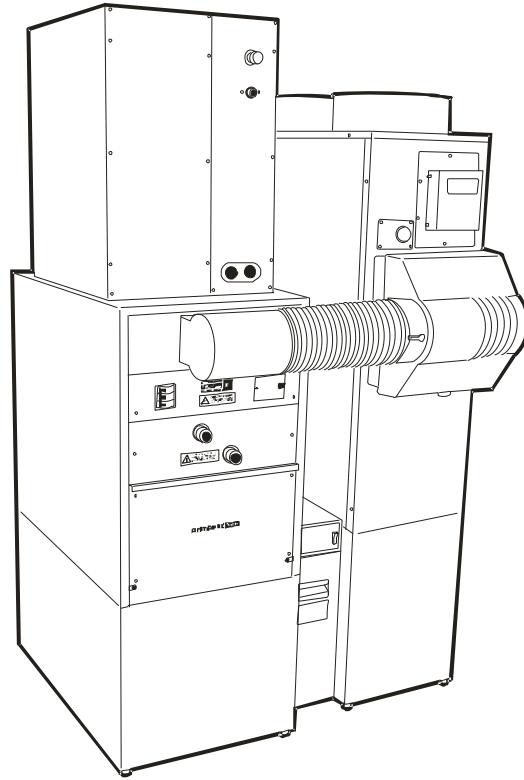


Агрегат воздушнонагревательный
для системы воздушного отопления

АНТАРЕС *Комфорт*



модели: АВН 120, АВН180, АВН 240, АВН 300

Методические рекомендации

**по проектированию, монтажу и пуско-
наладке системы воздушного отопления и
кондиционирования на базе агрегата
воздушнонагревательного «АНТАРЕС
Комфорт»**

АК.30.10.000 И

Москва, РОССИЯ

Введение

Данный документ рассчитан на специалистов-проектировщиков, монтажников и наладчиков, занимающихся системами воздушного отопления и кондиционирования жилых, общественных, а также административно-бытовых зданий предприятий и содержит информацию, необходимую при проектировании, монтаже и пуско-наладке систем воздушного отопления и кондиционирования на базе агрегата воздухонагревательного «АНТАРЕС Комфорт».

ВНИМАНИЕ! Не уступая по функциональным характеристикам, агрегат воздухонагревательный «АНТАРЕС Комфорт» имеет ряд новшеств и существенных отличий по сравнению с аналогичным оборудованием известных зарубежных производителей. Агрегат воздухонагревательный «АНТАРЕС Комфорт» (в дальнейшем воздухонагреватель) может с успехом применяться в системах воздушного отопления (в дальнейшем СВО) рассчитанных по методикам зарубежных фирм, в тоже время зарубежное оборудование, как правило, не в состоянии обеспечить функционирование СВО, рассчитанной для воздухонагревателя «АНТАРЕС Комфорт».

При разработке проекта отопления/кондиционирования необходимо учитывать требования СНиП 41-01-2003 «ОТОПЛЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ», СНиП 23-01-99* «СТРОИТЕЛЬНАЯ КЛИМАТОЛОГИЯ» и СНиП 23-02-2003 «ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЙ».

Ограничения на применение систем воздушного отопления изложены в СНиП 41-01-2003 и Руководстве по эксплуатации «Агрегат воздухонагревательный «АНТАРЕС Комфорт» для систем воздушного отопления» АК 30.10.000РЭ

1. Краткое описание и особенности агрегата воздухонагревательного «АНТАРЕС Комфорт»

1.1 Технические характеристики и описание работы агрегата воздухонагревательного «АНТАРЕС Комфорт» (в дальнейшем воздухонагреватель) приведены в Руководстве по эксплуатации «Агрегат воздухонагревательный «АНТАРЕС Комфорт» для систем воздушного отопления» АК 30.10.000РЭ (в дальнейшем РЭ).

1.2 Воздухонагреватель «АНТАРЕС Комфорт» по нагреву допускает установку нагревателя водяного и нагревателя электрического в любой комбинации, при условии соблюдения требований РЭ и ограничений, изложенных настоящих методических рекомендациях.

1.3 При использовании нагревателя водяного (водяного теплообменника) теплогенератором может выступать любой водяной отопительный котел или теплоцентральный.

ВНИМАНИЕ! 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 предусматривает 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 термостата котла, либо «развязать» отопительный котел и воздухонагреватель через гидравлическую стрелку и коллектор.

Рабочее давление водяного теплообменника воздухонагревателя «АНТАРЕС Комфорт» до 16 Бар. Схема подключения контура отопления к нагревателю водяному воздухонагревателя приведена в РЭ. Один из возможных вариантов подключения «по воде» приведен в Приложении 3 к настоящим методическим рекомендациям.

1.4 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) фильтр, установка увлажнителя, канального кондиционера, стерилизатора воздуха и др.).

1.5 Воздухонагреватель по охлаждению предусматривает установку канального охладителя.

ВНИМАНИЕ! При использовании водяного охладителя, управление насосом охладителя или электромагнитным клапаном (нормально закрытым) осуществляет блок автоматики воздухонагревателя.

Возможно использование наружного блока кондиционера, работающего в режиме теплового насоса.

1.6 Воздухонагреватель имеет блочную конструкцию и допускает левую и правую установку в зависимости от направления подачи обратного воздуха.

1.7 В качестве подающих воздуховодов рекомендуется использование гибких звукоглушащих теплоизолированных воздуховодов стандартных сечений.

2. Исходные данные, необходимые для проектирования СВО и вентиляции

2.1 Прежде чем приступить к проектированию СВО необходимо собрать следующие исходные данные.

2.1.1 Месторасположение объекта (климатическая зона – СНиП 23-01-99*).

2.1.2 Архитектурные и конструкторские решения объекта (этажные планы, разрезы/фасады, силовой каркас объекта, материалы ограждающих конструкций, типы оконных систем и площадь остекления, ориентация объекта по сторонам света, затеняющие внешние объекты).

2.1.3 Предполагаемые дизайнерские решения объекта (план расстановки мебели, дизайн потолков, стен, полов, стиль интерьеров помещений).

2.1.4 Чертежи прокладки «жестких» инженерных систем (канализация, ГВС, ХВС, центральное пылеудаление).

Примечание. Целесообразно разрабатывать проект СВО одновременно с архитектурным и конструкторским проектами дома и согласованно с разработкой проектов канализации, ГВС, ХВС и центрального пылеудаления. В этом случае можно предусмотреть на этапе архитектурного проектирования резервирование высоты потолков под прокладку воздуховодов, подвесные и потолки сложной формы, прокладку воздуховодов в межбалочном пространстве и через отверстия в балках типа «Ай-ждойст» и т.п.

2.1.4 Желаемый температурный режим помещений и количество зон с индивидуальным регулированием температуры.

ВНИМАНИЕ! Воздухонагреватель «АНТАРЕС Комфорт» позволяет сделать температурное зонирование вплоть до комнатного.

Один из вариантов организации температурного зонирования:

<http://www.invepro.ru/heating/ahs-zones.php> .

3. Размещение воздухонагревателя и термостата

3.1 При архитектурном проектировании и разработке проекта СВО необходимо учитывать требования "Инструкции по размещению тепловых агрегатов" (Минстрой России 13.09.1996 №18-69).

3.2 Воздухонагреватель «АНТАРЕС Комфорт» может располагаться во встроенном шкафу или в техническом помещении. Желательно, чтобы месторасположение воздухонагревателя (встроенный шкаф или техническое помещение) не контактировало со спальнями по горизонтали и вертикали. Желательно, чтобы месторасположение воздухонагревателя было звукоизолировано.

ВНИМАНИЕ! При проектировании необходимо учитывать требования к месту установки воздухонагревателя, изложенные в РЭ.

3.3 Термостат, управляющий работой системы, 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.

Примечание. Подробно требования по месту установки термостата изложены в товаросопроводительной документации на это изделие.

ВНИМАНИЕ! Схемотехническое решение блока автоматики воздухонагревателя предполагает использование, в общем случае, программируемого электронного термостата типа «2 тепло/1 холод».

4. Система воздуховодов

4.1. Топология подающих воздуховодов

4.1.1 В зависимости от конструкторских и дизайнерских решений в системе может быть один магистральный подающий воздуховод на два этажа – подача воздуха на нижнем этаже сверху (с потолка), а на верхнем снизу (с пола или из стен). Возможно применение магистрального подающего воздуховода на каждом этаже (обычно на потолке). Для 1-2-х этажных домов обычно делается 1 магистральный воздуховод, для 3-4-х этажных домов – 2 магистральных воздуховода.

4.1.2 Допускается делать разветвления магистрального воздуховода. В этом случае, сечения воздуховодов после разветвления необходимо подобрать по правилу одинаковых скоростей воздушных потоков. Разветвление желательно делать в виде «штанов». Причем, если до разветвления от магистрального воздуховода «отходили» оконечные воздуховоды на подающие воздухораспределители (вент. решетки, диффузоры и т.д.), то скорости потоков воздуха после разветвления должны быть ниже, чем скорость воздуха в магистрали до разветвления, на 15-20%. То же самое относится к уменьшению сечения магистрального воздуховода.

Игнорирование этой рекомендации может привести к проблемам при балансировке системы

ВНИМАНИЕ! ОСНОВНОЕ ПРЕИМУЩЕСТВО оборудования «АНТАРЕС Комфорт», значительно облегчающее проектирование и монтаж! К магистральному воздуховоду подсоединяются гибкие звукоглушащие теплоизолированные воздуховоды диаметром 102 и 127 мм (например, SonoDFA-S 102 и SonoDFA-S 127) посредством врезок. Гибкие воздуховоды являются оконечными и подсоединяются к круглым подающим диффузорам диаметром 100 и 125 мм, соответственно, или имеют переходы на прямоугольные подающие решетки 100x200 и 100x300 мм, соответственно. Возможны и иные размеры подающих решеток, но желательно, чтобы скорость исходящего потока воздуха через них не превышала 1,5 м/с в рабочем режиме. В каждый оконечный подающий воздуховод монтируется балансировочная дроссельная заслонка, которая используется при проведении пуско-наладочных работ по воздуху.

4.1.3 Желательно в завершающие 50 см магистрального воздуховода врезки не устанавливать. 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 пуско-наладки.

4.1.4 Подающие решетки нельзя располагать в зоне длительного пребывания людей (над креслом, кроватью, кухонным рабочим столом и т.д.). С точки зрения дизайна, не желательно располагать подающие решетки в непосредственной близости от занавесей и гардин и ближе 15 см от стен. 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.

4.1.5 С целью эффективного подавления шума вентилятора до подающей решетки, желательно проектировать гибкие звукоглушащие теплоизолированные воздуховоды длиной не менее 2 м, в особенности, если они подсоединяются к магистральному воздуховоду на расстоянии до 5 м от воздухонагревателя.

4.1.6 При использовании в качестве подающего гибкого звукоглушащего теплоизолированного воздуховода, его длина не должна превышать 5 м. Схема укладки такого воздуховода должна предполагать «натяжение», т.е. минимально возможное количество изгибов. 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.

4.1.7 Если в системе предусмотрены несколько подающих магистралей, то целесообразно поставить на них дроссель - клапаны. Это упростит в дальнейшем процесс пуска-наладки.

4.2. Топология возвратных воздуховодов

4.2.1 Конструкция коллектора обратного, являющегося дополнительным оборудованием воздухонагревателя, содержит две врезки, рассчитанных для подсоединения круглых, желательно, гибких, воздуховодов диаметром 315мм.

4.2.2 На потолке над возвратным коллектором целесообразно смонтировать камеру выравнивания с двумя врезками диаметром 315 мм, посредством которых камера выравнивания подсоединяется к возвратному коллектору гибкими воздуховодами. Это позволит «развязать» воздухонагреватель (его блок вентилятора, в первую очередь) и возвратные воздуховоды по шуму и вибрациям и существенно упростит монтаж системы.

4.2.3 К камере выравнивания подсоединяются магистральный(е) возвратный(е) воздуховод(ы). Как правило, к камере выравнивания подсоединяется воздуховод для подмеса свежего воздуха. Указанный воздуховод в обязательном порядке должен быть утеплен. Воздуховод для подмеса свежего воздуха желательно снабдить дроссельной заслонкой для регулирования объема приточного воздуха.

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

ВНИМАНИЕ! Если планируется установка рекуператора в дальнейшем (в процессе эксплуатации СВО), то для его установки должно быть зарезервировано место, обеспечивающее удобный доступ для обслуживания этого прибора и подведено электропитание.

4.2.5 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 звукоглушащие теплоизолированные воздуховоды диаметром не более 160 мм.

4.2.6 Возвратные решетки на нижнем этаже дома желательно располагать преимущественно в районе пола, а на верхнем этаже в районе потолка. 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.

4.2.7 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. 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.

4.3 Общие рекомендации по размещению магистральных воздуховодов. Сечения воздуховодов.

4.1 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 не способен погасить этот шум. Для борьбы с шумом можно 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. Можно, например, заменить часть возвратного воздуховода длиной 2,5 м на несколько параллельных гибких звукоглушащих теплоизолированных воздуховодов малого диаметра (127 или 160 мм). Это позволит погасить шум более чем на 40 дВ(А). Скорость воздуха в этих воздуховодах не должна превышать 4 м/с.

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

4.3 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 |

5. Материалы для изготовления воздуховодов.

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

5.2 При использовании иных материалов для воздуховодов необходимо придерживаться требований СНиП 41-01-2003. Возможно применение, например, технологии PIRALU или подобных материалов, при условии наличия официального разрешения на использование их для изготовления магистральных воздуховодов

5.3 Если планируется установка кондиционера, то необходима оклейка металлических воздуховодов, дроссельных заслонок и подающих узлов фольгированным самоклеющимся утеплителем толщиной 3-5 мм типа «Энергофлекс» или «Пенофол», что должно быть заложено при проектировании.

6. Порядок проектирования СВО. Подбор оборудования.

6.1 Прежде всего необходимо произвести расчет теплотерь и тепловыделений дома в целом и отапливаемых помещений в частности (правильно, если это сделают специалисты-теплотехники).

6.2 Далее необходимо добавить к теплопотерям дома количество тепла, требуемое для системы приточной вентиляции. В соответствии со СНиП 41-01-2003 МИНИМАЛЬНЫЙ РАСХОД, м³/ч, НАРУЖНОГО ВОЗДУХА НА 1 человека (ПРИЛОЖЕНИЕ М) составляет 30 м³/ч, если **общая** площадь дома, квартиры на одного человека более 20 м², и 3 м³/ч на 1 м² **жилой** площади в противном случае (при естественном проветривании). На нагрев и увлажнение 30 м³/ч воздуха для московского региона необходимо затратить 690 Вт/час тепловой энергии. Человек в спокойном состоянии выделяет примерно 90 Вт. Таким образом, для системы приточной вентиляции (без рекуперации тепла) необходимо закладывать 600 Вт на человека.

Если используется рекуператор, то для системы приточной вентиляции нужно закладывать примерно 1 кВт на каждые 100 м³/ч расхода наружного воздуха за минусом 90 Вт умноженных на количество людей в доме. 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.

ВНИМАНИЕ! Для правильной работы рекуператора при температурах внешнего воздуха ниже -15°C желательно предусматривать установку подогревателя внешнего воздуха из расчета 440 Вт на 100 м³/ч (для Московского региона) (как правило это электрический нагреватель), а при температурах внешнего воздуха ниже -24°C подогреватель устанавливается обязательно.

6.3 Для работы отопительного котла с открытой камерой сгорания необходимо предусмотреть приток свежего воздуха в объеме равном удвоенной мощности отопительного котла в кВт (к примеру, для отопительного котла мощностью 24 кВт необходимо 48 м³/ч свежего воздуха, или 1,1 кВт/ч для нагрева внешнего воздуха до комнатной температуры и его увлажнения). То же самое относится к другим приборам, находящимся в доме – газовая плита, камин и т.д.

6.5 Суммируя все вышеперечисленные значения получаем необходимую мощность воздухонагревателя. Исходя из общего теплопотребления, теперь можно подобрать по таблице тепловых характеристик теплообменников нужный, исходя из предположения, что температура воздуха на входе в теплообменник +18°C (Приложение №1).

6.6 Если предусматривается только нагреватель электрический, то его модель выбирается по номинальной мощности или с разумным запасом по мощности (для 2-й ступени нагрева).

Примечание. Подключение групп нагревательных элементов нагревателя электрического мощностью 6 и 9 кВт может производиться в различных комбинациях по усмотрению проектировщика СВО в зависимости от характера использования электрического нагрева при отоплении дома (только электрический нагрев или сочетание его с другими источниками нагрева, такими как «свой» нагреватель водяной и «сторонние» теплые полы, конвекторы и др.). Схема подключения групп нагревательных элементов должна соответствовать требованиям ПЭ и паспорта нагревателя электрического и должна быть приведена в проекте СВО.

ВНИМАНИЕ! Объем воздуха, проходящий через электрический нагреватель в любом из режимов работы воздухонагревателя, не должен быть меньше, чем рассчитанный по формуле:

$V(\text{м}^3/\text{час}) = 100 \times P$ (суммарная мощность подключенных групп спиралей в кВт)

и не меньше 900 м³/час для АВН-120/300. Для АВН 100 UNIT действует приведенная формула.

6.7 Далее производится расчет требуемого количества воздуха, подаваемого в каждое из помещений, исходя из общего расхода воздуха, указанного в таблице тепловых характеристик нагревателя водяного (Приложение №1).

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

Для больших домов (более 300 м²) построенных по энергосберегающим технологиям, данные по расходу воздуха, полученные из Приложения №1, могут оказаться ниже, чем 2,3 умноженное на объем дома. При малой кратности воздухообмена будет создаваться определенный дискомфорт, присущий домам с традиционным радиаторным отоплением – ощущение «застоя» воздуха.

Формула расчета количества воздуха, подаваемого в помещение, следующая:

$$v(i) = V * q(i) / Q,$$

где

$v(i)$ – объем воздуха, подаваемый в i -ое помещение,

V – общий расход воздуха воздухонагревателя,

$q(i)$ – теплотери i -го помещения без учета вентиляции,

Q – общие теплотери дома без учета вентиляции.

На нижнем этаже рекомендуется увеличить количество подаваемого воздуха на 10%.

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

6.8 Если предусматривается установка кондиционера, то его мощность и распределение воздуха определяется по стандартным методикам расчета центральных кондиционеров.

Как показывает мировая практика (50-и летний опыт эксплуатации систем воздушного отопления в Северной Америке), требуемая мощность кондиционера нужна 50-60% от мощности нагрева в зависимости от месторасположения дома – центральная Россия или Южная Россия. Так для дома в Московском регионе с потребностями в тепле 14 кВт (дом примерно на 200-220 м²) Нужен АВН-180 и кондиционер мощностью 7 кВт (2 tons).

Примечание. Возможны случаи, когда распределение воздуха по помещениям в режимах отопления и кондиционирования сильно отличаются. К примеру, два одинаковых дома, в которых есть гостиная со вторым светом и панорамным остеклением. В одном случае дом в лесу, в другом – на поле и окна обращены на юг. Расход воздуха в гостиных в этих домах в режиме охлаждения будет значительно отличаться, а при отоплении нет. Универсальных способов решения данной проблемы нет. Возможным решением этой проблемы могут быть:

- уменьшение инсоляции (установка маркизов, посадка деревьев и т.п.);
- дополнительное охлаждение данного помещения в летнее время;
- дополнительное отопление других помещений в холодное время;
- компромиссное решение – зимой и летом немного тепле, чем планировалось изначально.

6.9 На следующем этапе необходимо уточнить сечения воздуховодов исходя из рекомендаций п 4.3., с соответствующими отметками на чертежах (схеме) прокладки воздуховодов проекта СВО.

6.10 На заключительном этапе производится расчет падения давления в системе с учетом всех составляющих – водяной теплообменник, внутренний блок кондиционера, воздушный фильтр, система воздуховодов.

ВНИМАНИЕ! Если в системе предусматривается установка кондиционера в дальнейшем при эксплуатации системы, то целесообразно его внутренний блок (канальный испаритель) установить до пуско-наладки системы. Это позволит в дальнейшем приобрести внешний блок (конденсатор), подключить его «по фреону» и электрике. При этом не возникает необходимости в доработке воздуховодов и в новой балансировке системы.

6.11 Исходя из рассчитанного падения давления и объема прокачиваемого воздуха, выбирается модель блока вентиляторной требуемой производительности с минимальным запасом 15% (Приложение №2).

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

6.11 Выбранное оборудование вносится в спецификацию проекта СВО.

Примечание. В качестве примера оформления проекта системы воздушного отопления можно рассматривать материалы публикации по адресу:

<http://www.invepro.ru/heating/air-heating-system-with-own-hands.php>

7. Рекомендации по монтажу

7.1 Способ соединения прямоугольных воздуховодов из оцинкованной стали для СВО является не принципиальным – фланцевое соединение или реечное. Круглые воздуховоды соединяются с помощью ниппелей.

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

7.3 Соединение гибких и жестких воздуховодов производится с использованием стальных хомутов и алюминиевого скотча. Желательно использовать армированный скотч.

ВНИМАНИЕ! Прочность механического крепления гибкого звукоглушащего 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 пленки.

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

8 Пуско-наладка по воздуху

8.1 После монтажа системы производится пуско-наладка по воздуху. Пуско-наладка – 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, легко подсчитать объем поступающего воздуха в час.

Рекомендуются анемометры с диапазоном измерения 0,1...10м/с с чувствительностью не хуже 0,1. Для пуско-наладки на одном объекте целесообразно использовать один и тот же анемометр. Желательно использовать 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 пуско-наладки.

ВНИМАНИЕ! Анемометр является средством измерений. Он должен быть исправным и иметь неистекший срок поверки.

8.2 Перед началом работ целесообразно подготовить в формате Excel (в крайнем случае, в бумажном виде) таблицу следующего вида

| Помещение | № воздухо-вода | Размер воздуховода | Расход воздуха (проект) | Метод снятия показаний | Фактический или эквивалентный радиус | Скорость воздуха (факт) | | | Расход воздуха (факт) | Коэффициент превышения |
|-----------|----------------|--------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------------------|-------------------------|---|---|-----------------------|------------------------|
| | | | | | | 1 | 2 | 3 | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | | 8 | 9 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

Колонки к1, к2, к3, к5 являются информационными и в расчетах не участвуют. Значения для колонки к4 берутся из проекта. В колонке 5 в зависимости от типа подающего узла заранее указывают метод измерения скорости (см. п.8.3.4). Значения в колонке 6 берутся либо из проекта, либо рассчитываются методом, изложенным в пп.4 пункта 8.3. На объекте заполняются колонки 7.1, 7.2, 7.3 и рассчитываются значения к8 и к9, где $k_9 = k_8 / k_4$.

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

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

Пуско-наладочные работы начинают с того, что снимают декоративные решетки и

(ВНИМАНИЕ!) открывают все дроссельные заслонки на подающих воздуховодах.

При проведении работ по пуско-наладке использовать термостат не нужно, кроме этапа непосредственной проверки работоспособности термостата.

8.3 Последовательность действий при пуско-наладке.

- 8.3.1. Замкнуть контакты R,G на блоке автоматики с помощью перемычки.
- 8.3.2. Подать питание на вентилятор и блок автоматики.
- 8.3.3. Вентилятор воздушнонагревателя будет работать в «Рабочем режиме». С помощью часовой крестообразной отвертки потенциометр «Рабочий режим» перевести в состояние, когда обороты вентилятора станут максимальные.
- 8.3.4. Замерить расход воздуха в системе. Для этого замерить расход воздуха из каждого подающего воздуховода с помощью анемометра. Если анемометр не позволяет сделать автоматический пересчет скорости движения воздуха (м/с) в расход по воздуху (м³/час), то пересчет осуществляется следующим образом

$$V = 3.1416 * r * r * 3600 * v \quad (\text{эквивалентная формула } V = 1,13 * r_c * r_c * v),$$

где

V – расход по воздуху (м³/ч);

r – радиус круглого воздуховода (м); (r_c – радиус в сантиметрах);

v – скорость воздуха (м/с).

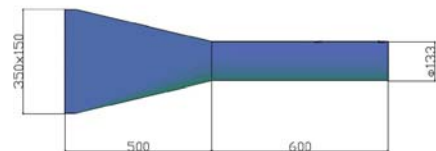
Если воздуховод прямоугольный, то приведенный радиус рассчитывается по формуле

$$r = \frac{a * b}{a + b},$$

где

a, b – стороны прямоугольника (сечения воздуховода) (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, изображенное на рисунке. 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 м³/час. Для точности вычислений важно обеспечить достаточно хорошую герметизацию перехода от подающего воздуховода к изображенному приспособлению. Этого можно добиться, используя, к примеру, кольцо из тонкой резины, одетое на прямоугольную часть приспособления или изготовить подобные переходники для наиболее часто встречающимся в проекте сечений, например 105x255 (стандартная решетка для пола), 100x200, 100x300 (потолочные решетки)*. В ряде случаев возможно измерение скорости в одной точке и без применения такого приспособления, если переходник с круглого на

- прямоугольное сечение позволяет поднести выносную крыльчатку анемометра (или трубку Пито) в центр выхода круглого воздуховода.
- 8.3.5. Сравнить фактический расход воздуха с проектным. Если фактический суммарный расход воздуха в отапливаемых помещениях превышает плановый более чем на 20%, то необходимо выбрать воздуховод, в котором расход по воздуху превышает плановый примерно в той же пропорции, что и во всей системе в целом.
 - 8.3.6. Регулируя с помощью потенциометра «Рабочий режим» скорость вращения вентилятора, добиться расхода воздуха из тестового воздуховода на 20% больше, **чем указано в проекте.**
 - 8.3.7. Повторно промерить расходы воздуха по всем подающим воздуховодам.
 - 8.3.8. Рассчитать коэффициент превышения фактического расхода над плановым для каждого воздуховода и для системы в целом.
 - 8.3.9. Если коэффициенты превышения каждого воздуховода отличаются от коэффициента по всей системе в целом не более чем на 3%, то переходим к пункту 12. Допускается объединение расходов воздуха в рамках одного помещения (комнаты, коридора и т.п.) 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 решеток.
 - 8.3.10. Выбрать 2-4 воздуховода с максимальными коэффициентами и с помощью дроссельных заслонок отрегулировать расход воздуха в этих воздуховодах таким образом, чтобы коэффициенты превышения расхода воздуха в этих воздуховодах были равными коэффициенту превышения по всей системе.
 - 8.3.11. Повторить процедуру, начиная с пункта 7.
 - 8.3.12. Отрегулировать скорость вращения вентилятора так, чтобы расход воздуха в системе соответствовал проекту. Если регулировка скорости вращения не нужна, то перейти к пункту 13. В противном случае повторить процедуру, начиная с пункта 7.
ВНИМАНИЕ! Критерием правильно отрегулированной системы является наличие хотя бы одной полностью открытой дроссельной заслонки.
 - 8.3.13. Отключить питание блока автоматики.
 - 8.3.14. Замкнуть на блоке автоматики контакты R, G, W2 (клеммы подключения термостата).
 - 8.3.15. Включить питание блока автоматики. Вентилятор начнет вращаться в режиме «Ускоренного прогрева».
 - 8.3.16. 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.
 - 8.3.17. Отключить питание блока автоматики.
 - 8.3.18. Замкнуть на блоке автоматики контакты R, G, O (клеммы подключения термостата).
 - 8.3.19. Включить питание блока автоматики. Вентилятор начнет вращаться в режиме «Рабочий охлаждение».
 - 8.3.20. С помощью потенциометра «Рабочий охл.» отрегулировать скорость вращения вентилятора, добившись общего расхода воздуха в соответствии с проектом для режима охлаждения.
 - 8.3.21. Отключить питание блока автоматики.
 - 8.3.22. Разомкнуть на блоке автоматики контакты R, G, W2. Замкнуть контакты B1, B2 с помощью перемычки.
 - 8.3.23. Включить питание блока автоматики. Вентилятор начнет вращаться в режиме «Вентиляция».
 - 8.3.24. С помощью потенциометра «Вентиляция» отрегулировать скорость вращения вентилятора таким образом, чтобы расход воздуха в системе уменьшился относительно «Рабочего режима» не более, чем на 50% от расхода в «Рабочем режиме».

- 8.3.25. Отключить питание блока автоматики.
- 8.3.26. Подключить термостат к блоку автоматики.
- 8.3.27. Включить питание блока автоматики.
- 8.3.28. Проверить работоспособность термостата в комплексе с воздухонагревателем в соответствии с «Руководством по эксплуатации» на термостат.
- 8.3.29. Отключить питание блока автоматики и вентилятора.
Пуско-наладка завершена.

**Характеристики нагревателей водяных
при температуре воды на входе/выходе 82/70 °С
и температуре воздуха на входе +18 °С**

НВ-120

| Расход по воздуху, м ³ | Падение давления, Па | Температура воздуха на выходе, °С | Мощность, кВт | Расход воды, л |
|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------------|---------------|----------------|
| 800 | 8 | 54 | 9,8 | 700 |
| 1000 | 12 | 52 | 11,5 | 820 |
| 1080 | 14 | 51 | 12,1 | 864 |
| 1200 | 17 | 50 | 13 | 930 |
| 1400 | 23 | 48 | 14,2 | 1010 |
| 1600 | 29 | 46 | 15,2 | 1080 |
| 1800 | 36 | 45 | 16,5 | 1180 |
| 2000 | 44 | 44 | 17,6 | 1250 |

НВ-180/240

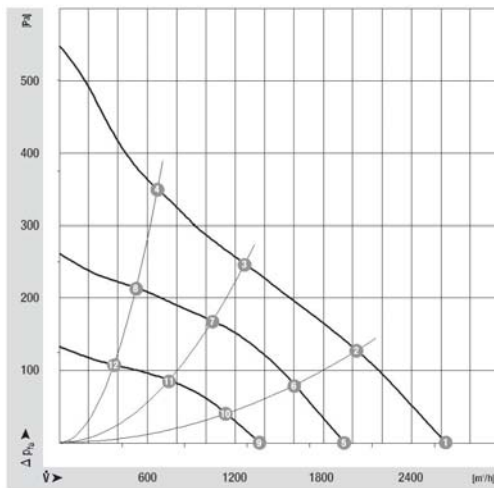
| Расход по воздуху, м ³ | Падение давления, Па | Температура воздуха на выходе, °С | Мощность, кВт | Расход воды, л |
|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------------|---------------|----------------|
| 1250 | 10 | 53 | 14,8 | 1050 |
| 1600 | 17 | 50 | 17,4 | 1240 |
| 1700 | 19 | 49,3 | 18,0 | 1285 |
| 1900 | 23 | 48 | 19,3 | 1370 |
| 2250 | 32 | 46 | 21,4 | 1520 |
| 2550 | 41 | 45 | 23,3 | 1660 |
| 2680 | 45 | 44,5 | 24,0 | 1712 |
| 2800 | 48 | 44 | 24,7 | 1760 |
| 3250 | 64 | 43 | 27,5 | 1960 |

НВ-300

| Расход по воздуху, м ³ | Падение давления, Па | Температура воздуха на выходе, °С | Мощность, кВт | Расход воды, л |
|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------------|---------------|----------------|
| 1750 | 30 | 58,5 | 24,0 | 1712 |
| 1800 | 32 | 58 | 24,4 | 1740 |
| 2000 | 39 | 57 | 26,4 | 1880 |
| 2200 | 46 | 56 | 28,3 | 2020 |
| 2400 | 54 | 55 | 30,1 | 2140 |
| 2550 | 60 | 54 | 31,1 | 2220 |
| 2700 | 67 | 54 | 33,0 | 2350 |
| 2850 | 74 | 53 | 33,8 | 2410 |
| 3000 | 81 | 52 | 34,6 | 2460 |
| 3500 | 107 | 51 | 39,2 | 2790 |
| 4000 | 136 | 49 | 42,0 | 2990 |

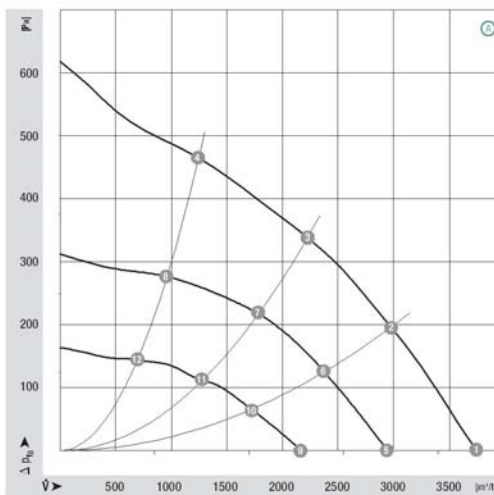
Характеристики блоков вентиляторных

БВ 120/180



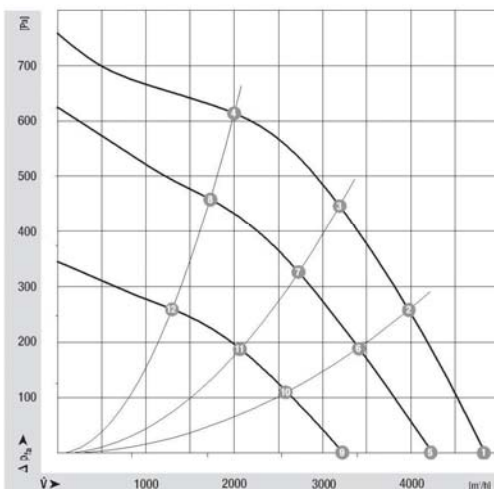
| | n [rpm] | P ₁ [W] | I [A] | Lp _A [dB(A)] | η _{HL} [%] |
|----|---------|--------------------|-------|-------------------------|---------------------|
| 1 | 1770 | 170 | 1.25 | 65 | — |
| 2 | 1570 | 170 | 1.30 | 60 | 59 |
| 3 | 1510 | 167 | 1.30 | 58 | 65 |
| 4 | 1630 | 169 | 1.20 | 62 | 49 |
| 5 | 1300 | 73 | 0.60 | 56 | — |
| 6 | 1270 | 88 | 0.70 | 54 | 59 |
| 7 | 1250 | 100 | 0.80 | 54 | 65 |
| 8 | 1280 | 84 | 0.70 | 56 | 48 |
| 9 | 930 | 29 | 0.30 | 48 | — |
| 10 | 910 | 37 | 0.30 | 45 | 56 |
| 11 | 900 | 40 | 0.35 | 45 | 67 |
| 12 | 910 | 34 | 0.30 | 46 | 47 |

БВ-240



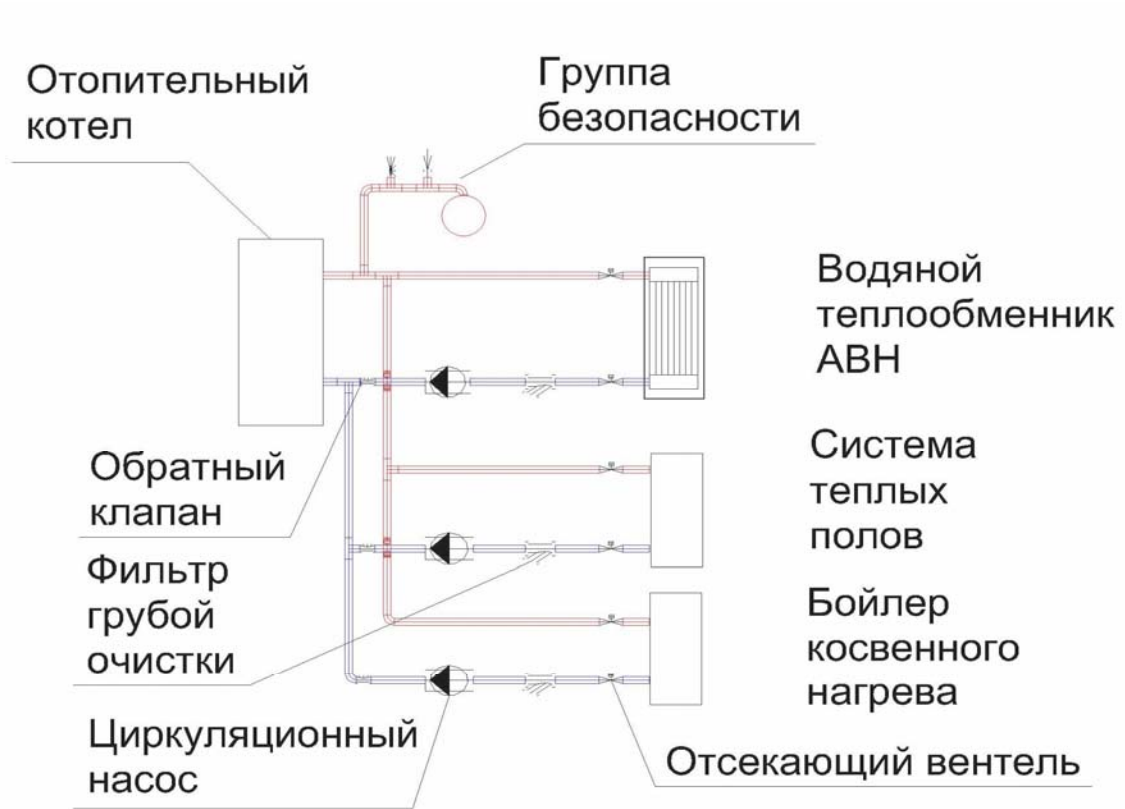
| | n [rpm] | P ₁ [W] | I [A] | Lp _A [dB(A)] | η _{HL} [%] |
|----|---------|--------------------|-------|-------------------------|---------------------|
| 1 | 1410 | 359 | 2.20 | 74 | — |
| 2 | 1370 | 401 | 2.45 | 69 | 51 |
| 3 | 1375 | 410 | 2.50 | 66 | 64 |
| 4 | 1420 | 352 | 2.15 | 71 | 54 |
| 5 | 1110 | 161 | 1.00 | 68 | — |
| 6 | 1110 | 120 | 0.80 | 63 | 51 |
| 7 | 1110 | 194 | 1.20 | 59 | 64 |
| 8 | 1110 | 151 | 1.00 | 61 | 54 |
| 9 | 800 | 69 | 0.50 | 60 | — |
| 10 | 800 | 80 | 0.50 | 56 | 51 |
| 11 | 800 | 78 | 0.50 | 52 | 64 |
| 12 | 800 | 55 | 0.40 | 53 | 54 |

БВ-300



| | n [rpm] | P ₁ [kW] | I [A] | Lw _A [dB(A)] | η _{HL} [%] |
|----|---------|---------------------|-------|-------------------------|---------------------|
| 1 | 1755 | 0.63 | 2.20 | 84 | — |
| 2 | 1760 | 0.75 | 2.50 | 80 | 51 |
| 3 | 1760 | 0.77 | 2.60 | 75 | 62 |
| 4 | 1760 | 0.72 | 2.40 | 79 | 56 |
| 5 | 1510 | 0.40 | 1.60 | 80 | — |
| 6 | 1470 | 0.42 | 1.60 | 74 | 54 |
| 7 | 1465 | 0.43 | 1.60 | 72 | 69 |
| 8 | 1485 | 0.41 | 1.60 | 74 | 65 |
| 9 | 1100 | 0.17 | 0.80 | 70 | — |
| 10 | 1090 | 0.18 | 0.80 | 65 | 62 |
| 11 | 1085 | 0.18 | 0.80 | 64 | 78 |
| 12 | 1095 | 0.18 | 0.80 | 66 | 71 |

Общая схема подключения воздухонагревателя «АНТАРЕС Комфорт» к отопительному котлу.



Примечание. В верхних точках трасс отопления необходимо предусмотреть установку воздухоотводчиков.