

**Владимир Пилипенко**

директор Научно-исследовательского проектно-технологического института им. Атаева С.С. (НИПТИС), доктор технических наук, профессор

**Леонид Данилевский**

первый заместитель директора Научно-исследовательского проектно-технологического института им. Атаева С.С. (НИПТИС), кандидат физико-математических наук

## Строительство энергоэффективных зданий

Жилой фонд Беларуси потребляет для отопления и горячего водоснабжения около 35—40% энергоресурсов страны. В этой связи актуальны работы по снижению их использования. Страны Западной Европы также ведут интенсивный поиск путей экономии потребления энергии при эксплуатации жилья. В северных регионах Европы переходят к строительству зданий в стандарте «Пассивный дом», уровень теплопотерь которых составляет 10—20% среднестатистического показателя [1, 2].

Проведенные исследования позволили сформулировать требования к конструкции и инженерным системам энергоэффективных сооружений с учетом структуры жилого фонда и климатических условий нашей республики [3, 4].

Наибольшим спросом пользуются панельные строения из-за сравнительной дешевизны и высокой скорости строительства. Поэтому с точки зрения тиражирования энергосберегающих технологий именно панельные дома наиболее привлекательны. Институт НИПТИС им. Атаева С.С. выполнил проект, а МАПИД возвел энергоэффективный экспериментальный панельный жилой дом серии 111-90 [5] (рис. 1). Опыт его эксплуатации в течение отопительных сезонов 2007—2008 и 2008—2009 гг. подтвердил правильность проектных и технических решений.

Институтами «Гродногражданпроект», «Гомельгражданпроект» и «Витебскгражданпроект» при участии и научном сопровождении НИПТИС разработаны проекты энергоэффективных зданий для строительства в Гомеле, Гродно и Витебске (табл.).



Рис. 1. Энергоэффективное панельное здание серии 111-90 в Минске

При возведении экспериментального дома в Минске были отработаны технические решения по снижению уровня затрат тепловой энергии на его отопление до 30 кВтч/м<sup>2</sup> в год без изменения существующих планировочных решений здания серии 111-90 МАПИД и без модернизации технологического оборудования на предприятии.

В данном строении сконцентрированы новейшие научные и практические результаты, обеспечившие трехкратную экономию энергозатрат по сравнению с другими новыми зданиями [5], в том числе:

- *новый принцип воздухообмена* в жилых помещениях на основе квартирных систем принудительной приточно-вытяжной вентиляции с механическим побуждением и рекуперацией тепла вентвыбросов с эффективностью возврата тепла более 85% [8];
- *окна нового поколения* для заполнения светопрозрачных проемов с сопротивлением теплопередаче  $R = 1,2 \text{ м}^2 \cdot \text{град}/\text{Вт}$  [6, 7], разработанные НИПТИС на основе композитного профиля (дерево-пенополиуретан-

дерево) и двухкамерного стеклопакета с двумя низкоэмиссионными стеклами и аргоновым заполнением;

- *неоднородное по контуру здания утепление оболочки*, позволившее уменьшить разницу в потреблении тепловой энергии для квартир, расположенных в различных его частях, включая торцы и верхние этажи;
- *стеновые панели с увеличенным сопротивлением теплопередаче* в среднем от значения  $3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{град}/\text{Вт}$  в середине фасада до  $5,2 \text{ м}^2 \cdot \text{град}/\text{Вт}$ ;
- *отопление с горизонтальной разводкой*, позволившее создать автономную автоматизированную систему регулирования режимами подачи тепла и воздухообмена с автоматическим климат-контролем в каждой квартире с индивидуальным управлением и учетом;
- *система автоматического контроля функционирования квартирных блоков управления*, обеспечивающая регистрацию параметров микроклимата, режимов работы вентиляторов и подачи тепла, а также аварийные ситуации в индивидуальных блоках.

В течение отопительного сезона 2007—2008 гг. были изучены фактические теплотехнические характеристики экспериментального дома и условия проживания в нем.

Тепловизионная съемка энергоэффективного дома №107 в Минске на улице Притыцкого, проведенная в январе 2008 г. с 12 до 16 часов при температуре наружного воздуха  $-7 \text{ }^\circ\text{C}$ , наглядно показывает наличие или отсутствие скрытых конструктивных, технологических, строительных или эксплуатационных дефектов (рис. 2—3). Данные съемки подтверждают высокое качество изготовления и монтажа ограждающих конструкций: их структура однородная, утечек тепла не наблюдается, швы не просматриваются. Температура поверхности ограждающих торцевых панелей ниже, чем в середине фасада.

При сравнении значений температуры вертикальных рядов окон (рис. 3), установленных в квартирах и на лестничных клетках, можно сделать вывод о различных значениях коэффициента термического сопротивления  $R$ , что соответствует действительности. Установлены энергосберегающие окна с коэффи-

Таблица. Сведения о характеристиках проектируемых зданий

Характеристики энергоэффективных жилых зданий

Населенный пункт	Конструктивность наружных стен жилого дома	Год постройки	Этажность	Кол-во кв.	Общая площадь здания	Удельный расход тепловой энергии на отопление, кВт·ч/(м <sup>2</sup> ·год)		Тип кухонных плит
						стандартного (аналогичного)	энергоэффективного	
Брест	—	—	—	—	—	—	—	—
Витебск	из штучных материалов	2010	10	120	6726	94,81	22,36	газ.
		2009	10	40	2119		21,53	газ.
Гомель	из железобетонных панелей и штучных материалов	2009	10	36	2696	87,07	29,28	газ.
Гродно	из штучных материалов	2009	9—11	68	4456	82,55	30,40	эл.
Минск	из многослойных панелей	2007	9	144	9491	85,91	27,40	эл.

циентом термического сопротивления  $R = 1,2 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$  [6], на лестничной клетке — стандартные, с  $R = 0,6 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ .

С целью обеспечения нормативных требований воздухообмена в каждой квартире сбалансирован поток приточного и вытяжного воздуха:  $110 \text{ м}^3/\text{ч}$  — для 1- и 2-комнатных;  $130 \text{ м}^3/\text{ч}$  — для 3-комнатных;  $180 \text{ м}^3/\text{ч}$  — для 4-комнатных. С учетом обеспечения нормируемых объемов вытяжки из кухни и санузла отрегулирован баланс потоков воздуха в приточном и вытяжном каналах. При равных потоках температуры на входах и выходах равны между собой, поэтому коэффициент возврата тепла  $K$  системы рекуперации рассчитывается по формуле:

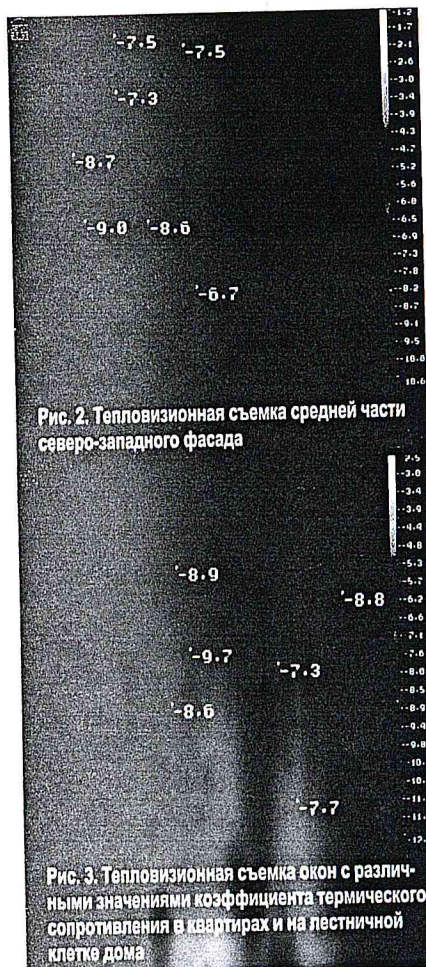
$$K = (T_{\text{н.}} - T_{\text{пр.}}) / (T_{\text{н.}} - T_{\text{кв.}}), \quad (1)$$

где  $T_{\text{н.}}$  — температура наружного воздуха, °С;  $T_{\text{пр.}}$  — на выходе приточного канала, °С;  $T_{\text{кв.}}$  — внутри квартиры, °С.

Измерения температур в приточном и вытяжном каналах системы вентиляции и определение по этим данным значений  $K$  рекуператоров проводились в 3- и 4-комнатных квартирах. По результатам получены значения КПД: для 4-комнатной квартиры — 84%, для 3-комнатной — 86%. Экспериментальные результаты подтвердили возможность обеспечения небольших теплопотерь.

В соответствии с ГОСТ 12.1.036 уровни шума в жилых комнатах, создаваемые системами вентиляции, не должны превышать 25 дБА ночью и 30 дБА днем. Определенные в процессе замеров шумы системы вентиляции при воздухообмене 110 и 135  $\text{м}^3$  не превышают 23 дБА ни в одном из исследуемых помещений, что соответствует норме.

Способствуют энергосбережению и счетчики потребления тепла. Жильцы активно используют возможность индивидуального регулирования параметров микроклимата с помощью имеющейся в каждой квартире автоматизированной системы управления.



В рамках Комплексной программы проектирования, строительства реконструкции энергоэффективных жилых домов в Республике Беларусь на 2009—2010 гг. и на перспективу 2020 г. в 2009 г. при научном содействии НИПТИС им. Атаева С.С. даны энергоэффективные здания частных центров страны. Все это объединяет низкое, около 30 кВт в год, удельное потребление теплоты. Мониторинг выявил необходимость обеспечения более высокой технической эксплуатации инженерных систем зданий, информирования жильцов об особенностях домов и возможностях регулирования тепловлажностного режима и потребления в них.

Советом Министров Республики Беларусь принято решение о расширении энергоэффективного строительства в стране с выходом на новое возведение энергоэффективных зданий в 2015 г. Одновременно организовать выпуск отечественных комплектующих для обеспечения ходимых объемов строительства.

#### Литература

1. W. Feist Das kostengünstige Passivhaus — Projektbeschreibung/ Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser Protokollband Nr 1 Darmstadt 1996. S. 9—21.
2. W. Feist Gestaltungsgrundlagen Passivhäuser / Verlag das Beispiel, 2001. Passivhäuser.
3. Данилевский Л.Н. Основные требования к конструкции и инженерным системам энергоэффективных зданий // Строительные материалы, оборудование и технологии XXI века. №7 (90), 2006. С. 6.
4. Данилевский Л.Н. Особенности проектирования и длительность отопительного периода энергосберегающих зданий // Строительная наука и техника. №1, 2008. С. 35—42.
5. Данилевский Л.Н., Пилипенко В.М., Потерщук В.А. Энергоэффективный панельный дом с МАПИД // Архитектура и строительство. №2, 2007. С. 98—101.
6. Данилевский Л.Н., Таурогицкий Б.И. Теплофизические характеристики окон из комбинированного материала дерево-пенополиуретан-дерево // Строительная наука и техника. №5 (8), 2006. С. 8—11.
7. Пилипенко В.М., Данилевский Л.Н., Таурогицкий Б.И., Ксенофонтов М.А., Хатенко А.С. Патент Республики Беларусь на карысную мадэль №1323.
8. Данилевский Л.Н., Таурогицкий Б.И. Исследование эффективности канальных теплообменников воздух-воздух // Строительная наука и техника. № 4(7), 2006. С. 36—41.
9. СНБ 3.02.04—03 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха».