

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<sub>max</sub>** - годовая потребность в тепле для отопления

**Q<sub>min</sub>** – минимальные затраты энергии

**A** – общая площадь теплопереноса;

**V** - Строительный объём здания;

**№** – показатель тепловой эффективности здания;

**№1** – показатель тепловой эффективности, учитывающий воздействие

климатических факторов на тепловой баланс здания;

**№2** - показатель тепловой эффективности, определяющий, теплозащитные свойства наружных ограждающих конструкций;

**№3** – 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.

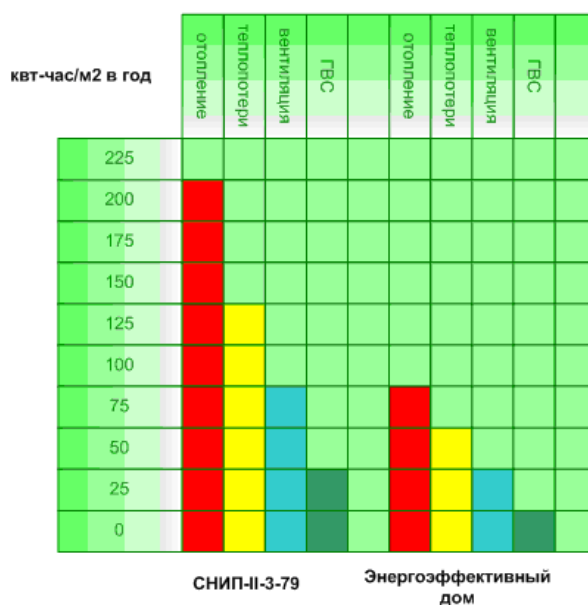
Этот пример наглядно показывает, что экономии топлива можно достичь, в первую очередь за счёт сокращения энергетических затрат на горячее водоснабжение. Надо отметить, что расчёты теплопотребления должны

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 м<sup>2</sup>, 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.



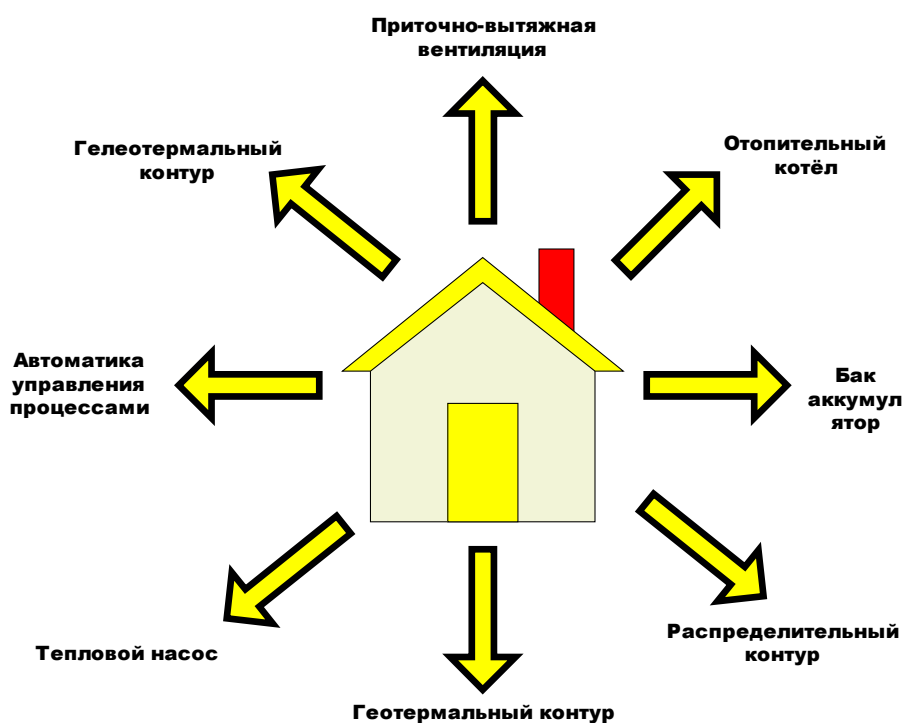
Снижение теплотребления достигается в первую очередь:

- 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  $\eta$  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