

## **СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ В ЖИЛЫХ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ДОМАХ**

**Викс А.А., Дроздов В.Ю.,**

**Научный руководитель – член-корр. МАНЭБ, к.т.н., доцент Смольников Г.В.**

***Сибирский федеральный университет***

Необходимый воздухообмен возможен без контролируемой системы вентиляции только при регулярном проветривании, т.е. при открывании окон полностью. Чтобы достичь кратность воздухообмена 0,33, необходимо полностью открывать окна каждые 3 часа на 5-10 минут, и даже ночью. Если проветривание осуществляется редко, то качество воздуха становится плохим и существует опасность выпадения конденсата. Наоборот, если проветривается часто, то воздух становится сухим и возникает повышенное энергопотребление. Снижение влажности воздуха в квартире - это цель вентиляции, т.к. слишком высокая влажность приводит к повреждению и нарушению строительных конструкций. Воздух не должен быть также слишком сухим. Требуемая влажность воздуха является не единственной причиной, почему необходим достаточный воздухообмен. Загрязнение воздуха в помещении, например, радиоактивным инертным газом радоном, должно быть снижено с помощью притока свежего воздуха до уровня, который не угрожает здоровью человека.

Задача комфортной вентиляции заключается в регулярном поступлении необходимого количества свежего воздуха в помещение. Простым решением этой проблемы является система вытяжной вентиляции, которая отводит использованный и влажный воздух из кухни, туалета и ванной комнаты. При этом свежий (зимой холодный) воздух поступает в помещение через приточный диффузор (плафон). Эти простые системы уже распространены во Франции, а в Швеции уже накоплен 50-ти летний опыт использования вытяжных систем вентиляции. Для пассивных домов эта простая система вентиляции является непригодной, т.к. в помещении по-прежнему поступает холодный воздух, и потери на нагрев воздуха очень высоки. Поэтому, во-первых, необходима соответствующая высокая тепловая нагрузка с теплоотдачей в непосредственной близости от приточного диффузора и, во-вторых, годовое потребление тепловой энергии на отопление будет тогда вдвое больше, чем в пассивном доме.

Систематические исследования в квартирах показали, что корректное распределение притока свежего воздуха во все необходимые комнаты и гарантированную вытяжку воздуха из влажных помещений лучше всего осуществлять с помощью контролируемой приточно-вытяжной вентиляции. При этом свежий приточный воздух будет целенаправленно поступать в гостиные, рабочие, детские и спальные комнаты. В каждой из этих комнатах имеется минимум по одному приточному диффузору. Аналогично вытяжной вентиляционной установке, приведенной выше, в пассивном доме отработанный воздух отводится из кухонь, ванных комнат, туалетов и других помещений. Там имеются соответственно вытяжные диффузоры. В квартире устанавливается направленный поток воздуха: свежий воздух поступает сначала в жилые комнаты (зона приточного воздуха). Потом воздух перетекает в переходную зону (коридоры, внутриквартирные лестничные клетки) и далее в зону вытяжного воздуха. В зоне вытяжного воздуха преобладает относительно высокий воздухообмен, поэтому там, например, быстро сохнут полотенца. Благодаря этому основному принципу (направленного потока воздуха) свежий воздух будет использован оптимально. Сначала очень чистый воздух поступает в жилые помещения, поглощает загрязнения из

переходных зон (например, запахи от одежды) и в конце удаляет влагу из влажных помещений.

С помощью приточно-вытяжной вентиляции возможно в настоящее время вернуть тепло из отработанного вытяжного воздуха. Например, в Германии в квартирах теплотери от вентиляции (при обеспечении требуемой вентиляции) составляют от 20 до 30 кВт·ч/(м<sup>2</sup>год). Для пассивного дома этот показатель очень высокий. Применяя современные теплообменники (рекуператоры) можно вернуть от 75 до 95% тепла из вытяжного воздуха. Эти высокоэффективные приборы были специально разработаны для использования в пассивных домах. Они обеспечивают также безупречное разделение потоков с удаляемым и свежим воздухом, потребляют очень мало электроэнергии и работают очень тихо.

При применении высокоэффективной рекуперации тепла потребность в теплоте на нагрев приточного воздуха значительно снижается. В Германии эта потребность составляет всего лишь от 2 до 7 кВт·ч/(м<sup>2</sup>год) и является хорошим условием для функционирования пассивного дома. Кроме того, благодаря рекуперации тепла температура приточного воздуха практически поднимается до значения комнатной температуры. Вследствие этого приточный воздух, поступающий в помещения, теперь уже "не холодный". Благодаря усиленной теплоизоляционной оболочке здания и прежде всего теплым окнам возможно значительное снижение тепловой нагрузки на отопление и сокращение затрат на монтаж оборудования. Только в пассивном доме имеется еще одно особенное преимущество, а именно, возможность отопления с помощью нагрева приточного воздуха. Так как свежий воздух и без того подводится в гостиные, рабочие, детские и спальные комнаты, этот воздух может одновременно использоваться и для подвода тепла. Так как речь идет только о свежем воздухе (а не о рециркуляции воздуха), количество притока свежего воздуха ограничено (иначе воздух внутри здания будет сухим) и температура нагрева воздуха тоже ограничена. Поэтому отопление с помощью приточного воздуха функционирует только в домах с небольшим потреблением тепла, а именно, в пассивных домах. Благодаря этому можно использовать очень изящные и компактные решения для домашней техники, например, компактный агрегат (пластинчатый теплообменник с тепловым насосом).

Из этого следует, что сегодня в срочном порядке необходима хорошая концепция по вентиляции, даже в том случае, если все усилия будут направлены к снижению вредных выбросов в внутренних помещениях.

Пассивные дома всегда имеют встроенную комфортную систему вентиляции, которая часто является центральной составляющей для всей домашней техники. Только высококачественная система вентиляции пригодна для пассивного дома. Наряду с высоким КПД рекуператора, должно быть гарантировано низкое потребление электроэнергии, гигиенически безупречная работа и очень тихий режим работы.

Высокоэффективные вентиляционные установки, разработанные специально для пассивных домов, оправдали себя при модернизации существующих зданий. Они улучшают качество воздуха, гарантируют полную защиту от образований конденсата влаги и способствуют снижению энергопотребления.

Дополнительный вклад в улучшения эффективности вентиляционных установок оказывает грунтовый теплообменник. Грунт на определенной глубине зимой имеет в среднем более высокую, а летом более низкую температуру, чем окружающий воздух. Приточный воздух можно нагреть или охладить в толще грунта. Это возможно, либо напрямую через воздушные каналы (воздух обменивается энергией со стенками грунтового теплообменника), либо косвенно через гидравлическую систему. Грунтовый теплообменник имеет замкнутый контур с жидким агентом, например,

гликоль или соляной раствор. Наружный воздух сначала проходит через грунтовый теплообменник, а потом через пластинчатый рекуператор. Пассивный дом, а точнее энергопассивный дом – это дом, в котором ничтожно малы расходы на отопление, что практически делает его энергонезависимым. Теплотери Пассивного дома составляют 15-25 кВт. кв.м в год (для сравнения, в кирпичном доме сталинской застройки 250-350 кВт. кв.м в год), а потребность в незначительном отоплении дома возникает только при отрицательных температурах наружного воздуха. В этих домах применяются современные строительные материалы и конструкции и новейшее инженерное оборудование. На сегодня – это самые совершенные дома в Европе с точки зрения комфорта внутреннего климата помещений. В этих домах автоматически поддерживаются: комфортная температура и влажность воздуха внутри дома, чистота воздуха. Ощущение комфорта среды у человека, попавшего в Пассивный дом, начинается уже с первых минут пребывания в нём. Чистый, тёплый свежий воздух, тёплые стены и полы (хотя отопление полов отсутствует) вызывает ощущение пребывания в горной местности в летний период. Если учесть, что человек за свою жизнь более 50% находится в жилище, то такая комфортная среда обитания внутри Пассивного дома, благотворно влияя на здоровье человека, способствует существенному продлению дееспособного срока жизни человека.

Затраты на отопление пассивных домов в 7-12 раз меньше, чем в кирпичных домах традиционной российской застройки (9000 р/год на коттедж 160 м. кв. и 150 р/месяц на 3-х комн./кв. 70 кв.м.). Пассивный дом от домов традиционной российской застройки, прежде всего, отличается высокой герметичностью и мощной теплоизоляцией здания. Для этого в Пассивных домах применяются: лучшая современная герметичная столярка с двойным стеклопакетом; специальная конструкция примыкания окон к стенам; несущие стены из газобетонных блоков толщиной 25 см, утепляемые снаружи пенополистиролом -15 см; теплоизоляция кровли из пенополистирола - 20 см; особая система теплоизоляции фундамента (тепловой колокол); специальная плёнка, защищающая от грунтового радона; состав материала и технология нанесения наружной штукатурки, позволяющий стенам «дышать». Конструктивные узлы здания и технология производства работ исключают наличия мостиков холода.

Обязательными атрибутами инженерного оборудования Пассивного дома является: приточно-вытяжная механическая вентиляция с рекуперацией тепла и системой подземных воздуховодов. Отопление дома осуществляется электроконвекторами, температура поверхностей которых не превышает 60°C. Отопительное и вентиляционное оборудование работает бесшумно. Зимой холодный воздух (-26°C) входит в подземный воздуховод, за счет тепла земли нагревается до +3°C и поступает в рекуператор. В рекуператоре вытяжной воздух отдает тепло приточному (не смешиваясь с ним), удаляемый воздух выбрасывается наружу, а приточный воздух из рекуператора +17°C поступает в дом, т.е. бесплатное отопление. Летом наружный воздух +30°C входит в подземный воздуховод, за счет температуры земли охлаждается до 17°C и поступает в дом, т.е. бесплатный кондиционер. КПД современных высокоэффективных рекуператоров достигает сегодня от 75% до 95%. Эти характеристики достигаются благодаря противоточным теплообменникам и специальным энергоэффективным вентиляторам (с так называемыми ЕС – моторами с высоким КПД). Поэтому возвращаемая теплота в 8 -15 раз больше расхода электроэнергии вентиляторов.

Очень много информации в западной литературе о пользе Пассивных домов для аллергиков. Поэтому фактор климатического комфорта становится причиной растущей популярности Пассивных домов.

Можно осуществить воздушное отопление совмещенное с вентиляцией, применив ТЭНы на выходе из рекуператора тепла. Однако, применение электроконвекторов с директивной отопительной системой позволяет более точно, до  $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ , поддерживать заданную температуру в каждом помещении дома. Для строительства Пассивного дома нужны специальные знания как на стадии проектирования, так и на стадии строительства. На стадии проектирования, по программам апробированным в Европе, Пассивный дом рассчитывается по всем параметрам коробки здания и инженерного оборудования как единая энергетическая система. Программа учитывает многочисленные моменты и детали, оказывающие влияние на термостатирование здания. Точность программы позволяет минимизировать расчётные теплопотери здания и выбрать наиболее оптимальные строительные конструкции и инженерное оборудование. Качество выполнения нашей фирмой технологических регламентов производства работ обеспечивает долговечность и многолетнюю эксплуатационную надёжность работы строительных конструкций и инженерного оборудования.

**Экономика.** В Пассивном доме отпадают затраты: на разводку водяного отопления и установки котельного оборудования, на подключение газа, емкостей для хранения топлива, расходов на чистку труб и фитингов. Стоимость же электроконвекторов, системы вентиляции и дополнительного утепления практически ниже стоимости классического отопления. А отказ от сетей газа и теплоцентралей несет в себе возможность значительно сократить себестоимость строительства. Громадный потенциал заложен в 2 х тарифных счетчиках электроэнергии. Для муниципального жилья отсутствие проблем кризисных ситуаций с теплоснабжением. Традиционный дом, при толщине стены в 1,5 кирпича или из бруса обложенного кирпичом, тратит на отопление 5 тонн дизеля в год (дом 160 кв.м.), на сумму 70 тысяч рублей (цена дизеля 14 руб/литр), а в Пассивном Доме стоимость отопления электричеством составляет 10 тысяч рублей. Как мы видим из приведенных данных экономия, будет составлять 60 тысяч рублей в год, но цены на топливо будут расти быстрее, чем тарифы на электроэнергию и реальная экономия составит 60 тысяч долларов за 20 лет.

**Энергобезопасность.** Уникальность Пассивного дома в том, что его можно построить в "чистом" поле без использования сетей газа и теплоцентралей. Нужна только вода и электроэнергия в обычном размере 10 кВт на дом или квартиру. Этого вполне достаточно для приготовления пищи, отопления, кондиционирования, вентиляции, горячей и холодной воды. При возможном отключении электроэнергии Пассивный дом остывает на  $1^{\circ}\text{C}$  в сутки при температуре наружного воздуха  $-15^{\circ}\text{C}$ . Во многом этому способствуют аккумуляторы тепла, роль которых выполняют массивные несущие стены, Ж/Б плиты пола первого этажа и междуэтажные перекрытия. Можно ещё более повысить энергобезопасность Пассивного дома дополняя инженерное оборудование различными источниками энергии: камины, печи, тепловые насосы, солнечные коллекторы для подогрева воды, солнечные батареи, ветроэлектростанции, и т.д. Такие мероприятия по повышению энергобезопасности могут сделать Пассивный дом полностью энергонезависимым с децентрализованным энергоснабжением, водоснабжением и очисткой бытовых стоков. Колодцы, скважины для воды и индивидуальные очистные сооружения сегодня выполняются многими фирмами и являются делом обыденным. Таким образом, мы стали пред фактом возможной постройки полностью энергонезависимого дома нового поколения, надёжным в эксплуатации, долговечностью более 150 лет, внутриклиматическая среда в котором является лабораторией здоровья для человека.