помещения	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	Жилая комната	20-22	18-24 (20-24)	19-20	17-23 (19-23)	45-30	60	0,15	0,2
	Жилая комната в районах с температурой наиболее холодной пятидневки (обеспеченностью 0,92) минус 31°С и ниже	21-23	20-24 (22-24)	20-22	19-23 (21-23)	45-30	60	0,15	0,2
	Кухня	19-21	18-26	18-20	17-25	Не нормируется	Не нормируется	0,15	0,2
	Туалет	19-21	18-26	18-20	17-25	Не нормируется	Не нормируется	0,15	0,2
	Ванная, совмещенный санузел	24-26	18-26	23-27	17-26	Не нормируется	Не нормируется	0,15	0,2
	Помещения для отдыха и учебных занятий	20-22	18-24	19-21	17-23	45-30	60	0,15	0,2
	Межквартирный коридор	18-20	16-22	17-19	15-21	45-30	60	Не нормируется	Не нормируется
	Вестибюль, лестничная клетка	16-18	14-20	15-17	13-19	Не нормируется	Не нормируется	Не нормируется	Не нормируется
	Кладовые	16-18	12-22	15-17	11-21	Не нормируется	Не нормируется	Не нормируется	Не нормируется
Теплый	Жилая комната	22-25	20-28	22-24	18-27	60-30	65	0,2	0,3

Таблица 2 – Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в обслуживаемой зоне детских дошкольных учреждений

Период года	Наименование помещения	Температура воздуха, °С		Результующая температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая, не более	оптимальная, не более	допустимая, не более
Холодный	Групповая раздевальная и туалет: для ясельных и младших групп	21-23	20-24	20-22	19-23	45-30	60	0,1	0,15
		19-21	18-25	18-20	17-24	45-30	60	0,1	0,15
	Спальня: для ясельных и младших групп для средних и дошкольных групп	20-22	19-23	19-21	18-22	45-30	60	0,1	0,15
		19-21	18-23	18-22	17-22	45-30	60	0,1	0,15
	Вестибюль, лестничная клетка	18-20	16-22	17-19	15-21	Не нормируется	Не нормируется	Не нормируется	Не нормируется
Теплый	Групповые спальни	23-25	18-28	22-24	19-27	60-30	65	0,15	0,25

Таблица 3 – Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в обслуживаемой зоне общественных и административных зданий

Период года	Наименование помещения или категория	Температура воздуха, °С		Результующая 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	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	0,3	0,5
	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	16-18	14-20	15-17	13-19	Не нормируется	Не нормируется	Не нормируется	Не нормируется
	Ванные, душевые	24-26	18-28	23-25	17-27	Не нормируется	Не нормируется	0,15	0,2
Теплый	Помещения с постоянным пребыванием людей	23-25	18-28	22-24	19-27	60-30	65	0,15	0,25

Таблица 4 – Нормы минимального воздухообмена в помещениях жилых зданий

Помещения	Норма воздухообмена	Примечания
Жилая зона	Кратность воздухообмена 0,35 ч ⁻¹ , но не менее 30 м ³ /ч*чел.	Для расчета расхода воздуха (м ³ /ч) по кратности объем помещений следует определять по общей площади квартиры
	3 м ³ /м ² жилых помещений, если общая площадь квартиры меньше 20 м ² /чел.	Квартиры с плотными для воздуха ограждающими конструкциями требуют дополнительного притока воздуха для каминов (по расчету) и механических вытяжек
Кухни	60 м ³ /ч при электрической плите	Приточный воздух может поступать из жилых помещений
	90 м ³ /ч при 4-конфорочной газовой плите	
Ванные комнаты, туалеты	25 м ³ /ч из каждого помещения	То же
	50 м ³ /ч при совмещенном санузле	
Постирочная	Кратность воздухообмена 5 ч ⁻¹	"
Гардеробная, кладовая	Кратность воздухообмена 1 ч ⁻¹	"
Помещение теплогенератора (вне кухни)	Кратность воздухообмена 1 ч ⁻¹	"

Таблица 5 – Параметры микроклимата в ЦОД

Диапазон	Класс	Температура по сухому термометру, °С	Диапазон влажности, %	Диапазон точки росы, °С	Максимальная точка росы, °С
Рекомендуемый	Все классы	18-27	Не выше 60	5.5-15	15
Допустимый	A1	15-32	20-80	-	17
	A2	10-35	20-80	-	21
	A3	5-40	8-85	Не ниже -12	24
	A4	5-45	8-90	Не ниже -12	24
	B	5-35	8-80	-	28
	C	5-40	8-80	-	28

Приложение 3

Таблица 6 – Классификация воздушных фильтров общего назначения для систем вентиляции и кондиционирования (ГОСТ Р EN 779-2014)

Группа	Клас с	Конечный перепад давления при испытания х, Па	Средняя пылезадерживающа я способность A_m по синтетической пыли, %	Средняя эффективность E_m для частиц с размером 0,4 мкм, %	Минимальная эффективност ь для частиц с размером 0,4 мкм, %
Фильтр ы грубой очистки	G1	250	$50 \leq A_m < 65$	-	-
	G2	250	$65 \leq A_m < 80$	-	-
	G3	250	$80 \leq A_m < 90$	-	-
	G4	250	$90 \leq A_m$	-	-
Фильтр ы средней очистки	M5	450	-	$40 \leq E_m < 60$	-
	M6	450	-	$60 \leq E_m < 80$	-
Фильтр ы тонкой очистки	F7	450	-	$80 \leq E_m < 90$	35
	F8	450	-	$90 \leq E_m < 95$	55
	F9	450	-	$95 \leq E_m$	70

Таблица 1 – Сводная таблица классов фильтров

Класс фильтра	Класс в соответствии с международным стандартом (всего 17)	Размер улавливаемых частиц	Эффективность очистки	Скорость фильтрации (м/с) при потере давления в фильтре 10 кгс/м ²	Задерживаемые загрязнения
3 -грубой очистки	G1, G2, G3, G4	10-50 мкм	60%	1.0	Крупный пух, сажа, частицы крупной пыли
2 - средней и тонкой очистки	M5, M6, F7, F8, F9	>1 мкм	85%	0.1	Частицы размером более 3 микрон: крупная и средняя пыль, пух, крупная и средняя пыльца растений, споры грибов/плесени, бактерии
1-особо тонкой очистки (HEPA)	H10, H11, H12, H13, H14	до 0,3 мкм	99,975 %	0.01	Мельчайшая высоко-аллергенная пыль, споры грибов и пыльца, способные оседать на легких, опасные вирусы и бактерии, частицы смога.
Фильтры сверхвысокой эффективности (ULPA)	U15 U16 U17	до 0,1 мкм	99,999 %		

Цыганков Александр Васильевич
Долговская Ольга Владимировна
Виноградский Дмитрий Викторович

**Канальные системы вентиляции
и кондиционирования**

Учебно-методическое пособие

В авторской редакции

Редакционно-издательский отдел Университета ИТМО

Зав. РИО

Н.Ф. Гусарова

Подписано к печати

Заказ №

Тираж

Отпечатано на ризографе

Редакционно-издательский отдел
Университета ИТМО
197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49, литер А