

УДК 620.9:338

## НЕКОТОРЫЕ ПОДХОДЫ К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

*Н.М. Сарбаева*

Проанализированы некоторые проблемы повышения энергетической эффективности жилых зданий Кыргызской Республики. Произведена оценка возможной экономии энергетических ресурсов в жилых домах. Предложена приточно-вытяжная вентиляция с рекуперацией тепла, которая может обеспечить необходимый микроклимат в помещении и существенно снизить расходы на отопление. Экономия при этом на обогрев тепла приточного воздуха при использовании рекуператора составляет от 30 до 48 % в зависимости от его типа и угла потоков воздуха. Указана наибольшая эффективность противоточных рекуперативных теплообменников, в которых потоки воздуха движутся навстречу друг другу, что позволяет обеспечить максимальную эффективность передачи тепла (90–94 %) и увеличить площадь поверхности теплообмена. При этом рекомендуется использовать в многоэтажных зданиях централизованные системы вентиляции с рекуператором.

*Ключевые слова:* энергоэффективный жилой дом; экономия энергии; приточно-вытяжная система; рекуперация тепла; теплообменник.

---

## ТУРАК-ЖАЙ ИМАРАТТАРЫНЫН ЭНЕРГЕТИКАЛЫК НАТЫЙЖАЛУУЛУГУН ЖОГОРУЛАТУУ МАСЕЛЕСИНЕ КАРАТА АЙРЫМ МАМИЛЕЛЕР

*Н.М. Сарбаева*

Бул макалада Кыргыз Республикасынын турак-жай имараттарынын энергетикалык натыйжалуулугун жогорулатуунун айрым маселелери талдоого алынды. Турак үйлөрдөгү энергетикалык ресурстарды үнөмдөө мүмкүндүгү бааланды. Бөлмөдө зарыл болгон микроклиматты камсыз кылып, жылытууга кеткен чыгымдарды бир кыйла олуттуу төмөндөтө турган, жылуулукту калыбына келтирүү менен агымдуу-сордуруучу желдетүү сунушталган. Рекуператорду пайдаланууда аба жылытууга кеткен чыгымды үнөмдөө анын түрүнө жана аба агымынын бурчунан жараша 30дан 48%га чейин болот. Макалада карама каршы агымдарды жаратуучу жылуулукту калыбына келтирүүчү жылуулук алмаштыргычтын бир кыйла натыйжалуулугу көрсөтүлдү, анда аба агымдары бири-бирин көздөй жылып, жылуулук берүүнүн максималдуу натыйжалуулугун (90–94 %) камсыз кылат жана жылуулук алмашуу аянтын көбөйтөт. Ошол эле учурда көп кабаттуу үйлөрдө жылуулукту калыбына келтирүүчү борборлоштурулган желдетүүчү системаны пайдалануу сунушталат.

*Түйүндүү сөздөр:* натыйжалуу энергиясы бар турак-жай; энергияны үнөмдөө; агымдуу-сордуруучу система; жылуулукту калыбына келтирүү; жылуулук алмаштыргыч.

---

## SOME APPROACHES TO THE IMPROVEMENT QUESTION ENERGY EFFICIENCY OF RESIDENTIAL BUILDINGS

*N.M. Sarbaeva*

The article analyzes some problems of increasing the energy efficiency of residential buildings in the Kyrgyz Republic. An assessment of the possible saving of energy resources is made. Supply and exhaust ventilation with heat recovery is proposed, which can provide the necessary microclimate in the room and significantly reduce heating costs. The savings in heating the supply air heat when using a heat exchanger range from 30 to 48 % depending on its type and angle of air flow. The highest efficiency of countercurrent recuperative heat exchangers is indicated, in which the air flows move towards each other, which ensures maximum heat transfer efficiency (90–94 %) and increase the heat exchange surface area. At the same time, it is recommended to use centralized ventilation systems with a recuperator in high-rise buildings.

*Keywords:* energy-efficient residential building; saving; supply and exhaust system; heat recovery; heat exchanger.

Уменьшение энергопотребления и рациональное использование энергоресурсов – одна из актуальных проблем современности.

Результаты многочисленных исследований, посвященных изучению проблем энергосбережения, показали, что наибольшее количество энергии тратится на отопление, горячее водоснабжение, покрытие потерь при ее транспортировке, охлаждение воздуха в системах кондиционирования, искусственное освещение [1, 2].

В республике расход на отопление помещений составляет в среднем 67 % общего объема энергии. При устойчивом росте цен на энергоносители, неизбежно вызывают повышение стоимости коммунальных услуг. Поэтому энергоэффективность зданий является важной задачей для республики и требует конкретных шагов по пути энергосбережения.

Начиная с 1998 года в республике работают законодательные и нормативно-правовые акты, регулирующие данное направление деятельности, построены и эксплуатируются энергоэффективные многоквартирные и индивидуальные жилые дома [3, 4].

Однако в стране еще не производится переход к массовому возведению энергоэффективных жилых домов, не выполняются работы по тепловой модернизации существующего жилого фонда. Потеря тепла в домах старого типа довольно высока и может достигать до 70 %, что ведет к росту коммунальных платежей. Также нерешенными остаются проблемы высокой стоимости 1 м<sup>2</sup> общей площади в многоквартирных жилых домах с низким энергопотреблением за счет высокой стоимости инженерного оборудования [5].

В большинстве жилых зданий, как известно, предусмотрена система вентиляции с естественной циркуляцией воздуха, работа которой осуществляется за счет естественной тяги, возникающей в результате разницы давлений и температур. В зимний период при работе вентиляционной системы понижается температура внутри здания, и значительно увеличиваются расходы на обогрев жилья. С вентиляционным воздухом из помещения уходит от 30 до 50 % тепла, что является недостатком естественной вентиляции и не соответствует современным требованиям энергосбережения.

Еще одна проблема, возникающая в данной области, это неумение правильно эксплуатировать энергоэффективные жилые дома. Результаты получаемой экономии энергии во многом зависят от жильцов, их желания беречь тепло и их грамотности в вопросах эксплуатации. Например, в энергоэффективном доме нельзя открывать окна при работающей системе вентиляции. Система вентиляции с рекуперацией тепла дает возможность обеспечить постоянный приток в квартиры свежего воздуха без необходимости открывать окна. При температуре наружного воздуха от +5 до –5 °С система вентиляции с рекуперацией позволяет сократить расход тепловой энергии на отопление до 70 %. За отопительный сезон сумма экономии достигает порядка 50 %. При проветривании помещений путем открывания окон эффект энергосбережения аннулируется, так как теплый воздух активно вытесняется холодным. Как результат – существенно возрастают затраты на отопление и срок окупаемости инженерного оборудования увеличивается в разы. Такие здания в полной мере нельзя считать энергоэффективными. Поэтому комплексное применение передовых энергосберегающих технологий и внедрения мер организационного характера, направленных на энергосбережение будет способствовать решению этой проблемы.

Наибольший интерес вызывает концепция “пассивного дома”. В нем основная часть общей потребности в энергии покрывается за счет солнечной энергии или утилизации тепла, выделяемого бытовой техникой и людьми. В пассивных домах используются современные строительные материалы и конструкции, а также новейшее инженерное оборудование. В настоящее время такие жилые дома признаны в Европе самыми совершенными с позиций комфортности, микроклимата помещений и энергопотребления.

Главное условие при проектировании энергоэффективного дома – обеспечение комфортной внутренней температуры без применения систем отопления и вентиляции путем герметизации здания и применения альтернативных источников энергии. Классификация таких домов проводится на основе их энергопотребления. Дом является энергоэффективным при затратах

на отопление помещений в год менее 90 кВтч/м<sup>2</sup>; до 45 кВтч/м<sup>2</sup> – энергопассивным; до 15 кВт ч/м<sup>2</sup> – нулевого энергопотребления, т. е. на отопление энергия не расходуется, но требуется для подогрева воды [6].

Строительство таких зданий достаточно быстро стало одним из доминирующих направлений в европейском энергосберегающем домостроении. К настоящему времени построены сотни отдельных зданий и даже поселков, состоящих из таких сооружений, разработаны основы их проектирования и требования к конструкциям и инженерному оборудованию, а также методы оценки. Уже созданы специальные стандарты для отдельных элементов и конструкций пассивных домов.

В соответствии с рекомендациями немецких специалистов [7], пассивный дом должен отвечать следующим основным требованиям:

- минимальные теплопотери из здания;
- оптимизация теплопоступлений при использовании возобновляемых источников энергии (ВИЭ) как в летний, так и в зимний периоды года;
- улучшение теплоизоляции стандартных строительных элементов (кровля, стены, полы и т. д.);
- исключение по возможности тепловых мостиков в конструкциях за счет качественного выполнения работ и применения новых технологий;
- максимально возможная герметизация оболочки здания;
- применение энергосберегающих окон;
- обеспечение оптимальной вентиляции помещений с использованием высокоэффективной рекуперации тепла из удаляемого вентиляционными системами воздуха.

При этом система вентиляции – важная и неотъемлемая часть пассивного дома. Наибольший интерес представляет строительство зданий с приточно-вытяжной вентиляцией и рекуперацией теплоты вентиляционных выбросов. Такая практика уже стала привычной в странах ЕС, однако в нашей стране еще недостаточно распространена. Безусловно, использование таких рекуператоров связано с рядом трудностей (например, установка дополнительной

ступени калорифера на входе холодного воздуха в рекуператор, удорожание автоматики), тем не менее, с ростом цен на энергоносители, применение рекуператоров вполне оправдано. Затраты на встраивание его в систему вентиляции окупаются в первый же год эксплуатации. Экономия на обогрев тепла приточного воздуха при использовании рекуператора, составляет от 30 до 48 %, в зависимости от его типа и угла потоков воздуха [5].

Принцип действия приточно-вытяжной установки с рекуперацией тепла заключается в следующем. Нагретый воздух забирается посредством воздухозаборников в помещениях, затем проходит через теплообменник рекуператора, где оставляет часть тепла. Вентиляционные рекуператоры тепла возвращают его часть назад в помещение посредством теплообмена между входящим и выходящим потоком.

Сами же устройства бывают двух типов: пластинчатые и роторные:

- пластинчатые (воздух, выходящий из локалии, нагревает пластины в теплообменнике, а входящий воздухопоток забирает аккумулированное тепло и поступает в помещение нагретым; эффективность рекуператора пластинчатого типа – 60 %, зависит от модели устройства);
- роторные (внутри расположен барабан из алюминия, который накапливает тепло от выходящих потоков воздуха, после чего отдает входящим; у этой системы высокий КПД, показатель энергоэффективности – до 80 %).

Преимущество роторного рекуператора перед пластинчатым – отсутствие конденсата и необходимости оборудования каналов влагоотвода. Кроме подогрева и очистки воздуха происходит его увлажнение, столь актуальное в зимний период. Однако цена такой системы вентиляции достаточно высока.

Самый распространенный вид рекуператора – пластинчатый, в основе которого лежат тонкостенные панели, соединенные поочередно таким образом, чтобы чередовать пропуск между ними разнотемпературных потоков под углом 90 °С (рисунок 1). Одной из модификаций такой модели является устройство с оребренными

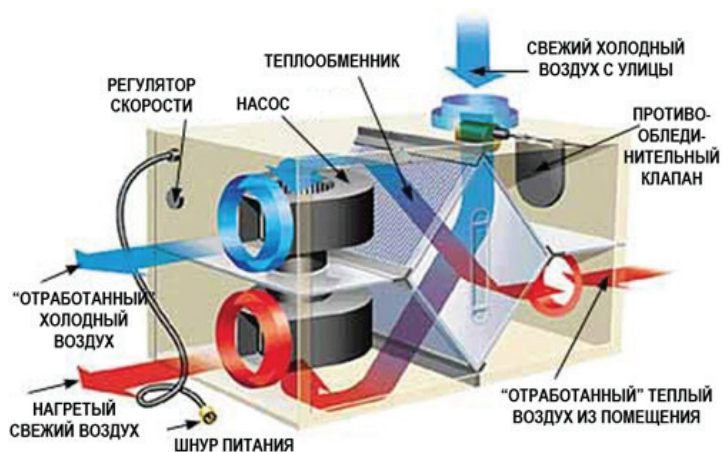


Рисунок 1 – Приточно-вытяжная вентиляционная установка с рекуперацией тепла

каналами для прохода воздуха. Оно обладает более высоким коэффициентом теплообмена.

Система с рекуперацией наиболее эффективна при значительной разнице температур снаружи и внутри помещения. Несмотря на достаточно высокую стоимость такого технологического решения, сложность расчета и монтажа, затраты энергии на прогрев воздуха снижаются до 80 %. Чтобы повысить эффективность рекуперации в приточно-вытяжных системах, некоторые производители используют несколько пластинчатых рекуператоров, установленных последовательно друг за другом. В этом случае удастся повысить эффективность рекуперации до 60–75 %. Кроме того, использование нескольких рекуператоров позволяет избежать обмерзания [7].

Следующим этапом развития пластинчатых рекуператоров стало появление противоточных рекуперативных теплообменников. В таких теплообменниках потоки воздуха движутся навстречу друг другу, что обеспечивает максимальную эффективность передачи тепла и увеличивает площадь поверхности теплообмена. По информации производителей, при некоторых температурных и влажностных параметрах приточного и вытяжного воздуха противоточные пластинчатые рекуператоры могут обеспечить эффективность 90–94 %, что является очень высоким показателем даже по сравнению с роторными теплообменниками [7].

Таким образом, приточно-вытяжная вентиляция с рекуперацией тепла может решить следующие проблемы:

1. Духота в помещении. В застойном воздухе накапливается углекислый газ, который создает ощущение духоты, нехватки свежего воздуха. Повышение уровня углекислого газа отрицательно сказывается на здоровье человека (головная боль, усталость и т. д.).
2. Уличный шум. При открытых окнах с улицы попадает шум, а зимой слишком холодный воздух.
3. Недомогание. Из-за нехватки кислорода появляется ощущение недомогания, усталость, начинает клонить в сон. По нормам содержание кислорода должно быть не менее 21 %, а современные плотные окна и двери не дают поступать воздуху естественным путем.
4. Пыль. Через открытые окна в помещение будет поступать пыльный воздух.
5. Затхлый запах. Такой запах появляется из-за отсутствия вентиляции и как следствие повышения влажности.
6. Сквозняки. При открытых окнах возникают сквозняки, а зимой поступление холодного воздуха. Это может привести к простуде.
7. Запотевание окон. Недостаточная вентиляция помещения приводит к повышению влажности воздуха, и влага начинает конденсироваться на холодной поверхности окна.

8. Насекомые. При открытом окне в помещение постоянно попадают насекомые, пух и мелкий мусор, переносимый ветром.

9. Грибок на стенах. При высокой влажности происходит конденсация влаги не только на окнах, но и на обоях, которые впоследствии являются отличной средой размножения плесневых грибов.

Главным преимуществом приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией является экономия энергии. При использовании системы вентиляции без рекуперации тепла расход электроэнергии на отопление составит от 6 до 10 кВт/ч, в случае же с рекуператором расходы в разы меньше – всего 1–2 кВт/ч, ведь входящий свежий воздух подогревать уже не нужно [7].

Поэтому стоит задуматься об эффективной вентиляции, которая обеспечит экономию на отопление, чистый, увлажненный и свежий воздух в помещении.

При этом в многоэтажных зданиях рекомендуется использовать централизованную ПВУ с рекуператором. Это можно объяснить несколькими факторами: высокой эффективностью (благодаря большей площади теплообменника), низким уровнем шума и удобством в обслуживании или ремонте (не нужно разбирать потолки, чтобы получить доступ к самой установке). Однако центральные системы используются только для нового строительства, поскольку требуют больших усилий по проектированию и монтажу системы воздуховодов. А для существующих зданий эффективным решением является децентрализованная система вентиляции.

К сожалению, на сегодняшний день некоторые энергоэффективные решения, которые были заложены при проектировании, в процессе возведения здания, чаще всего, не реализуются. Это происходит из-за недостаточной информации, следовательно, пользователи и застройщики пока не осознают целесообразность инвестиций в качественный воздух. В результате заказчик не имеет стимула вкладывать средства в использование энергоэффективных технологий. Поэтому будет не лишней государственная поддержка,

направленная на устранения барьеров, сдерживающих развитие энергосбережения и энергоэффективности при строительстве зданий и сооружений.

**Выводы.** Использование приточно-вытяжной системы вентиляции с рекуперацией в зданиях является эффективной технологией, так как данная система позволяет обеспечить необходимый микроклимат в помещении и существенно снижает расходы на отопление здания.

Предложены противоточные пластинчатые рекуператоры, которые могут обеспечить наибольшую энергоэффективность по сравнению с другими установками, в частности, с роторными теплообменниками.

В заключение хотелось бы отметить, что сегодня большую часть своей жизни люди проводят в закрытых помещениях, именно поэтому при строительстве домов необходимо уделять особое внимание наличию чистого и свежего воздуха. Создание энергоэффективных домов является одним из шагов на этом пути.

#### *Литература*

1. *Комков В.А.* Энергосбережение в жилищно-коммунальном хозяйстве / В.А. Комков, Н.С. Тимахова. 2-е изд. М.:ИИФРА, 2014. 204 с.
2. *Кузнецов А.* Проектирование энергосберегающих зданий / А. Кузнецов // Проектные и изыскательские работы в строительстве. 2010. № 1. С. 15–20.
3. Закон КР “Об энергетической эффективности зданий” от 26.07.2011 г. № 137.
4. СНиП КР 23-01:2013. Тепловая защита зданий”.
5. *Родина Е.М.* Улучшение энергоэффективности зданий / Е.М. Родина, К.Б. Бактыгулов, Т.В. Павличенко // Вестник КРСУ. 2015. Т. 15. № 9. С. 138–140.
6. *Широков Е.И.* Экодом нулевого энергопотребления – реальный шаг к устойчивому развитию / Е.И. Широков // Архитектура и строительство России. 2009. № 2. С. 35–39.
7. *Вишневецкий Е.П.* Особенности обеспечения эффективной работы пластинчатых теплообменников рекуперативного типа в суровых климатических условиях / Е.П. Вишневецкий // Журнал С.О.К. 2018. № 1. С. 12–14.