

Гнездилова Ольга Анатольевна

АНАЛИЗ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ МНОГОСЛОЙНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ С РАЗЛИЧНЫМИ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

В статье приведены сравнительные результаты численного моделирования тепловых потерь зданий с ограждающими многослойными конструкциями, выполненными слоистой кладкой с различными теплоизоляционными материалами. Показано, что существенное снижение трансмиссионных тепловых потерь может быть достигнуто путем использования многослойных ограждающих конструкций с литым поропластовым утеплителем.

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2013/5/12.html

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

Альманах современной науки и образования

Тамбов: Грамота, 2013. № 5 (72). С. 48-53. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: www.gramota.net/editions/1.html

Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2013/5/

© Издательство "Грамота"

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: www.gramota.net

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: almanac@gramota.net

Остановимся подробнее на результате. Данная «карточная» система была введена автором в обычной средней общеобразовательной петербургской школе и вызвала резонанс. Учениками данная система была принята в штыки: они уже привыкли списывать с ГДЗ, получая без труда хорошие оценки, и не хотели думать самостоятельно. Многие ученики отказывались выполнять домашние задания на карточках. Для учителя здесь главное не отступать и стоять на своём. В скором времени они привыкли к карточкам и стали работать по ним. После этого всё встало на свои места: домашнее задание вернуло себе своё изначальное предназначение в виде закрепления изученного на уроке материала, а учитель при проверке домашних работ стал видеть, кто усвоил тему, а кто нет. Кроме того, нормализовалась и психологическая обстановка в детском коллективе: ушла та несправедливость при выставлении оценок за домашние задания. Отличники честно зарабатывали свои пятёрки, а бездельники получали заслуженные двойки.

Также автору хотелось бы отметить, что карточки позволяют разнообразить домашние задания, сделать их более интересными для ребят, чтобы у них появилось желание выполнять домашнюю работу. Например, можно загадать слово, которое получается, если решить все уравнения (например, как на Рис. 3). Или составить кроссворд по геометрии (как на Рис. 4), ведь в такой игровой форме довольно скучная теория учится гораздо более продуктивно. Дети с удовольствием разгадывают такие учебные кроссворды.

При составлении заданий на карточках можно пойти и дальше: дифференцировать карточки в зависимости от успеваемости и способностей учащихся. Ребятам со способностями к математике можно давать более сложные и более интересные домашние задания, а плохо успевающим – задания-минимум, т.е. только базовые упражнения школьной программы. Также каждый учитель знает «слабые места» своих учеников, таким образом он может добавлять таким ученикам в карточки задания на повторение. По мнению автора, дифференцированный подход крайне полезен и нужен современным ученикам.

Сегодня в российских школах активно внедряется система электронных дневников, которая значительно упрощает жизнь и детям, и родителям, и учителям. Всё, что требуется от педагога – это выложить файл с карточкой в электронный журнал. Таким образом и родители, не отходя от компьютера, могут посмотреть, что задали, и дети могут не бояться потерять карточку – её всегда можно скачать из электронного дневника.

В заключение автор считает необходимым предупредить педагогов: будьте готовы к тому, что данный подход в организации домашних заданий школьникам, их родителям и администрации школы будет сложно принять сразу. Однако результаты его применения приятно удивят всех и, главное, – будут радовать вас!

Список литературы

1. Атанасян Л. С., Бутузов В. Ф., Кадомцев С. Б. и др. Геометрия. 7-9 классы: учеб. для общеобразоват. учреждений. М.: Просвещение, 2010.
2. Макарычев Ю. Н., Миндюк Н. Г., Нешков К. И., Суворова С. Б. Алгебра. 7 класс: учеб. для общеобразоват. учреждений / под ред. С. Я. Теляковского. М.: Просвещение, 2009.
3. Фройденталь Г. Математика как педагогическая задача: пособие для учителей / под ред. Н. Я. Виленкина; сокр. пер. с нем. А. Я. Халамайзера. М.: Просвещение, 1982. Ч. I.
4. Фройденталь Г. Математика как педагогическая задача: книга для учителя / под ред. Н. Я. Виленкина; сокр. пер. с нем. А. Я. Халамайзера. М.: Просвещение, 1983. Ч. II.
5. Reuben H. What Is Mathematics, Really? N. Y.: Oxford University Press, 1997.

УДК 624.01

Технические науки

В статье приведены сравнительные результаты численного моделирования тепловых потерь зданий с ограждающими многослойными конструкциями, выполненными слоистой кладкой с различными теплоизоляционными материалами. Показано, что существенное снижение трансмиссионных теплопотерь может быть достигнуто путем использования многослойных ограждающих конструкций с литым поропластовым утеплителем.

Ключевые слова и фразы: ограждающие конструкции; тепловая защита; теплопотери; энергетическая эффективность; теплоизоляционные материалы.

Гнездилова Ольга Анатольевна, к.т.н.

Иркутский государственный университет путей сообщения

ognez@irgups.ru

АНАЛИЗ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ МНОГОСЛОЙНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ С РАЗЛИЧНЫМИ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫМИ МАТЕРИАЛАМИ[©]

Выполнение нормативных требований по тепловой защите зданий [3] достигается на стадии проектирования с использованием двух альтернативных подходов:

1. традиционного, когда нормативные требования предъявляются к отдельным ограждающим конструкциям;
2. потребительского, при котором устанавливается величина удельного расхода тепловой энергии на отопление здания в целом.

При этом удельный расход тепла q_h^{req} регламентирован для соответствующего региона в зависимости от назначения, этажности и отапливаемой площади пола квартир и определяется по методике СНиП [Там же].

Критерий достаточности тепловой защиты при ее потребительской оценке состоит в выполнении неравенства

$$q_h^{req} \geq q_h^{des}, \quad (1)$$

где q_h^{des} – расчетная суточная величина требуемого по условиям эксплуатации расхода тепловой энергии на отопление здания, $\text{кДж/м}^2 \cdot \text{C} \cdot \text{сут}$.

Энергопотребление здания зависит от многочисленных аналитически трудно учитываемых факторов (климатических условий, объемно-планировочного и конструктивного решений, широтной ориентации и др.), в своей совокупности определяющих общие потери теплоты, которые должны быть компенсированы теплоотдачей системы отопления.

Расчеты общих потерь теплоты вследствие неизбежных тепломассообменных процессов в ограждающих конструкциях здания (стен, окон, дверей, кровли) и, как следствие, потребности тепловой энергии выполнены для 9-этажного жилого здания серии 1.120.1с/89 по методике [Там же].

Здание – каркасное, фундамент – монолитная железобетонная плита, наружные стены – трехслойные кирпичные с эффективным утеплителем выполнены как заполнение каркаса, крыша – деревянная стропильная, окна – двухкамерные стеклопакеты из ПВХ. Высота здания – 32,68 м, этажа – 3 м. Фрагменты и состав наружной стены здания и чердачной кровли представлены на Рис. 1, геометрические характеристики здания – в Табл. 1.

Теплоснабжение здания осуществляется от городских тепловых сетей, в качестве теплоносителя принята перегретая вода 95-70°C. Система отопления – однотрубная с нижней разводкой, нагревательные приборы – чугунные радиаторы с терморегуляторами, позволяющими автоматически поддерживать температуру воздуха в помещениях на заданном уровне.

Температура внутреннего воздуха принималась нормативной (+21°C), температура наружного воздуха – равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 (-36°C), максимальная (из средних) скорость ветра по румбам за январь – 2,9 м/с (по СНиП 23-01-99* [2]).

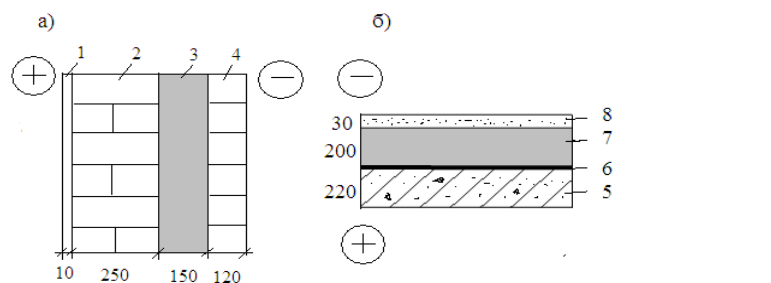


Рис. 1. Фрагменты ограждающих конструкций здания: а – наружная стена, б – кровля: 1 – сухая штукатурка из ГКЛ ($\gamma_1=800 \text{ кг/м}^3$, $\lambda_1=0,19 \text{ Вт/м} \cdot \text{C}$); 2 – обыкновенный глиняный кирпич на цементно-песчаном растворе ($\gamma_2=1800 \text{ кг/м}^3$, $\lambda_2=0,7 \text{ Вт/м} \cdot \text{C}$); 3 – утеплитель; 4 – керамический пустотный кирпич на цементно-песчаном растворе ($\gamma_4=1600 \text{ кг/м}^3$, $\lambda_4=0,58 \text{ Вт/м} \cdot \text{C}$); 5 – железобетонная плита ($\gamma_5=2500 \text{ кг/м}^3$, $\lambda_5=1,92 \text{ Вт/м} \cdot \text{C}$); 6 – пароизоляция; 7 – экструдированный пенополистирол ($\gamma_7=28 \text{ кг/м}^3$, $\lambda_7=0,031 \text{ Вт/м} \cdot \text{C}$); 8 – стяжка из цементно-песчаного раствора ($\gamma_8=1800 \text{ кг/м}^3$, $\lambda_8=0,76 \text{ Вт/м} \cdot \text{C}$)

Таблица 1. Геометрические показатели здания

Наименование показателя	Значение показателя
Общая площадь наружных ограждающих конструкций здания, м^2 :	2465,18
стен	1314,58
окон и балконных дверей (окон лестничной клетки)	371,85 (6,65)
входных дверей	2,75
пола 1-го этажа	388
чердачного перекрытия	388
Площадь квартир, м^2	2710,22
Площадь жилых комнат, м^2	1544,08
Площадь жилых помещений и кухонь, м^2	2571,44
Отапливаемый объем, м^3	9428,4
Отапливаемая площадь, м^2	3492
Расчетный показатель компактности здания	0,26

В целях сопоставления результатов расчетов характеристики окон, входных дверей, перекрытия 1-го и последнего этажей, а также бытовые теплопоступления и от солнечной радиации приняты одинаковыми для всех вариантов. Теплозащитные качества окон принимались по СНиП 23-02-2003. Инфильтрационные теплопотери определены из условий воздухообмена $3 \text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 м^2 площади. Кратность воздухообмена здания составила $0,58 \text{ ч}^{-1}$.

Нормируемая величина сопротивления теплопередаче наружных стен здания (для климатических условий г. Иркутска) по санитарно-гигиеническим условиям составила $1,64 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, с точки зрения энергосбережения – $3,88 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$.

Расчет расхода тепловой энергии на отопление 9-этажного жилого здания с минимально допустимым санитарно-гигиеническим уровнем теплозащиты показал, что около 70% тепла теряется через оболочку здания (Рис. 2а). Следовательно, основной потенциал энергосбережения в гражданских зданиях заложен в совершенствовании ограждающих конструкций на основе повышения их теплозащитных свойств.

Структура трансмиссионных теплопотерь представлена на Рис. 2б. На наружные стены зданий приходится более 50% площади ограждающих конструкций, при этом и теплопотери через стены составили 23% от расчетного расхода тепла. Из приведенных данных следует, что одной из актуальнейших задач является разработка новых энергосберегающих стеновых ограждений зданий.

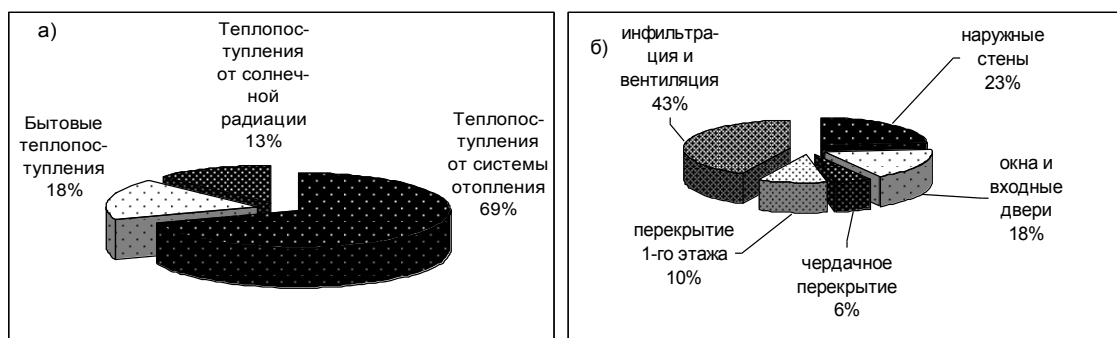


Рис. 2. Структура теплопотребления 9-этажного здания: а – в общем тепловом балансе; б – трансмиссионные теплопотери через наружные ограждения

Сравнительная оценка энергетической эффективности выполнена для ограждающих конструкций слоистой кладки со средним слоем из теплоизоляционных материалов: пенополистирол, минераловатные плиты и литой композит «Поропласт CF02». Сопротивление теплопередаче наружных стен здания с вышеуказанными теплоизоляционными материалами приведено в Табл. 2. Варианты теплозащиты стен плитами из минеральной ваты и пенополистирола не удовлетворяют требованиям СНиП 23-02-2003 при традиционном подходе к проектированию тепловой защиты.

Таблица 2. Сопротивление теплопередаче наружных стен здания, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$

Приведенное сопротивление теплопередаче наружных стен с различными материалами утеплителя		
Поропласт CF02 ($\gamma=20 \text{ кг}/\text{м}^3$, $\lambda=0,030 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{°C}$)	Минераловатные плиты из стекловолокна URSA П20 ($\gamma=20 \text{ кг}/\text{м}^3$, $\lambda=0,042 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{°C}$ [4])	Плиты из пенополистирола ПСБ-С ГОСТ 15588-86 ($\gamma=35 \text{ кг}/\text{м}^3$, $\lambda=0,041 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{°C}$ [4])
5,20	3,04	3,10

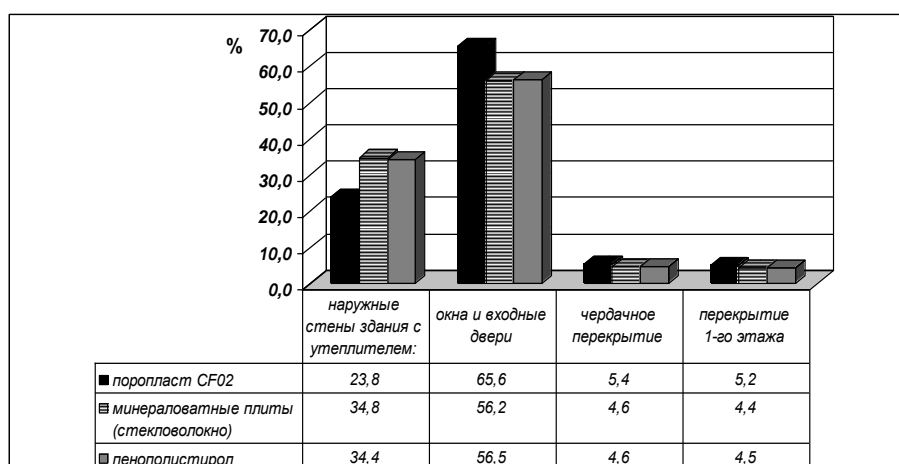


Рис. 3. Распределение трансмиссионных теплопотерь при различных теплоизоляционных материалах

Результаты расчета потребности здания в тепловой энергии на отопление за отопительный период приведены в Табл. 3. Теплопотери здания были дифференцированы по конструктивным элементам (Рис. 3). Численное моделирование тепловых потерь здания показывает, что наименьшие трансмиссионные теплопотери через наружные стены дает вариант их утепления заливочным поропластом (на 67-70% меньше, чем при утеплении плитами из пенополистирола и минеральной ваты из стекловолокна).

Табл. 3. Теплоэнергетические показатели 9-этажного дома при различных вариантах утепления его оболочки

Теплоэнергетические показатели	Ед. изм.	Материал утеплителя		
		Поропласт CF02	Минераловатные плиты	Пенополистирол
Приведенный коэффициент теплопередачи здания	Вт/м ² ·°С	0,433	0,503	0,503
Условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплопотери за счет инфильтрации и вентиляции	Вт/м ² ·°С	0,634	0,634	0,634
Общий коэффициент теплопередачи здания	Вт/м ² ·°С	1,065	1,137	1,137
Общие теплопотери через ограждающую оболочку здания за отопительный период	МДж	1605458,8	1715039,8	1713821,7
Бытовые теплопоступления за отопительный период	МДж	533213,798		
Теплопоступления в здание от солнечной радиации за отопительный период	МДж	372699,076		
Потребность в тепловой энергии на отопление здания за отопительный период	МДж	1218943,8	1340578,7	1339226,6
Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания, q_h^{des}	кДж/м ² ·°С·сут.	63,31	69,63	69,33
Стоимость тепловой энергии на отопление здания (при тарифе на тепловую энергию 929,47 руб./Гкал = 0,81 руб./ кВт·ч [5])	руб.	274262,4	301630,2	301325,9
Стоимость, отнесенная на 1 м ² отапливаемой площади здания	руб./м ²	78,54	86,38	86,29
Стоимость возведения 1 м ² стены	тыс. руб.	0,56	0,74	0,99

При утеплении здания рассмотренными теплоизоляционными материалами расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление не превышает нормируемой величины, составляющей 76 кДж/м²·°С·сут [Там же], следовательно, ограждающие конструкции здания соответствуют требованиям СНиП 23-02-2003 по показателю «в». Удельный расход тепловой энергии на отопление здания при утеплении его поропластом, а следовательно, и затраты на отопление 1 м² здания в среднем на 10% ниже, чем при утеплении плитами из минеральной ваты и пенополистирола. При этом стоимость возведения наружных стен с монолитным поропластом на 32% меньше, чем при утеплении их плитами из пенополистирола, и на 77% меньше, чем – из минеральной ваты. Энергосберегающий эффект от утепления наружных стен здания поропластом по сравнению с минимально допустимым уровнем теплозащиты стен составит 227,8 МДж/м² (около 51%) за отопительный период.

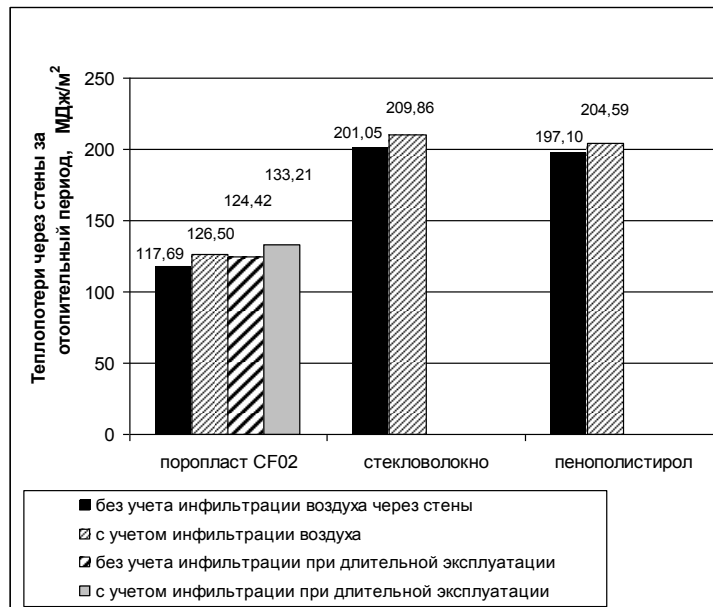
Теплотехнические показатели, а следовательно, и энергоэффективность ограждающих конструкций существенно изменяются при совместном действии процессов передачи тепла и фильтрации воздуха через них, так как последняя вызывает увеличение потерь тепла через ограждение и деформацию температурного поля по сравнению с тепловым состоянием при отсутствии фильтрации. Результаты расчета теплопотерь с учетом инфильтрации воздуха через стеновое ограждение приведены в Табл. 4. Анализ теплотехнических показателей наружных стен здания показал, что сопротивление теплопередаче вследствие инфильтрации воздуха через ограждения, а следовательно, и теплопотери через наружные стены 1-го этажа (Рис. 4) снижаются при утеплении их поропластом в среднем на 7%, минераловатными плитами и пенополистиролом – на 4%. Однако при этом величина сопротивления теплопередаче стены с монолитным поропластом выше нормируемой величины (3,88 м²·°С/Вт). Температура внутренней поверхности рассматриваемых ограждающих конструкций выше нормативной температуры точки росы (11,62 °С), а температурный перепад между температурами внутреннего воздуха и внутренней поверхности ограждений составляет (1,7÷2,5 °С), что не превышает предельное нормативное значение 4 °С [Там же], следовательно, соблюдаются условия невыпадения конденсата на внутренней поверхности ограждений.

Эксфильтрация влажного воздуха помещения через наружное ограждение вызывает увеличение влажности материалов ограждения. Так как из рассмотренных выше теплоизоляционных материалов «Поропласт CF02» обладает наибольшим коэффициентом паропроницаемости, то для ограждающей конструкции, утепленной литым поропластом, выполнена оценка влияния эксфильтрации воздуха на ее влажностный режим. Вследствие небольшого количества воздуха, проходящего через массив стены, температура в плоскости возможной конденсации под влиянием эксфильтрации понижается на 0,3 °С. Расчет количества конденсирующейся влаги в слое поропласта плотностью 15 кг/м³ в стационарных условиях теплообмена (Рис. 5) показал, что вследствие эксфильтрации воздуха через массив стены весовая влажность слоя утеплителя к концу периода влагонакопления увеличится на 0,5% и, следовательно, не вызовет существенного роста теплопотерь через ограждение.

Табл. 4. Теплотехнические показатели стен 9-этажного дома с учетом инфильтрации воздуха через ограждение

Теплотехнические показатели	Ед. изм.	Материал утеплителя		
		Поропласт CF02	Минераловатные плиты	Пенополистирол
Сопротивление воздухопроницанию стены	м ² ·ч·Па/кг	422,62	419,0	492,0
Количество инфильтрующегося воздуха через стены	кг/м ² ·ч	0,100	0,101	0,086
Сопротивление теплопередаче стен при инфильтрации	м ² ·°C/Вт	4,84	2,91	2,99
Температура на внутренней поверхности стены (числитель – без учета инфильтрации, знаменатель – с учетом инфильтрации)	°C	19,74	18,85	18,89
		19,38	18,50	18,59

Кроме того, результаты экспериментальных исследований «Поропласта CF02» в условиях, адекватных его работе в ограждающих конструкциях зданий, опубликованные ранее в работе [1], показывают, что при длительной (около 50 лет) эксплуатации ожидаемая величина коэффициента теплопроводности поропласта составит 0,032 Вт/м·°C. Такое увеличение коэффициента теплопроводности приведет к росту теплопотерь через наружные стены здания без учета инфильтрации воздуха через них на 5,7%, в случае наличия инфильтрации – на 7,1% и останется выше нормативной (с точки зрения энергосбережения) величины.

**Рис. 4.** Теплопотери через 1 м² стены при различных вариантах утепления**Рис. 5.** Количество влаги, конденсирующейся в слое поропласта (в скобках приведена весовая влажность материала)

Таким образом, проведенные исследования показывают, что проектировать тепловую защиту здания целесообразно с использованием потребительского подхода, и существенное снижение трансмиссионных потерь может быть достигнуто путем использования многослойных ограждающих конструкций с литым поропластовым утеплителем.

Список литературы

1. **Гнездилова О. А.** Исследование влияния эксплуатационных факторов на теплопроводность «Поропласта CF02» // Проблемы и перспективы изысканий, проектирования, строительства и эксплуатации железных дорог: труды всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Иркутск: ИрГУПС, 2009. Т. 1. С. 169-173.
2. **СНиП 23-01-99*.** *Строительная климатология*: введ. 01.01.2000. М.: ГУП ЦПП, 2000. 58 с.
3. **СНиП 23-02-2003.** *Тепловая защита зданий*: введ. 01.10.2003. М.: Госстрой России; ФГУП ЦПП, 2004. 43 с.
4. **СП 23-101-2004.** *Проектирование тепловой защиты зданий*: введ. 01.06.2004. М.: Госстрой России; ФГУП ЦПП, 2004. 141 с.
5. http://cuk-irkutsk.ru/ru/pages/svedenia/2012_year

УДК 7

Искусствоведение

В статье рассматривается проблема влияния каменной стилевой архитектуры на деревянное народное зодчество в период эклектики на примере жилой архитектуры г. Енисейска. Выявляется и анализируется применение декоративных мотивов раннего классицизма, барокко и «неорусского» стиля в оформлении фасадов зданий, при этом выбираются наиболее характерные примеры, демонстрирующие, что в народном зодчестве Енисейска эклектика проявилась достаточно ярко и своеобразно.

Ключевые слова и фразы: эклектика; классицизм; барокко; деревянное зодчество; декоративное оформление; оконный наличник.

Гольцова Александра Анатольевна*Красноярский государственный художественный институт**Ale-golcova@mail.ru***СТИЛИСТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДЕКОРА ДЕРЕВЯННОЙ ЖИЛОЙ
АРХИТЕКТУРЫ ЕНИСЕЙСКА ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XIX ВЕКА[©]**

Во второй половине XIX в. веяния эклектики охватили дальние рубежи Российской империи, в том числе и Восточносибирский регион. Традиционно здесь преобладало деревянное зодчество, но в этот период начало активно вестись и каменное строительство. Вместе с постройками профессиональных архитекторов в городах начала распространяться стилевая архитектура. Её элементы и мотивы начали проникать в массовую деревянную застройку. В этой связи на примере Енисейска, города с хорошо сохранившейся застройкой второй половины XIX в., представляется интересным проследить, в какой мере художественно-стилистические приёмы эклектики затронули деревянное домостроительство, какие мотивы стилевой архитектуры были наиболее востребованы и почему.

В XIX веке вместе с «образцовыми» проектами основные принципы и элементы стилевой архитектуры начали проникать в строительную жизнь русской глубинки. С распространением представлений о престижности каменного дома по сравнению с деревянным начался процесс изменений во внешнем облике традиционных изб. Он проявился в стремлении подражать формам и конструкциям каменных зданий, что спровоцировало увеличение оконных и дверных проёмов, повышение этажности, моду на обшивку сруба тёмсом или строительство из бруса, а также окраску. Эти изменения продолжились во второй половине XIX в., когда распространение эклектики привело к появлению более разнообразного декора.

Основную массу деревянной застройки исторического центра Енисейска составляют дома, относящиеся к последней трети XIX в. Большая часть их была возведена после пожара 1869 г., который стал своеобразным рубиконом, отделившим позднеклассицистическую стилистику от новых для Сибири веяний эклектики. На фотографиях 1870-х гг. видны поистине грандиозные масштабы строительства [4].

Широкое распространение в этот период в Енисейске получили большие двухэтажные особняки с застеклённой лоджией в углу второго этажа над парадным входом. Дома подобного типа возводились в 1860-х гг. и в камне, например, дома купцов Захарова и Назарова на ул. Большой, а также главный дом усадьбы Кытманова. Лоджии в этих постройках выполнены из дерева и оштукатурены. Подобная композиция напоминает дом так называемого «вологодского типа». Это не случайно, в Енисейске исторически существовали тесные связи с торговыми городами Вологодской губернии. Правда, в Вологде лоджии застеклялись очень редко, а на улицу выходили всегда три арочных пролёта [3]. В енисейских же деревянных особняках на улицу выходило всегда два окна лоджии.

Одним из замечательных примеров подобных зданий, исполненных в дереве, является так называемый дом жестянщика Громова (ул. Кирова, д. 70). Точно найденная мастером гармония масс и стройность пропорций выделяют этот дом среди других не менее интересных экземпляров деревянной застройки Енисейска.