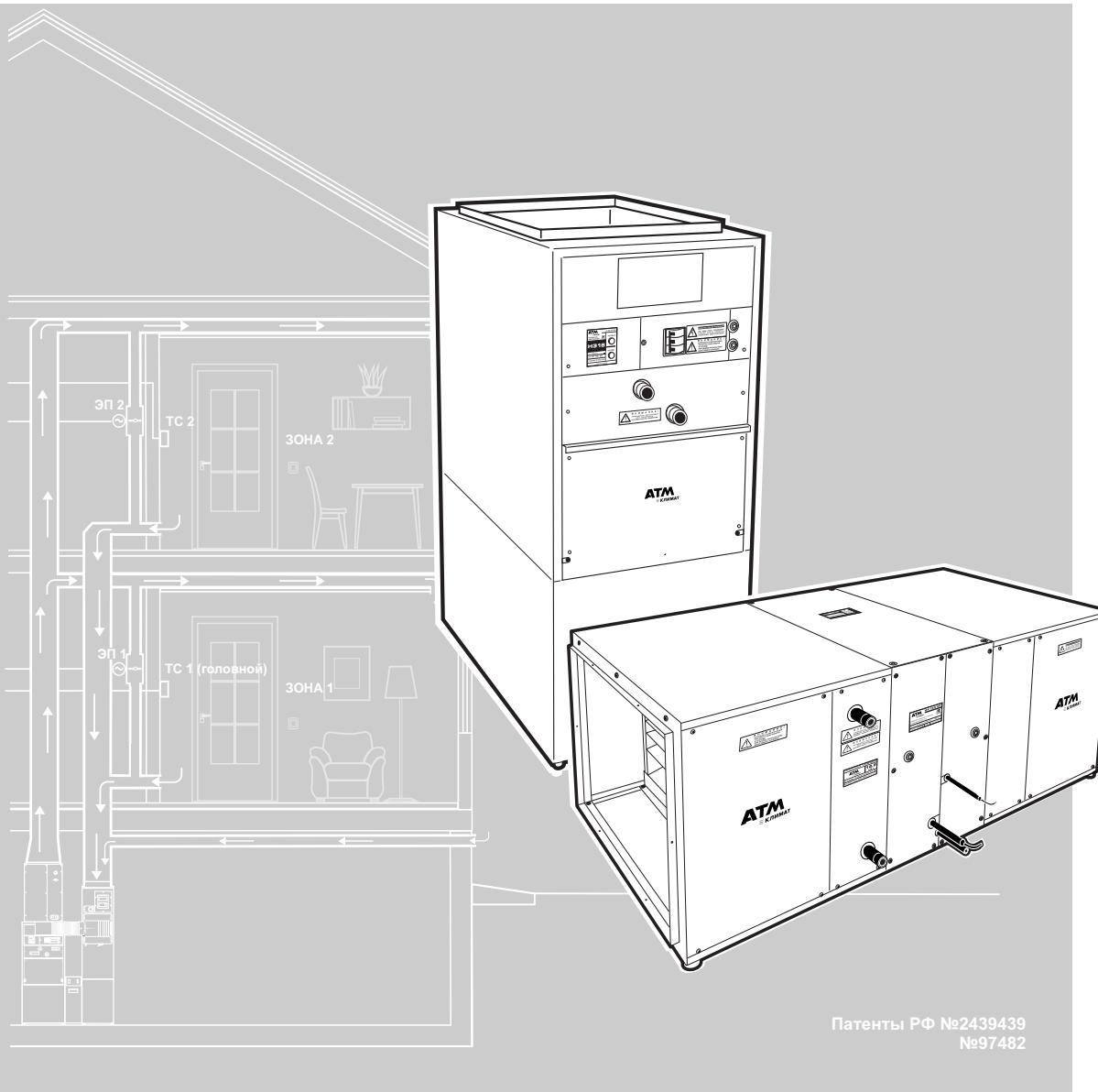


АТМ
КЛИМАТ

СИСТЕМА ВОЗДУШНОГО ОТОПЛЕНИЯ
И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ НА БАЗЕ
АГРЕГАТОВ ВОЗДУХОНАГРЕВАТЕЛЬНЫХ

серий **БВ** и **МГ**



МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ, МОНТАЖУ
И ПУСКОНАЛАДКЕ

АК30.10.000 И

Мытищи, МО, РОССИЯ

Содержание

Разделы и подразделы

1 Введение.....	4
2 Краткое описание и особенности АВН «АТМ Климат».....	5
3 Проектирование.....	6
3.1 Исходные данные.....	6
3.2 Расчет теплопотерь.....	6
3.3 Расчет вентиляции.....	8
3.4 Расчет тепловыделений.....	9
3.5 Подбор оборудования.....	9
3.6 Расчет объема подаваемого воздуха в помещение.....	11
3.7 Размещение оборудования.....	11
3.8 Система воздуховодов.....	15
3.9 Заключительный этап проектирования.....	20
3.10 Рекомендации по содержанию проекта.....	21
4 Монтаж системы.....	22
5 Пусконаладка по воздуху.....	22
5.1 Измерение расхода воздуха.....	22
5.2 Подготовка к пусконаладочным работам	24
5.3 Последовательность действий при пусконаладке.....	24
5.4 Особенности пусконаладки ВКС небольших домов.....	27

Приложение А

Оценочный расчет энергозатрат на нагрев и увлажнение приточного воздуха.....	28
--	----

Приложение Б (справочное)

Технические характеристики теплообменников.....	29
---	----

Приложение В (справочное)

Типовые схемы прокладки воздуховодов.....	31
---	----

Приложение Г (справочное)

Нагрузочные характеристики вентиляторов воздухонагревателей.....	32
--	----

Приложение Д

Типовая рабочая таблица пусконаладки.....	34
---	----

Приложение Е (справочное)

Типовая схема обвязки кондиционера и теплового насоса...	36
--	----

1 Введение

Методические рекомендации рассчитаны на специалистов-проектировщиков, монтажников и наладчиков, занимающихся отоплением и кондиционированием жилых, общественных, а также административно-бытовых зданий предприятий и содержит информацию, необходимую при проектировании, монтаже и пуско-наладке воздушных климатических систем (в дальнейшем ВКС) на базе агрегатов воздухонагревательных (в дальнейшем АВН или воздухонагреватель) «АТМ Климат». В отличие от зарубежного оборудования, воздухонагреватели «АТМ Климат» адаптированы для российских условий и имеют ряд новшеств. Так впервые в оборудовании этого типа применен вентилятор с вентильным приводом и рабочим колесом с обратнозагнутыми лопатками, имеющий высокие напорные характеристики и встроенную плавную регулировку оборотов. Такой вентилятор позволяет применять в большом количестве гибкие шумоглушающие воздуховоды, что упрощает монтаж системы и позволяет более эффективно бороться с шумом вентилятора АВН, передаваемого по воздуховодам в помещения здания. Встроенная функция плавной регулировки оборотов вентилятора позволяет точно «подстроить» систему под конкретный объект.

Примечание

Вентильный двигатель также часто называют двигателем с электронной коммутацией (EC-мотор).

При разработке проекта отопления/кондиционирования необходимо учитывать требования СП 60.13330.2012 «ОТОПЛЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ», СП 131.13330.2012* «СТРОИТЕЛЬНАЯ КЛИМАТОЛОГИЯ» и СП 50.13330.2012 «ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЙ», СП 31.106.2002 "ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ОДНОКВАРТИРНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ".

ВНИМАНИЕ!

Ограничения на применение систем воздушного отопления изложены в СП 61.13330.2012 и Руководстве по эксплуатации «Агрегат воздухонагревательный «АТМ Климат» для систем воздушного отопления».

2 Краткое описание и особенности АВН «АТМ Климат»

Технические характеристики и описание работы АВН «АТМ Климат» серии «БВ» (блочный вертикальный) приведены в руководстве по эксплуатации АК30.10.000РЭ «АТМ Климат» Агрегат воздухонагревательный для систем воздушного отопления. Модели АВН 120, АВН 180, АВН 240, АВН 300 », а для серии «МГ» (модульный горизонтальный) - в Руководстве по эксплуатации АК 58.10.000РЭ «АТМ Климат» Агрегат воздухонагревательный для систем воздушного отопления и приточной вентиляции. Модели АВН 120МГ, АВН180 МГ» (в дальнейшем РЭ).

Воздухонагреватель «АТМ Климат» допускает установку нагревателя водяного и нагревателя электрического в любой комбинации при условии соблюдения требований РЭ и ограничений, изложенных в настоящих методических рекомендациях.

В минимальной комплектации воздухонагреватель обеспечивает отопление и вентиляцию с обязательным применением механического фильтра. В процессе эксплуатации возможны модернизация и дооснащение воздухонагревателя (замена механического фильтра на более эффективный электростатический (электронный)), установка НЕРА-фильтра, увлажнителя и стерилизатора воздуха.

Воздухонагреватель предусматривает установку канального охладителя, состоящего из внутреннего блока кондиционера и внешнего компрессорно-конденсаторного блока (ККБ).

Внутренний и внешний блоки кондиционера связаны трубопроводами для циркуляции хладагента.

Для АВН 120/300 внутренний блок канального охладителя устанавливается дополнительно, а для АВН 120/180 МГ внутренний блок канального охладителя является встроенным.

В случае наличия у ККБ функции теплового насоса (тип «воздух/воздух») канальный охладитель может работать как канальный нагреватель (летом - охлаждение, осенью, зимой и весной – обогрев).

Воздухонагреватели АВН 120/300 имеют блочную конструкцию и допускают левую и правую установку в зависимости от направления подачи обратного воздуха.

При использовании нагревателя водяного (водяного теплообменника) теплогенератором может выступать водяной отопительный котел или теплоцентраль.

Воздухонагреватель управляет специальным термостатом типа «Два тепла/один холод» американского стандарта HVAC (Heating Ventilation & Air Conditioning) для систем воздушного отопления.

Оборудование совместимо по управлению с системой "Умный дом".

3.1 Исходные данные

Прежде чем приступить к проектированию ВКС, необходимы следующие исходные данные:

- Месторасположение объекта (климатическая зона – СП 131.13330.2012).
- Архитектурные и конструкторские решения объекта (поэтажные планы, разрезы, фасады, силовой каркас объекта, материалы ограждающих конструкций, типы оконных систем и площадь остекления, ориентация объекта по сторонам света, затеняющие внешние объекты).
- Эскизы интерьерных решений объекта (план расстановки мебели, дизайн потолков, стен, полов).
- Чертежи прокладки «жестких» инженерных систем (канализация, ГВС, ХВС, центральное пылеудаление).

Примечание

Целесообразно разрабатывать проект ВКС одновременно с архитектурным и конструкторским проектами дома и согласованно с разработкой проектов канализации, ГВС, ХВС и центрального пылеудаления.

Такой подход позволяет на этапе архитектурного проектирования найти оптимальные решения по размещению оборудования и воздуховодов в конструкции здания без ущерба интерьерно-планировочным решениям.

- Желаемый температурный режим помещений и количество зон с индивидуальным регулированием температуры.
- Энергетические мощности и тип энергоносителя (газ, электричество, дизельное топливо, пеллеты и др.).
- Желаемое optionalное оборудование (кондиционер, увлажнитель, рекуператор и др.).
- Количество постоянно проживающих людей.
- Наличие дополнительных источников тепла (теплых полов, камина и др.).
- Наличие помещений с особыми условиями (бассейна, зимнего сада, оранжереи и т.п.).

3.2 Расчет теплопотерь

3.2.1 Выбор подхода к расчету теплопотерь

Прежде всего необходимо произвести расчет теплопотерь и тепловыделений дома в целом и отапливаемых помещений в частности. Можно производить расчет по СП 50.13330.2012 или произвести упрощенный расчет.

При упрощенном расчете значения теплопотерь определяются ориентировочно, но этот расчет позволяет вывести баланс распределения воздуха по дому. В этом случае самое главное - правильно подобрать мощность водонагревательного котла (или электронагревателя) для обеспечения потребностей в тепле, а погрешность упрощенного расчета можно компенсировать в дальнейшем путем подстройки скорости вентилятора АВН.

По упрощенной методике расчёты проводятся для режима отопления при нормируемой низкой температуре региона строительства ($T_{норм}$) без учёта таких факторов как ориентация дома по сторонам света, розы ветров, внешнего затенения и инсоляции в целом. Указанные факторы могут быть учтены путем поиска компромисса

Примечание

3 Проектирование

Примечание (продолжение) ➤

при расчёте объёмов подаваемого воздуха в подверженные этим факторам помещения, что позволяет, как правило, достичь относительной равномерности температурного поля во всем внутреннем объёме дома. ВКС, на сегодняшний день, является самым рациональным способом решения проблем отопления и охлаждения домов с большой площадью остекления и наличием «второго света». Другой способ учёта вышеуказанных факторов - создание многозональной системы, но это связано с существенными усложнением ВКС и, соответственно, её удорожанием.

3.2.2 Упрощенный расчет теплопотерь через ограждающие конструкции

Теплопотери рассчитываются отдельно для каждого отапливаемого помещения и дома в целом. По приведенной ниже формуле высчитываем теплопотери ограждающих конструкций. Формула расчета теплопотерь через ограждающие конструкции:

$$Q = S \Delta T / R$$

Где **Q** – теплопотери, Вт;

S – площадь ограждающих конструкций дома, м²;

ΔT – разница между температурой в помещении и нормируемой минимальной температурой наружного воздуха (берется из СП в зависимости от места строительства)

Например, для Московской области Тнорм= -28°C, Твнутр.=+22°C, разница температур 50°C;

R – значение теплового сопротивления конструкции, м²°C/Вт.

На этом этапе можно учесть пожелания заказчика по различной температуре в разных помещениях дома, путём учёта Твнутр.

Из этой формулы нам не известна только величина **R**. Она рассчитывается по следующий формуле:

$$R = d / \lambda$$

Где **λ** – коэффициент теплопроводности материала Вт/(м*°C), справочная величина указывается производителем материалов;

d – толщина материала, м.

ВНИМАНИЕ! ➤

Не обманывайте себя и Заказчика, не берите минимальное значение λ. Это значение для полностью сухого материала!

Если конструкция многослойная по глубине (брус, утеплитель, кирпич), то вычисляем **R** для каждого слоя материала отдельно и складываем.

Если рассчитываемая ограждающая конструкция не однородна по плоскости, как, например, каркасная стена, то расчет производится отдельно для каждого участка. Для упрощения расчета можно воспользоваться следующим методом: считаем конструкцию как однородную без учёта каркаса, после чего к полученным теплопотерям добавляем 10% на каркас (стеновые стойки и перемычки, лаги перекрытий, стропила). Как показывает практика, этот упрощённый подход дает очень близкий результат к

3 Проектирование

результату, рассчитанному по науке. Погрешность не превышает 3%.

Теперь для каждого помещения определяем площадь поверхностей (пола, стен, крыши, окон, дверей), которые контактируют с окружающей средой. Обратите особое внимание на то, что эти поверхности надо брать по внешнему контуру стен, а пола и потолка (крыши) по внутреннему контуру.

На мансарде площадь стен франтонов считаются до крыши, если чердак теплый, т.е. крыша и франтоны полностью утеплены.

Для окон и дверей значение **R** указывается производителем, среднее значение **R** 0.5-0.7 м²°С/Вт.

Суммируя теплопотери помещений дома получаем:

$$Q_{\text{огр}} = q(1) + q(2) + \dots + q(N)$$

Где **Q_{огр}** – общие теплопотери дома через ограждающие конструкции в кВт;

N – количество помещений;

q(i) – теплопотери i-го помещения через ограждающие конструкции в кВт (i=1,...,N)

Примечание

Температура воздуха в санузлах должна быть выше температуры в доме круглогодично. Поэтому в санузлах теплопотери для ВКС рассчитываются по среднедомовой температуре, а дополнительное тепло подаётся от дополнительных источников, таких как теплые полы и/или полотенцесушитель.

3.3 Расчет вентиляции

На вентиляцию, согласно СП 60.13330.2012, минимальное количество наружного воздуха на одного человека составляет 60 м³/ч. Отопительный котел потребляет обычно порядка 2 м³/час на 1 кВт мощности котла (в случае если у котла не коаксиальная дымовая труба с подачей наружного воздуха), газовая плита – 15 м³/час. Таким образом, объём приточного воздуха в общем случае может составить в м³/ч:

$$V_{\text{вент}} = 60*n + 2*W + 15$$

Где **n**- число проживающих;

W- мощность водогрейного котла в кВт.

Для того чтобы в Москве и МО нагреть приточный воздух до комнатной температуры (разница температур 50°С) и увлажнить его нужно потратить около 21 Вт*ч на 1 м³ воздуха (Оценочный расчет энергозатрат на нагрев и увлажнение приточного воздуха приведён в Приложении А).

Если предполагается использование рекуператора, то для системы приточной вентиляции, как показывает опыт, нужно закладывать (вместо 21 Вт на 1м³/ч) примерно 7...10 Вт на каждые 1 м³/ч расхода наружного воздуха.

Проделав эти несложные вычисления, получаем величину энергозатрат на вентиляцию в кВт:

$$Q_{\text{вент}} = 0,021*V_{\text{вент}}$$

Или в случае с рекуператором:

$$Q_{\text{вент}} = 0,01*V_{\text{вент}}$$

3 Проектирование

Примечание

Следует заметить, что если при расчете теплопотерь через ограждающие конструкции учитывать инфильтрацию, то фактически она будет учтена дважды – в теплопотерях и в вентиляции. С другой стороны, если инфильтрация окажется больше, чем затраты на вентиляцию (дышащий дом), то нужно в расчет взять большую величину.

3.4 Расчёт тепловыделений

Принимаем тепловыделение одного человека 90 Вт и умножаем это значение на количество людей в доме. Необходимо учесть и другие постоянные источники тепла, такие как теплые полы, полотенцесушители и т.п. оборудование. А вот мощность периодически используемого камина, духового шкафа, редко включаемых электрических тёплых полов и бытовых электроприборов можно не учитывать. Выделяемое ими при включении тепло ВКС автоматически «учтёт» при своей работе. И так, тепловыделения дома в кВт рассчитываем по формуле:

$$Q_{\text{выд}} = 0,09 \cdot n + Q_{\text{пост}}$$

Где n – число проживающих;

$Q_{\text{пост}}$ – усреднённая по дню мощность включенных приборов и оборудования в кВт (холодильник, телевизор, компьютер, плита и т.п.).

Примечание

На практике, в частном доме можно считать, что на 1 м² пола приходится 2 Вт постоянных теплопоступлений.

3.5 Подбор оборудования

Суммируя теплопотери через ограждающие конструкции $Q_{\text{огр}}$ и потери на вентиляцию помещений дома $Q_{\text{вент}}$ и вычитая тепловыделения получаем потребность дома в тепле от системы отопления:

$$Q_{\text{огр}} + Q_{\text{вент}} - Q_{\text{выд}} = Q_{\text{общ}}$$

Где $Q_{\text{общ}}$ – это и будет минимально необходимая мощность воздухонагревателя.

Но на практике весьма желательно добавить 15% к мощности на случай экстремально низких температур:

$$Q_{\text{авн}} = 1,15 * Q_{\text{общ}}$$

Исходя из общего теплопотребления ($Q_{\text{авн}}$), можно теперь подобрать по таблице тепловых характеристик теплообменников нужный водяной нагреватель, исходя из предположения, что температура воздуха на входе в теплообменник +18°C (см. **Приложение Б**).

Если отопление дома будет осуществляться электричеством, то по техническим характеристикам, приведенным также в **Приложении Б**, подбираем электрический нагреватель соответствующей мощности.

Примечание

Аналогично выбирается мощность резервного электрического нагревателя в случае планирования использования для отопления теплового насоса.

Далее определяем количество подаваемого воздуха необходимое для компенсации теплопотерь дома. Для

простоты считаем, что 1м³ воздуха переносит 10Вт*ч тепла. Разделив $Q_{общ}$ на 10 получаем объём воздуха в час, необходимый для компенсации теплопотерь дома с учётом потерь на вентиляцию:

$$V_{комп} = Q_{общ}/10$$

Следует заметить, что расход по воздуху воздухонагревателя должен обеспечивать не менее 2,3-кратный воздухообмен в доме.

Для больших домов (более 300 м²) построенных по энергосберегающим технологиям, расход воздуха, рассчитанный по **Приложению А**, может оказаться ниже, чем 2,3 умноженное на объем дома. Надо помнить, что при малой кратности воздухообмена будет создаваться определенный дискомфорт, присущий домам с традиционным радиаторным отоплением (ощущение "застоя" воздуха). В таком случае необходимо увеличить объём расхода воздуха через воздухонагреватель $V_{авн}$ хотя бы до соответствующего 2,3 кратному воздухообмену. Комфортное значение 3.

Примечание

Если в системе предусматривается установка увлажнителя с байпасом, то расход воздуха должен быть увеличен дополнительно на 200-250 м³/час в зависимости от модели увлажнителя.

$$V_{авн} = S \cdot h \cdot 2,3 + 250$$

Где **S**- отапливаемая площадь дома в м²;
h – высота потолков в м.

Таким образом, имея значение $Q_{авн}$ и номинальный расход воздуха через воздухонагреватель $V_{авн}$, можно предварительно выбрать модель воздухонагревателя, используя технические характеристики воздухонагревателей, данные в РЭ и в **Приложении Б**.

Но это ещё не всё. Если предполагается функция охлаждения воздуха, то необходимо произвести расчёт теплопоступлений в солнечный день. Эта задача более сложная, по сравнению с расчётом отопления. Необходимо учитывать местоположение солнца в течение дня, затеняющие объекты, теплопоглощение ограждающими конструкциями солнечной радиации, светопропускание стеклянными конструкциями дома и т.д. В отличие от расчёта отопления, которое рассчитывается для глубокой ночи, теплопоступления в помещения дома в солнечный день меняются в течение дня. Соответственно должно меняться и распределение воздуха по помещениям дома. Если есть желание иметь систему, которая во всех помещениях будет поддерживать заданную температуру, то будет требоваться многозональная система климата, о которой уже говорилось. Для выбора оборудования нужно рассчитать максимальное теплопоступление в течение суток. Как правило, это достигается в 15-17 часов по местному времени. Нужно помнить, что 1 м³ воздуха переносит 5 Вт*ч холода. Таким образом, к примеру, для переноса 10,5 кВт (10500 Вт или 3 tons) холода нужно 2100 м³/ч воздуха. Это важно при выборе оборудования, поскольку, если ККБ не инверторный, то его мощность не меняется плавно, а имеет фиксированные значения. Т.е. действует формула:

$$V_{авн охл} = Q_{охл}/5$$

При выборе АВН нужно выбрать наиболее мощный

Примечание

воздухонагреватель по параметрам:

- требуемая мощность нагрева;
- объём прокачки исходя из объема дома;
- требуемая мощность охлаждения.

3.6 Расчет объема подаваемого воздуха в отдельное помещение

Далее производится расчет требуемого количества воздуха, подаваемого в каждое помещение, исходя из общего расхода воздуха. Формула расчета количества воздуха, подаваемого в помещение, следующая:

$$v(i) = V_{ABH} * q(i) / Q_{opr}$$

Где $v(i)$ – объем воздуха, подаваемый в i -е помещение,
 $q(i)$ – теплопотери i -го помещения без учета вентиляции,
 Q_{opr} – общие теплопотери дома без учета вентиляции.

Для режима отопления на нижнем этаже рекомендуется увеличить количество подаваемого воздуха в помещения на 10%. Это приведёт к равномерному прогреву дома. На нижнем этаже будет примерно на 1 градус теплее, чем на верхних этажах. Но при охлаждении дома на нижнем этаже будет самая холодная зона, примерно на 2-3 градуса.

Результаты расчета сводятся в отдельную таблицу, которая приводится в проекте ВКС.

3.7. Размещение оборудования

3.7.1 Место установки воздухонагревателя

При архитектурном проектировании и разработке проекта СВО необходимо учитывать требования МДС 41-2.2000. «Инструкция по размещению тепловых агрегатов, предназначенных для отопления и горячего водоснабжения одноквартирных или блокированных жилых домов» (Минстрой России 13.09.1996 №18-69).

При проектировании необходимо учитывать компоновочные особенности моделей воздухонагревателя:

- АВН120/300 – это воздухонагреватель вертикальной У-образной компоновки, предназначенный для установки на пол технического помещения.
- АВН120МГ/180МГ – это воздухонагреватель горизонтальной компоновки, предназначенный для установки на полке встроенного шкафа, для подвешивания к потолку технического помещения или для установки на чердаке.

Желательно, чтобы месторасположение воздухонагревателя (встроенный шкаф или техническое помещение) не контактировало со спальнями по горизонтали и вертикали. Необходимо, чтобы месторасположение воздухонагревателя было тщательно звукоизолировано.

При проектировании размещения оборудования необходимо учесть место для его обслуживания (очистка/замена фильтра, подушки увлажнителя, периодическая чистка нагревателя), а также предусмотреть подвод необходимых коммуникаций для воздухонагревателя и опционального оборудования (электричество, водоснабжение, канализация и т.п.)

Габаритные и присоединительные размеры воздухонагревателя, а также подробный перечень требований к месту установки воздухонагревателя, изложены в РЭ.

3.7.2 Блок автоматики воздухонагревателя

Блок автоматики воздухонагревателя (БА) выполнен в виде отдельного прибора, корпус которого предназначен для крепления на DIN-рейку.

БА целесообразно разместить в непосредственной близости к воздухонагревателю, например, в шкафу распределительном топочной (при установке оборудования в топочной).

Подробная схема подключения БА к воздухонагревателю, к терmostату, а также к другому дополнительному и опциональному оборудованию ВКС приведена в РЭ на воздухонагреватель.

3.7.3 Термостат

Термостат является основным интерфейсом ВКС, посредством которого потребитель управляет всеми режимами работы системы. В настоящее время выпускается большое количество моделей термостатов для систем воздушного отопления, отличающихся функциональными возможностями (простые, сенсорные, программируемые, управляемые через Интернет, самообучающиеся и т.д.).

Для воздухонагревателя «АТМ климат» подходят все эти термостаты, но оптимальным выбором будет термостат типа «2 тепла/1 холод»

Поскольку в термостате располагается системный температурный датчик, то к расположению термостата предъявляются особые требования.

Термостат должен располагаться в месте не подверженном воздействию внешних факторов (солнечный свет, внешние стены дома, кухонная плита, камин и т.д.).

Не допускается устанавливать термостат в местах, в которых возможен застой воздуха (углы, ниши и т.п.).

Оптимальным является установка термостата на высоте 1,5 м от пола.

От термостата к блоку управления прокладывается слаботочный кабель управления (не менее 6 проводов сечением не менее 0,35 мм²).

Если термостат имеет встроенный гигростат или гигростат из комплекта поставки увлажнителя устанавливается рядом с термостатом на стене, то количество проводов необходимо увеличить до 8.

В случае размещения рядом с термостатом ещё и пульта управления рекуператором, то количество проводов должно быть соответственно увеличено.

Подробная схема подключения термостата указана в РЭ и в товаровопроводительной документации на термостат.

Если ВКС дома строится на применении нескольких воздухонагревателей, то для управления каждым воздухонагревателем применяется свой БА и термостат.

Возможно управление работой одного воздухонагревателя несколькими термостатами, установленными в разных помещениях (так называемое зонирование), но для этого дополнительно необходим специальный блок управления зонированием (БУЗ). Подробное описание БУЗ и особенности построения многозональных ВКС приведены в Руководстве по эксплуатации АК40.14.000РЭ «Блок управления зонированием для систем воздушного отопления» модель БУЗ 8.1.

В системе «Умный дом» управление воздухонагревателем осуществляется, как правило, через специальный климатический контроллер, который формирует команды управления по стандарту HVAC («сухие» контакты) непосредственно на БА.

3.7.4 Кондиционер и тепловой насос

Внешний и внутренний блоки кондиционера (или теплового насоса) подбираются по мощности, соответствующей расчетной.

Кондиционер подбирается по стандартным методикам расчета центральных кондиционеров.

Для упрощения расчета, как показывает практика эксплуатации ВКС, для средней полосы России требуемая мощность кондиционера нужна 50-60% от мощности нагрева (отопления).

Например, для Московской области, при потребности в тепле 14кВт нужен кондиционер мощностью 7кВт (2 tons).

Тепловой насос «воздух/воздух» экономически целесообразен только в случае, когда единственным источником энергоснабжения дома являются дорогие энергоносители (практически все кроме магистрального газа).

Мощность и комплектация теплового насоса подбирается исходя из обеспечения приемлемых затрат на отопление с учётом преобладающих температур в течение отопительного периода региона строительства. Дело в том, что у теплового насоса по мере уменьшения уличной температуры снижается СОР (коэффициент преобразования). При определённых значениях температуры использование теплового насоса становится нецелесообразным и он должен быть отключён. Вместо него должен включаться резервный электрический воздухонагреватель, мощность которого рассчитывается в соответствии с настоящей методикой как для основного источника тепла.

Внешний и внутренний блоки должны соответствовать друг другу по мощности и быть совместимы по хладагенту.

Внешний блок (ККБ) устанавливается на улице как можно ближе к зоне установки внутреннего блока, для уменьшения длины трассы хладагента.

Требования к размещению ККБ, к прокладке трассы хладагента и порядок пусконаладки обычно указывается в товаросопроводительной документации на ККБ.

Схемы подключения по электропитанию и управлению, а также рекомендуемые модели кондиционеров и тепловых насосов указаны в РЭ на воздухонагреватель.

Типовые схемы обвязки кондиционера и теплового насоса представлены в **Приложение Е**.

3.7.5 Увлажнитель

Увлажнитель подбирается исходя из типа дома, климатического пояса и требуемой влажности.

Устанавливается он, как правило, вблизи воздухонагревателя, на обратную магистраль. К увлажнителю необходимо предусмотреть подвод фильтрованной воды (желательно подогретой до 50...60°C) и отвод излишков воды в канализацию. Так же необходимо обеспечить доступ к увлажнителю для его обслуживания. Обычно это периодический осмотр, очистка от отложений и замена испарительной подушки. Данные работы связаны с частичной разборкой увлажнителя (снятием крышки).

Рекомендуемые модели увлажнителей и схемы их обвязки приведены в РЭ воздухонагревателя.

Примечание

Большинство канальных увлажнителей зарубежного производства комплектуются подробной инструкцией по монтажу и специальным шаблоном для вырезки установочных отверстий в воздуховоде.

3 Проектирование

Примечание

3.7.6 Ультрафиолетовый стерилизатор

Ультрафиолетовый стерилизатор устанавливается обычно в обратную магистраль ближе к входу в воздухонагреватель и вблизи испарителя.

Мощность стерилизатора подбирается в зависимости от объемов прокачиваемого воздуха.

Рекомендуемые модели стерилизаторов указаны в РЭ на воздухонагреватель.

Большинство канальных стерилизаторов зарубежного производства комплектуются подробной инструкцией по монтажу и специальным шаблоном для вырезки установочных отверстий в воздуховоде.

Примечание

3.7.7 Электронный фильтр

Для моделей АВН 120/300 электронный фильтр устанавливается вместо механического фильтра, между вентиляторным блоком и обратной магистралью.

Рекомендуемые модели фильтров канальных электронных указаны в РЭ на воздухонагреватель.

Для моделей АВН 120/180 МГ электронный фильтр может устанавливаться в обратной магистрали перед входом в воздухонагреватель. При этом механический фильтрующий элемент может быть удален из состава воздухонагревателя.

3.7.8 Рекуператор

Рекуператор устанавливается для сокращения затрат на нагрев приточного воздуха за счёт утилизации тепла вытяжного воздуха, забираемого из санузлов, подсобных и технических помещений за исключением кухонной вытяжки. Устанавливается рекуператор в технических помещениях или на утепленном чердаке.

Модель рекуператора подбирается по его рабочим характеристикам согласно расчету вентиляции.

Примечание

Для правильной работы рекуператора при температурах внешнего воздуха ниже -15 °С желательно установить подогреватель внешнего воздуха, а при температурах ниже -24 °С подогреватель устанавливается обязательно.

3.7.9 Водонагревательный котел

При использовании в системе водяного теплообменника в качестве источника тепла, для нагрева теплоносителя используется водонагревательный котел. Тип котла выбирается исходя из доступных энергоресурсов (электричество, газ, дизель, пеллеты).

Мощность котла выбирается исходя из необходимой мощности потребителей (отопление, ГВС, теплые полы и т.д.). Рекомендуется подбирать котел с запасом по мощности не менее 20%.

Автоматика котла должна «уметь» поддерживать температуру теплоносителя на выходе, а циркуляционным насосом водяной части системы воздушного отопления должен управлять блок автоматики воздухонагревателя.

Если производитель отопительного котла не предусмотрел

возможность внешнего управления циркуляционным насосом, то необходимо использовать штатные возможности, заложенные в логику работы отопительного котла. К примеру, с помощью дополнительного реле симитировать работу комнатного терmostата котла (см. схему электрическую подключений в Приложениях РЭ воздухонагревателя), либо «развязать» отопительный котел и воздухонагреватель через гидравлическую стрелку и коллектор.

3.7.10 Электрический нагреватель (электрическая кассета)

Если предусматривается только нагреватель электрический (НЭ), то его модель выбирается по номинальной мощности или с разумным запасом по мощности.

Электрический нагреватель имеет 2 ступени нагрева. Подробная схема подключения НЭ приведена в РЭ воздухонагревателя.

ВНИМАНИЕ!

Объем воздуха, проходящий через электрический нагреватель в рабочем режиме «Нагрев», не должен быть меньше, чем указанный в таблице (см. таблицу НЭ в Приложение Б).

3.8 Система воздуховодов

3.8.1. Топология подающих воздуховодов

Для одноэтажных домов, практически всегда, используется 1 подающий магистральный воздуховод. Такой магистральный воздуховод и вся сеть подающих воздуховодов всегда располагается внутри теплового контура здания и, как правило, под подвесным потолком или в перекрытии.

Для большинства 2-х этажных домов средней площади, из соображений минимизации длины воздуховодов, также достаточно одного магистрального воздуховода для подачи воздуха одновременно на 2 этажа. Подача воздуха в этом случае на нижнем этаже осуществляется сверху (с потолка), а на верхнем - снизу (с пола или из стен).

Соблюдая этот принцип, для 3-4-х этажных домов надо уже, соответственно, 2 магистральных воздуховода, каждый из которых работает на свою пару этажей.

В обоснованных случаях (в зависимости от конструкторских и дизайнерских решений) возможно применение магистрального подающего воздуховода на каждом этаже (также под потолком).

В качестве примера в **Приложении В** приведены типовые схемы прокладки воздуховодов.

Если в системе предусмотрены несколько подающих магистралей, то целесообразно поставить на них дроссельные заслонки. Это упростит в дальнейшем процесс пусконаладки.

Разветвление магистрального воздуховода желательно делать в виде «штанов». В этом случае сечения воздуховодов после разветвления необходимо подобрать по правилу одинаковых скоростей воздушных потоков (Рис.1).

Врезки в прямой подающий воздуховод желательно делать под углом 45° для увеличения площади отверстия (Рис. 2).

ВНИМАНИЕ!

Если в магистрали присутствует отвод (поворот), врезку в этот воздуховод после отвода рекомендуется делать на расстоянии не менее 2-х внешних радиусов отвода (Рис. 3).

3 Проектирование

Рисунок 1

Разветвление магистрального воздуховода

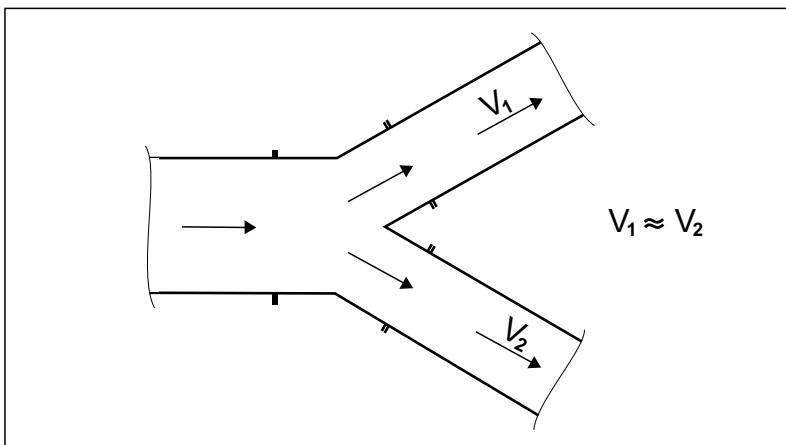


Рисунок 2

Врезка в магистральный воздуховод

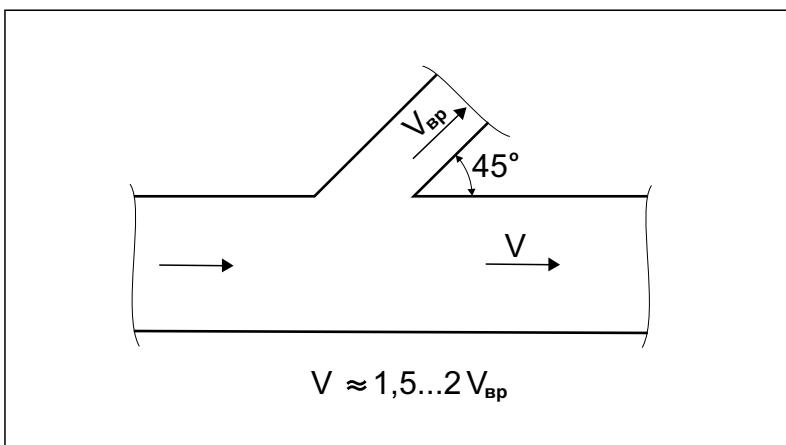


Рисунок 3

Врезка в магистральный воздуховод после отвода

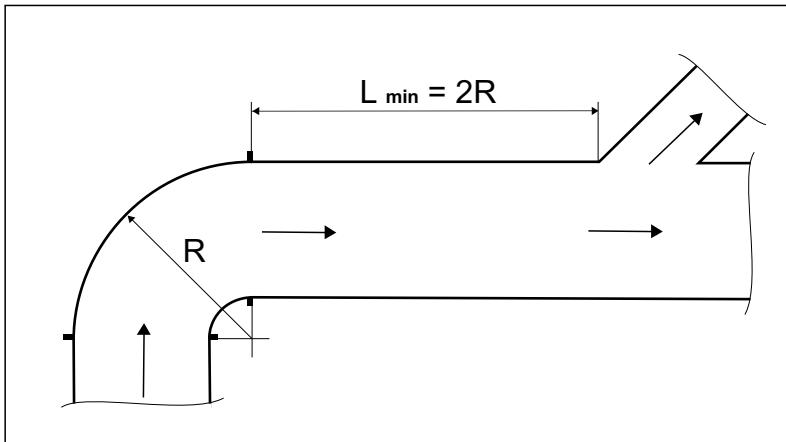
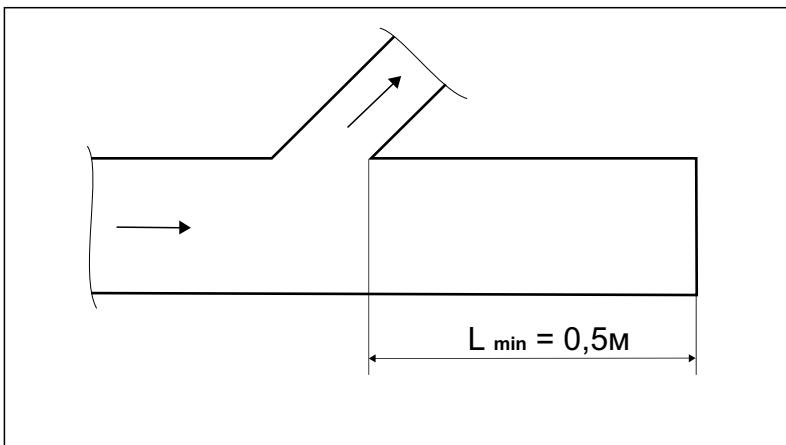


Рисунок 4

Завершающий участок магистрального воздуховода



3 Проектирование

Примечание

Следует учитывать, что скорость потока воздуха проходящего прямо будет примерно в 1,5 - 2 раза выше, чем скорость потока уходящего через врезку.

По мере разбора воздуха, магистральный воздуховод уменьшается по сечению. Скорость потока после сужения должна быть на 5-7% меньше, чем скорость потока в начале (после предыдущего сужения воздуховода).忽視この recommendation は、システムのバランス調整に問題を引き起こす可能性があります。

Желательно в завершающие 50 см магистрального воздуховода врезки не устанавливать (Рис. 4).

Если магистральный воздуховод разветвляется, то после разветвления для получившихся ответвлений магистральных воздуховодов действует тоже правило (о завершающих 50 см). Данное требование не является обязательным, но выполнение его упрощает процесс пусконаладки.

При соединение подающей магистрали к воздухонагревателю желательно производить через гибкую вставку. Это упрощает при необходимости демонтаж части воздуховодов, к примеру, при необходимости доукомплектовать систему испарителем кондиционера.

Посредством врезок к магистральному воздуховоду подсоединяются гибкие шумоглушащие теплоизолированные воздуховоды диаметром 102, 127 и 160 мм (например, SonoDFA-S 102, SonoDFA-S 127, SonoDFA-S 162). Гибкие воздуховоды являются окончными и подсоединяются к круглым подающим диффузорам диаметром 100, 125, 160 мм, соответственно, или имеют переходы на прямоугольные подающие решетки 100x200 и 100x300 мм, 150x300 соответственно. Возможны и иные размеры подающих решеток, но весьма желательно, чтобы скорость исходящего потока воздуха через них не превышала 1,5 м/с в рабочем режиме.

ВНИМАНИЕ!

Подающие решетки нельзя располагать в зоне долговременного пребывания людей! Так, в случае подачи воздуха сверху, решетки не устанавливают над креслом, кроватью, кухонным рабочим столом и т.д.

Не желательно располагать подающие решетки в непосредственной близости от занавесей и гардин, а также ближе 15 см от стен. Также не желательно располагать подающие решетки в стенах около потолка. Допускается устанавливать подающие решетки в цоколях мебели, если только направление потока при этом не направлено в зону длительного нахождения человека.

Примечание

Как уже отмечалось, использование стандартных шумоглушающих гибких воздуховодов в качестве оконечных — это особенность и **ОСНОВНОЕ ПРЕИМУЩЕСТВО ВКС «АТМ Климат»**. Такие воздуховоды гарантируют отсутствие шума в помещениях, значительно облегчают проектирование и монтаж.

Однако, применение шумоглушающих воздуховодов накладывает и некоторые ограничения. Поскольку они имеют достаточно большое сопротивление по воздуху, то желательно, чтобы длина гибкого шумоглушающего воздуховода не превышала 2 м. В общем случае схема

укладки такого воздуховода должна предполагать «натяжение» и минимально возможное количество изгибов. Однако, на практике бывают случаи, когда возникает необходимость располагать подающую решетку в непосредственной близости от магистрального воздуховода. В этом случае можно принудительно сделать подающий воздуховод большей длины, изогнув его в виде петли. Но к данным решениям нужно относиться с осторожностью, поскольку падение давления в таком воздуховоде в разы превышает аналогичную характеристику в натянутом по прямой воздуховоде. В каждый оконечный подающий воздуховод монтируется балансировочная дроссельная заслонка, которая используется при проведении пусконаладочных работ по воздуху.

3.8.2. Топология возвратных воздуховодов

Конструкция коллектора обратного, являющегося дополнительным оборудованием воздухонагревателя модели АВН120/300, содержит две врезки, рассчитанных для подсоединения круглых, желательно, гибких шумоглушающих воздуховодов диаметром 315мм. Такой коллектор удобен для установки на него Увлажнителя и стерилизатора. Для удешевления стоимости оборудования, можно изготовить обратный коллектор из оцинкованной стали и оклеить фольгированным утеплителем.

На потолке над возвратным коллектором для моделей АВН 120/300 целесообразно смонтировать камеру выравнивания с двумя врезками диаметром 315 мм, посредством которых камера выравнивания подсоединяется к возвратному коллектору гибкими воздуховодами. Это позволит «развязать» воздухонагреватель и возвратные воздуховоды по шуму и вибрациям и существенно упростит монтаж системы. К камере выравнивания подсоединяется магистральный возвратный воздуховод или магистральные возвратные воздуховоды, если их несколько. К камере выравнивания подсоединяется и воздуховод для подмеса свежего воздуха. Этот воздуховод, как правило, изготавливается из жестких материалов.

ВНИМАНИЕ!

Воздуховод для подмеса свежего воздуха в обязательном порядке должен быть утеплен.

Воздуховод для подмеса можно снабдить дроссельной заслонкой для регулирования объема приточного воздуха. На подмес можно установить дроссельную заслонку с сервоприводом и управлять подачей свежего воздуха, например, с помощью контроллера СО₂, установленного в жилой зоне дома.

Если в целях экономии энергоресурсов предусматривается установка приточно-вытяжной установки с рекуперацией тепла, то подающий воздуховод рекуператора подсоединяется к системе возвратных воздуховодов ВКС.

Примечание

Если планируется установка рекуператора в дальнейшем (в процессе эксплуатации ВКС), то для его установки необходимо заранее «свести» все вытяжные воздуховоды к месту будущего расположения рекуператора и подвесить к нему общий вытяжной канал дома. Также должно быть зарезервировано место, с удобным доступом для обслуживания этого прибора, подведено электропитание и провода для пульта управления.

3 Проектирование

Примечание

К камере выравнивания могут подсоединяться воздуховоды, непосредственно от возвратных решеток (минуя магистраль). Если расстояние от возвратной решетки до камеры выравнивания менее 5 м, то рекомендуется использовать гибкие шумоглушающие теплоизолированные воздуховоды диаметром не более 160 мм.

Для АВ120МГ/180МГ камерой выравнивания может служить часть возвратной магистрали непосредственно перед АВН.

Возвратные решетки в помещениях на нижнем этаже дома желательно располагать так, чтобы 1/3 объёма воздуха забиралось у пола и 2/3 у потолка. На верхнем этаже весь воздух забирается в районе потолка. При этом желательно обеспечить максимальное расстояние от подающих решеток для лучшего перемешивания воздуха в помещениях.

Допускается размещение возвратных решеток вне помещений, в которые подается воздух (к примеру, подача в комнату, возврат из коридора). Но в этом случае под дверью должна быть щель 1,5-2 см или предусмотрена установка переточной решетки.

В качестве обратных воздуховодов допускается использование строительных пустот в стенах и перекрытиях в случае, если материалы, используемые при их производстве, не пылят и допустимы в строительстве по санитарным нормам.

ВНИМАНИЕ!

Не допускается использование для организации возвратных воздуховодов строительных пустот, в которых проходят дымоходы, канализационные трубы и иные коммуникации, повреждение которых может привести к изменению состава воздуха.

Возвратные воздуховоды не подводятся в санузлы и технические помещения. Воздух в эти помещения подается, но забирается только через вытяжку естественную или принудительную. Надо помнить также, что в ВКС на кухне обязательна установка вытяжки над плитой с «выбросом» воздуха непосредственно на улицу через обратный клапан типа «хлопушка».

3.8.3 Общие рекомендации по размещению магистральных воздуховодов

Желательно, чтобы магистральные подающие и возвратные воздуховоды не проходили через спальни. В противном случае, необходимо применение специальных мер по дополнительной звукоизоляции магистральных воздуховодов. Для старших моделей АВН (АВН-240, АВН-300) шум вентилятора может распространяться по системе возвратных жестких воздуховодов. Короткий участок гибких воздуховодов между коллектором обратным и камерой выравнивания часто не способен погасить этот шум. Для борьбы с шумом можно, конечно, использовать жесткие шумоглушители. Однако для таких шумоглушителей есть определенные требования по их расположению, которые не всегда можно выполнить в жилом доме, по причине отсутствия свободного пространства. В этом случае рекомендуется следующее решение.

Необходимо заменить часть возвратного воздуховода длиной 1,5-2 м на несколько параллельных гибких шумоглушащих теплоизолированных воздуховодов малого диаметра (127 или 160 мм), так что бы скорость воздуха в этих воздуховодах не превышала 4 м/с. На практике это часто помогает снизить

3 Проектирование

уровень шума до приемлемого значения или избавиться от него полностью..

Оптимальным местом для размещения магистральных воздуховодов являются коридоры, вспомогательные помещения, санузлы, шахты лестниц.

3.8.4 Сечения воздуховодов

При выборе топологии и сечений воздуховодов рекомендуется придерживаться ограничений, основанных на максимально допустимой скорости в воздуховодах (см. Табл.1)

Таблица 1

Максимально допустимая скорость воздуха в воздуховодах

Тип воздуховода	Максимально допустимая скорость воздуха, м/с
Магистральный подающий воздуховод	4
Оконечные подающие воздуховоды	2,5
Магистральные возвратные воздуховоды	3,5
Оконечные возвратные воздуховоды	2

Примечание

В качестве исключения допускается увеличение скорости в воздуховодах, но с обязательным принятием дополнительных мер по шумоизоляции этих воздуховодов.

3.8.5 Материалы для изготовления воздуховодов

В качестве материала для изготовления магистральных воздуховодов используется, как правило, оцинкованная сталь. Вертикальные участки подающих и возвратных воздуховодов длиной более 3 м также желательно делать из оцинкованной стали.

Магистральный подающий воздуховод, как и все жёсткие подающие воздуховоды в обязательном порядке должны быть обклеены теплоизоляционным материалом для исключения образования росы на их поверхности при работе ВКС в режиме охлаждения.

При использовании иных материалов для воздуховодов необходимо придерживаться требований СП 60.13330.2012. Возможно применение, например, технологии PIRALU, CLIMAVER или подобных материалов, при условии наличия официальных разрешительных документов на их использование в РФ.

3.9 Заключительный этап проектирования

На заключительном этапе проекта производится оценочный расчет падения давления в системе с учетом всех составляющих – водяной теплообменник, внутренний блок кондиционера, воздушный фильтр, система воздуховодов. Исходя из рассчитанного падения давления и объема прокачиваемого воздуха $V_{авн}$, (см. подраздел 3.3) уточняется модель воздухонагревателя с вентилятором требуемой производительности с минимальным запасом по давлению 15-20% (Приложение Г).

3 Проектирование

Примечание

На практике часто бывает достаточно убедиться в правильности выбора воздухонагревателя путем проверки создаваемого его вентилятором давления при расходе, соответствующим V_{ABH} . Это можно сделать по нагрузочной характеристике вентилятора выбранной модели воздухонагревателя (см. **Приложение Г**).

ВНИМАНИЕ!

Давление создаваемое вентилятором при расходе, соответствующим V_{ABH} не должно быть меньше, указанного в Таблице 2

Таблица 2

Рекомендуемое значение давления вентилятора при расходе, соответствующим V_{ABH}

Модель воздухонагревателя	Рекомендуемое значение давления вентилятора, Па, не менее
ABH 120	200
ABH 180	250
ABH 240	250
ABH 300	300
ABH 120МГ	500
ABH 180МГ	500

3.10 Рекомендации по содержанию проекта

Проект ВКС должен включать в себя:

3.10.1 Общие данные о системе

- Тип объекта и его характеристики (площадь, утепление, планировки, месторасположение и т.п.);
- Нормативные документы, использованные при разработке проекта;
- Укрупненный перечень оборудования;
- Описание основных характеристик оборудования
- Таблицы с данными расчетов по воздуху, теплу, охлаждению;
- Рекомендации для проектировщиков смежных систем и заказчика (в т.ч. рекомендации по размещению термостата, гигростата, пульта управления рекуператора, выключателя «Фоновая вентиляция» и их слаботочных цепей).

3.10.2 Котельная

- План обвязки котельной с размерами и привязками;
- Схемы размещения и подключения оборудования.

3.10.3 Схемы воздуховодов

- Планы прокладки воздуховодов с размерами и привязками (включая приточно вытяжные в случае установки рекуператора);
- Аксонометрия размещения воздуховодов и оборудования;
- Планы отверстий;
- Планы размещения оборудования.

3.10.4 Приложения

- Спецификация материалов и оборудования;
- Схема обвязки кондиционера (теплового насоса);
- План прокладки линии хладагента, силового кабеля и кабеля управления ККБ.

4. Монтаж системы

Способ соединения прямоугольных воздуховодов из оцинкованной стали для ВКС является не принципиальным (фланцевое соединение или реечное).

Круглые воздуховоды соединяются с помощью ниппелей.

Способ прокладки и способ крепления воздуховодов к конструкции дома аналогичны способам общепринятым при устройстве вентиляции.

При монтаже гибких воздуховодов, как уже указывалось, нужно обращать особое внимание на натяжение внутреннего рукава воздуховода. При уменьшении натяжения существенно возрастает сопротивление потоку воздуха.

Соединение гибких и жестких воздуховодов производится с использованием стальных хомутов и алюминиевого скотча. Возможно использование различных герметиков, хорошо липнущих к металлу, с пластиковыми хомутами. Хомуты нужны на период застывания герметика. Желательно также использовать армированный скотч.

Примечание

Прочность механического крепления гибкого шумоглушащего теплоизолированного воздуховода на патрубке (врезке в металлический воздуховод или на корпусе дросселя) обеспечивается креплением внутреннего перфорированного рукава, армированного стальной спиральной проволокой. Герметичность же обеспечивается креплением внешнего рукава из металлизированной полимерной пленки.

Порядок монтажа и подключений воздухонагревателя, дополнительного и опционального оборудования изложен в соответствующих РЭ.

Примечание

Если в системе предусматривается установка кондиционера в дальнейшем при эксплуатации системы, то целесообразно его внутренний блок (канальный испаритель) установить до пусконаладки системы. Это даст гарантию того, что при запуске кондиционера не потребуется доработка воздуховодов и перебалансировка системы.

ВНИМАНИЕ!

При отделочных работах в доме весьма желательно предусмотреть ревизионные люки для доступа к дроссельным заслонкам в случае необходимости перебалансировки системы.

5 Пусконаладка по воздуху

5.1 Измерение расхода воздуха

После монтажа системы производится пусконаладка по воздуху. Пусконаладка – заключительный и самый ответственный этап создания системы воздушного отопления. Для её проведения используется анемометр – прибор позволяющий, в простейшем случае, измерить скорость потока воздуха. Зная скорость потока из подающей решётки, легко подсчитать объем поступающего через неё в помещение воздуха в час.

Рекомендуются анемометры с диапазоном измерения 0,4...10

5 Пусконаладка по воздуху

м/с с чувствительностью не хуже 0,1.

Для пусконаладки на одном объекте целесообразно использовать один и тот же анемометр.

Желательно применять анемометр с выносной крыльчаткой или с трубкой Пито. При этом трубку или крыльчатку удобней всего прикрепить к раздвижной штанге разумной длины.

Данная конструкция существенно упрощает процесс замеров расхода воздуха. Кстати, на эти замеры уходит около 75% времени пусконаладки.

ВНИМАНИЕ!

Анемометр является средством измерений и требует бережного к себе отношения. Он должен быть исправным и иметь действующий срок поверки.

Если анемометр не позволяет сделать автоматический пересчет скорости движения воздуха (м/с) в расход по воздуху ($\text{м}^3/\text{час}$), то пересчет осуществляется по следующей формуле:

$$V = 3,1416 * r * r * 3600 * v$$

или эквивалентная формула:

$$V = 1,13 * rc * rc * v,$$

Где **V** – расход по воздуху ($\text{м}^3/\text{ч}$);

r – радиус круглого воздуховода (м);

rc – радиус в сантиметрах;

v – скорость воздуха (м/с).

Если воздуховод прямоугольный, то приведенный радиус рассчитывается по формуле:

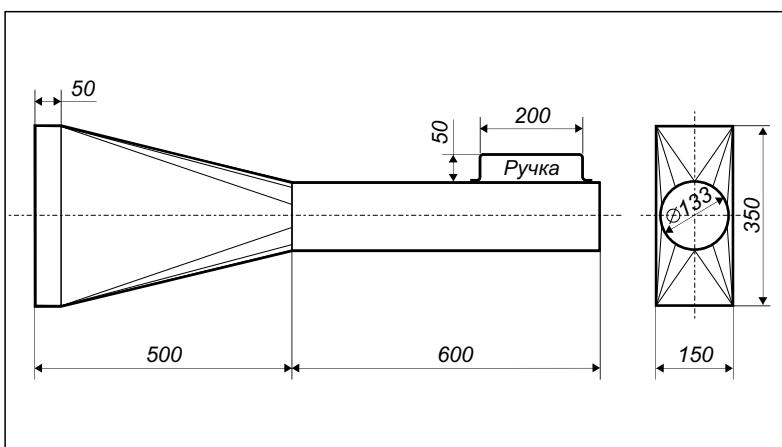
$$R=a*b/(a+b)$$

Где **a**, **b** – стороны прямоугольника (сечение воздуховода в м).

Замеры скорости производятся в трех точках (по краям и в центре) и рассчитывается средняя скорость. Если в одной из точек скорость движения воздуха окажется отрицательной (вихревой поток), то необходимо использовать приспособление, показанное на Рис.5.

Рисунок 5

Размеры измерительного воздуховода-переходника



Это измерительный воздуховод-переходник с диаметром круглой части воздуховода 133 мм удобен тем, что скорость можно измерять в одной точке (в центре на срезе круглого воздуховода) и тем, что скорости воздуха 1 м/с соответствует расход 50 $\text{м}^3/\text{час}$.

5 Пусконаладка по воздуху

Примечание

Для точности вычислений важно обеспечить достаточно хорошую герметизацию перехода от подающего воздуховода к изображеному приспособлению. Этого можно добиться, используя, к примеру, кольцо из тонкой резины, одетое на прямоугольную часть приспособления или изготовить подобные переходники для наиболее часто встречающихся в проекте сечений подающих узлов. Например, 105x255 – стандартная решетка для пола, 100x200 и 100x300 – стандартные потолочные решетки.

В ряде случаев возможно измерение скорости в одной точке и без применения таких приспособлений, если на подающем воздуховоде установлен переходник с круглого на прямоугольное сечение, который позволяет поднести выносную крыльчатку анемометра (или трубку Питот) в центр выхода круглого воздуховода.

5.2 Подготовка к пусконаладочным работам

Перед началом работ целесообразно подготовить в формате Excel (в крайнем случае, в бумажном виде) рабочую таблицу для внесения:

- Расчетных данных из проекта (размеры подающих воздуховодов и расходы воздуха через них);
 - Результатов измерений скорости из подающих воздуховодов;
 - Результатов расчёта фактического расхода воздуха через подающие воздуховоды;
 - Результатов расчёта коэффициента превышения фактического расхода над расчётным.
- Форма таблицы и порядок её заполнения приведены в **Приложение Д**.

Примечание

Если рабочая таблица готовится в бумажном виде, то целесообразно иметь на объекте от 5 до 10 её копий в зависимости от сложности объекта и опыта исполнителей.

Подготовку к пусконаладочным работам заканчивают следующими действиями:

- Снимаются декоративные решетки с подающих узлов;
- Открываются все дроссельные заслонки на подающих воздуховодах;
- Предварительно промаркировав, отключаются провода термостата от клемм блока автоматики воздухонагревателя;
- Закрываются все межкомнатные двери или, в случае их отсутствия, дверные проемы закрываются, например, п/э плёнкой для исключения перетока воздуха между помещениями.

5.3 Последовательность действий при пусконаладке.

5.3.1 Замкнуть контакты R,G на блоке автоматики с помощью перемычки.

5.3.2 Подать питание на вентилятор и блок автоматики.

5.3.3 С помощью приборной отвертки из комплекта поставки блока автоматики потенциометр «Рабочий режим нагрев»

5 Пусконаладка по воздуху

на блоке автоматики перевести в положение, когда обороты вентилятора станут максимальными.

5.3.4 Замерить расход воздуха в системе. Для этого замерить расход воздуха из каждого подающего воздуховода с помощью анемометра (см. подраздел 5.1), внести полученные данные в рабочую таблицу пусконаладки и произвести расчёты (см. Приложение Д).

5.3.5 Сравнить фактический расход воздуха с проектным. Если фактический суммарный расход воздуха в отапливаемых помещениях превышает плановый более чем на 20%, то необходимо выбрать «типичный» воздуховод, в котором расход по воздуху превышает плановый примерно в той же пропорции, что и во всей системе в целом:

$$K_9_{\text{тип}} \approx K_9_{\text{сред}}$$

Где $K_9_{\text{тип}}$ – коэффициент превышения для «типичного» воздуховода;

$K_9_{\text{сред}}$ – коэффициент превышения для всей системы в среднем.

5.3.6 Уменьшить с помощью потенциометра «Рабочий режим нагрев» скорость вращения вентилятора, добиться расхода воздуха из тестового воздуховода на 20% больше, чем указано в проекте.

5.3.7 Повторно промерить расходы воздуха по всем подающим воздуховодам.

5.3.8 Рассчитать коэффициент превышения фактического расхода над проектным для каждого воздуховода и для системы в целом.

5.3.9 Если коэффициенты превышения каждого воздуховода отличаются от коэффициента по всей системе в целом не более чем на 3%, то переходим к пункту 5.3.12.

Допускается объединение расходов воздуха в рамках одного помещения (комнаты или коридора) и перераспределение расходов воздуха по воздуховодам в рамках одного помещения. Однако, не желательно, чтобы это перераспределение отличалось от плана более чем на 10% из-за повышения вероятности появления шумов и недопустимых скоростей подачи воздуха из некоторых подающих воздуховодов.

5.3.10 Выбрать 2-4 воздуховода с максимальными коэффициентами K_9 и с помощью дроссельных заслонок отрегулировать расход воздуха в этих воздуховодах таким образом, чтобы коэффициенты превышения расхода воздуха в этих воздуховодах были равны среднему коэффициенту превышения по всей системе.

5.3.11 Повторить процедуру, начиная с пункта 5.3.7.

5.3.12 Отрегулировать скорость вращения вентилятора так, чтобы расход воздуха в системе соответствовал проекту. Если регулировка скорости вращения не нужна, то перейти к пункту 5.3.13. В противном случае повторить процедуру, начиная с пункта 5.3.7.

Примечание

5 Пусконаладка по воздуху

ВНИМАНИЕ!

Критерием правильно отрегулированной системы является наличие хотя бы одной полностью открытой дроссельной заслонки.

5.3.13 Отключить питание блока автоматики.

5.3.14 Замкнуть перемычками на блоке автоматики контакты **R, G, W, W2**.

5.3.15 Включить питание блока автоматики.

5.3.16 С помощью потенциометра «**Ускоренный прогрев**» отрегулировать скорость вращения вентилятора таким образом, чтобы расход воздуха в системе увеличился не более, чем на 30% по сравнению с «**Рабочим режимом**».

*В режиме «**Ускоренный прогрев**» допускается наличие незначительного шума из подающих и возвратных воздуховодов.*

5.3.17 Отключить питание блока автоматики.

5.3.18 Замкнуть на блоке автоматики контакты **R, G, O**.

5.3.19 Включить питание блока автоматики.

5.3.20 С помощью потенциометра «**Рабочий режим охлаждение**» отрегулировать скорость вращения вентилятора, добившись общего расхода воздуха в соответствии с проектом для режима охлаждения.

*Обычно этот расход превышает расход воздуха в «**Рабочем режиме нагрев**» на 10...15%.*

5.3.21 Отключить питание блока автоматики.

5.3.22 Разомкнуть на блоке автоматики контакты **R, G, O**. Замкнуть контакты **B1, B2** с помощью перемычки.

5.3.23 Включить питание блока автоматики.

5.3.24 С помощью потенциометра «**Вентиляция**» отрегулировать скорость вращения вентилятора таким образом, чтобы расход воздуха в системе уменьшился относительно «**Рабочего режима нагрев**» не более, чем на 50%.

5.3.25 Отключить питание блока автоматики и снять перемычку **B1,B2**.

5.3.26 Подключить провода термостата к блоку автоматики согласно маркировке.

5.3.27 Включить питание блока автоматики.

5.3.28 Проверить работоспособность термостата в комплексе с воздухонагревателем в соответствие с руководством по эксплуатации на термостат.

5.3.29 Отключить питание блока автоматики и вентилятора. Пусконаладка завершена.

5 Пусконаладка по воздуху

ВНИМАНИЕ!

5.4 Особенности пусконаладки ВКС небольших домов

Для небольших домов (не более 60м²) возможно применение упрощенной методики пусконаладки на основе измерения температуры в помещениях. Методика достаточно простая (не требует специальных знаний и специализированных измерительных приборов) и может быть использована самим владельцем дома без привлечения профессионалов.

Упрощенный характер данной методики потребует относительно длительного времени пусконаладки и постоянного доступа ко всем балансировочным дросселям.

Последовательность действий следующая.

5.4.1 Открыть все дроссельные заслонки на подающих воздуховодах.

Снимать подающие решетки и отключать системный терmostат не требуется. Межкомнатные двери при измерении температуры в помещениях должны быть закрыты.

5.4.2 Установить на терmostate рабочий режим «Нагрев». Отрегулировать скорость вентилятора потенциометром «Рабочий режим нагрев» (БА) на комфортную (критерий комфортности: отсутствие шума и малозаметная скорость воздуха из решеток в помещениях).

5.4.3 В самом жарком помещении уменьшить расход воздуха дроссельной заслонкой на подаче, повернув её рычаг на 10..15°.

5.4.4 По истечении суток повторить п. 5.4.3. и делать так, пока температура во всех помещениях не будет оптимальной.

Если в результате указанных действий тепла в доме будет не хватать, то необходимо увеличить скорость вращения вентилятора (см. п.5.4.2).

Примечание

РАСЧЕТ ЭНЕРГОЗАТРАТ НА НАГРЕВ И УВЛАЖНЕНИЕ ПРИТОЧНОГО ВОЗДУХА

Оценочный расчет произведём на примере расчёта энергозатрат на нагрев и увлажнение приточного воздуха для Московского региона.

Расчет производится для нормируемой зимней температуры воздуха самой холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 (**СП 131.13330.2012 СТРОИТЕЛЬНАЯ КЛИМАТОЛОГИЯ**).

Для Московского региона это **-28°C**.

Температуру в доме примем равной **+22°C**.

Для удобства дальнейшего использования всё нужно привести к размерности **Вт·ч**.

По справочным данным теплоемкость сухого воздуха составляет **1,005 кДж/кг·К**

Плотность воздуха при температуре **+22°C** и давлении **100 кПа** равна **1,18 кг/м³**

Получаем, что для нагрева **1 м³** сухого воздуха с **-28°C** до **22°C** потребуется:

$$1,005 \cdot 1,18 \cdot 50 = 1,1859 \text{ кДж} \cdot 50 = 0,331 \text{ Вт}\cdot\text{ч} \cdot 50 = 16,55 \text{ Вт}\cdot\text{ч}$$

При **-28°C** в воздухе содержится ещё и водяной пар (примерно **0,4 г/кг**), который тоже нужно нагреть на **50 градусов**. Это добавит ещё **0,027 Вт·ч**.

А теперь этот воздух необходимо доувлажнить до, к примеру, до **40%** относительной влажности, т.е. требуется испарить **7,6 г** воды на **1 м³** воздуха. Возьмём эту воду, допустим, из скважины с температурой **+10°C**. Её нужно нагреть до **+100°C** и испарить. На это нужно затратить **6,31 Вт·ч** энергии.

Суммируя вышеприведённое, получаем:

Для того, чтобы нагреть и увлажнить до 40% **1 м³** свежего воздуха необходимо потратить **22,89 Вт·ч** энергии.

Если увлажнить мы хотим до 30%, то затратить нужно **21,21 Вт·ч** энергии на **1 м³** приточного воздуха.

Приложение Б (справочное)

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕПЛООБМЕННИКОВ

Технические характеристики нагревателей водяных

HB 120 (ABH 120)

Расход по воздуху, м ³ /ч	Падение давления, Па	Температура воздуха на выходе, °C	Мощность нагрева, кВт	Расход воды, л/ч
800	8	54	9,8	700
1000	12	52	11,5	820
1080	14	51	12,1	864
1200	17	50	13,0	930

HB 180/240 (ABH180, ABH 240)

Расход по воздуху, м ³ /ч	Падение давления, Па	Температура воздуха на выходе, °C	Мощность нагрева, кВт	Расход воды, л/ч
1700	25	53,3	18,2	1561
2000	32	51,5	20,4	1752
2400	44	49,5	23,2	1989
2700	54	48,3	25,1	2156

HB 300 (ABH 300)

Расход по воздуху, м ³ /ч	Падение давления, Па	Температура воздуха на выходе, °C	Мощность нагрева, кВт	Расход воды, л/ч
2500	62	55,5	28,3	1214
2700	72	54,7	29,9	1285
2900	82	53,9	31,5	1354
3100	92	53,2	33,1	1421

HB 120/180МГ (ABH 120МГ, ABH 180МГ)

Расход по воздуху, м ³ /ч	Падение давления, Па	Температура воздуха на выходе, °C	Мощность нагрева, кВт	Расход воды, л/ч
1200	45	52,3	12,5	538
1500	66	50,2	14,8	634
1800	93	48,0	16,6	714
2200	134	45,0	18,5	793

Примечание

Характеристики водяных нагревателей приведены для температуры воды на подаче 80°C, в обратке 60°C.
Температура воздуха на входе в нагреватель 18°C.

Приложение Б (справочное)

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕПЛООБМЕННИКОВ

Технические характеристики нагревателей электрических

Модель нагревателя электрического	Суммарная мощность нагрева, кВт	Ступени нагрева, кВт	Ном. напряжение питания, В, 50Гц	Мин. расход по воздуху, м³/ч	Рекомендуемая модель воздухонагревателя
НЭ 6	6	3+3	220/380 3N	900	ABH 120
НЭ 6МГ	6	3+3	220/380 3N	900	ABH 120МГ
НЭ 9	9	6+3	220/380 3N	950	ABH 120
НЭ 12	12	6+6	380 3N	1200	ABH 180
НЭ 12МГ	12	6+6	380 3N	1200	ABH 180МГ
НЭ 15	15	9+6	380 3N	1500	ABH 180
НЭ 18	18	12+6	380 3N	1800	ABH 240
НЭ 24	24	12+12	380 3N	2400	ABH 300

**Технические характеристики охладителей
(испарителей канальных – внутренних блоков кондиционера)**

ИК 120МГ (АВН 120МГ)

Внутренний объём 1,6 л.

Расход по воздуху, м ³ /ч	Падение давления, Па	Температура воздуха на выходе, °С	Мощность охлажд., кВт	Расход хладагента, кг/ч	Конденсат, л/ч
1300	46	18,8	6,9	152	4,0
1500	58	19,4	7,2	160	4,0
1700	72	20,1	7,5	165	4,1

ИК 180МГ (АВН 180МГ)

Внутренний объём 2,5 л.

НЧ 100М (НЧ 110М)		НЧ 100М (НЧ 110М)			
Расход по воздуху, м ³ /ч	Падение давления, Па	Температура воздуха на выходе, °С	Мощность охлажд., кВт	Расход хладагента, кг/ч	Конденсат, л/ч
2000	134	17,2	11,8	260	6,2
2200	158	17,6	12,4	274	6,4
2400	184	17,9	12,9	286	6,6

Примечания

- 1 Тип хладагента R410A;
 - 2 Характеристики охладителей приведены для температуры воздуха на входе в испаритель 28°C;
 - 3 Рекомендуемые модели испарителей для АВН 120/300 указаны в руководстве по эксплуатации воздухонагревателя (Приложение А). Характеристики указанных испарителей приведены в товаросопроводительной документации на эти изделия;
 - 4 Рекомендуемые модели ККБ (наружных блоков кондиционера) соответствующей мощности указаны в руководстве по эксплуатации воздухонагревателя (Приложение А).

Приложение В (справочное)

ТИПОВЫЕ СХЕМЫ ПРОКЛАДКИ ВОЗДУХОВОДОВ

Типовой схемой прокладки воздуховодов является прокладка подающих воздуховодов в перекрытии между 1 и 2 этажами. При этом на первый этаж подача воздуха производится с потолка (с верху в низ), а на второй этаж из пола (снизу вверх).

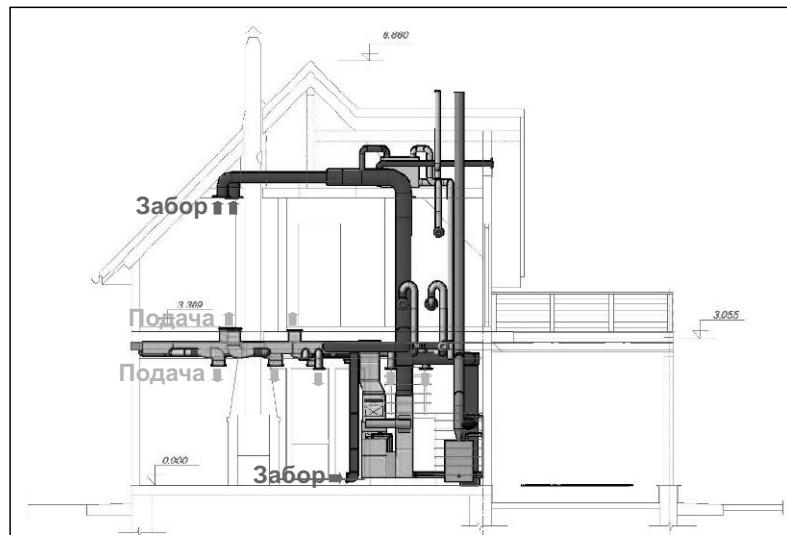
Обратные воздуховоды на первом этаже монтируются таким образом, чтобы забирать воздух с противоположной стороны от подающих решеток, на высоте 30-40 см от пола.

На втором этаже обратные воздуховоды монтируются под потолком или на утепленном чердаке, и забирают воздух из верхних точек помещений.

Данная схема оптимальна по затратам на материалы и трудозатратам на монтаж сети воздуховодов. Типичный пример такого подхода показан на Рис.6.

Рисунок 6

Типовая схема расположения воздуховодов для одноэтажных домов с мансардой и 2-х этажных домов

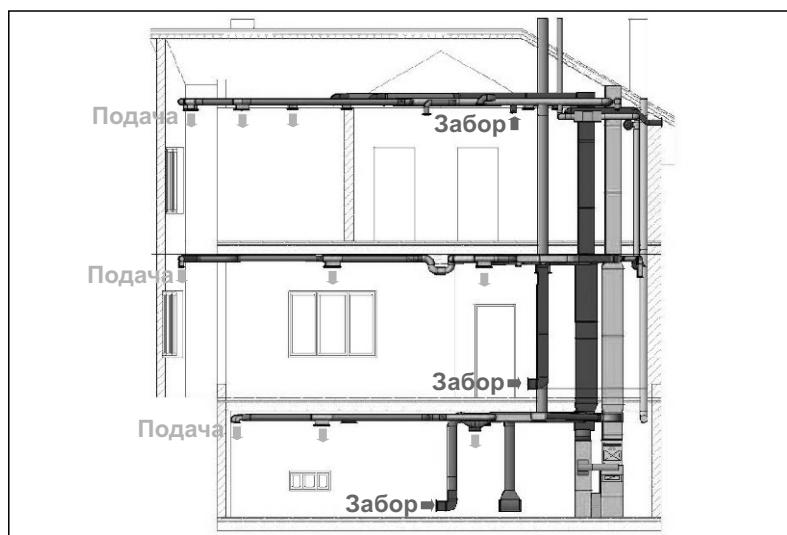


Так же ввиду конструктивных особенностей здания используется схема прокладки воздуховодов отдельно на каждом этаже.

На всех этажах подающие магистрали и решетки расположены с верху. На нижних этажах обратные решетки расположены снизу стен, на расстоянии 30-40 см от пола. На верхнем этаже забор воздуха производится у потолка (см. Рис.7).

Рисунок 7

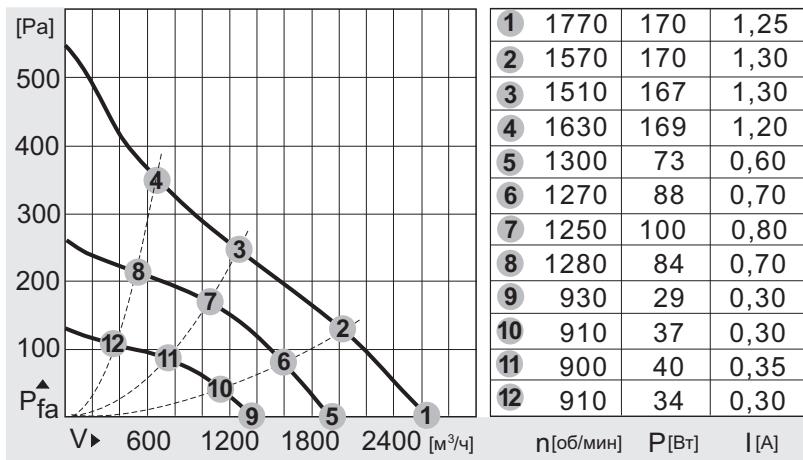
Типовая схема с поэтажной разводкой подающих воздуховодов



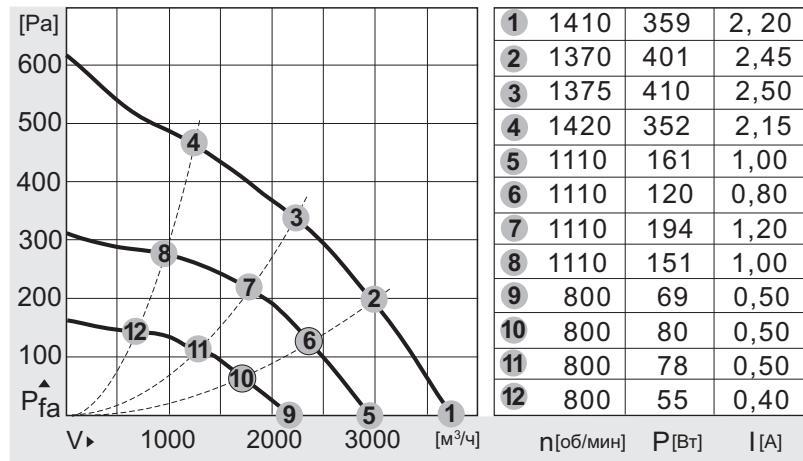
Приложение Г (справочное)

НАГРУЗОЧНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЕНТИЛЯТОРОВ ВОЗДУХОНАГРЕВАТЕЛЕЙ

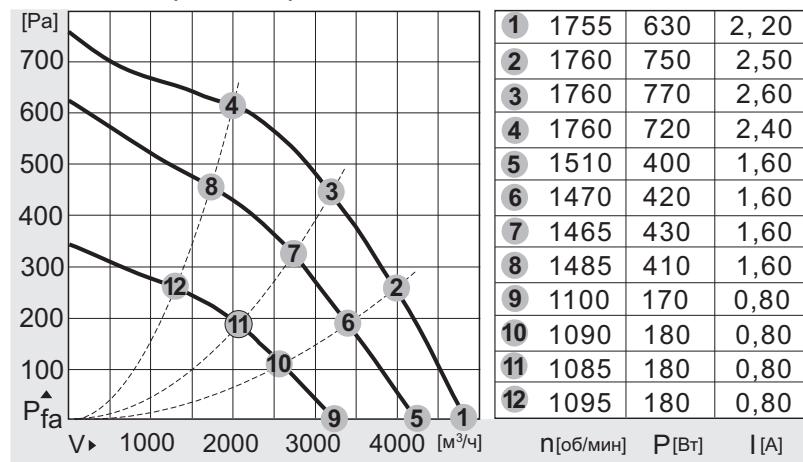
БВ 120 (ABH 120)



БВ 240 (ABH 240)

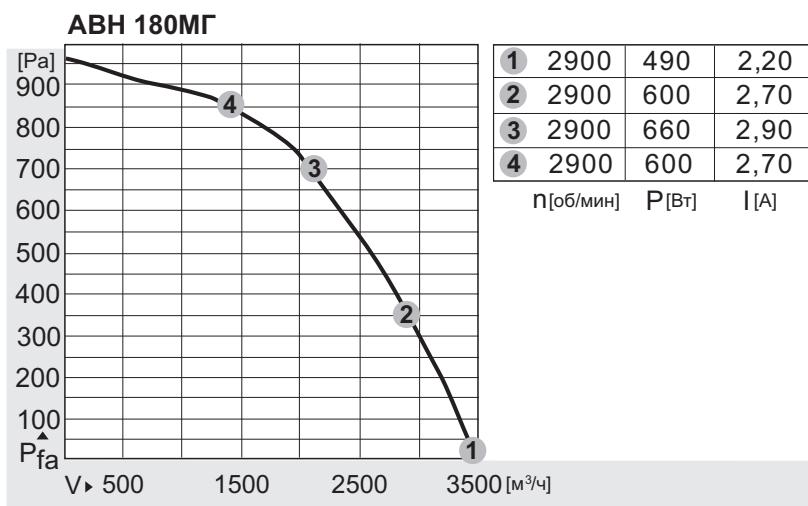
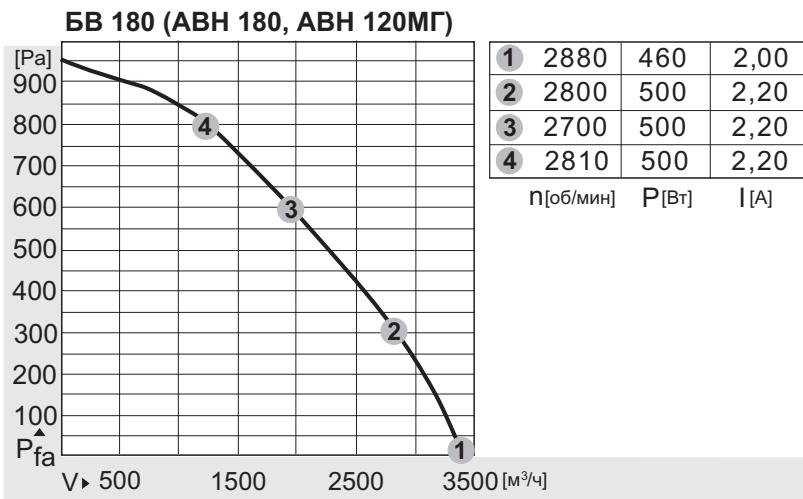


БВ 300 (ABH 300)



Приложение Г (справочное)

НАГРУЗОЧНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЕНТИЛЯТОРОВ ВОЗДУХОНАГРЕВАТЕЛЕЙ



Приложение Д

ТИПОВАЯ РАБОЧАЯ ТАБЛИЦА ПУСКОНАЛАДКИ Форма и порядок заполнения

Таблица 3

Форма типовой рабочей таблицы

Помещение	№ воздухо-вода	Размер воздуховода	Расход воздуха (проект)	Метод снятия показаний	Фактический или эквивалентный радиус	Скорость воздуха (факт.)			Расход воздуха (факт.)	Коэффициент превышения
						7.1	7.2	7.3		
1	2	3	4	5	6	7			8	9
<i>Гостиная</i>	1									
	2									
	3									
<i>итого по Гостиной</i>										
<i>Кухня</i>	4									

Если замер скорости потока воздуха из подающего воздуховода планируется осуществлять по 3 точкам (столбцы 7.1, 7.2, 7.3 колонки 7), то формула расчета среднего значения скорости следующая:

$$((a_1+a_3)/2+a_2)/2$$

Где a_i – значение i -го измерения.

Колонки 1, 2, 3 и 5 рабочей таблицы являются информационными и в расчетах не участвуют.

Значения для колонки 4 берутся из проекта.

В колонке 5 в зависимости от типа подающего узла заранее указывают метод измерения скорости.

Значения в колонке 6 берутся либо из проекта, либо рассчитываются методом, изложенным в подразделе 5.1.

На объекте заполняются столбцы 7.1, 7.2, 7.3 и рассчитываются значение в колонке 8 (см. п. 5.1).

Значение в колонке 9 рассчитывается по формуле:

$$K_9=K_8/K_4$$

Где K_i – значение из i -й колонки.

Примечание

Если в помещение заходят несколько подающих воздуховодов, то целесообразно ввести строку «*Итого по помещению*».

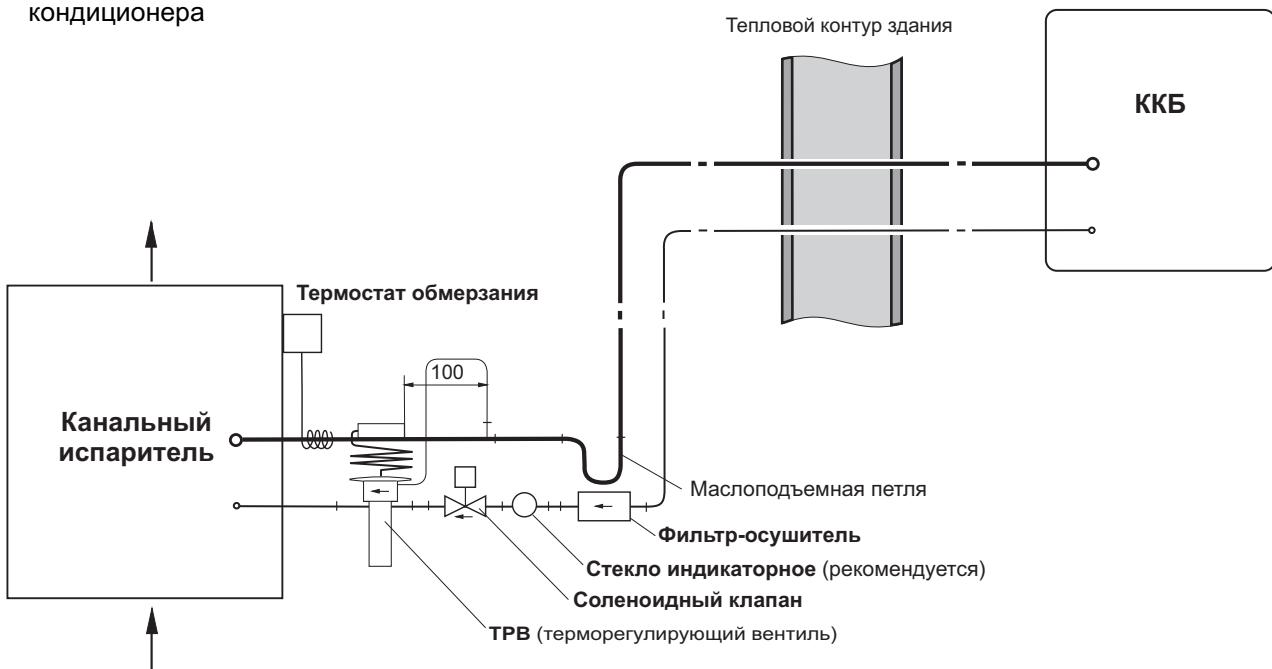
Приложение Е (справочное)

ТИПОВАЯ СХЕМА ОБВЯЗКИ КОНДИЦИОНЕРА И ТЕПЛОВОГО НАСОСА

Типовая схема обвязки канального испарителя и ККБ (кондиционер)

Рисунок 8

Типовая схема обвязки
канального испарителя



Примечания

- 1 Для АВН 120МГ и АВН 180МГ установка ТРВ обязательна. Для АВН120/300 ТРВ рекомендуется устанавливать при длине линии хладагента более 7м (пистон-дроффель из испарителя должен быть удален);
- 2 Соленоидный клапан устанавливается при длине линии хладагента более 15м или при перепаде высот установки испарителя и ККБ более +/-6м;
- 3 Установка ТРВ, соленоидного клапана, термостата обмерзания, смотрового стекла и фильтра –осушителя должна осуществляться в соответствии с требованиями их товаросопроводительной документации;
- 4 Установка ККБ, порядок его подключения, дозаправки и прокладка труб хладагента осуществляется в соответствии с инструкцией по инсталляции ККБ;
- 5 Электрическое подключение элементов обвязки осуществляется в соответствии со схемами электрических подключений, приведённых в руководстве по эксплуатации воздухонагревателя.

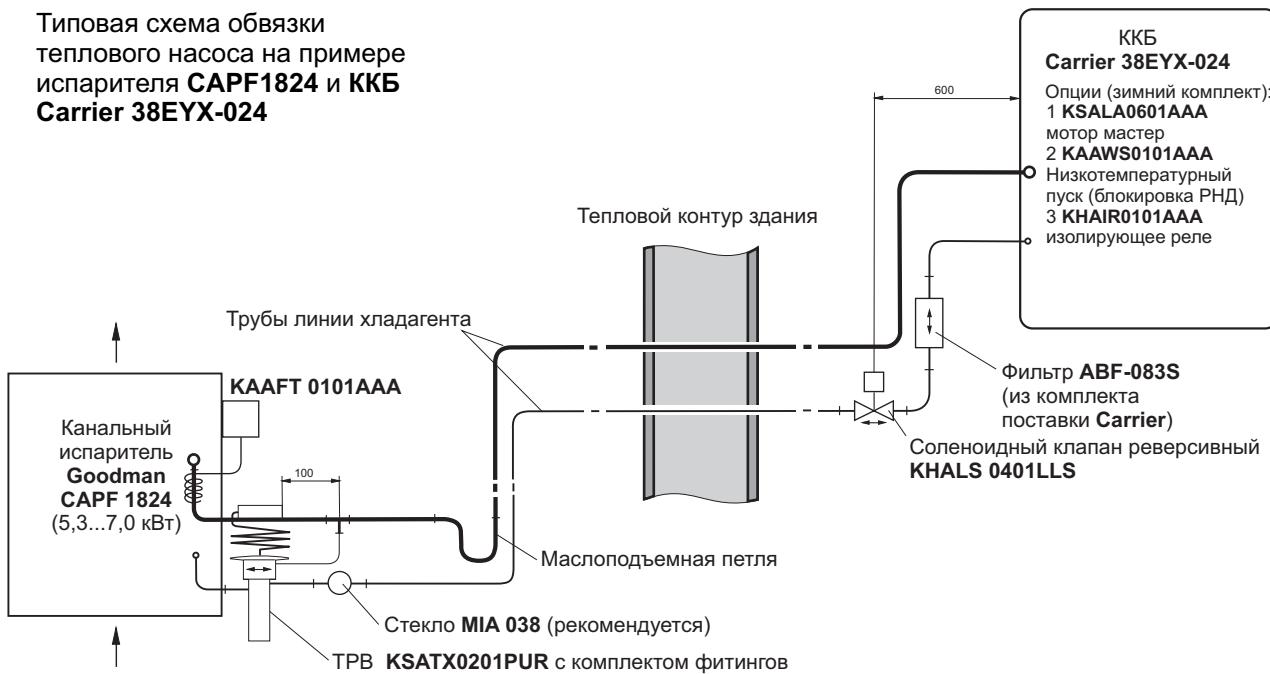
Приложение Е (справочное)

ТИПОВАЯ СХЕМА ОБВЯЗКИ КОНДИЦИОНЕРА И ТЕПЛОВОГО НАСОСА

Типовая схема обвязки канального испарителя и ККБ (тепловой насос)

Рисунок 9

Типовая схема обвязки
теплового насоса на примере
испарителя **CAPF1824** и ККБ
Carrier 38EYX-024



Примечания

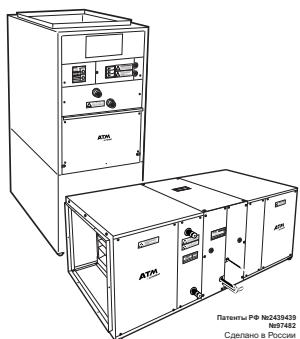
- 1 Для АВН 120МГ и АВН 180МГ установка TPB обязательна. Для АВН120/300 TPB рекомендуется устанавливать при длине линии хладагента более 7м (пистон-дроффель из испарителя должен быть удален). TPB, в данном случае, должен быть двунаправленным;
- 2 Соленоидный клапан (в данном случае двунаправленный) устанавливается при длине линии хладагента более 15м или при перепаде высот установки испарителя и ККБ более +/-6м;
- 3 Установка TPB, соленоидного клапана, терmostата обмерзания, смотрового стекла, фильтра –осушителя и устройств зимнего комплекта должна осуществляться в соответствии с требованиями их товаросопроводительной документации;
- 4 Установка ККБ, порядок его подключения, дозаправки и прокладка труб хладагента осуществляется в соответствии с инструкцией по инсталляции ККБ;
- 5 Электрическое подключение элементов обвязки осуществляется в соответствии со схемами электрических подключений, приведённых в руководстве по эксплуатации воздухонагревателя.
- 6 Электрическое подключение устройств зимнего комплекта ККБ осуществляется в соответствии со схемами электрических подключений, приведённых в товаросопроводительной документации на эти изделия.

ООО «АТМ Технолоджи»



ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВОЗДУШНЫХ
КЛИМАТИЧЕСКИХ МУЛЬТИСИСТЕМ

www.atm-climat.ru



Патенты РФ №2439439
№97462
Сделано в России

Текст: Егоров С.Н., Ред.: Пестерев Ю.Г. PN 150419