

## АНАЛИЗ СПОСОБОВ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

*Шамралиев И. И., Кадиева А. К.*

*Токмокский технический институт, КГТУ им И. Раззакова*

*Данная статья содержит расчет, комплекс мер по достижению энергоэффективности, повышения теплозащиты реконструируемых зданий, повышение уровня энергосбережения зданий при реконструкции жилых зданий.*

*Разработаны мероприятия, направленные на совершенствование энергосберегающей деятельности при эксплуатации жилищного комплекса.*

В условиях экономического кризиса энергосбережение должно стать приоритетной задачей, поскольку позволяет относительно простыми мерами регулирования значительно снизить нагрузку на бюджеты всех уровней, сдержать рост энергетических тарифов, повысить конкурентоспособность экономики и увеличить предложения на рынке труда.

Требования по повышению энергетической эффективности зданий становятся важной составляющей законодательства в большинстве стран мира, в том числе и в России. Поэтому совершенствование энергосберегающей деятельности при проектировании и эксплуатации жилищного комплекса, повышение тепловой эффективности ограждающей оболочки здания, включая стены, покрытия и окна, повышение регулируемости систем отопления и теплоснабжения зданий является актуальной задачей современного общества.

Расчет энергоэффективности здания сводится к вычислению затрат

энергии, потребляемой зданием, и определяется как сумма удельных затрат тепловой и электрической энергии (кВт·ч/(м<sup>2</sup>г.)) на м<sup>2</sup> отапливаемой площади здания за один отопительный период в годовом цикле эксплуатации, за вычетом тепlopоступлений от людей, электробытовых приборов и солнечной радиации через световые проемы.

Тепловой баланс жилого здания в целом и каждого отапливаемого помещения выражается уравнением

$$Q_{тр} + Q_B + Q_{с.о.} + Q_{инс} + Q_{быт} = 0 \tag{1}$$

где  $Q_{тр}$  - трансмиссионные потери теплоты через ограждения здания (помещения);  $Q_B$  - затраты теплоты на нагрев наружного воздуха в объеме инфильтрации или санитарной нормы;  $Q_{с.о.}$  - тепловая мощность системы отопления;  $Q_{инс}$  - теплопоступления за счет солнечной радиации;  $Q_{быт}$  - суммарные теплопоступления за счет всех внутренних источников теплоты, за исключением системы отопления.

Трансмиссионные потери через ограждающие конструкции (стены, окна, двери, потолки, полы) определяются из общего уравнения теплопередачи:

$$Q_{тр} = F/R_0^{пр} * (T_B - T_H) \tag{2}$$

где  $Q_{тр}$  - количество тепловой энергии, передаваемое от внутреннего воздуха в помещении к наружному воздуху, Дж;  $T_B$ ,  $T_H$  - температура внутреннего и наружного воздуха, °С (К);  $F$ ,  $R_0^{пр}$  - площадь и приведенное сопротивление теплопередаче.

Тогда уравнение теплового баланса можно выразить следующим образом:

$$Q_{с.о.} - Gc_g(T_B - T_H) - (T_B - T_H)F/R_0^{пр} = 0, \tag{3}$$

где  $G$  - воздухообмен помещения, м<sup>3</sup>/ч;  $c$  - теплоемкость воздуха, Дж/(кгК);  $g$  - плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>;

Из уравнения теплового баланса (3) видно, что повысить температуру внутреннего воздуха  $t_B$  можно, увеличив мощность системы теплоснабжения помещения, величину  $Q_{с.о.}$  или уменьшив количество инфильтрующегося или специально подаваемого в помещение наружного воздуха  $G$ .

Строительные нормы четко определяют параметры микроклимата жилых помещений, в частности, нормируется минимальная температура в жилом здании: угловая комната - +20 °С; жилая комната - +18 °С; кухня - +18 °С; ванная - +24 °С; вестибюль, лестничная клетка - +16 °С; помещение лифта - +5 °С; подвал - +4 °С; чердак - +4 °С, [1].

Температура внутри помещений зависит от температуры приборов отопления, их теплопередачи, интенсивности проветривания помещения и способа проветривания, расположения помещения, количества окон и их теплоизоляционных свойств, или, как все чаще называют этот параметр, энергосберегающие свойства. Существенную роль в тепловом балансе здания играет мощность внутренних источников тепла. Источник тепла мощностью 1 Вт в пересчете дает 5 кВт-ч/м в год тепловой энергии, т. е. 5 % годового уровня теплопотерь здания.

С изменением уровня теплопотерь жилых помещений изменяется роль внутренних источников тепла в общем тепловом балансе здания.

Нормируемое значение мощности бытовых и технологических тепловыделений в помещениях составляет 21 Вт/м<sup>2</sup>, [2].

На диаграмме (рис. 1) приведены среднегодовые удельные теплопотери и бытовые тепловыделения зданий различного типа. В нижней части столбцов - удельные теплопотери зданий, в верхней - суммарные нормативные значения энергии бытовых и технологических тепловыделений в помещениях.

Из приведенной диаграммы следует, что для большинства эксплуатируемых домов теплопотери превышают теплопоступления от внутренних источников тепла и тепловой баланс поддерживается в основном за счет систем отопления. За счет использования энергоэффективных материалов ограждающих конструкций в зданиях 3-го и 4-го типов, составляющая теплового баланса  $Q_{с.о.}$  (тепловая мощность системы отопления) может быть значительно снижена.

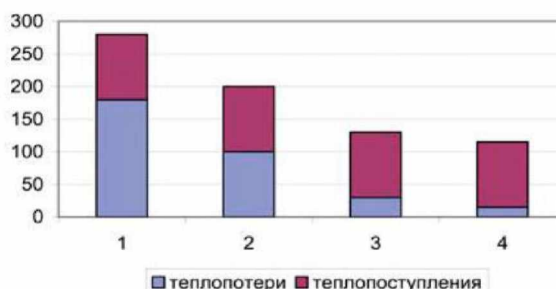


Рис. 1. Теплопотери-теплопоступления в зданиях, Дж: 1 - старый жилой фонд; 2 - современные здания; 3 - энергоэффективные здания; 4 - пассивный дом.

В современных зданиях трансмиссионные теплопотери через стены, перекрытия верхнего этажа и над подвальными помещениями составляют около 34 %, или 34 кВт-ч/м в год. Около 50 % теплопотерь в новых зданиях приходится на вентиляционные выбросы. Увеличение или уменьшение уровня воздухообмена по сравнению с нормативным значением наиболее существенно сказывается на уровне теплопотерь.

Для зданий нового жилого фонда с уровнем теплопотерь около 100 кВт-ч/м в год их распределение по различным путям имеет следующий вид (рис. 2).

Теплопотери через окно происходят по нескольким каналам: потери через оконный блок и переплеты, потери за счет теплопроводности воздуха и конвективных потоков между стеклами, а также теплопотери посредством теплового излучения. Через оконные конструкции без остекленных лоджий и балконов благодаря инфильтрации воздуха и теплообменным процессам за счет теплопроводности теряется до 40 % тепла в здании.

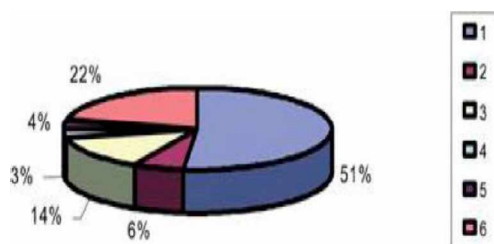


Рис. 2. Теплопотери в здании: 1 - воздухообмен; 2 - крыша; 3 - стены; 4 - подвал; 5 - уч. за отопит элементом; 6 - окна.

Применение недостаточной, малоэффективной теплоизоляции, или ее неправильное размещение неизбежно приводит к ухудшению микроклимата помещений. Таким образом, одним из эффективных путей обеспечения теплового комфорта в помещениях является увеличение характеристики  $Ro^{np}$ . Температура воздуха  $T_B$  определяет условия (интенсивность) конвективной теплоотдачи от человека в окружающую среду. Лучистый теплообмен между человеком и окружающей средой определяется так называемой радиационной температурой помещения  $T_R$ . В общем виде радиационная температура помещения определяется формулой [4]

$$T_R = S f_i \cdot t_i / S f_i, \quad (4)$$

где  $f_i$  - коэффициент облученности с поверхности тела человека на  $i$ -ю поверхность помещения с температурой  $t_i$ .

Для упрощения расчетов обычно принимают

$$T_R = S F_i \cdot t_i / S F_i, \quad (5)$$

где  $F_i$  - площадь  $i$ -й поверхности ограждающих помещений конструкций.

Уравнение теплового баланса лучистого теплообмена между человеком, находящимся в помещении, и ограждающими конструкциями помещения имеет вид

$$Q = S F_i \cdot \sigma \cdot C_i \cdot b_i \cdot (T - T_R), \quad (6)$$

где  $C_i$  - приведенный коэффициент излучения системы человек - поверхности ограждений;  $b_i$  - температурный коэффициент, учитывающий нелинейность лучистого теплообмена.

Допустимая интенсивность теплоотдачи от человека к холодным поверхностям путем лучистого теплообмена составляет 70 Вт/м. Следовательно, сопротивление теплопередаче оконных блоков должно быть не менее 0,5...0,55 м<sup>2</sup> °C/Вт (в зависимости от геометрии помещения, что при расчетах учитывается величиной  $f_i$ ). И при этом неважно, из какого материала сделано обрамление окна - дерева, пластика или алюминиевых профилей. Теплотехнические характеристики ограждающих конструкций должны определяться только условиями теплообмена. Поэтому разные нормативные требования по теплозащите окон, принятые в отечественных нормах в зависимости от вида обрамляющих элементов, физически необоснованны. При корректировке нормативных требований по уровню теплозащиты окон необходимо учитывать не только общие теплопотери помещения, но и особенности теплообмена между человеком и окружающей средой в зависимости от геометрических параметров проектируемого помещения.

Принятая форма характеристики теплового режима помещений только значением  $t_B$  является недостаточной. Тепловой режим характеризуется так называемой температурой помещения,  $t_n$ , которая определяется величинами  $T_B$  и  $T_R$  по формуле

$$T_R = 1,57 T_n - 0,57 T_B. \quad (7)$$

Повышение величины  $T_R$  обеспечивает нормальную комфортную температуру помещения при неизменной температуре воздуха  $T_B$  и соответственно неизменном значении теплопоступлений  $Q$ .

Нормальный для человека температурный диапазон помещения может обеспечиваться при существующих тепловых нагрузках в системах отопления жилых зданий. Однако в ряде случаев и, особенно в зданиях старой застройки необходимо повышать уровень теплозащиты ограждающих конструкций. Причем тепловая эффективность повышения теплозащиты окон и глухих стен практически эквивалентны.

Наиболее предпочтительным способом повышения теплозащиты реконструируемых зданий считается наружная теплоизоляция стен с применением эффективных теплоизоляционных материалов. При этом обеспечивается существенное повышение теплотехнической однородности наружных ограждений, простота конструктивных решений дополнительной теплозащиты, возможность утепления зданий без выселения жильцов, сохранение существующей полезной площади, существенное улучшение температурно-влажностного режима существующих наружных ограждений. Для утепления покрытий, чердачных и цокольных перекрытий целесообразно применять легкие эффективные теплоизоляционные материалы. Они

укладываются на поверхность существующих покрытий и чердачных перекрытий, а в случае цокольных перекрытий - размещаются в пространстве между полом и несущими конструкциями или закрепляются на потолке подвальных помещений и подпольных пространств.

Значительное повышение уровня энергосбережения зданий при реконструкции жилых зданий также достигается остеклением балконов и лоджий, установкой устройств автоматического закрытия входных дверей и дверей выхода на чердак, устройством тамбуров при их отсутствии в реконструируемых домах.

Облицовка наружных стен, технического этажа, кровли, перекрытий над подвалом теплоизоляционными материалами дает снижение теплопотерь до 20 %; устранение мостиков холода в стенах и в примыканиях оконных переплетов - 2...3 %; остекление балконов и лоджий - 10... 12 %; применение окон с отводом воздуха из помещения через межстекольное пространство - 4...5 %. Таким образом, при выполнении всех мероприятий по утеплению стен здания суммарное снижение энергопотерь может составить от 20 до 40 %.

Комплекс мер по достижению энергетической эффективности зданий может быть представлен следующими мероприятиями:

-повышением тепловой эффективности ограждающей оболочки здания, включая стены, покрытия и окна;

-повышением регулируемости систем отопления и теплоснабжения зданий;

-повышением эффективности эксплуатируемых систем теплоснабжения, в том числе путем перехода к применению альтернативных систем децентрализованного теплоснабжения;

-внедрением систем принудительной вентиляции с применением систем рекуперации тепла вытяжного воздуха.

Особенностью современного здания должны являться его система энергоснабжения, а также система энергосберегающих мероприятий, обеспечивающих снижение затрат энергии на поддержание комфортных условий и освещение при одновременном повышении качества микроклимата.

#### Литература

-СНиП 2.04.01-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование, с изм.1и2.

-Фаренюк Г. Г., Фаренюк Е. Г. Тепловые и экономические аспекты энергосбережения в зданиях. Экологические системы. - М.: Авок-пресс, 2004.

-Табунщиков Ю. А., Бродач М. М. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий. -М.: Авок-пресс, 2002.

УДК.: 539

### ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ ОСНОВНЫХ И ДОБАВОЧНЫХ ПОТЕРЬ В ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ТРАНСФОРМАТОРАХ НАПРЯЖЕНИЕМ 10/0,4 кВ

*Шамралиев И. И., Кадиева А. К.*

*Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова*

*Токмокский технический институт*

*В данной статье рассматриваются актуальные на данный момент времени вопросы по сбережению электрической энергии в силовых трансформаторах с напряжением 10/0,4 кВ, эксплуатирующимися длительное время в сельских районах Кыргызской Республики.*

*Подробно рассмотрены причины возникновения различного рода потерь появляющихся в процессе работы данных трансформаторов, а также представлены различные способы их устранения.*

Силовые трансформаторы являются одним из самых важных и ответственных основного электрооборудования электрических станций, подстанций электроэнергетических систем и промышленных предприятий, оказывающих значительное внимание на экономичность и надежность электроснабжения.

Конструктивной основой любого силового трансформатора является магнитопровод (сердечник) на котором устанавливаются обмотки, крепления отводов, переключатели и другие элементы конструкции силового трансформатора.

Магнитопровод набирается из изолированных друг от друга листов электротехнической стали и представляет собой магнитную цепь силового трансформатора. Передача мощности от одной обмотки к другой происходит электромагнитным путем, при этом часть мощности, поступающей к трансформатору из питающей электрической сети, теряется в трансформаторе. Потерянную часть мощности называют потерями. [1]

Потери мощности в трансформаторе являются одной из характеристик экономичности конструкции трансформатора. Полные нормированные потери, которые относятся к основным состоят из потерь холо-

укладываются на поверхность существующих покрытий и чердачных перекрытий, а в случае цокольных перекрытий - размещаются в пространстве между полом и несущими конструкциями или закрепляются на полке подвальных помещений и подпольных пространств.

Значительное повышение уровня энергосбережения зданий при реконструкции жилых зданий также достигается остеклением балконов и лоджий, установкой устройств автоматического закрытия входных дверей и дверей выхода на чердак, устройством тамбуров при их отсутствии в реконструируемых домах.

Облицовка наружных стен, технического этажа, кровли, перекрытий над подвалом теплоизоляционными материалами дает снижение теплопотерь до 20 %; устранение мостиков холода в стенах и в примыканиях оконных переплетов - 2...3 %; остекление балконов и лоджий - 10... 12 %; применение окон с отводом воздуха из помещения через межстекольное пространство - 4...5 %. Таким образом, при выполнении всех мероприятий по утеплению стен здания суммарное снижение энергопотерь может составить от 20 до 40 %.

Комплекс мер по достижению энергетической эффективности зданий может быть представлен следующими мероприятиями:

- повышением тепловой эффективности ограждающей оболочки здания, включая стены, покрытия и окна;
- повышением регулируемости систем отопления и теплоснабжения зданий;
- повышением эффективности эксплуатируемых систем теплоснабжения, в том числе путем перехода к применению альтернативных систем децентрализованного теплоснабжения;
- внедрением систем принудительной вентиляции с применением систем рекуперации тепла вытяжного воздуха.

Особенностью современного здания должны являться его система энергоснабжения, а также система энергосберегающих мероприятий, обеспечивающих снижение затрат энергии на поддержание комфортных условий и освещение при одновременном повышении качества микроклимата.

### Литература

- СНиП 2.04.01-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование, с изм.1и2.
- Фаренюк Г. Г., Фаренюк Е. Г. Тепловые и экономические аспекты энергосбережения в зданиях. Экологические системы. - М.: Авок-пресс, 2004.
- Табунщиков Ю. А., Бродач М. М. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий. -М.: Авок-пресс, 2002.