

УДК 69.022,697.133

*С. Д. Семенюк, А. В. Авсеенко*

## МАЛОЭТАЖНЫЕ СОВРЕМЕННЫЕ ТЕПЛОЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ЖИЛЫЕ ЗДАНИЯ В ПРИГРАНИЧНЫХ ОБЛАСТЯХ БЕЛАРУСИ И РОССИИ

UDC 69.022,697.133

*S. D. Semenyuk, A. V. Auseyenko*

## MODERN LOW-RISE HEAT AND ENERGY EFFICIENT RESIDENTIAL BUILDINGS IN BORDER AREAS OF BELARUS AND RUSSIA

### Аннотация

Строительство энергоэффективных домов – новое направление в отрасли строительства и одна из основных возможностей сокращения использования энергоресурсов. В статье приводится пример 60-квартирного 5-этажного энергоэффективного дома и рассмотрены основные конструктивно-технологические решения, принятые на стадии проектирования здания. Благодаря принятым конструктивным решениям обеспечивается снижение удельного потребления топливно-энергетических ресурсов до 50 %.

### Ключевые слова:

малоэтажные здания, отрасль, строительство, теплоэнергоэффективность, термореневация, конструктивно-технологические системы, каменные фасады, энергосбережение, облицовка, вентиляция.

### Abstract

Construction of energy efficient houses is a new tendency in the construction industry and one of the main opportunities for reducing energy. The paper gives an example of a 60-apartment 5-storeyed energy-efficient house and considers basic design and technological solutions taken at the house design stage. These construction solutions have reduced the specific consumption of fuel and energy resources up to 50 %.

### Key words:

low-rise buildings, industry, construction, heat and energy efficiency, thermo-renovation, design and technological systems, stone facades, energy saving, facing, ventilation.

В последние годы в Республике Беларусь взят курс на строительство энергоэффективных зданий, в которых уровень затрат тепла на отопление в 2,5...3 раза меньше по сравнению с типовыми сериями. Это один из способов оптимизации топливно-экономического баланса нашей страны. Однако для реализации поставленной задачи необходимо проводить также термореновацию зданий старой постройки, что в целом будет способствовать более эффективному функционированию экономики страны.

Существует ряд мер для осуществ-

вления поставленной задачи. В частности, созданы новые конструктивно-технологические и инженерные решения жилых домов и инженерного оборудования:

– ограждающие конструкции здания с переменным сопротивлением теплопередаче для разных участков здания (от 3,2 – для стен до 6 м<sup>2</sup>·°С/Вт – для покрытия);

– окна нового поколения с сопротивлением теплопередаче свыше 1 м<sup>2</sup>·°С/Вт;

– принудительная приточно-вытяжная вентиляция жилых помещений с

рекуперацией тепла вентиляционных выбросов, позволяющая сэкономить до 75 % тепла, уходящего при вентиляции жилого помещения, а это в целом до 30 % общего расхода тепла на обогрев жилого помещения [1];

- автономные системы регулирования режимов отопления и воздухообмена;
- автоматические системы климат-контроля и т. п.

В качестве примера энергоэффективного дома был рассмотрен каменный 60-квартирный 5-этажный жилой дом. Фасады здания представлены на рис. 1.

На основании конструктивно-технологических разработок был запроектирован и возведен в г. Климовичи пятиэтажный теплоэнергоэффективный жилой дом, фасад которого представлен на рис. 2.

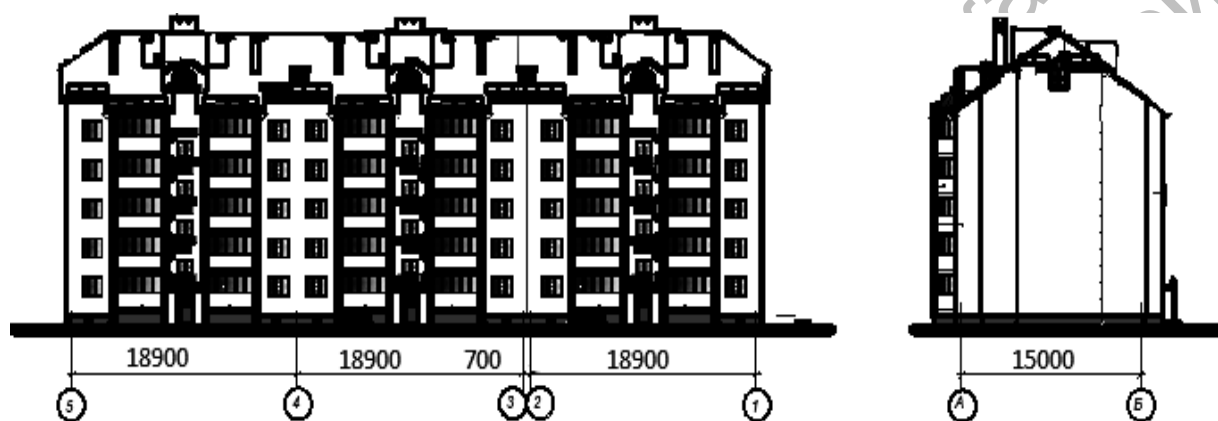


Рис. 1. Фасады теплоэнергоэффективного жилого здания



Рис. 2. Фасад современного теплоэнергоэффективного жилого дома по ул. 50 лет СССР в г. Климовичи

Часть вопросов энергосбережения обусловлена принятым конструктивным решением здания. Проектируемый многоквартирный жилой дом представляет собой трехсекционный пятиэтажный объем с чердаком и скатной кровлей, размерами в плане: 57,4×15,0 м в осях. Утепление в перекрытиях и в уровне чердака выполнено из плит пенополистирольных теплоизоляционных ППТ-25-А-Р-1000.500.150 по СТБ 1437-2004 толщиной 300 мм. Утепление над подвалом выполнено из плит пенополистирольных теплоизоляционных ППТ-35-А-Р-2000.1000.120 по СТБ 1437-2004 толщиной 120 мм.

Одним из способов уменьшения теплопотерь возводимых и эксплуатируемых зданий является способ снижения энергозатрат путем увеличения термического сопротивления ограждающих конструкций. Однако этот способ имеет свои ограничения и не всегда эффективен с экономической точки зрения. Так, зависимость теплового потока

от сопротивления теплопередаче  $R$  имеет гиперболическую функцию и поэтому оптимальным нормативным значением сопротивления наружных стен является  $3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$  [4]. Исходя из этого показателя запроектированы следующие наружные стены здания.

Самонесущая наружная стена – многослойная конструкция толщиной 710 мм, которая состоит из внутреннего, среднего и наружного облицовочного слоя. Конструкция сечения стены представлена на рис. 3. Между наружной верстой и утеплителем предусмотрен воздушный зазор толщиной 40 мм. Внутренний слой представляет собой комплексную кладку толщиной 430 мм из ячеистобетонных блоков марки 188х300х588-2.5-500-35-3 по СТБ 1117-98 с облицовкой внутренней стороны силикатным кирпичом СУР-200/35 по СТБ 1228-2000 на цементно-песчаном растворе М50 с морозостойкостью 50 циклов.

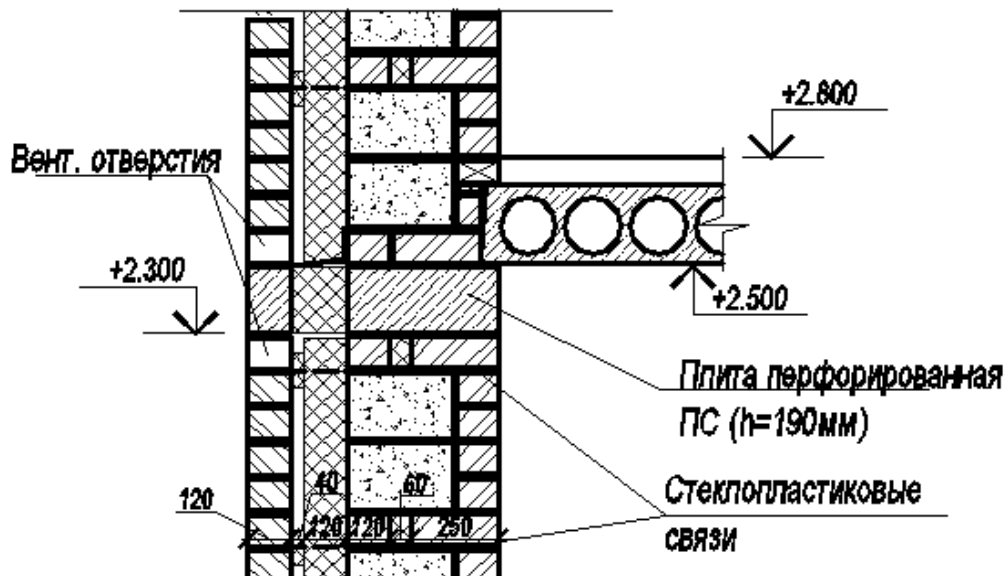


Рис. 3. Конструктивная схема самонесущей стены здания

Средний теплоизоляционный слой – минераловатные плиты ПТМ СТБ 1995-2009-Т4-DS(ТН)1-CS(10)15-TR7,5-WS1

БЕЛТЕП производства ОАО «Гомельстройматериалы» (Вент 25, плотность  $90 \text{ кг}/\text{м}^3$ ) толщиной 120 мм. Крепление

утеплителя осуществляется с помощью стеклопластиковых связей. Наружный облицовочный слой – кладка из кирпича силикатного лицевого СУЛ-200/35 по СТБ 1228-2000 на цементно-песчаном растворе М50 морозостойкостью F50 толщиной 120 мм с расшивкой швов.

Несущая наружная стена – многослойная конструкция толщиной 710 мм, которая состоит из внутреннего, среднего и наружного облицовочного слоя. Конструкция сечения стены представлена на рис. 4.

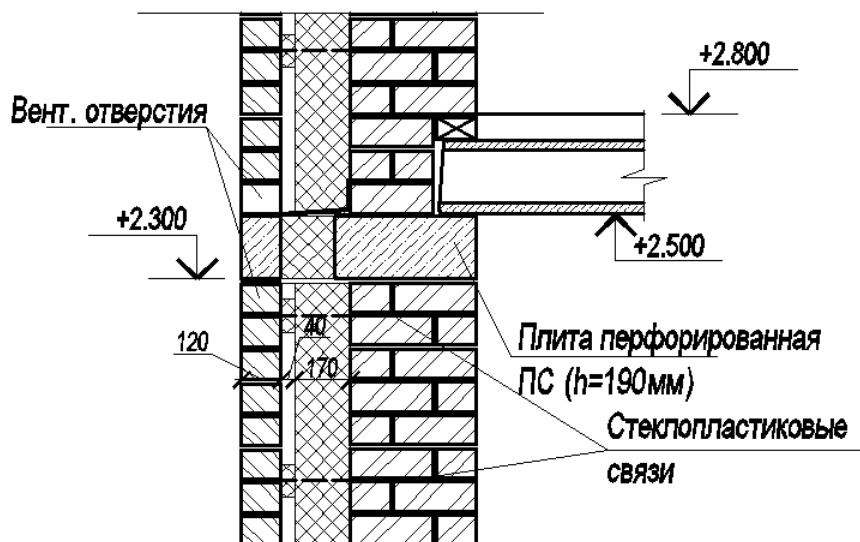


Рис. 4. Конструктивная схема несущей стены здания

Между наружной верстой и утеплителем предусмотрен воздушный зазор толщиной 40 мм. Внутренний слой представляет собой комплексную кладку толщиной 430 мм из ячеистобетонных блоков марки 188x300x588-2.5-500-35-3 по СТБ 1117-98 с облицовкой внутренней стороны силикатным кирпичом СУР-200/35 по СТБ 1228-2000. Средний теплоизоляционный слой – минераловатные плиты ПТМ СТБ 1995-2009-Т4-DS(ТН)1-CS(10)15-TR7,5-WS1 БЕЛТЕП производства ОАО «Гомельстройматериалы» (Вент 25, плотность 90 кг/м<sup>3</sup>) толщиной 170 мм. Наружный облицовочный слой – кладка из кирпича силикатного лицевого СУЛ-200/35 по СТБ 1228-2000 на цементно-песчаном растворе М50 морозостойкостью F50 толщиной 120 мм с расшивкой швов.

Инженерные решения по отоплению и вентиляции дают возможность индивидуального регулирования темпе-

ратурного режима и требуемых параметров воздушной среды. В частности, разработана поквартирная система отопления с использованием современного автоматизированного оборудования.

Благодаря принятым конструктивно-технологическим решениям сопротивление теплопередачи наружных стен имеет следующие значения:

- для торцевых несущих стен с толщиной кирпичного слоя 380 мм и толщиной утеплителя 170 мм  $R = 3,56 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ ;

- для продольных несущих стен, выполненных кладкой из блоков газосиликатных с облицовкой с внутренней стороны силикатным кирпичом и утеплителем толщиной 120 мм,  $R = 3,34 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , что соответствует нормативным документам. Также были разработаны узлы утепления стен для предотвращения образования так называемых мостиков холода, указанные на рис. 5.

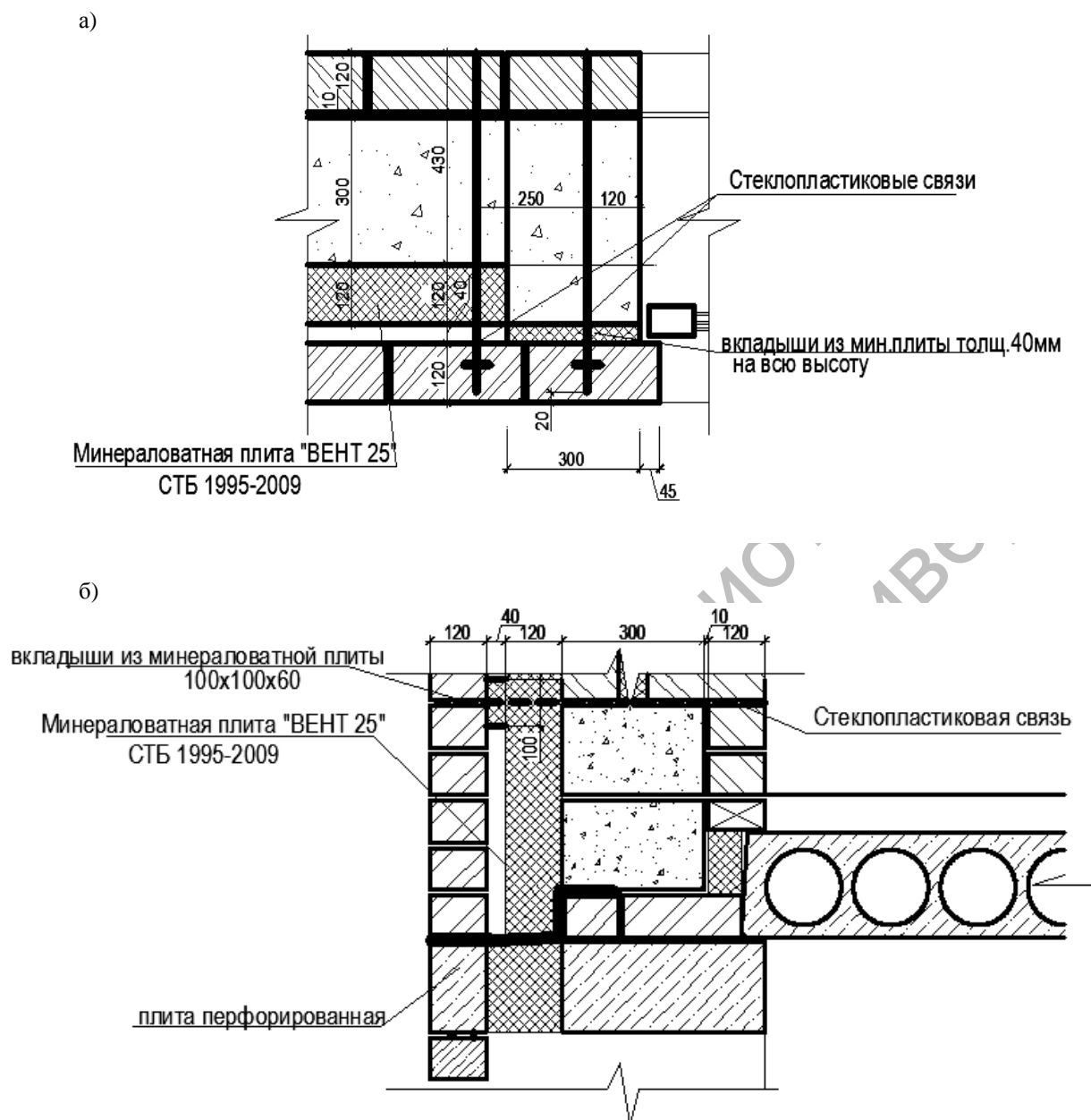


Рис. 5. Узлы примыкания оконных блоков к стенам: а – боковое примыкание оконного блока к стене; б – примыкание оконного блока сверху к стене

С учетом всех конструктивно-технологических решений при проектировании был произведен расчет тепловой защиты проектируемого здания по [5]. Согласно нормативным данным, удельный расход тепловой энергии на отопление здания должен быть ниже или равен нормативному значению и определяется путем выбора теплозащитных свойств ограждающих конструкций здания, объемно-планировочных решений, эффективности и метода регулирования

используемой системы отопления [5]. Как показал расчет, удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию составил 52 кВт·ч/м<sup>2</sup> при нормативе 53 кВт·ч/м<sup>2</sup> для зданий такой этажности и компактности.

Таким образом, благодаря конструктивно-технологическому решению наружных стен выполняется основная цель строительства энергоэффективных зданий – обеспечение удельного потребления топливно-энергетических ре-

сурсов на отопление до 60 кВт·ч/м<sup>2</sup> в год и в перспективе его снижение до 30...40 кВт·ч/м<sup>2</sup> в год. По разработанным проектам построены энергоэффективные дома в Быхове, Климовичах, Бе-

лыничках. В перспективе планируется возведение таких домов в восточных районах Могилевской области и в других городах Республики Беларусь.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **ТКП 45-2.04-43-2006(02250)**. Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования.
2. О комплексной программе по проектированию, строительству и реконструкции энергоэффективных жилых домов в Республике Беларусь : постановление Правительства, 1 июня 2009 г., № 706.
3. **Данилевский, Л. Н.** Опыт проектирования, строительства и эксплуатации энергоэффективных зданий в Республике Беларусь / Л. Н. Данилевский // Энергоэффективное строительство в РБ : практ. конф., Минск, февр. 2010 г. – Минск, 2010. – С. 110.
4. **Деркач, В. Н.** Об энергоэффективности наружного стенового ограждения каркасных зданий / В. Н. Деркач, А. Я. Найчук // Архитектура и строительство. – 2011. – С. 56–59.
5. **ТКП 45-2.04-196-2010 (02250)**. Тепловая защита зданий. Теплоэнергетические характеристики. Правила определения.

#### LIST OF LITERATURE

1. **TKR 45-2.04-43-2006(02250)**. Construction heat engineering. Construction design standards:
2. On complex program of design, construction and reconstruction of energy efficient buildings in the Republic of Belarus : government Statement, 1 June 2009, № 706.
3. **Danilevsky, L. N.** Expertise of designing, construction and maintenance of energy efficient buildings in the Republic of Belarus / L. N. Danilevsky // Energy efficient construction in the Republic of Belarus : practical conf., Minsk, February 2010. – Minsk, 2010. – P. 110.
4. **Derkach, V. N.** On power efficiency of outside wall protection of skeleton-type buildings / V. N. Derkach, A. Y. Naychuk // Architecture and construction. – 2011. – P. 56–59.
5. **TKR 45-2.04-196-2010 (02250)**. Heat protection of buildings. Heat-and-power characteristics. Rules of their determination.

#### LIST OF LITERATURE (TRANSLITERATION)

1. **TKR 45-2.04-43-2006(02250)**. Stroitel'naya teplotekhnika. Stroitel'nye normy proektirovaniya.
2. O kompleksnoj programme po proektirovaniyu, stroitel'stvu i rekonstruktsii energoeffektivnykh zhilykh domov v Respublike Belarus' : postanovlenie Pravitel'stva, 1 iyunya 2009 g., № 706.
3. **Danilevsky, L. N.** Opyt proektirovaniya, stroitel'stva i ekspluatatsii energoeffektivnykh zdaniy v Respublike Belarus' / L. N. Danilevsky // Energoeffektivnoe stroitel'stvo v RB : prakt. konf., Minsk, fevral' 2010. – Minsk, 2010. – P. 110.
4. **Derkach, V. N.** Ob energoeffektivnosti naruzhnogo stenovogo ograzhdeniya karkasnykh zdaniy / . N. Derkach, A. Y. Naychuk // Arkhitektura i stroitel'stvo. – 2011. – P. 56–59.
5. **TKR 45-2.04-196-2010 (02250)**. Teplovaya zaschita zdaniy. Teploenergeticheskie kharakteristiki. Pravila opredeleniya.

*Статья сдана в редакцию 13 сентября 2011 года*

**Слава Денисович Семенюк**, д-р техн. наук, Белорусско-Российский университет. Тел.: 8-029-743-38-72.

**Александра Валерьевна Авсеенко**, магистрант, инженер, «Институт «Могилевсельстройпроект». Тел.: 8-029-541-58-35.

**Slava Denisovich Semenyuk**, DSc, Belarusian-Russian University. Tel.: +375-297-43-38-72.

**Alexandra Valeryevna Auseyenko**, Master student, engineer, «Mogilevselstroiprojekt» Institute. Tel.: +375-295-41-58-35.