

УДК 697.978

Аналитический обзор приточно-вытяжных вентиляций с рекуперацией.

Сафронов К.Л

ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»

В данной статье был произведен обзор приточно-вытяжных вентиляций с рекуперацией. За счет рекуператора создается теплообмен между холодным приточным воздухом и нагретым вытяжным. Во время работы рекуператора часть тепла из нагретого вытяжного воздуха передается холодному приточному потоку, тем самым создавая комфортный микроклимат в помещении, а так же значительно сокращает затраты на его обогрев, путем экономии теплоэнергии. Помимо теплообмена, в рекуператоре происходит насыщение сухого приточного воздуха влагой, которая содержится в вытяжном воздухе. Большим преимуществом является то, что рекуператор используют не только в холодное время года, но и в летнее, так как устройство может не только нагревать воздух, но и охлаждать. Существует несколько видов рекуператоров с различным уровнем КПД. Каждая модель подходит под свои определенные задачи и условия эксплуатации. Выбирая модель приточно-вытяжного рекуператора, необходимо обратить внимание на соответствие его технических характеристик основным параметрам вентилируемого помещения: объем, высота, требуемая кратность воздухообмена и т.д.

Ключевые слова: Рекуператор, вентиляция, приточный, вытяжной, воздух.

Analytical review of supply and exhaust ventilation with recuperation.

Safronov K.L

"Samara state technical University»

In this article the review of supply and exhaust ventilation with recuperation was made. Heat exchange between cold supply air and heated exhaust air is created due to the heat exchanger. During operation of the heat exchanger part of the heat from the heated exhaust air is transferred to the cold supply flow, thereby creating a comfortable microclimate in the room, as well as significantly reduces the cost of heating, by saving heat. In addition to heat exchange, the recuperator is saturated with dry supply air moisture, which is contained in the exhaust air. The big advantage is that the heat exchanger is used not only in the cold season, but also in the summer, as the device can not only heat the air, but also cool. There are several types of recuperators with different levels of efficiency. Each model is suitable for its specific tasks and operating conditions. When choosing a model of supply and exhaust heat exchanger, it is necessary to pay attention to the compliance of its technical.

The Key Words: Recuperator, ventilation, supply, exhaust, air.

Введение. Не для кого не секрет, что человеку необходим свежий и чистый воздух, благодаря которому он будет комфортно себя чувствовать и сможет поддерживать высокий уровень трудоспособности на протяжении всего дня. Обеспечить циркуляцию свежего воздуха в помещении способна не только естественная вентиляция, но и система вентиляции.[1]

В процессе вентилирования из помещения удаляется как отработанный воздух, так и часть тепловой энергии. В зимний период времени это приводит к значительному увеличению расходов на энергоресурсы. И для того чтобы сократить расходы, без ущерба воздухообмену, применяется рекуперация тепла в системах вентиляции централизованного и локального типа. Для того, чтобы восстановить тепловую энергию и сократить финансовые расходы на энергоресурсы используют различные виды теплообменников – рекуператоры. [2]

Говорить о целесообразности использования вентиляции с рекуператором можно после того, как будут произведены расчеты, после чего последует оценка эффективности системы и сопоставление ее достоинств с недостатков. Надобность использования рекуперации тепла наиболее актуальна в зданиях с принудительным выводом воздуха. Как правило, это

малоинерционные строения, построенные с внедрением инновационных теплоизоляционных технологий (дома из сэндвич-панелей, пеноблоков, газосиликатных плит). В таких постройках стены плохо аккумулируют тепло, а естественный воздухообмен обладает малой эффективностью. Впрочем трудности с циркуляцией воздуха свойственны и для «традиционных» зданий из бетона и кирпича. Наличие герметичных тепло-звукоизолирующих ПВХ-окон исключают возможность естественной циркуляции воздуха – приток свежего воздуха останавливается, а тяга в вентиляционном канале стремится к нулю или «опрокидывается». Проблема «евроокон» решается при помощи принудительной вентиляции. Система позволяет восстанавливать воздухообмен, но при этом потеря тепловой энергии увеличивается до 60%. Из-за повышения потерь тепловой энергии возникает необходимость в тепловой рекуперации.(2)

Необходимо придерживаться определенных критериев при подборе подходящего и оптимального по эффективности рекуператора, к таким критериям относятся:

- уровень рекуперации (энергосбережения) – в зависимости от модели и изготовления такой параметр должен варьироваться в пределах 40-85%, так же стоит учитывать качество монтажа;
- гигиенические и санитарные показатели – наличие возможности контроля степени очистки и качества поступающего воздуха, за качество поступающего воздуха отвечают фильтры и их своевременная замена;
- энергетическая эффективность – значение потребления энергии;
- эксплуатационные характеристики – общая продолжительность срока эксплуатации, пригодность оборудования к выполнению ремонтных работ, потребность в минимальном сервисном обслуживании, а так же адекватная стоимость.[3]

На сегодняшний день вентиляция с рекуперацией тепла может осуществляться пятью видами рекуператоров:

- Пластинчатый рекуператор;
- Роторный рекуператор;
- Водяной рециркуляционный рекуператор воздуха;
- Рекуператор с промежуточным носителем тепла;
- Тепловые трубы;[4]

Пластинчатый рекуператор. Самым распространенным типом, для России, считается пластинчатый или перекрестно-точный рекуператор воздуха для квартир. Он представляет собой небольшую кассету, в которой созданы два канала, разделенные между собой листами стали. По этим каналам приточный и вытяжной потоки воздуха идут отдельно. Роль «фильтра» тепла выполняет сталь, то есть происходит температурный обмен, но при этом не допускается перемешивание воздушных потоков. Распространенность этого типа устройств обусловлена его

небольшими размерами, простотой и невысокой ценой. Пластинчатый рекуператор воздуха для квартир обладает некоторыми недостатками, но они не столь существенны, в случае, если их устанавливают в небольших жилых помещениях.

Преимущества:

- устройство без особого труда встраивается в любой участок воздуховода;
- нет подвижных частей (благодаря этому проще обслуживание, отсутствует риск смещения воздушных потоков и пр.);
- относительно высокий коэффициент полезного действия от 50% до 90%;
- можно работать с высокотемпературными воздушными и газовыми смесями, температура которых может достигать до +200°C;
- аэродинамическое сопротивление проходящим воздушным потокам увеличивается незначительно;
- простота регулирования производительности при помощи перепускного клапана.

В пластинчатых рекуператорах воздушные потоки не смешиваются, так как они взаимодействуют между собой через стенки теплообменной кассеты. Данная кассета состоит из большого количества пластин, которые отделяют холодные воздушные потоки от теплых. Одним из самых распространенных материалов для изготовления пластин является алюминиевая фольга, у которой хорошие свойства проводимости тепловой энергии. Существует специальный пластик из которого могут быть изготовлены пластины. Пластины из специального пластика повышают КПД оборудования, что в свою очередь повышает их стоимость по отношению к алюминиевым пластинам.

У пластинчатых теплообменников имеется немаловажный недостаток: из-за разницы температур на холодных поверхностях пластин выпадает конденсат, который через некоторое время преобразуется в наледь. Обледеневший рекуператор перестает полноценно выполнять свои функции, более того наледь способна привести рекуператор в непригодное для эксплуатации состояние. В автоматическом режиме входящий поток переводится в обход теплообменника и подогревается калорифером, для его размораживания. Наледь на пластинах растапливается за счет вытяжного теплого воздуха. В таком режиме рассчитывать на экономию энергии не стоит. Время, которое потребуется на размораживание пластин, может занимать от 5 до 25 минут в час. Для подогрева входящего воздуха в период размораживания рекуператора используются калориферы мощностью 1-5 кВт. В некоторых пластинчатых рекуператорах применяется предварительный подогрев входящего воздуха до температуры, которая исключает образование наледи на поверхности пластин. Но, к сожалению, данная функция снижает КПД рекуператора примерно на 20%.

Так же для решения проблемы обледенения рекуператора используют кассеты из гигроскопической целлюлозы. Этот материал поглощает влагу из вытяжного воздушного потока и передает ее входящему потоку, тем самым, возвращая обратно еще и влагу. Такие рекуператоры оправданы лишь в тех случаях, когда в зданиях нет проблемы переувлажнения воздуха. С экономической точки зрения гигроцеллюлозные рекуператоры более эффективны, поскольку они не нуждаются в электрическом подогреве воздуха, что безусловно является их преимуществом. КПД у рекуператоров с двойным пластинчатым теплообменником достигает 90%. Стоит отметить, что благодаря передаче тепла через промежуточную зону, в них отсутствует образование наледи.

Роторный рекуператор. В роторных рекуператорах происходит частичное смешивание входящего и выходящего потока воздуха, в отличие от пластинчатых. Данный тип рекуператора представляет из себя некий цилиндр, в котором расположены слои гофрированной стали размещенные с высокой плотностью. Так же слои могут быть изготовлены не только из стали, но и алюминия. Сформированный барабан вращается, и в это время холодный и теплый воздух попадает в каждый из отсеков поочередно и таким образом пластины обеспечивают теплообмен, лопасти нагреваются исходящим потоком и отдают тепло входящему, перемещаясь по кругу.

От скорости вращения ротора, в большей степени, зависит эффективность теплообмена и эту скорость можно регулировать. Для плавного пуска и остановки ротора используют частотный преобразователь. В роторном рекуператоре отсутствует возможность полного исключения смешивания входящего потока воздуха и выходящего. И поскольку данный тип рекуператора имеет движущиеся части, возрастает необходимость в более серьезном обслуживании. Но не смотря на это роторные рекуператоры используются весьма успешно, так как обладают высоким показателем возврата тепла (до 85%). В силу того, что устройство обладает большими габаритами, устанавливают его, как правило, на промышленных предприятиях.

Преимущества:

- возможен возврат тепла, который достигает 75-85%.

Недостатки:

- есть риск смещения воздушных потоков, так как подвижные части подразумевают наличие в конструкции зазоров, и из вытяжного воздуха дым, пыль, запахи могут попасть обратно в помещение с приточным воздухом. Но стоит помнить, что в вентиляционном канале вытяжного воздуха устанавливается фильтр тонкой очистки, поэтому вероятность возвращения пыли обратно минимальна и для поддержания данной вероятности на минимуме, необходимо вовремя производить замену фильтра.

- конструкция усложняется вращающимся ротором, может провоцировать появление шумов и вибраций, требует подключения устройства к электрической сети.

Если рассматривать с экономической точки зрения, то рекуператоры тепла в конечном итоге обязательно себя оправдают, но многое будет зависеть от того, насколько эффективно организована сама рекуперация. Потребитель может рассчитывать на долгий период эксплуатации, поскольку данный вид рекуператора является высоконадежным.

Водяной рециркуляционный рекуператор. Водяные рециркуляционные рекуператоры воздуха применяются в системах приточно-вытяжной вентиляции, которая обладает своими интересными особенностями. Принцип действия водяного рекуператора воздуха заключается в его способности переносить тепловую энергию из отдельно стоящего вытяжного теплообменника в приточный с помощью антифриза, воды, или иных теплоносителей. Приточный и вытяжной теплообменники такого рекуператора могут быть соединены теплоизолированным трубопроводом, при этом они могут располагаться на расстоянии друг от друга. Данный рекуператор требует частого техобслуживания и обладает не очень высоким уровнем КПД, поэтому они применяются не так часто. Основная цель его применения заключается в модернизации отдельных приточной и вытяжной вентиляции, либо при отсутствии возможности расположения вытяжной и приточной магистралей близко друг к другу.

Преимущества водяных рекуператоров:

- пластинчатые теплообменники обладают эффективностью 50-65%.
- вытяжной и приточный потоки никогда не перемешиваются, что предотвращает частичный перенос загрязненного воздуха из вытяжки в приток.
- возможность объединения нескольких вытяжных и нескольких приточных систем в одну систему рекуперации.
- возможно размещение приточного и вытяжного теплообменников на расстоянии друг от друга, благодаря чему системе придается гибкость при проектировании и установке.

Недостатки водяных рекуператоров:

- обмен влагой в данном виде рекуператоров невозможен, данные рекуператоры способны только к тепловому обмену, так как отсутствует возможность смешивания потоков.
- наличие дополнительной водяной магистрали требует установки водяного насоса и дополнительных устройств, отвечающих за правильность работы данной системы, что в свою очередь повышает стоимость установки в целом.
- затраты электроэнергии на работу системы циркуляции воды и потери тепловой энергии теплоносителя, делает данную систему нецелесообразной в том случае, если приточный и вытяжной теплообменники удалены друг от друга.

Крышный рекуператор. Крышные рекуператоры используются в системах приточно-вытяжной вентиляции, которые устанавливаются на крыше обслуживаемого здания. Как правило используются в однообъемных помещениях, к таким помещениям можно отнести торговые центры, ангары, цеха предприятий и т.д. Стоит отметить, что есть возможность экономии подпотолочного пространства, за счет вынесения теплообменников на улицу. Крышные рекуператоры могут оснащаться нагревательными секциями. Широкое применение рекуператор получил в Европе.

Преимущества крышных рекуператоров:

- пластинчатые теплообменники обладают эффективностью 55-68%.
- размещается на кровле здания, и имеет минимальную нагрузку на кровельную конструкцию за счет специальной системы крепления.
- небольшие финансовые затраты и эксплуатационные расходы, которые имеют гарантированную окупаемость.[5]

Тепловые трубы

Тепловые трубы представляют собой фреоновый контур, в котором осуществляются фазовые переходы теплоносителя из жидкого в газообразное состояние и обратно циклическим образом. Тепло, которое поглощается из одного воздушного потока с использованием промежуточного теплоносителя, осуществляющего указанные фазовые переходы за счет протекания через разделительную капиллярную трубку, передается другому воздушному потоку. За счет изменения наклона по отношению к вертикальному положению, эффективность может регулироваться и составлять от 45% до 65%. . Смешивание отработанного воздуха из вытяжки с приточным воздухом полностью исключено, поскольку они изолированы между собой через промежуточный теплоноситель. Среди других средств рекуперации, тепловые трубы отличаются наибольшей компактностью. Использование их возможно при условии параллельного расположения приточного и вытяжного воздуховодов, непосредственно примыкающих друг к другу. [6]

Заключение. Рассмотренные задачи, методы и средства рекуперации тепловой энергии в системах вентиляции и кондиционирования воздуха значительно сокращают потребление энергии, как тепловой, так и электрической, а также снижают нагрузку на окружающую среду. В настоящее время рекуперация возымела обширное распространение в большинстве европейских государств, некоторые из которых, как, например, Швейцария, законодательным образом запрещают разработку и реализацию проектов систем вентиляции, в которой не предусмотрена рекуперация тепловой энергии. На территории Российской Федерации в качестве ведущих причин пробуждающегося внимания к системам рекуперации тепла можно отметить:

- повышение цен на все виды энергоносителей;
- ограничения на установленную мощность (например, в центральных районах больших городов);
- государственная политика в области энергосбережения (Федеральный закон «Об энергосбережении», в соответствии с которым выпущены местные законы, предусматривающие компенсацию дополнительных расходов заказчика на цели энергосбережения);
- регламентирование новых стандартов и технических требований, при проектировании, изготовлении и использовании энергосберегающего оборудования.

При выборе типа рекуператоров, большее предпочтение уделяется роторным и пластинчатым теплообменникам. Стоит отметить, что в большинстве европейских государств более всераспространенными считаются роторные теплообменники, а для России свойственно внедрение пластинчатых теплообменников. Обосновывается это двумя ведущими причинами:

неудовлетворительного качества монтажа вентиляционного оборудования и недоступности подобающего технического обслуживания. Указанное является следствием сохраняющегося до сих пор пренебрежительного отношения к системам вентиляции, не обращая внимания на то, что современный уровень технического воплощения и их роль с точки зрения вклада в общее энергопотребление объекта нередко превышают таковые для основного технологического оборудования.

Следует отметить, что роторные теплообменники имеют следующие особенности, которые требуют внимательного отношения во время их монтажа и эксплуатации:

- наличие вращающегося ротора, обладающего значительной массой и проходящего на заводе-изготовителе как динамическую, так и статическую балансировку. Во время монтажа требуется тщательная регулировка положения агрегата по отношению к горизонтальной плоскости, которая позволит избежать биение ротора, что напрямую связано с преждевременным износом опорных подшипников и вывода рекуператора из рабочего состояния;
- ротор, представляющий собой теплоутилизирующую насадку, образованную узкими каналами значительной длины, в которых имеют место ламинарные воздушные потоки, уязвим по отношению к механическому загрязнению, что требует тщательного контроля за состоянием фильтров, устанавливаемых на входах, чтобы исключить возможность попадания загрязненного воздуха на ротор при разрыве фильтрующего материала.[6]

Список используемой литературы

1. [Электронный ресурс]. – URL: <http://ahbanya.ru/aktualnost-ventilyacionnoj-sistemy.php> (дата обращения: 16.11.18).

2. [Электронный ресурс]. – URL: <http://sovet-ingenera.com/vent/raschety/rekuperaciya-tepla-v-sistemax-ventilyacii.html> (дата обращения: 16.11.18).
3. [Электронный ресурс]. – URL: <http://ventilationpro.ru/rekuperation/kak-sdelat-pravilnyjj-vybor-sredi-razlichnykh-vidov-rekuperatorov.html> (дата обращения: 16.11.18).
4. [Электронный ресурс]. – URL: <http://stroika-1.ru/oventilyatsii/ventilyatsiya-s-rekuperatsiej-tepla.html> (дата обращения: 17.11.18).
5. [Электронный ресурс]. – URL: <https://studfiles.net/preview/5578095/> (дата обращения: 17.11.18).
6. [Электронный ресурс]. – URL: <https://ecoteco.ru/id519> (дата обращения: 17.11.18).