

Б.Х. Драганов, Национальный аграрный университет Украины,
В.Г. Демченко, Институт технической теплофизики НАН Украины

Инженерное оборудование энергоэффективных зданий

Определены требования, которым должно отвечать инженерное оборудование энергоэффективных зданий. Сформулированы методы снижения потребления тепловой энергии за счёт применяемого оборудования. Рассмотрены оптимальные тепловые балансы энергоэффективных зданий.

КПД – коэффициент полезного действия;

Q_{max} - годовая потребность в тепле для отопления

Q_{min} – минимальные затраты энергии

A – общая площадь теплопереноса;

V - Строительный объём здания;

N – показатель тепловой эффективности здания;

N₁ – показатель тепловой эффективности, учитывающий воздействие

климатических факторов на тепловой баланс здания;

N₂ - показатель тепловой эффективности, определяющий, теплозащитные свойства наружных ограждающих конструкций;

N₃ – показатель тепловой эффективности, определяющий оптимальность выбора показателей внутридомового инженерного оборудования.

Резкое сокращение запасов топливно-энергетических ресурсов, проблемы изменения климата и экологические аспекты загрязнения окружающей среды заставили пересмотреть и изменить отношение к вопросам энергопотребления и энергосбережения. За последние годы на украинском рынке появилось большое количество современной инженерной техники с высоким КПД, новых строительных материалов с хорошими теплоизоляционными свойствами и электронных автоматических систем контроля, управления и регулирования внутридомовых инженерных систем.

Комплексное использование новых технологий в строительстве позволяет в несколько раз снизить потребление энергоносителей и, как следствие, значительно сократить эксплуатационные расходы с одновременным сокращением выбросов вредных веществ в атмосферу.

С целью снижения потребления энергоносителей на законодательном уровне внесены соответствующие изменения и дополнения в строительные нормы и правила и другие нормативные документы. Например, повышены нормативные требования к сопротивлению теплопередаче ограждающих конструкций для жилых и общественных зданий. Однако до сего времени не выработана окончательная концепция и программа строительства и эксплуатации энергоэффективных зданий. В последние годы много сделано в этом направлении, но ещё больше проблемных вопросов предстоит решить.

С точки зрения методологии системного подхода необходимо рассматривать тепловую эффективность здания в целом, как результат трёх основных элементных параметров тепло-холодоснабжения и электроснабжения здания, как единой энергетической системы, а именно:

- климатических параметров в районе строительства;
- архитектурно-планировочных решений и теплоизолирующих свойств, принятых проектом ограждающих конструкций;
- параметров инженерного оборудования здания, направленных на создание комфортных условий.

По экспертным оценкам реализация энергосберегающих мероприятий может обеспечить сокращение теплопотребления в здании в 2-2,5 раза.

При этом энергосбережение за счёт оптимизации градостроительных решений составляет 8 – 10%, архитектурно-планировочных решений до 15%, правильного выбора решений ограждающих конструкций до 25%, инженерного оборудования до 30%, внутридомовых систем автоматизации и учёта до 20%.

Для определения и сокращения тепловых потерь необходимо составление теплового баланса, на рис.1 приведены возможные поступления и теплопотери энергии в здании.

Рис.1. Тепловой баланс жилого дома, коттеджного типа.



Учитывая это, наибольшую экономию энергии можно получить за счёт утепления и снижения теплопотерь, через строительные конструкции, применения современного и модернизации существующего инженерного оборудования, в сочетании с комплексной автоматизацией внутридомовых процессов, остановимся на них более подробно.

Данное положение и лежит в основе технологии строительства энергоэффективных зданий. Представляется, что проекты таких зданий должны отвечать следующим основным требованиям:

- качественная разработка проектно-сметной документации,
- применение регулирующих устройств для оптимального отопления,
- механическая вентиляция помещений,
- применение эффективного отопительного оборудования,
- экономное расходование воды для горячего водоснабжения,
- использование геотермальных и геотермальных установок для получения тепловой энергии,
- использование воздухопроводов и трубопроводов, имеющих наименьшее гидравлическое сопротивление,
- применение энергоэффективной бытовой и внутридомовой техники,
- использование для аккумуляции тепловой энергии строительных конструкций,
- отказ от излишних архитектурных деталей и выбор архитектурных форм с наименьшей площадью ограждающих конструкций.

Принципиальное отличие энергоэффективных зданий заключается в том, что они имеют значительно меньшую потребность в тепловой энергии для отопления, чем здания, построенные по действующим строительным нормам.

Однако до сего времени, термин «энергоэффективный дом» не получил официального разъяснения, в связи, с чем часто безосновательно применяется по отношению к зданиям, не отвечающим данным требованиям.

Исходя из опыта строительства подобных зданий в Западной Европе, такими зданиями считаются дома, которые потребляют на 25% тепловой энергии меньше, чем принято нормативными документами. В соответствии с этим, по европейским нормам, максимальная годовая потребность в тепле для отопления $Q_{\max} = f(A/V)$ в зависимости от отношения общей суммарной площади теплопередачи A к строительному объёму V не должна превышать значения 40-75 кВт. час на m^2 отапливаемой площади в год. На практике потребление колеблется от 35 до 80 кВт. час / m^2 год, что приблизительно соответствует расходу, от 3,5 до 8 литров дизельного топлива, либо 3,5 – 8 m^3 природного газа в год на 1 m^2 .

Энергоэффективные здания имеют незначительную потребность в тепловой мощности необходимой для отопления. Однако для обеспечения горячего водоснабжения, покрытия затрат на теплопотери и вентиляцию её приходится иногда увеличивать в 3-5 раз. Для создания комфортных условий, в жилом доме, имеющего потребность на нужды отопления около 6 квт., на горячее водоснабжение может понадобиться до 24 квт. тепловой энергии.

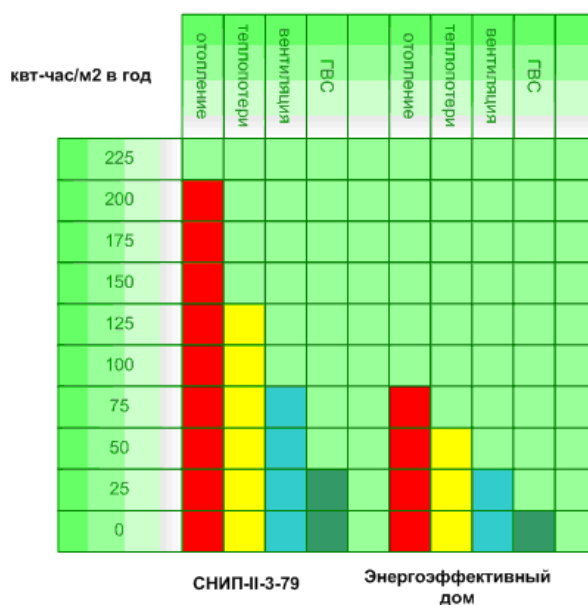
Этот пример наглядно показывает, что экономии топлива можно достичь, в первую очередь за счёт сокращения энергетических затрат на горячее водоснабжение. Надо отметить, что расчёты теплопотребления должны

основываться на создании комфортных условий в здании и учитывать, что увеличение потребности в тепле в процессе эксплуатации, либо не достаточной мощностью выбранного оборудования, в последующем всегда связаны с дополнительными трудностями и значительными капиталовложениями.

Выбор системы зависит от множества факторов: если в многоэтажных, многоквартирных и гражданских зданиях основным критерием являются инвестиционные затраты, то в индивидуальном коттеджном строительстве больше внимания уделяется последующим эксплуатационным затратам, в значительной степени зависящим от цены на различные виды энергии.

На рис.2 приводится зависимость теплотребления односемейного жилого дома (площадью - 150 м², количество жителей 4 человека) в сравнении с действующими СНИП-II-3-79 «Строительная теплотехника» с изменениями и дополнениями 1995 года в сравнении с требованиями к энергоэффективным зданиям, принятым в Европейском Сообществе.

Рис.2. Возможное сокращение эксплуатационных расходов тепловой энергии в энергоэффективном здании.



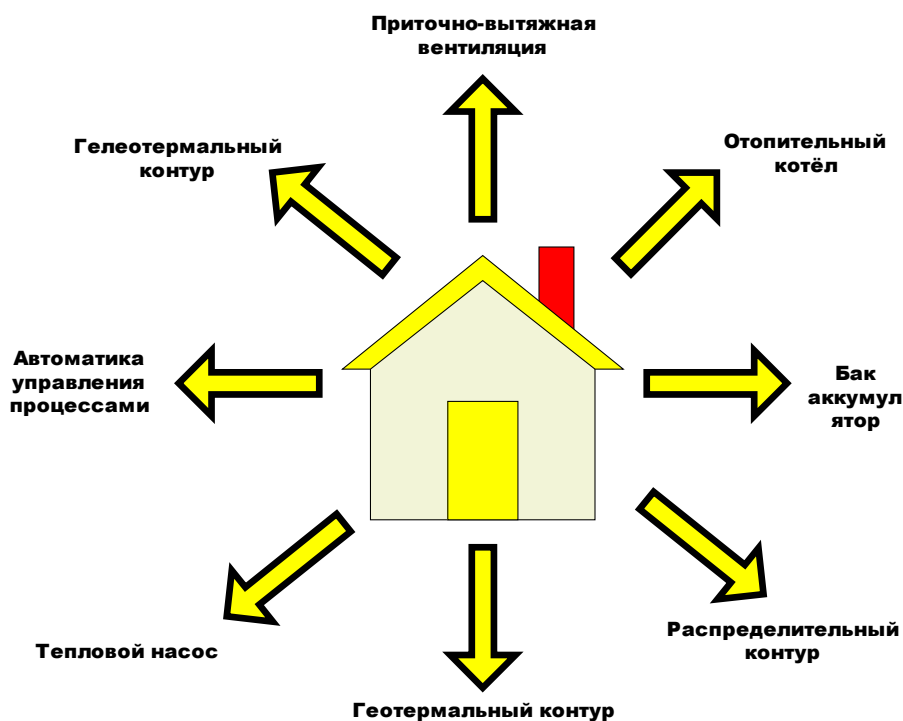
Снижение теплотребления достигается в первую очередь:

- сокращением удельного расхода тепловой энергии в связи со снижением общей тепловой нагрузки, уменьшением мощности отопительного котла, сокращением площади поверхности теплопередачи, снижением расчётных температур теплоносителя;
- применением котлов с высокими значениями КПД и коэффициента использования мощности установленного оборудования, использованием геотермальных и геотермальных контуров, тепловых насосов, когенерационных схем совместной выработки энергии и альтернативных её источников;

- улучшенной изоляцией конструкций приводящей к повышению температуры внутренней поверхности ограждающих конструкций в сочетании со схемами аккумуляции тепловой энергии и аккумуляторами низкопотенциального тепла;
- использованием принудительной вентиляции с рекуперацией, для сокращения потерь тепловой энергии с вытяжной вентиляцией;
- повышением требований к автоматическому регулированию и контролю за генерацией и распределением тепловой и электрической энергии.

Методы снижения теплопотребления, с применением инженерного оборудования представлены на рис.3.

Рис.3. Основные элементы инженерного оборудования энергоэффективного здания.



Отдельно следует остановиться на вопросе потерь тепла через ограждающие конструкции и в первую очередь воздухопроницаемости. До сего времени считалось, что ограждающие конструкции зданий должны пропускать влагу. Стремление исключить теплопотери привело к пересмотру данной концепции и строительству максимально утеплённых, герметичных зданий.

Как контраргумент часто приводятся доводы, что в энергоэффективных домах, это приведёт к появлению избыточной влажности и связанных с этим негативных последствий. Однако при правильно работающей приточно-вытяжной вентиляции проблемы конденсации водяных паров внутри

помещений не возникают, а строительные конструкции надёжно защищены от влаги. Тем не менее, данный вопрос требует тщательного дополнительного рассмотрения проектными и научно-исследовательскими организациями.

На данном этапе можно отметить, что энергоэффективные дома более комфортны по сравнению с домами построенными по традиционной технологии, за счёт обеспечения энергетически оптимального режима эксплуатации, исключения образования сквозняков, сокращению шумовой эмиссии, исключения неприятных запахов и в целом, эффективного снижения эксплуатационных затрат на энергию.

Показателем тепловой эффективности N здания принято называть величину: $N = Q_{\min} / Q_{\max}$, где Q_{\min} – минимальные затраты энергии необходимые для создания комфортных условий в здании, объёмом V , Q_{\max} – действительные затраты энергии необходимые на обогрев и охлаждение здания.

При этом показатель тепловой эффективности здания N может быть записан, как $N = N_1 N_2 N_3$, где N_1 – показатель тепловой эффективности, учитывающий воздействие климатических факторов на тепловой баланс здания; N_2 - показатель тепловой эффективности, определяющий, теплозащитные свойства наружных ограждающих конструкций; N_3 – показатель тепловой эффективности определяющий оптимальность выбора показателей внутридомового инженерного оборудования.

При этом максимальный показатель тепловой эффективности достигается при $N=1$, в таких зданиях отмечаются минимальные потери тепла, что позволяет экономить не только инвестиционные капиталы за счёт применения хорошо подобранного по мощности инженерного оборудования, но и сократить до минимума эксплуатационные расходы на отопление, вентиляцию, водо- и электроснабжение.

Оценить правильность выбранного решения с финансовой точки зрения, помогут расчёты простой окупаемости, дающие возможность определить эффективность капиталовложений:

$$\text{Инвестиция} = \frac{\text{Срок окупаемости}}{\text{Экономия}}$$

Обычно принято рассчитывать граничные пределы сроков окупаемости при минимальных и максимальных капиталовложениях. Проведенные расчёты показывают экономическую целесообразность строительства и эксплуатации энергоэффективных зданий, особенно это становится актуально в связи с постоянным удорожанием топливно-энергетических ресурсов.

Выводы:

1. Применение современного инженерного оборудования в комплексе с автоматикой регулирования и надёжной изоляцией ограждающих конструкций здания, - позволяет сократить расходы энергоносителей в 2-2,5 раза.
2. Снижение теплотребления в здании возможно только при комплексном использовании методов энергосбережения всех внутридомовых систем.

3. Оценка эффективности при выборе оборудования должна основываться на показателях тепловой эффективности здания η и сроках окупаемости.

Литература

1. Курс энергетического аудита, Институт Энергосбережения и Энергоменеджмента НТУ «КПИ», КЦПЭМ, Киев -2003,
2. М.П. Ковалко, С.П. Денисюк, Энергосбереження – пріоритетний напрямок державної політики України, Київ, УЕЗ, 1998, 506 с.
3. Н.М. Мхитарян, Энергосберегающие технологии в жилищном и гражданском строительстве, Наукова Думка, Киев-2000, 400 стр.
4. Ю.А. Табунщиков, , Москва
5. Dr.Hans Viessmann, Viessmann Heizungshandbuch, Genter Verlag, Stuttgart, 1987, 660 S.
6. Otmar Humm, Niedrigenergie Haeuser, Oekobuch Verlag, Staufen bei Freiburg, 2000, 295 S, ISBN 3-922964-51-6
7. Hans-Peter Sproten, SHK-Technik in Niedrigeenergiehaeusern, IKZ-Haustechnik Heft 10/2000, Strobel Verlag, S.106