



УДК 697.92

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ВЕНТИЛЯЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ВЕНТС. ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕНТИЛЯЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Л.М. Котелков

Частное акционерное общество «Вентиляционные системы»
Украина, 08150, г. Боярка, ул. Соборности, 36, l.kotelkov@vents.kiev.ua

Аннотация. В статье приводится поиск возможных путей решения энергосбережения и повышения энергетической эффективности зданий при помощи применения энергоэффективных систем вентиляций. Рассматриваются различные энергоэффективные системы вентиляции, анализируются их достоинства и недостатки.

Ключевые слова: энергоэффективность, энергосбережение, показатели энергоэффективности, энергосбережение в зданиях, системы вентиляции, рекуперация.

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ВЕНТИЛЯЦІЙНЕ ОБЛАДНАННЯ ВЕНТС. ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ВЕНТИЛЯЦІЇ У БУДІВНИЦТВІ

Л.М. Котелков

Приватне акціонерне товариство «Вентиляційні системи»
Україна, 08150, м Боярка, вул. Соборності, 36, l.kotelkov@vents.kiev.ua

Анотація. У статті наводиться пошук можливих шляхів вирішення енергозбереження та підвищення енергетичної ефективності будівель за допомогою застосування енергоефективних систем вентиляцій. Розглядаються різні енергоефективні системи вентиляції, аналізуються їх переваги та недоліки.

Ключові слова: енергоефективність, енергозбереження, показники енерго-ефективності, енергозбереження в будівлях, системи вентиляції, рекуперация.

ENERGY-SAVING VENTILATION EQUIPMENT VENTS. WAYS TO INCREASE ENERGY EFFICIENCY OF VENTILATION IN CONSTRUCTION

L.M. Kotelkov

Private Joint Stock Company "Ventilation Systems"
Ukraine, 08150, city of Boyarka, ul. Sobornosti, 36, l.kotelkov@vents.kiev.ua

Abstract. Search of possible solutions of energy saving and increase of power efficiency of buildings is given in article by means of application of power effective systems of ventilation. Various power effective systems of ventilation are considered, their merits and demerits are analyzed.

Keywords: energy efficiency, energy saving, efficiency indices, building energy saving, ventilation systems, recuperation.

Постановка проблемы. В настоящее время в Украине значительное внимание уделяется энергосбережению в строительстве жилых зданий – объектов, которые на вложенные средства будут в течение нескольких десятков лет создавать экономию тепловой энергии. Разработана государственная программа энергосбережения, включающая совершенствование нормативно-методической базы проектирования и перестройку стройиндустрии на возведение и реконструкцию зданий, отвечающих современным требованиям.

При этом энергосбережение в жилых и промышленных зданиях остаются важными и актуальными. По разным оценкам в наших домах, теряется от 30 до 40% всех вырабатываемых энергетических ресурсов, большая часть которых теряется при сжигании углеводородов. Украина имеет громадный потенциал энергосбережения, поскольку старые

здания не обеспечивают минимальные санитарно-гигиенические требования нормативов передовых стран мира [1-5]. Принято считать, что потери тепловой энергии в зданиях складываются из трех основных составляющих:

1. потерь через защитную оболочку: стены, покрытие, окна;
2. потерь за счет вентиляционного воздухообмена;
3. потерь за счет попадания холодного воздуха через наружные ограждающие конструкции.

Методология расчета потерь 1 и 3 предметно рассмотрены в трудах [5, 15, 16]. В данной работе предложены методы уменьшения потерь тепла за счет вентиляционного воздухообмена и оценен потенциал энергосбережения в системах вентиляции с утилизацией тепла вытяжного воздуха.

Анализ последних исследований и публикаций. Согласно современным представлениям ведущих ученых, таких, как Gendebien S. [12], и Fernández-Seara José [13] вентиляция в здании является одним из основных источников потери тепла.

Egidijus Juodis, Наумов А.Л. и Серов С.Ф. занимались вопросами теплоизоляции и герметичности оболочки гражданских зданий, значительно сокращающих потери тепла, повышающих требования к вентиляции [14, 15].

В работе [16] рассматривается влияние рекуперации тепла на экономию энергии в многоэтажных жилых зданиях для определения оптимальных режимов работы. Непрерывная работа установки в течении 24 ч показала, что система утилизации тепла позволила ежегодной экономить на отопление и охлаждение соответственно до 9,45 % и 8,8 % энергии.

Табунщиков Ю.А. в работе [17] указал опасность обмерзания теплообменника при рекуперации, что является одним из видимых препятствий к широкому внедрению рекуперационных устройств.

В работе [18] выполнено сравнение рекуперационной системы с другими системами вентиляции, при этом отмечается, что рекуперация тепла из отработанного воздуха значительно снижает тепловые нагрузки, а рациональность использования системы утилизации тепла зависит от типа здания, тепловых нагрузок и характеристик вентиляционного оборудования.

Цель работы. Анализ состояния современного рынка систем рекуперации и оценка влияния утилизации тепла вытяжного воздуха на параметры энергосбережения в зданиях.

Изложение основного материала исследования.

I. Анализ рынка производителей вентиляционных систем Украины

На современном рынке вентиляционных систем производителей надежных и эффективных систем не много. К известным брендам на отечественном рынке следует отнести такие:

1. Вентс.

ВЕНТС - это мощное научно-производственное предприятие, которое владеет крупнейшей современной производственной базой в Европе и самостоятельно производит полный спектр оборудования для систем вентиляции и кондиционирования. Ассортимент вентиляционной продукции ВЕНТС составляет более 10000 наименований для бытовой, коммерческой и промышленной вентиляции, различных целевых аудиторий потребителей и мировых географических регионов.

Производственные мощности компании расположены более чем на 60000 м². Каждый из 16 цехов компании оборудован в соответствии с международными стандартами и осуществляет полноценный производственный цикл. На предприятии работают более 2 000 человек, которые обеспечивают воплощение вентиляционной продукции от идеи и конструкторского решения до готового высокотехнологичного продукта. Основное направление компании - внедрение инноваций и применение передовых технологий в области климатического оборудования. Вентс располагает собственным парком ультрасовременного высокотехнологичного металлообрабатывающего оборудования, на котором производится широкий ассортимент вентиляционной продукции высокого качества.



Производство компании Вентс представляет собой законченный цикл от идеи и разработки новой продукции до ее окончательной сборки и упаковки. В основе производственного процесса заложены наиболее современные технологии в области вентиляции, строгая система контроля качества на всех этапах, мощная производственная база и тщательно подобранные трудовые ресурсы. Комплексность и системность организации деятельности позволяют компании Вентс выпускать широчайший по назначению и функциональности спектр климатического оборудования: от принадлежностей, элементов, устройств для систем вентиляции и бытовых вентиляторов до высокотехнологических воздухообрабатывающих агрегатов.

Благодаря четко выстроенной системе контроля продукции Вентс соответствует самым строгим европейским стандартам качества и безопасности (СЕ) и имеет сертификаты крупнейших международных сертификационных институтов и организаций – TUV (Германия), PCBC (Польша), EVPU (Словакия), УкрТест (Украина), РосТест (Россия), AMCA (США), HVI (США) и других. Производственный процесс компании ВЕНТС сертифицирован в соответствии с международными стандартами системы менеджмента качества организаций и предприятий ISO 9001:2000.

В последние годы компания ВЕНТС полностью перешла на производство и выпуск вентиляционного оборудования отвечающим европейским и национальным стандартам энергетической эффективности (Европейский стандарт EN 13779, национальный стандарт ДСТУ Б EN 13779. С 2015 г. все вентиляционные установки, вентиляторы, вентиляционные агрегаты выпускаются в соответствии с требованиями европейского регламента ErP (ErP – Energy related Products – Directive) устанавливающий требования к электропотребляющему оборудованию.

Энергоэффективное вентиляционное оборудование – является главным направлением дальнейшего развития компании ВЕНТС. Основное ее применение – это жилищное и коммерческое строительство.

2. Wolf.

Компания Wolf GmbH основана в 1963 году в качестве производителя установок для сушки хмеля в г. Майнбург. Штат компании состоял из 80-ти человек. В 1973 Wolf начало производство климатических систем для отелей, больниц, промышленных помещений. Через несколько лет компания начала производство вентиляционной, а затем отопительной техники. И уже в начале 1990х годов основную часть оборота Wolf занимают отопительные котлы.

На сегодняшний день Wolf является большим и известным концерном в Европе. Оборудование Wolf производится на единственном в Германии заводе в г. Майнбург. В штате компании – сервисные инженеры и высококвалифицированные сотрудники, на производстве и в офисах по всему миру. Компания принимает решения на основе новейших технических и инновационных разработках

Компанией Wolf выпускаются условно компактные устройства с рекуперацией тепла спроектированные для контролируемой приточно-вытяжной вентиляции современных зданий. Предписания по энергосбережению и санитарному состоянию воздуха в зданиях привели также к возрастанию технических и гигиенических требований к вентиляционным установкам. Компактные установки SKL с рекуперацией тепла подают в помещения отфильтрованный наружный воздух в достаточном, плавно поступающем, регулируемом объеме. Одновременно происходит удаление соответствующего объема отработанного воздуха помещения с повышенной концентрацией CO₂ и отведение его в качестве удаляемого воздуха. На этом основании также эффективно удаляются другие вредные вещества, такие как запах, тонкая пыль, влага и т. д. Рекуперация тепла осуществляется с помощью алюминиевого противоточного пластинчатого теплообменника (ПТО).

Основным недостатком таких систем является их высокая начальная себестоимость, а также высокие эксплуатационные расходы и инерционность в проектировании и реализации проектных решений.

3. Crosstar торговой марки «AeroStar»

AEROSTAR GROUP 10 лет производит широкий спектр достаточно энергоэффективного оборудования для вентиляции и кондиционирования: воздухообрабатывающие установки разной производительности, канальное вентиляционное оборудование; холодильное оборудование и оборудование для кондиционирования: VRF/VRV -системы, чиллеры, фанкойлы; промышленные адсорбционные осушители.

Энергосберегающие установки CrossStar практически полностью отвечают всем требованиям вентиляционного оборудования, создают необходимый климат на малых и средних объектах, решая задачи по снижению электропотребления. Установки CrossStar легко монтируются, т.к. в них уже система автоматики встроена, достаточно произвести монтаж воздуховодов и подключить к сети. Поставляются в четырех типоразмерах. Основным преимуществом таких систем является использование ЕС-вентиляторов, что гарантирует снижение затрат на эксплуатацию за счет применения электронно-коммутируемого (ЕС) двигателя.

Однако, в стандартной комплектации режим работы установок CrossStar допускается только в диапазоне температур от -15С до +25С. При температурных параметрах, не попадающих в данный диапазон, для создания комфортных условий в помещении установки нужно доукомплектовывать нагревателями и охладителями (канальной серии) соответственно.

II. Энергоэффективность в жилищном строительстве

Под энергоэффективностью в жилищном строительстве понимают комплекс мероприятий, направленных на снижение потребляемой зданиями тепловой энергии, необходимой для поддержания в помещениях требуемых параметров микроклимата, при соответствующем технико-экономическом обосновании внедряемых мероприятий и обеспечении безопасности.

Согласно требованиям ДСТУ Б EN 15251:2011 «Расчётные параметры микроклимата помещений для проектирования и оценки энергетических характеристик сооружений по отношению к качеству воздуха, теплового комфорта, освещения и акустики» вводятся новые требования к зданиям и сооружениям, конструктивным и инженерно-техническим решениям, с целью повышения микроклимата помещений, его качественных характеристик, а так же оценки микроклимата и необходимых затрат энергии для поддержания микроклимата в помещениях.

В строительстве, как правило, основной тезис любого проектировщика или архитектора сводится к самому простому: чем меньше здание теряет тепла, тем меньшее количество энергии требуется для восполнения тепловых потерь. Поэтому, на первый взгляд, наиболее простым и рациональным способом экономии энергии на отопление является способ повышения теплозащитных свойств ограждающих конструкций.

Стремление к созданию зданий с малыми теплопотерями привело к увеличению требований к теплозащитным свойствам ограждающих конструкций (в Европе в 70-х годах прошлого столетия, в Украине с 2000 года). Применительно к стенам и покрытиям требования к сопротивлению теплопередаче возросли на 150-200%, к окнам на 20-30%, при этом требования к сокращению затрат энергии на вентиляцию были проигнорированы. На вентиляцию в обычных зданиях тратится ориентировочно около 40-50% всего тепла, отдаваемого отопительной системой. При улучшении теплоизоляции здания доля тепла, теряемого с вентиляционным воздухом, возрастает (рис.1).



Рис. 1. Основные источники теплопотерь здания

Обеспечения воздухообмена. В современном жилищном строительстве системы вентиляции с естественной тягой и системы с принудительной вытяжной вентиляцией в жилых зданиях приводят к большим потерям тепловой энергии в отопительный период и не пригодны для энергоэффективных зданий. В таблице 1 представлен анализ систем вентиляции жилых зданий

Табл. 1. Анализ систем вентиляции жилых зданий

Естественная вентиляция	Механическая приточно-вытяжная вентиляция
Нагрузка на отопление возрастает на 40% Пыльный воздух Неподготовленный воздух(холодный/тёплый) Уличный шум Периодическое поступление воздуха (колеблющийся уровень CO ₂)	Подготовленный воздух(холодный/тёплый) Шумоизоляция Постоянный уровень CO ₂ Очищенный от пыли воздух Снижение нагрузки на отопление

Таким образом, как бы не утеплялось здание, экономии на вентиляции, без внедрения специальных инженерных мероприятий не достигнуть. Наоборот, чем больше теплозащита здания, тем большая энергии тратится на поддержание требуемых параметров микроклимата.

III. Пути повышения энергоэффективности в жилых зданиях при помощи различных систем вентиляции

1. Применение приточно-вытяжной системы вентиляции с рекуперацией.

Именно эти системы чаще всего рассматриваются как метод энергосбережения, при котором удаляемый из здания воздух используется в тёплый период года для предварительного охлаждения, а в холодный период – для подогрева приточного воздуха с уменьшением затрат энергии на подогрев приточного воздуха. Чтобы отобрать тепло у удаляемого воздуха, его надо пропустить через приточно-вытяжную установку. Основной отличительной особенностью установок является наличие секции утилизации тепла – пластинчатого или роторного рекуператора. Перед тем как удалить вытяжной воздух наружу, в рекуператоре от него забирается тепло, которое используется для нагрева приточного воздуха в холодный период времени. Такие системы позволяют экономить до 90% энергии, затрачиваемой на нагрев свежего воздуха в холодное время года.

Пластинчатые рекуператоры. Приточный и удаляемый воздух проходят с обеих сторон ряда пластин. Здесь практически исключается контакт приточного и удаляемого воздуха. Такие рекуператоры должны быть оснащены отводами конденсата, так как есть вероятность его образования на пластинах. Выпадения конденсата может привести к образованию льда, следовательно, необходима система размораживания. Рекуперация тепла

может регулироваться посредством перепускного клапана, контролирующего расход проходящего через рекуператор воздуха. Пластинчатый рекуператор не имеет подвижных частей.

Роторные рекуператоры. В них происходит полный обмен температур двух потоков воздуха. Теплообмен происходит с помощью непрерывно вращающегося между удаляемым и приточным каналами ротором. Такие рекуператоры имеют существенный недостаток - присутствует вероятность того, что запахи и загрязнители, выделяемые людьми, мебелью, строительными материалами, могут перемещаться из удаляемого воздуха в приточный. Правильное расположение вентиляторов устраняет этот недостаток. Уровень рекуперации тепла регулируется скоростью вращения ротора. В роторных рекуператорах присутствуют подвижные части.

Рекуператоры с промежуточным теплоносителем. Обычно используются в системах, где недопустимо смешение потоков воздуха, а также в случаях большого расстояния между приточной и вытяжной установками. Теплоноситель получает тепло удаляемого воздуха с помощью теплообменника, установленного в вытяжной части и передаёт его подаваемому воздуху с помощью теплообменника, установленного в приточной части установки, который выполняет функцию начального нагревателя. В качестве промежуточного теплоносителя в зависимости от климата используется вода или незамерзающая жидкость, чаще всего 40%-ный раствор этиленгликоля в дистиллированной воде.

Выполним расчёт экономического эффекта применения ПВУ с рекуперацией тепла на примере вентиляционной установки производительностью 250 м³/ч.

- стоимость установки (на примере ВУТ 2 250 ПУ ЕС): 17300 грн.
- режим работы в зимний период (октябрь-май): 4380 ч/год
- стоимость 1 кВт-ч: 0,99грн
- дополнительные затраты на отопление
- при естественной вентиляции: 7260грн/год

Затраты	Экономия
Общие годовые затраты: 3280 грн/год	Экономия на отопление: 3980 грн/год
Сервисное обслуживание: 400 грн/год	
Расход электроэнергии:	
Вентиляторы - 700 грн/год	
Подогрев воздуха -2180 грн/год	

Соотношения экономия /затраты – 1,21

Срок окупаемости – 4,4 года

Проанализируем основное вентиляционное оборудование «Вентс» для сектора жилой недвижимости.

Для этих целей можно отметить два направления: централизованная и децентрализованная вентиляция

Централизованная вентиляция представлена установками серии ВУТ, которые имеют следующие особенности:

- производительность от 100 до 3500 м³/ч
- поставляются как с нагревателем, так и без него
- различные варианты монтажа (напольный, настенный, подвесной)
- алюминиевый, полистирольный рекуператор
- 20 различных модификаций

К этой группе относятся нижеприведенные установки.

Название и характеристики	Общий вид установки
<p>Приточно-вытяжная установка ВУТ 300 Э2В ЕС Расход воздуха: 50-270м³/ч Размер: 700х373х650 мм Нагрев: электро, 2 ступ Пульт управления: Выносной, ЖК</p>	
<p>Приточно-вытяжная установка ВУТ 250 2 П ЕС (2рекуператора) Расход воздуха: 200 м³/ч Размер: 580х770х220мм Нагрев: нет Пульт управления: выносной индикаторный Размер: таблица размеров Нагрев: водяной/ электро Пульт управления: выносной ЖК</p>	
<p>Приточно-вытяжная установка ВУЭ 2 250 ПУ ЕС (2 рекуператора) Размер: 585х865х300мм Расход воздуха: 270 м³/ч Нагрев: нет Пульт управления: выносной индикаторный</p>	

Децентрализованная вентиляция

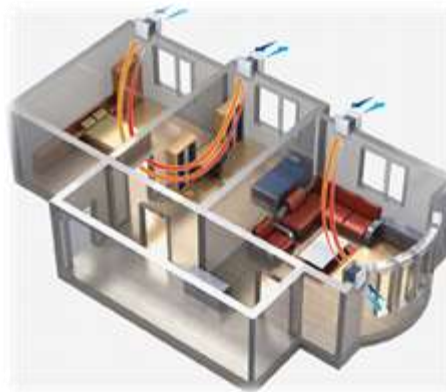
Особенностями таких установок есть:

- Размещаются непосредственно в вентилируемом помещении
- Не требуется системы воздуховодов
- Идеальный вариант для «быстрого» монтажа системы
- Вентилюет конкретное помещение, создавая индивидуальный микроклимат



Установки серии Микра

- Производительность от 20-150м³/ч
- Настенный вариант монтажа
- Рекуператор пластинчатый
- (эффективность до 75%)



Установки серии ТВИН

Фреш комфо RA1-50

Производительность от 7-60 м³/ч

Без нагревателя

Внутрстенный вариант монтажа

Регенератор сотовый керамический

(эффективность до 90%)

Реверсивный вентилятор с ЕС двигателем

мощностью до 3 Вт

Бесшумная работа 22-29дБ(А)



2. Применение в вентиляционном оборудовании энергосберегающих двигателей – ЕС моторы (2-е направление повышение энергоэффективности вентиляции в строительстве).

На сегодняшний день, стоимость энергоресурсов и задачи энергосбережения, выдвигают высокие требования к системам отопления, вентиляции и кондиционирования и в частности, к затратам энергии при работе отдельных агрегатов, и вентиляторов.

Поскольку на эффективность работы вентиляторов и потребление электроэнергии вентиляторами оказывают основное существенное влияние, тип и конструкция вентилятора, а также тип его двигателя соответственно, то возникает необходимость применять различные варианты вентиляторов и их комплектацию двигателями, на стадии проектирования и соответственно применение их при монтаже систем вентиляции.



Одно из мероприятий по данному вопросу - это снижение энергетических затрат, при работе вентиляторов приточно-вытяжных системы путём замены вентиляторов с асинхронными двигателями на вентиляторы с ЕС-моторами.

Практика показывает, что при эксплуатации систем вентиляции с использованием вентиляторов, приточно-вытяжных установок с ЕС-моторами обеспечивается:

- минимальное энергопотребление,
- плавная регулировка производительности, высокое КПД;
- централизованное управление группой вентиляторов, объединённых в единую систему;
- возможное управление вентиляторами с компьютера для задания и контроля рабочих характеристик.



Высокий КПД двигателей (до 98%) и конфигурация крыльчатки позволяют экономить до 30% электроэнергии

3. Адаптивные системы вентиляции с переменным расходом воздуха (3-е направление повышение энергоэффективности в жилых зданиях при помощи вентиляции).

Концепция адаптивной системы вентиляции основана на принципе, который заключается в обеспечении достаточного количества свежего воздуха, когда это необходимо.

Системы обеспечивают поддержание заданных параметров воздуха в зонах обслуживания с различными требованиями к микроклимату при сравнительно низкой стоимости и экономичном энергопотреблении вентилятора. Энергоэффективность достигается за счёт принципа, по которому работают такие системы, а именно вентиляция, там, где и когда это необходимо. Элементы системы вентиляции работают в зависимости от потребности каждого помещения, количества людей и вида деятельности.

Адаптивная система вентиляции обеспечивает оптимизацию потребления тепловой энергии и качества воздуха внутри помещений в полностью автоматическом режиме.

Параметры регулирования позволяют регулировать скорость изменения воздухообмена с учётом фактической потребности, поэтому выбор параметров зависит от места установки, типа и назначения помещения (характер и уровень выделяемых загрязнений).

В адаптивных системах вентиляции используются следующие параметры регулирования расхода воздуха:

- влажность
- присутствие
- концентрация CO₂

В помещении всегда присутствует некоторое количество внутренних загрязнителей, наличие которых связано с человеческой активностью, обменом веществ. Кроме того, их выделяют строительные материалы, предметы быта. Наиболее приемлемыми для жилых помещений являются системы вентиляции с датчиками влажности. Влажность - это также относительный показатель состояния загрязнённости помещения. Количество влаги напрямую зависит от деятельности человека. Семья из четырёх человек в виде испарений выделяет в день около 10–15 л влаги (ванна, душ, кухня, дыхание и физическая деятельность). Эта влага должна быть удалена из помещения. В противном случае она сконденсируется на стенах, за шкафами и в углах помещения, разовьётся грибок.

В основе систем вентиляции с компонентами, реагирующими на повышение/понижение влажности, лежит способность некоторых материалов расширяться при повышении влажности воздуха и сжиматься при снижении влажности воздуха. Поток воздуха настраивается в зависимости от влажности внутри помещения, чем она больше, тем шире открываются заслонки, и увеличивается количество поступающего в помещение воздуха.

Датчики влажности полностью изолированы от приточного воздуха и фиксируют только изменения внутренней влажности. Технология чувствительности к влажности используется в приточных устройствах, вытяжных решётках в комнатах, где состояние влажности отражает уровень внутренней загрязнённости (гостиные комнаты, спальни, кухни, ванные комнаты). При использовании адаптивных систем вентиляции жилые помещения с большими потребностями получают больший поток воздуха, чем пустые помещения.

Системы вентиляции с датчиками движения чаще используются в общественных помещениях. Например, они удобны в фитнес клубах, спортивных учреждениях.

Кроме высокого качества воздуха в помещении и оптимизации экономии электроэнергии, адаптивная система вентиляции обладает многочисленными косвенными преимуществами, связанными с сокращением среднего расхода воздуха:

- Сокращение среднего энергопотребления с помощью вентилятора
- Менее интенсивное загрязнение фильтров, воздуховодов и вентиляционных устройств
- Увеличение срока службы вентиляторов
- Уменьшенный размер системы воздуховодов для уменьшения площади размещения

Выводы:

Экономически целесообразным способом повышения энергоэффективности в жилых зданиях является применение комплекса мер:

1. повышение теплозащиты ограждающих конструкций,
2. внедрение инженерных и конструктивных мероприятий,
3. применение современных энергосберегающих методов и технологий.

Многие объекты не соответствуют принятым теплотехническим требованиям, их число стремительно растёт. Необходимо искать новые способы повышения энергоэффективности жилых зданий, создавать и внедрять высокие технологии в строительстве.

Литература

1. *Расчётные* параметры микроклимата помещений для проектирования и оценки энергетических характеристик сооружений по отношению к качеству воздуха, теплового комфорта, освещения и акустики. ДСТУ Б EN 15251:2011
2. *Вентиляция* общественных сооружений. Требования к исполнению систем вентиляции и кондиционирования воздуха. ДСТУ Б EN 13779:2011
3. *Отопление*, вентиляция и кондиционирование. ДБН В.2.5-67: 2013
4. *Ананьев В.А.* Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика / В.А. Ананьев, Л.Н. Балуева, А.Д. Гальперин – М.: ООО «Диксис Трейдинг», «Евроклимат», 2001. – 416с.
5. *Богословский В.Н.* Кондиционирование воздуха и холодоснабжение / В.Н. Богословский, О.Я. Кокорин, О.В. Петров – М.: Стройиздат, 1985.
6. *Немова Д.В.* Системы вентиляции в жилых зданиях как средство повышения энергоэффективности. Строительство уникальных зданий и сооружений 2012. №3.
7. *Фаренюк Г.Г.* Тепловые и экономические аспекты энергосбережения в зданиях. М.: Авок – пресс, 2004
8. *Беккер А.* Системы вентиляции. М.: Техносфера Евроклимат, 2005.



9. Мунд Э., Нильсен П, Скистард Х. Вытесняющая вентиляция в непроизводственных зданиях. М.: Авок – пресс, 2006
10. Барон В.Г. Рекуперация тепла в современных системах вентиляции. Киев.: С.О.К. №3 ,2005
11. Барон В.Г. Эксплуатация энергоэффективного жилого дома усадебного типа. М.: Энергосбережение, № 1, 2016
12. Gendebien S., Bertagnolio S., Lemort V. Investigation on a ventilation heat recovery exchanger: Modeling and experimental validation in dry and partially wet conditions // Energy and Buildings. 2013. Pages 176-189
13. Fernández-Seara José, Diz Rubén, Francisco J. Uhía, Alberto Dopazo, José M. Ferro. Experimental analysis of an air-to-air heat recovery unit for balanced ventilation systems in residential buildings // Energy Conversion and Management. 2011. Pages 635-640
14. Egidijus Juodis. Extracted ventilation air heat recovery efficiency as a function of a building's thermal properties // Energy and Buildings. 2006. Pages 568-573
15. Наумов А.Л., Серов С.Ф., Будза А.О. Квартирные утилизаторы теплоты вытяжного воздуха // АВОК. 2012. №1
16. Sang-Min Kim, Ji-Hyun Lee, Determining operation schedules of heat recovery ventilators for optimum energy savings in high-rise residential buildings // Energy and Buildings. 2012. Pages 3-13
17. Табунщиков Ю.А. Малозатратные оперативные мероприятия по экономии энергии // Энергосбережение. 2012. № 8. С. 4-9
18. Gendebien S., Bertagnolio S., Lemort V. Investigation on a ventilation heat recovery exchanger: Modeling and experimental validation in dry and partially wet conditions // Energy and Buildings. 2013. Pages 176-189

References

1. Raschëtnye parametry mykroklymata pomeshchenyy dlya proektyrovannya y otsenky énerhetycheskykh kharakterystyk sooruzhenyy po otnoshenyyu k kachestvu vozdukha, teplovoho komforta, osveshchenyya y akustyky [Calculating parameters of the microclimate of premises for designing and estimating the energy characteristics of structures in relation to air quality, thermal comfort, lighting and acoustics]. DSTU B EN 15251:2011. - (in Ukrainian)
2. Ventylyatsyya obshchestvennykh sooruzhenyy. Trebovaniya k yspolnenyyu system ventylyatsyy y kondytsyonyrovannya vozdukha [Ventilation of public buildings. Requirements for the execution of ventilation and air-conditioning systems]. DSTU B EN 13779:2011- (in Ukrainian)
3. Otoplenye, ventylyatsyya y kondytsyonyrovanye [Heating, ventilation and air conditioning]. DBN V.2.5-67: (2013). - (in Ukrainian)
4. Anan'ev, V.A., Balueva, L.N., Hal'peryn, A.D. (2001). *Systemy ventylyatsyy y kondytsyonyrovannya. Teoryya y praktyka [Ventilation and air conditioning systems. Theory and practice]*. – Moscow: «Dyksys Treydynh», «Evroklymat». - (in Russian)
5. Bohoslovskyy, V.N., Kokoryn, O.Y., Petrov, O.V. (1985). *Kondytsyonyrovanye vozdukha y kholodosnabzhenye [Air conditioning and refrigeration]*. Moscow: Stroyizdat. - (in Russian)
6. Nemova, D.V. (2012). *Systemy ventylyatsyy v zhylykh zdanyyakh kak sredstvo povysheniya énerhoéffektyvnosti [Ventilation systems in residential buildings as a means of increasing energy efficiency]*. *Stroytel'stvo unikal'nykh zdanyy y sooruzhenyy [Construction of unique buildings and structures]*, 3. - (in Russian)
7. Farenjuk, H.H., Farenjuk, E.H. (2004). *Teplovye y ékonomycheskiye aspekty énerhosberezhenyya v zdanyyakh [Thermal and economic aspects of energy saving in buildings]*. Moscow: Avok press. - (in Russian)
8. Bekker, A. (2005). *Systemy ventylyatsyy [Systems of ventilation]*. Moscow: Tekhnosfera Evroklymat. - (in Russian)
9. Mund, É, Nyl'sen, P, Skystard, KH. (2006). *Vytesnyayushchaya ventylyatsyya v neproyzvodstvennykh zdanyyakh [Displacing ventilation in non-productive buildings]*. Moscow: Avok – press. - (in Russian)
10. Baron, V.H. (2005). *Rekuperatsyya tepla v sovremennykh systemakh ventylyatsyy [Heat recovery in modern ventilation systems]*. Kyiv: S.O.K. - (in Ukrainian)
11. Baron, V.H. (2016). *Ékspluatatsyya énerhoéffektyvnoho zhyloho doma usadebnoho typu*. Moscow: Énerhosberezhenye. - (in Russian)

12. Gendebien, S., Bertagnolio, S., Lemort, V. (2013). Investigation on a ventilation heat recovery exchanger: Modeling and experimental validation in dry and partially wet conditions. *Energy and Buildings*, 176-189
13. Fernández-Seara, José, Diz Rubén, Francisco, J. Uhía, Alberto, Dopazo, José, M. Ferro. (2011). Experimental analysis of an air-to-air heat recovery unit for balanced ventilation systems in residential buildings. *Energy Conversion and Management*, 635-640.
14. Egidijus, Juodis. (2006). Extracted ventilation air heat recovery efficiency as a function of a building's thermal properties. *Energy and Buildings*, 568-573
15. Naumov A.L., Serov S.F., Budza A.O. (2012). *Kvartyrnye utylyzatory teploty vytyazhnoho vozdukha [Housing utilizers of heat of exhaust air].* - (in Russian)
16. Sang-Min, Kim, Ji-Hyun, Lee (2012). Determining operation schedules of heat recovery ventilators for optimum energy savings in high-rise residential buildings. *Energy and Buildings*, 3-13.
17. Tabunshchikov, Y.A. (2012). Malozatratnye operativnye meropryatyia po ékonomyy énerhyi [Low-Cost Operative Measures to Save Energy]. *Énerhosberezhnye [Energy Saving]*, 8, 4-9. - (in Russian)
18. Gendebien, S., Bertagnolio, S., Lemort, V. (2013). Investigation on a ventilation heat recovery exchanger: Modeling and experimental validation in dry and partially wet conditions. *Energy and Buildings*, 176-189.

Надійшло до редакції 25.11.2015 р.

Рецензент: д.т.н., проф. Яковенко В.Б.