

УДК [72+69] : 620.91 - 049.35

## РЕКОНСТРУКЦИЯ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ЗДАНИЙ

*Береговой Александр Маркович,*

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,  
г. Пенза,*

*доктор технических наук, профессор кафедры "Городское строительство и архитектура".*

### **Аннотация**

Обсуждаются результаты натурных обследований тепловой защиты жилых зданий. Дается оценка использования некоторых вариантов по их термомодернизации. Для этого вида зданий с применением критериального анализа рассматриваются способы снижения тепловых потерь, которые имеют противоречивый характер воздействия на энергосбережение и экологическое состояние внутренней воздушной среды.

**Ключевые слова:** эксплуатируемые здания, реконструкция тепловой защиты, энергосбережение, критериальный анализ, экологическое состояние воздуха.

## RECONSTRUCTION OF THERMAL PROTECTION OF OPERATING BUILDINGS

*Beregovoy Alexander Markovich,*

*Penza State University of Architecture and Construction, Penza,*

*Doctor of Sciences, Professor of the Department "Urban Construction and Architecture".*

### **Abstract**

The results of field surveys of thermal protection of residential buildings are discussed. An assessment is given of the use of certain options for their thermal modernization. For this type of buildings with the use of criterial analysis methods

for reducing heat losses, which have a contradictory nature of the impact on energy saving and the ecological state of the internal air, are considered.

**Keywords:** operated buildings, reconstruction of thermal protection, energy saving, criterial analysis, ecological state of air.

Реконструкция тепловой защиты зданий в отличие от стадия проектирования для нового строительства предоставляет значительно меньше творческих возможностей по повышению энергоэффективности зданий. Поиск энергоэкономичного проектного решения часто не вызывает больших затрат финансовых и материально–технических ресурсов во время строительства такого здания. Например, в процессе оптимизации объемно–планировочного решения проектируемого объекта при увеличении его некоторых размеров и неизменном объеме отопления снижается удельная теплозащитная характеристика  $q$  здания. Так, при увеличении длины и ширины здания соответственно с 50 до 100 м и с 11 до 18 м показатель  $q$  снижается на 10% и 20%. При реконструкции объектов использование этого способа повышения энергоэффективности здания часто не представляется возможным.

Исследования по термомодернизации зданий [1-3] показывают, что на стадии реконструкции зданий наибольший эффект дают мероприятия по повышению тепловой защиты наружных ограждающих конструкций.

Результаты натурных обследований жилых зданий, построенных до 1995 г. в г. Пензе и области, установили, что по величине  $q$  обследованные здания существенно (в 2,5-3 раза) уступают нормативным требованиям [4]. По существу, весь этот массив жилых зданий, насчитывающий в целом по стране более 2,6 млрд. м<sup>2</sup>, относится к классу обычных (традиционных), но не энергоэкономичных или тем более энергоэффективных сооружений. Для этого требуется прежде всего выполнение комплекса энергосберегающих мероприятий, который, с учетом огромного объема жилья, нуждающегося в термомодернизации, должен носить в ближайшей перспективе малозатратный характер.

Некоторые из таких мероприятий показаны в таблице 1.

Таблица 1 – Причины снижения и способы восстановления тепловой защиты

Причины снижения тепловой защиты	Возможные способы восстановления тепловой защиты	Эффективность энергосбережения
Повышение коэффициента теплопередачи через наружную оболочку здания вследствие завышенной плотности или свехсорбционной влажности материала. Изношенность рыхлого утеплителя в чердачных перекрытиях и стенах	Установка наружного экрана стены с вентилируемой прослойкой. Ремонт системы наружного водоотвода. Замена сыпучего утеплителя на чердачном перекрытии. Дополнительное его утепление плитой из жесткой минваты.	Уменьшение теплопотерь: -через конструкцию наружной стены на 5-10%; -через перекрытие в 1,5-3 раза
Возрастание эксфильтрационной составляющей тепловых потерь через чердачное перекрытие и наружные стены верхней части здания при пониженном сопротивлении воздухопроницанию этих конструкций.	Восстановление пароизоляционного слоя под утеплителем чердачного перекрытия или устройство воздухо непроницаемого слоя (например, в виде пленки натяжного потолка). Восстановление стяжки поверху насыпного утеплителя.	Уменьшение теплопотерь через конструкцию перекрытия до 300-350% в зависимости от его сопротивления воздухопроницанию.
Планировочное решение здания с подсобными помещениями, не нуждающимися в нормативной температуре.	Перенос данных помещений с надземной в подземную часть здания.	Эффект энергосбережения до 10%.

Анализ результатов обследований выявил, что наиболее эффективными среди них являются следующие:

- работы по исправлению дефектов наружных ограждений (участки с «пустошовкой» кирпичной кладки, с нарушенной паро-гидро- или теплоизоляцией);

- дополнительная герметизация отдельных стыковых соединений наружных ограждений с целью уменьшения инфильтрации холодного воздуха;

- мероприятия по снижению высокого уровня неконтролируемой воздухопроницаемости через наружные ограждения (уплотнение притворов входных дверей, створок окон, устройство самозакрывающихся дверей тамбуров, устройство двойного тамбура для зданий высотой 9 этажей и более);

- обеспечение требуемого температурновлажностного режима чердачных помещений (уплотнение люков и восстановление надежной герметичности всего пространства теплого чердака, обеспечение нормативной вентиляции воздушной среды и теплозащитных свойств перекрытия холодного чердака).

Моделирование процессов теплопередачи и воздухообмена в помещениях, выполненное разными авторами, позволило установить, что для успешного решения проблемы термомодернизации таких зданий требуется проведение более сложного анализа взаимосвязей параметров так называемой единой энергетической и экологической системы здания (ЕЭЭС).

Оценка суммарного критерия энергоэффективности  $K_{ui}$  для здания в стадии его термомодернизации была выполнена с использованием формулы [5]

$$K_{ui} = \sum_{j=1}^n q_{ij} \cdot k_{ij} + \sum_{j=1}^n q_{ij}^* \cdot k_{ij}^* \cdot r_i,$$

где  $\sum_{j=1}^n q_{ij} \cdot k_{ij}$  и  $\sum_{j=1}^n q_{ij}^* \cdot k_{ij}^*$  – соответственно сумма произведений  $q_i \cdot k_{ij}$ , в которых сочетание безразмерных показателей эффективности не вызывает понижающего эффекта в энергосбережении, или, напротив, является его причиной.

Второе слагаемое правой части формулы отражает противоречивый характер взаимодействия ряда показателей  $k_{ij}$ , который особенно наглядно проявляется при сопоставлении получаемых эффектов от энергосберегающих

решений и мероприятий по улучшению экологической подсистемы ЕЭЭС. Важность точного учета взаимодействия энергосберегающих и экологических показателей в процессе оценки обобщенного критерия  $K_{ii}$  тем более очевидна, что по определению энергоэффективное здание должно обеспечивать минимизацию энергопотребления и комфортные условия микроклимата помещений.

К энергосберегающим мероприятиям, которые проводятся в ущерб экологическому состоянию внутренней среды проживания можно отнести следующие:

1. Большие объемы использования в тепловой защите здания высокоэффективных теплоизоляционных материалов из вспученной пластмассы с целью снижения тепловых потерь, а также полимерных отделочных слоев на внутренней поверхности ограждений. Вследствие этого повышается концентрация вредных веществ в воздухе помещений. По этой причине возникает необходимость повышения интенсивности естественной вентиляции здания для улучшения экологии среды проживания. Однако, в зимнее время увеличенный объем приточного холодного воздуха забирает большее количество тепла воздуха помещений, что может свести на нет эффект энергосбережения от широкого применения вспученных или декоративных пластмассовых изделий.

2. Проектно-строительные решения по уменьшению:

- площади приточных отверстий в окнах с целью экономии тепла, что приводит к сокращению требуемой кратности воздухообмена помещений и ухудшению экологического состояния воздуха;

- площади окон меньше допустимого предела с целью снижения теплотерь помещения (для жилых помещений рекомендуется отношение  $A_{ок}/A_{п}=1/5,5...1/8$ , где  $A_{ок}$  – площадь окон помещения,  $A_{п}$  – площадь освещаемого помещения). Действительно, сопротивление теплопередаче оконных конструкций в условиях 2-го климатического пояса примерно в 6 раз меньше, чем у наружной стены. Однако, уменьшение площади окон в конечном

итоге не обеспечит заметную экономию необходимых для здания энергоресурсов, поскольку с наступлением периода коротких дней возникает необходимость более раннего включения искусственного освещения, а это вызовет дополнительный расход электроэнергии. Кроме того, с уменьшением площади лучепрозрачных ограждений, ориентированных на светлые стороны горизонта, снижается интенсивность солнечного облучения воздуха помещений, что ухудшит его экологическое состояние за счет обеззараживающего воздействия на болезнетворную микрофлору.

### **Библиографический список:**

1. Береговой А.М., Прошин А.П., Береговой В.А., Гречишкин А.В. Наружные ограждающие конструкции, адаптированные к использованию энергии природной среды [Текст] // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2005. № 2. С. 4-8.

2. Езерский В.А., Монастырев П.В., Клычников Р.Ю. Техно-экономическая оценка термомодернизации жилых зданий [Текст]. М.: АСВ, 2011. 176 с.

3. Пучков Ю.М. Моделирование процесса обессоливания каменных конструкций [Электронный ресурс] // Моделирование и механика конструкций. 2016. №3. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: [http://mechanicspguas.ru/Plone/nomera-zhurnala/no3/matematiceskoe-modelirovanie-chislennye-metody-i-kompleksy-programm/3.4/at\\_download/file](http://mechanicspguas.ru/Plone/nomera-zhurnala/no3/matematiceskoe-modelirovanie-chislennye-metody-i-kompleksy-programm/3.4/at_download/file)

4. СП 50.13330.2012. Свод правил. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. М.: НИИСФ РААСН, 2012. 95 с.

5. Береговой А.М., Викторова О.Л., Береговой В.А. Показатели эффективности в системном анализе теплопотерь через энергосберегающие наружные ограждения [Текст] // Известия вузов. Строительство. 2009. № 5. С. 57-61.