

Рекуперация тепла в современных системах вентиляции

К.т.н. В.Г. Барон, директор, ООО «Теплообмен», г. Севастополь

«Евроокна» – это хорошо или плохо?

Этот вопрос возник сразу же, как только начали применять современные энергосберегающие окна (евроокна, стеклопакеты или окна с высокоплотными притворами). Однако до поры до времени не только острота (а это без преувеличения вопрос жизни и смерти или, по крайней мере, здоровья людей), но даже само наличие этого вопроса замалчивалось. С одной стороны люди, в том числе и абсолютное большинство специалистов-проектантов домов, не понимали сути проблемы, а с другой стороны поставщикам и производителям этих окон было крайне невыгодно обращать внимание потребителей на эту неприятную особенность, сопровождающую установку таких окон. Какой резон был им информировать потребителей о том, что прекрасные тепло-звукоизолирующие свойства этих окон, обеспечивающие энергосбережение и подавление наружного шума, несут в себе не отделимое от этого весьма неприятное свойство – они полностью нарушают вентиляцию, обеспечиваемую за счет эффекта инфильтрации, в расчете на которую и создавались ранее все строительные нормативные документы. В итоге человек оказывался в действительности не в комфортных условиях, каковые якобы должны были обеспечить ему эти окна, а как раз наоборот, в условиях опасных для здоровья и даже для жизни. Дело в том, что при отсутствии должной вентиляции, в воздухе снижается содержание кислорода, возрастает влажность, концентрация углекислого газа и содержание других вредных веществ. Все это проявляется практически сразу же после установки таких окон в случае держания их закрытыми и отсутствия специальных мер по обеспечению необходимого воздухообмена (это именно та ситуация, которая в массовом порядке имела место в жизни) и ведет к повышенной утомляемости людей, головным болям, снижению способности концентрировать внимание и к ряду других заболеваний. Но есть еще и отсроченные негативные явления, вызванные последним из перечисленных отрицательных последствий применения герметичных окон – повышенной влажностью. Эта причина приводит к возникновению плесени, радикально искоренить которую впоследствии очень и очень трудно, при том, что некоторые разновидности плесневых грибов являются смертельно опасными для человека. В Европе, которая на много раньше стран СНГ стала применять такие окна (и надо подчеркнуть, в начале столь же бездумно), уже давно осознали

эту проблему, в связи с этим там даже появилось понятие «синдром больного здания». На сегодня в странах Европы обязательно применяются специальные меры по противодействию этому неприятному эффекту, и одной из основных мер является использование принудительной приточно-вытяжной вентиляции. К сожалению, в странах СНГ не смогли сразу учесть весь (как положительный, так и отрицательный) европейский опыт, уже имевшийся к моменту начала внедрения этих окон. Нам предстояло пройти весь путь познания самостоятельно. Отдельные выступления и публикации некоторых специалистов в начале 2000-х гг. тонули в общем рекламном хоре, восхваляющем достоинства герметичных окон со стеклопакетами. Более того, даже в 2005 г. на серьезной конференции по вентиляции и кондиционированию только один докладчик, да и то вскользь упомянул об этой проблеме. Впрочем, когда в прениях автор данной статьи поднял этот вопрос, то возник живой интерес и стало ясно, что большинство присутствующих (а это были в значительной мере представители проектных институтов) проблему уже осознают. Возникает вопрос – что же, осознав проблему, мы должны отказаться от использования таких окон? Конечно, нет. Но применять их надо, зная не только их сильные, но и слабые стороны, причем применять, сразу используя меры нейтрализации последствий слабых сторон. Необходимо, чтобы все специалисты, имеющие хоть какое-то отношение к проблеме возведения и реконструкции зданий и сооружений, четко представляли проблему и знали основные меры, способные противодействовать ее развитию, причем знали и особенности применения этих мер. А все средства противодействия вышеуказанной проблеме, по сути, сводятся к одному – необходимо обеспечить требуемый воздухообмен в помещении. Другое дело, что конкретных средств существует несколько, но, во-первых, эффект по воздухообмену от их использования различен, и, во-вторых, некоторые из них сводят на «нет» энергосберегающие свойства современных окон со стеклопакетами.

Существующие решения

Решения не оптимальные и не энергоэффективные. Наиболее широко применяемыми средствами, направленными на обеспечение воздухообмена, является сознательная организация неплотностей в окнах или стенах домов. Это так называемые «гребенки», позволяющие фикси-

ровать раму окна не только в двух положениях (рама закрыта полностью или рама откинута), а еще в 3-4 промежуточных положениях, обеспечивающих разную ширину щели между створкой и рамой окна, и более простые механизмы, обеспечивающие так называемый «режим зимнего проветривания» (одно дополнительное положение, обеспечивающее небольшую, заранее заданную изготовителем окна, щель). К этой же группе средств относятся встраиваемые, как правило, непосредственно в раму окна щелевые проветриватели. Простейшие конструкции этих устройств предполагают открытие и закрытие их вручную, а более сложные конструкции открываются и закрываются встроенным механизмом по наперед заданному значению влажности в помещении (кстати, совсем не факт, что влажность в основном объеме помещения будет достаточно точно определяться чувствительным элементом, встроенным в этот проветриватель). В эту же группу можно отнести проветриватели, представляющие собой трубу, покрытую шумопоглощающим материалом и снабженную, как правило, грубым воздушным фильтром, устанавливаемую в специально просверленное в стене помещения отверстие. Все эти проветриватели, кое-как решая рассматриваемую проблему (т.к. они обеспечивают не контролируемый и не нормируемый воздухообмен, очень сильно зависящий от внешних факторов и мало зависящий от факторов, которые они должны обеспечивать, таких как кратность воздухообмена в помещении), практически лишают «евроокна» их главного достоинства – энергосбережения. По сути эти проветриватели борются с главным достоинством «евроокон» и обеспечивают нам те неплотности и теплопотери, которые были в наших старых, еще советских временах, окнах. Но тогда зачем «огород городить»? Зачем путем применения высоких технологий и обусловленных этим высоких стоимостей «евроокон» добиваться их высокой герметичности и ввиду этого действительно хорошего энергосберегающего эффекта? Чтобы тут же, правда, на сей раз путем небольших, но все же дополнительных затрат, нивелировать этот эффект. Конечно, этот эффект пропадает не совсем. Грамотное применение вышеописанных устройств почти позволяет добиться того, чтобы и «волки были сыты и овцы целы», т.е. и энергосбережение достигается, и воздухообмен обеспечивается. Да вот беда – энергосбережение достигается не в том объеме, какой могут обеспечить эти дорогие окна, да и воздухообмен обеспечивается, как правило, не оптимальный. Кроме того, эти устройства создают в помещении тепловой дискомфорт. Очевидно, что когда из одного из вышерассмотренных проветривателей в помещение зимой поступает струя наружного воз-

духа, например, с температурой $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, то это вызовет у людей, находящихся в помещении, неприятные ощущения и желание закрыть щель, откуда идет морозный воздух.

Решение оптимальное и энергоэффективное, но... Наиболее правильным и логичным выглядит решение о применении приточно-вытяжной вентиляции. Действительно, приточно-вытяжная вентиляция может обеспечить строго заданный, определенный в соответствии с санитарно-гигиеническими нормами, воздухообмен даже в помещении, оснащенном герметично закрытыми окнами и вообще не имеющем никаких вентиляционных отверстий. Да и потоки воздуха при этом можно распределить так, что присутствующие не будут ощущать направленного поступления холодного воздуха. Это снимает проблему по вентилированию помещений с «евроокнами». Но проблема энергосбережения, именно та проблема, ради которой-то и началось массовое применение «евроокон», остается не решенной. А ведь известно, что в современных зданиях, оснащенных «евроокнами» и имеющих ограждающие конструкции, отвечающие современным требованиям по теплоизоляции, от 50 до 80% тепла теряется с вентиляционным воздухом. И тут на помощь приходит рекуперация тепла. Использование приточно-вытяжной вентиляции, оснащенной рекуператором тепла вентиляционного воздуха, позволяет практически полностью снять проблему. «Практически» потому, что рекуператоры тепла, какого бы принципа действия они ни были, все же обеспечивают не 100%-ый возврат тепла использованного воздуха. Степень эффективности рекуператоров в зависимости от их принципа действия колеблется в довольно широком диапазоне – от 40 до 80-85%. Но любая из приведенных, пусть даже самая малая, степень рекуперации это уже благо. Во-первых, это в соответствующих размерах энергосбережение, о чем уже достаточно было сказано выше, а во-вторых, это еще и тепловой комфорт. Но вот проблема. На сегодня на территории СНГ не только не выпускается, но пока и не разработано (кроме единствен-



ЗАО ЦЭЭВТ

Водо-маслоохладители
Трубные пучки
Охладители конденсата
Испарители холодильных установок
Утилизаторы теплоты
Ремонт котлов КОАВ

Одобрено сертификатом Российского речного регистра
 603053, Россия, г. Н.Новгород, пр. Бусыгина, 1а; тел/факс (8312)53-57-44, 53-78-38
 www.ceevt.nn.ru, e-mail: info@ceevt.nn.ru

О методе предварительного подбора см. статью на РосТепло.ру.



Фото 1. Децентрализованные рекуператоры тепла.

ного нижеописанного изделия) изделий, способных решать эту задачу децентрализованно, для каждого конкретного, относительно небольшого помещения. Но почему так важно иметь возможность решать эту задачу децентрализованно? Разве нельзя применить центральные системы вентиляции, обычно штатно оснащенные рекуператорами тепла как серийно выпускаемые заводами СНГ, так и в массовом порядке завозимые из дальнего зарубежья? К сожалению, для рассматриваемой группы помещений, как правило, это технически невозможно, а там, где технически такая возможность есть, едва ли целесообразно. Техническая невозможность обусловлена тем, что весь огромный массив ранее построенного жилого фонда, административных зданий, сеть построек бытового обслуживания и пр. не имеет инженерных коммуникаций, необходимых для осуществления такого технического решения (а это колоссальное, пока основное число помещений, требующих решения). В тех же случаях, когда такая возможность существует (новое строительство или капитальная реконструкция ранее построенного объекта, позволяющая по всему зданию проложить необходимые коммуникации), делать это далеко не всегда целесообразно. И причин здесь несколько. Некоторые из них очевидны – далеко не всегда жильцы всех квартир или обитатели всех кабинетов и т.д. одновременно и равномерно находятся в своих помещениях. Значит, какие-то из помещений будут вентиляиро-

ваться (а значит, будут тратиться средства) напрасно, а в некоторых помещениях может оказаться уровень вентиляции не достаточным. Кроме того, разным людям необходимы несколько разные характеристики воздушной среды, чтобы чувствовать себя комфортно. Выход, конечно, есть. Надо оснастить систему средствами автоматики (причем, не дешевой автоматики), да и людей проинструктировать, как обращаться с органами управления. Но расходы на автоматику, да и просто на всю разветвленную по небольшим помещениям сеть вентиляции могут оказаться для большинства объектов чрезмерно большими. Таким образом, получается, что для основной массы помещений центральная вентиляция, оснащенная рекуператорами тепла, применена не может быть по техническим причинам, а для другой части помещений может быть применена, но далеко не всегда следует этим воспользоваться. Что же в таком случае следует делать?

Новое решение проблемы, удовлетворяющее основным требованиям

Решение представляется сколь очевидным, столь и психологически не простым. Необходимо прибегнуть к децентрализованной, местной вентиляции, но она, как централизованная, должна быть оснащена рекуператором тепла вентиляционного воздуха. Психологически непростым это решение является по той причине, что оно абсолютно ново для массового потребителя. До сих пор не было таких устройств. Тем более, что такое устройство не может быть дешевым – его цена будет хоть и ощутимо меньше, но все же сопоставима с ценой «евроокна». Но, сказав «а», надо говорить «б». Идентичная картина ведь была и в части «евроокон». Просто необходимо добавить соответствующий технический штрих, действительно позволяющий этим окнам в полной мере проявить свои энергосберегающие свойства и одновременно снимающий сопряженные с установкой таких окон негативные последствия. Таким штрихом и является децентрализованный рекуператор тепла вентиляционного воздуха или, как его еще называют, комнатный воздухообменник.

В Западной Европе, раньше нас, как было отмечено выше, столкнувшейся с этой проблемой, уже с 2003 г. серийно выпускаются подобные изделия. Их изготовление наладили ряд фирм стран Европы. Выпускаемые ими децентрализованные рекуператоры имеют степень рекуперации до 60%, оснащены двумя вентиляторами, обеспечивающими соответственно вытяжку отработанного и подачу свежего воздуха, и используют в качестве теплопередающего устройства пластинчатый, как правило алюминиевый, теплообменный аппарат. Они также оснащены автоматикой, предоставляющей пользователю широкий круг воз-

возможностей. Имеется и базовое исполнение, обеспечивающее только воздухообмен, без дополнительных функций. Правда стоимость этих изделий, предлагаемых на территории стран СНГ, даже в базовом исполнении заметно превышает стоимость современных «евроокон».

Сегодня разработано и поставлено на производство аналогичное отечественное изделие. Уточненная в ходе испытаний математическая модель позволяет варьировать не только расходами воздуха, но и степенью рекуперации тепла изделий. На базе серии этих испытаний был создан типоряд децентрализованных рекуператоров тепла, четыре представителя которых приведены на фото 1.

Однако эти изделия, созданные на базе достаточно известных теплообменных аппаратов ТТАИ, и характеризующиеся теми же показателями назначения, что и западноевропейские рекуператоры, имеют от последних ряд существенных отличий. И речь не только о более низкой цене, а о том, что при этом отечественные рекуператоры еще и обладают целым рядом весьма важных для такого изделия преимуществ. К числу основных санитарно-гигиенических преимуществ следует отнести то, что тракт воздуха, поступающего в помещение, выполнен в виде прямолинейных, относительно коротких и достаточно большого диаметра труб, причем доступ к этим трубам обеспечивается предельно просто. Это преимущество не столь незначительно, как может показаться на первый взгляд. Дело в том, что благодаря ему имеется легко реализуемая возможность осуществлять любую (в том числе и механическую) чистку воздушного тракта поступающего в помещение воздуха с последующим визуальным контролем качества очистки. Это крайне важно, т.к. в вентиляционных каналах с течением времени может скапливаться пыль, частицы сажи и пр., что не только будет сужать проходное сечение и уменьшать количество поступающего воздуха, но главное, будет являться благодатной почвой для размножения различных микробов, бактерий и др. микроорганизмов. В разработанных изделиях с этим можно легко и контролируемо бороться, чего никак нельзя сказать о примененных западноевропейскими фирмами пластинчатых теплообменниках. В них каналы имеют малый эквивалентный диаметр и сложную пространственно-геометрическую форму. Кроме того, для аппаратов такого типа даже теоретически не достижима та равномерность скоростей по всему теплообменнику, которая автоматически обеспечивается в одноходовом кожухотрубном теплообменнике, каковым является примененный аппарат ТТАИ при создании децентрализованного рекуператора тепла. Видимо не в последнюю очередь по этой причине все, даже самые простые, базовые модели

западноевропейских рекуператоров снабжаются фильтром. Причем в инструкциях по эксплуатации этих рекуператоров западноевропейские производители обязательно требуют проводить не менее чем 2 раза в год замену этих фильтров. Требуют именно по причине возможного образования в них колоний микробов, бактерий и пр., т.к. на этих фильтрах будут задерживаться упомянутые выше частицы, находящиеся в воздухе, что неминуемо создаст благоприятные условия для развития колоний вредных для человека микроорганизмов, тем более, что скорость движения воздуха через поверхность фильтра в несколько раз меньше скорости движения воздуха в трубках рекуператора. Следовательно, фильтр в таких устройствах – это палка о двух концах, и из средства очистки воздуха он легко может превратиться в источник его вторичного загрязнения.

Другим санитарно-гигиеническим преимуществом разработанных отечественных рекуператоров является то, что теплопередающая поверхность выполняется не из алюминия, а из «пищевой» нержавеющей стали. Это позволяет, при необходимости или по желанию, подвергать химической чистке воздушный тракт всеми известными чистящими и дезинфицирующими растворами, чего не скажешь об алюминиевых, а тем более о полимерных теплопередающих поверхностях.

Однако помимо санитарно-гигиенических преимуществ децентрализованные рекуператоры

ООО «Урал - Хёгфорс»

Официальный представитель HÖGFORS, Финляндия.

Свердловская область,
г. В. Пышма, ул. Осипенко, 1, оф. 103;
тел.: (34368) 96-040, 922-225-88-99;
e-mail: olga_hrestina@rambler.ru.



Шаровые краны:

DN = 10-300, PN = 25-40,

ДИСКО-ПОВОРОТНЫЕ ЗАТВОРЫ:

DN = 300-1400, PN = 16-25

серии BLUE LINE

для тепловодоснабжения.



**Качество -
у него есть имя!**

HÖGFORS

ры, созданные на базе теплообменников ТТАИ, обладают и очень важным техническим преимуществом – степенью рекуперации у них, т.е., по сути, степенью энергосбережения, составляет не менее 70%, в то время, как импортные аналоги со степенью рекуперации выше 60% автору статьи не встречались.

Учитывая изложенные особенности и с учетом реалий отечественного рынка (требуется минимизация цены при максимальном увеличении надежности и упрощении обслуживания), была сформулирована стратегия отечественного рекуператора. Действительно, что такое по своей сути децентрализованный рекуператор тепла или комнатный воздухотеплообменник. Это устройство, позволяющее осуществлять замену воздуха в помещении, т.е. выполнять ту функцию, которую с успехом столетия выполняла обычная форточка. Она позволяла каждому человеку, сообразуясь со своими, сугубо индивидуальными, а не осредненными потребностями и ощущениями, осуществлять проветривание помещения, т.е. воздухообмен. При этом осуществлять это тогда и с такой продолжительностью, как хотелось именно ему, а не некоторому, пусть даже очень грамотному и осведомленному о средних для человека комфортных условиях, разработчику. Но рекуператор на базе аппарата ТТАИ при этом еще одновременно обеспечивает некоторое приближение температуры воздуха, поступающего с улицы, к той температуре, которую в данный момент считает целесообразным поддерживать в помещении человек. Стало быть и использование этого устройства есть смысл организовать по тому же принципу: захотелось человеку открыть форточку – щелкнул клавишей включения вентиляторов, захотелось выключить – опять же щелкнул клавишей и выключил.

При разработке отечественного аналога было решено, в отличие от западноевропейских изделий, отказаться от фильтра (форточка, значит форточка), т.е. через рекуператор поступает тот воздух, который поступал бы в помещение, если бы мы действительно открыли форточку. Это мнение основывается, во-первых, не только на не бесспорно очевидном положительном эффекте от применения фильтра, но и, во-вторых,

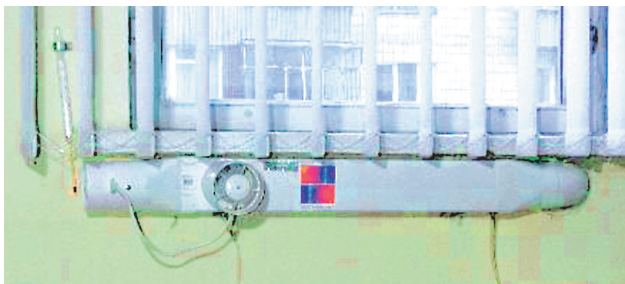


Фото 2. Рекуператор тепла, установленный в подоконной нише.

ментальностью наших сограждан. Действительно, если говорить о «во-первых», то может быть применение такого фильтра и необходимо для пластинчатого теплообменника с его запутанными каналами да еще при условии заведомо неравномерной эпюры скоростей воздуха в них с вероятным из-за этого образованием застойных зон, где обязательно и быстро скопятся всевозможные механические микрзагрязнители воздуха, если их предварительно не удалить. Но для примененных нами прямолинейных трубочек с гарантированно равномерной раздачей воздуха по каналам это едва ли целесообразно. Тут как бы не оказалось наоборот, когда применение фильтра в нашем случае только снизит потребительские качества изделия. А наоборот очень вероятно, что может оказаться из-за «во-вторых». Речь идет о ментальности наших сограждан. Автор этих строк с трудом представляет себе соотечественника, который будет скрупулезно следить за сроками и своевременно, каждые полгода менять фильтр. Не будет. И это не предположение, а доказанная жизнью практика. Лично автору известны многие десятки владельцев частных кондиционеров. В инструкции каждого кондиционера записано о необходимости дважды в год выполнять техобслуживание, включающее в том числе и замену фильтров. К сожалению, не могу назвать ни одного, кто следовал бы этим рекомендациям. Да, наверное, это плохо и надо менять в этой части менталитет наших сограждан. Но такую задачу мы на себя взять не можем, более того, считаем, что эта задача не решается в течение десятка лет. А мы-то говорим о том, что децентрализованные рекуператоры надо ставить прямо сейчас, ждать десятилетия нет возможности. Если будем столько ждать, то к этому времени у нас все сооружения будут иметь «синдром больного здания». Поэтому надо ориентироваться на те реалии, которые есть сегодня. А стало быть, чтобы не навредить, лучше фильтр не ставить.

Установка рекуператоров на базе аппаратов ТТАИ как при новом строительстве или реконструкции зданий, так и в случае текущего усовершенствования помещений не представляет сложностей. Существует достаточно много вариантов как скрытого, так и открытого размещения рекуператоров. Один из них, наиболее простой, – в подоконной нише (см. фото. 2).

Второй, более эстетичный, но менее удобный для обслуживания, – скрытно в стенной нише (см. фото 3).

А оправдано ли применение децентрализованных рекуператоров?

Наиболее часто встречающимся заблуждением, с которым приходится сталкиваться при обсуждении проблемы установки рекуператора,



а)



б)

Фото 3. Рекуператор тепла, установленный в стенной нише: а – вид изнутри помещения; б – вид снаружи здания.

является представлением о том, что деньги, затраченные на установку рекуператора, должны в скорости вернуться за счет уменьшенных, благодаря энергосбережению, расходов на отопление (а летом, кстати, на кондиционирование; если помещение оборудовано кондиционером, то летом рекуператор автоматически начнет экономить не тепло, а холод, хотя, правда, с несколько сниженной эффективностью – прим. авт.). В действительности расходы на рекуператор – это инвестиции не только, и даже не столько в энергосбережение, хотя и это будет обеспечиваться в полной мере, но в большей степени инвестиции в свое здоровье и здоровье окружающих людей. Поэтому устанавливать рекуператоры надо даже при реконструкции помещений, когда экономическая составляющая сводится только к непосредственно возвращенной энергии и пока еще, при существующих не очень высоких внутренних ценах на энергоносители, такие расходы кажутся не достаточно обоснованными (или следует держать окна приоткрытыми, но тогда зачем было их устанавливать?). Если же речь идет о новом проектировании здания или капитальной реконструкции существующего, то экономическая составляющая становится самостоятельно привлекательной. Применение рекуператоров позволит радикально снизить нагрузку на систему отопления здания в целом (достаточно

вспомнить, что теплопотери современных зданий, обусловленные вентиляционным воздухом, составляют не менее половины общих теплопотерь здания). Это позволит применить менее мощный, а значит и более дешевый источник тепла, позволит уменьшить необходимую поверхность конвекторов, что тоже заметно снизит стоимость объекта, не говоря уже о сопряженных с этим менее значительных экономических преимуществах – меньшие диаметры трубопроводов, меньший типоразмер насоса, меньшие Ду арматуры и автоматика. При этом не следует забывать, что большинство традиционно необходимых вентканалов окажутся ненужными и от них можно будет отказаться. Это все вместе взятое может позволить уже на стадии строительства получить чистую прибыль. Сегодня к прибыли непосредственно от рекуперации в процессе эксплуатации большинство специалистов относятся как к чему-то второстепенному и несущественному. Хотя, учитывая постоянный и неминуемый в дальнейшем значительный рост цен на энергоносители, эта составляющая может в самом ближайшем будущем уже и в одиночку составлять убедительное экономическое обоснование применения децентрализованных рекуператоров.