

УДК 697.132

**Енюшин В.Н.** – кандидат технических наук, доцент

E-mail: [enjushin@gmail.com](mailto:enjushin@gmail.com)

**Нурмухаметова А.Д.** – студент

E-mail: [aliyanur96@mail.ru](mailto:aliyanur96@mail.ru)

**Хаеретдинова А.Д.** – студент

E-mail: [haeretdi\\_adelina@mail.ru](mailto:haeretdi_adelina@mail.ru)

**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

### **Энергоэффективность современных ограждающих конструкций**

#### **Аннотация**

Статья посвящена энергоэффективности современных ограждающих конструкций. Раскрываются основные недостатки многослойных ограждающих конструкций с наиболее популярными теплоизоляционными материалами – минеральной ватой и пенополистеролом. Особое внимание обращается на их основные недостатки: неопределенность срока службы, недооценку затрат на капитальный ремонт, утилизацию, пожароопасность. На основе представленного анализа предлагается использование строительных материалов, обладающих большим сроком службы, экологичностью и большой теплонакопительной способностью.

**Ключевые слова:** энергоэффективные ограждающие конструкции, экологически безопасный материал, комфортность жилья, теплонакопительная способность, теплоизоляция, пенополистирол, минеральная вата, долговечность.

Введение в 90-х годах новых требований к энергоэффективности ограждающих конструкций вновь возводимых зданий привело к увеличению численного значения сопротивления теплопередачи практически в три раза. Целесообразность такого повышения до сих пор подвергается сомнению многими специалистами. Однако, действующие нормативные документы, в частности СП 50.13330 (актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий»), подтверждают именно такие требования.

Применявшиеся до нововведений однослойные конструкции из традиционных материалов перестали удовлетворять возросшим требованиям, им на смену пришли многослойные ограждающие конструкции с так называемыми эффективными теплоизоляционными материалами – обычно, это минеральная вата или пенополистирол. По сути, это каркасные дома, и именно такие технологии используются при строительстве жилья (рис. 1).

Таким ограждающим конструкциям присущ ряд существенных недостатков. Однослойные кирпичные стены в средней полосе России в толщину составляли обычно 64см (или 2,5 кирпича), при аварийном отключении системы отопления, температура внутри помещения оставалась положительной в течение нескольких суток, даже при температуре наружного воздуха, близкой к расчетной на отопление. Теплоизоляционные материалы, обладающие низким коэффициентом теплопроводности, имеют невысокую теплоемкость, а, следовательно, и невысокую теплонакопительную способность [1], конструкционный слой в таких стенах, как правило, имеет небольшую толщину, и его теплонакопительная способность не способна обеспечить тепловую устойчивость помещения в случае отключения системы отопления, температура внутреннего воздуха будет стремительно падать; кроме того, толщина однослойной ограждающей конструкции определялась обеспечением теплозащиты, и такие стены имели значительный запас прочности.

Однако, самым главным недостатком многослойных стен с эффективными теплоизоляционными материалами является неопределенность их срока службы и недооценка затрат на их капитальный ремонт и утилизацию отслуживших свой срок теплоизоляционных материалов и элементов фасада.



Рис. 1. Пример современной ограждающей конструкции с использованием минеральной ваты

Согласно заявлениям производителей долговечность минеральной ваты может составлять пятьдесят и даже семьдесят лет, но согласно отзывам потребителей, реальный срок службы – не более десяти лет, а в ряде случаев вообще пять лет. Большинство пользователей главным «виновником» преждевременного старения минваты считают влагу. После увлажнения на 15-20 % теплопроводность увеличивается на все 30 %, существенно меняются её механические свойства – она становится хрупкой и быстро разрушается, становясь источником пыли: «через два-три сезона... волокна ломаются и превращаются в труху, выдуваемую ветрами как внутрь помещения, так и наружу. Например, по некоторым подсчетам, из девятиэтажного здания... с площадью утепления до 1500 м<sup>2</sup> за 25 условных лет эксплуатации потоки воздуха вынесут из-под обшивки примерно 1875 кг волокнистой пыли» [2]. Пыль базальтового волокна, согласно мнению некоторых авторов, «онкогенна, но индуцирует меньшее число опухолей, чем хризотил-асбест» [3]. В связи с этим, заявления производителей об «экологической безопасности» минеральной ваты следует подвергнуть серьёзному сомнению. Кроме того, фенольные и формальдегидные смолы, входящие в состав минеральной ваты в качестве связующих компонентов, являются токсичными, что, очевидно, также не добавляет ей «экологичности».

Другим популярным теплоизоляционным материалом является пенополистирол. Наиболее очевидным недостатком этого материала является его популярность не только среди строителей – грызуны прогрызают в нем целые лабиринты, птицы легко разрушают поверхностный слой «мокрого фасада» и выют гнезда в нём, естественно, это сильно укорачивает срок службы подобных конструкций.

Срок службы пенополистирола, заявляемый производителями, сильно завышен: вместо тридцати – пятидесяти лет, реальная долговечность беспрессового пенополистирола ПСБ фирмы Тиги Кнауф составила всего тринадцать лет [2]. Причем, основной причиной старения материала является тепловое старение, как результат воздействия солнечной радиации, а не циклы замораживания и оттаивания, на которые обычно ссылаются производители [4, 5]. А самым главным недостатком этого материала является его высокая пожароопасность: «в соответствии с официальной классификацией стройматериалов по пожарной опасности все без исключения пенополистиролы относятся к классу горючих материалов» [6]. Подтверждением тому могут служить многочисленные случаи пожаров, зачастую с человеческими жертвами, в зданиях, утепленных пенополистиролом.

В то же время, срок службы любого утеплителя сильно зависит от качества монтажа, а с этим показателем имеются большие проблемы. При тепловизионном обследовании каркасного жилого дома [7], автором был выявлен ряд участков с аномально низкими температурами, при средней температуре стен и пола в районе семнадцати градусов, минимальная температура составляет всего 2,4 градуса, что может оказаться ниже температуры «точки росы» (рис. 2).

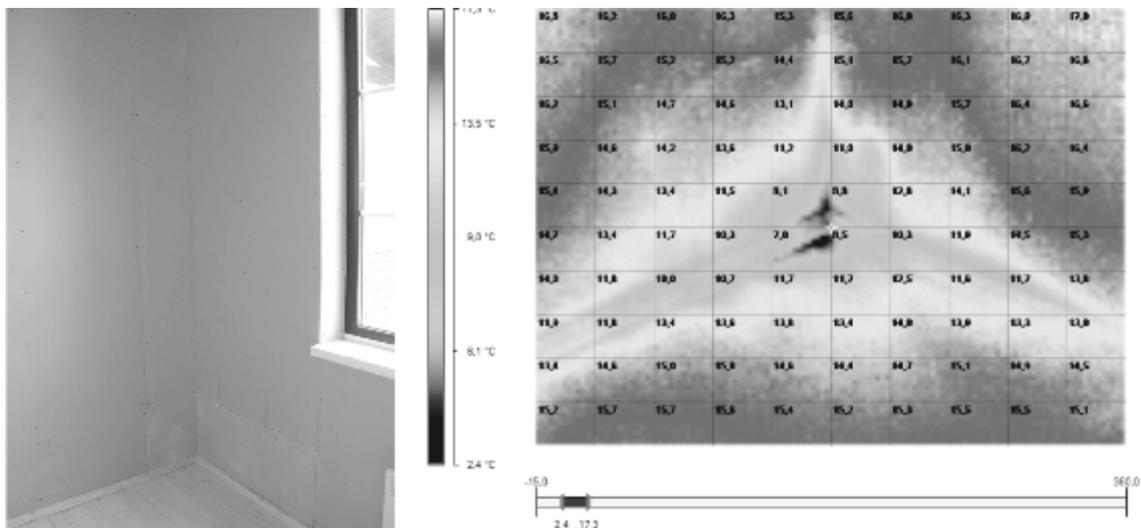


Рис. 2. Фотография и термограмма элемента каркасного дома с дефектами монтажа

Всё вышеперечисленное позволяет утверждать, что ограждающие конструкции с использованием эффективных теплоизоляционных материалов, являются неравнопрочными – срок службы несущих и инженерных систем зданий намного больше, чем долговечность тепловой изоляции. На фотографии строящегося жилого дома (рис. 3) отчетливо видно, что некоторые минераловатные плиты уже частично разрушены.



Рис. 3. Разрушение утеплителя уже на этапе строительства

По этим причинам капитальный ремонт фасадов придется выполнять каждые двадцать-тридцать лет, при том, что по мнению некоторых авторов [8], при долговечности конструкций менее пятидесяти лет, затраты на ремонт ограждающих конструкций, а это демонтаж облицовочного слоя, остатков утеплителя, его утилизация, монтаж креплений, нового теплоизоляционного слоя и фасадных элементов, превысят ожидаемую экономию от снижения расходов на отопление.

Анализ свойств современных ограждающих конструкций показывает, что использование «эффективных» теплоизоляционных материалов далеко не всегда оправдано. В.Г. Гагарин показал [9], что теплотери через ограждающие конструкции составляют примерно 4,5 % от общего потребления энергии в России. В этой же статье отмечается, что допускается снижение требуемого приведенного сопротивления теплопередачи, если удовлетворяются требования к удельному расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания, например для Москвы допустимо снижение с 3,13 до 1,97 м<sup>2</sup>·С/Вт. Кроме того отмечается, что анализ характера зависимости теплотери от уровня теплозащиты, показывает, что чем выше уровень теплозащиты, тем меньший эффект от его дальнейшего повышения. Таким образом, использование таких строительных материалов как пенобетон и поризованный пустотелый керамический кирпич, которые обладают более высоким сроком службы, экологичностью и имеют большую теплонакопительную способность, вполне оправдано. При некотором снижении теплозащитных свойств, долговечность ограждающей конструкции многократно возрастает, возрастает и уровень комфортности жилья, отпадает необходимость в дорогостоящем капитальном ремонте фасада, что, в конечном счете, повысит истинную энергоэффективность и экологичность конструкции. Однако, подобные предложения, по признанию В.Г. Гагарина, наталкиваются на обвинения в лоббировании производителей кирпича со стороны производителей теплоизоляционных материалов.

### Заключение

Применение теплоизоляционных материалов с невысокой долговечностью приведет к необходимости периодического дорогостоящего ремонта фасадных конструкций, причем затраты на этот ремонт лягут полностью на собственников жилья. Учитывая более чем сомнительные экологичность и пожарную безопасность наиболее популярных на сегодняшний день эффективных теплоизоляционных материалов, предлагается альтернатива – более широкое использование незаслуженно забытых пенобетона и пустотелого керамического кирпича.

### Список библиографических ссылок

1. Шильд Е., Кассельман Х.-Ф., Дамен Г., Пленц Р. Строительная физика. – М.: Стройиздат, 1982. – 296 с.
2. Способы утепления фасада. Обзор способов утепления фасадов. URL: [http://www.sopro39.ru/sposoby\\_utepleniya\\_fasada](http://www.sopro39.ru/sposoby_utepleniya_fasada) (дата обращения: 21.09.2016).
3. Коган Ф.М. Современные представления о безопасности асбеста. – Екатеринбург: АРГО, 1995. – 98 с.
4. Иванцов А.И., Куприянов В.Н. Режим эксплуатации многослойных стеновых ограждающих конструкций как основа прогнозирования их срока службы // Известия КГАСУ, 2014, № 3 (29). – С. 32-40.
5. Иванцов А.И., Куприянов В.Н. Прогнозирование срока службы наружных стен жилых зданий по критерию теплозащиты // Известия КГАСУ, 2014, № 4 (30). – С. 139-147.
6. Пенополистирол: низвержение мифа. URL: <http://www.astratek.ru>penopolistirol> (дата обращения: 15.10.2016).
7. Енюшин В.Н., Камалтдинова Э.М. Термографическое обследования жилого дома // Известия КГАСУ, 2011, № 2 (16). – С. 86-93.
8. Канатько М.В., Ефименко М.Н., Горшков А.С. К вопросу о долговечности и энергоэффективности современных ограждающих стеновых конструкций жилых, административных и производственных зданий // Инженерно-строительный журнал, 2008, № 2. – С. 50-53.

9. Гагарин В.Г. Макроэкономические аспекты обоснования энергосберегающих мероприятий при повышении теплозащиты ограждающих конструкций зданий // Строительные материалы, 2010, № 3. – С. 8-16.

**Enyushin V.N.** – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: [enjushin@gmail.com](mailto:enjushin@gmail.com)

**Nurmukhametova A.D.** – student

E-mail: [aliyanur96@mail.ru](mailto:aliyanur96@mail.ru)

**Haeretdinova A.D.** – student

E-mail: [haeretdi\\_adelina@mail.ru](mailto:haeretdi_adelina@mail.ru)

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

### Energy efficiency of modern fencing structures

#### Resume

For the majority of climatic regions of our country the durability of modern heat insulation materials in the working conditions is questioned. The main limitations of the most popular heat insulation materials application: mineral cotton and foam polystyrene are shown on the basis of critical matching of the modern energy efficiency protecting constructions. The life time of the given materials is much lower than that indicated by the manufacturer. The low longevity of the effective heat insulation materials will demand a significant investment for the frontal constructions repairing in the near future and in that case the repairing works are to be paid by the building owners and not by the manufacturers, who skillfully conceal consequences of the given materials application. The probable cost saving of the expenditure reduction on heating is unlikely to cover the main part of the repairing and use expenditures of those ecologically inoffensive heat insulation remnants. The low fire resistance of foam polystyrene puts at threat the safety of the building exploitation. This material emits a great amount of toxic smoke during firing.

The possible ways of the given problem solution are considered: the application of materials, possessing the much longer lifetime, ecologic safety and greater heat accumulating capacity.

**Keywords:** energy-efficient fencing constructions, environmentally safe material, housing comfort, heat-capacity, thermal insulation, polystyrene foam, mineral wool, durability.

#### Reference list

1. Schild E., Casselmann H.-F., Dahmen G., Pohlenz R. Bauphysik Planung und Anwendung. – Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig, 1979.
2. Facade insulation techniques. Review ways of facades. URL: [http://www.sopro39.ru/sposoby\\_utepleniya\\_fasada](http://www.sopro39.ru/sposoby_utepleniya_fasada) (reference date: 21.09.2016).
3. Kogan F.M. Modern representation of the security of asbestos. – Ekaterinburg: ARGO, 1995. – 98 p.
4. Ivantsov A.I., Kupriyanov V.N. Operating conditions of multilayer external walls as the basis of their service life prediction // Izvestiya KGASU, № 3 (29). – P. 32-40.
5. Ivantsov A.I., Kupriyanov V.N. Predicting the lifetime of the exterior walls of residential buildings by the criterion of the thermal protection // Izvestiya KGASU, 2014, № 4 (30). – P. 139-147.
6. EPS: the overthrow of the myth. URL: <http://www.astratek.ru/penopolistirol> (reference date: 15.10.2016).
7. Enyushin V.N., Kamaltdinova E.M. Thermographic inspection of the frame house // Izvestiya KGASU, 2011, № 2 (16). – P. 86-93.
8. Kanatko M.V., Efimenko M.N., Gorshkov A.S. To the question of durability and energy efficiency of modern enclosure wall construction of residential, administrative and industrial buildings // Civil Engineering Journal, 2008, № 2. – P. 50-53.
9. Gagarin V.G. Macroeconomic aspects of substantiation of energy saving measures by increasing the thermal protection of protecting designs of buildings // Inzhenerno-stroitel'nyy zhurnal, 2010, № 3. – P. 8-16.