

УДК 699.86

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ФАСАДНЫХ СИСТЕМ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ



## USE OF ENERGY EFFICIENT FACADE SYSTEMS DURING RENOVATION

**Березина Анастасия Игоревна**

студент,  
Кубанский государственный технологический университет  
nastya.berezina.2011@mail.ru

**Токарева Екатерина Александровна**

студент,  
Кубанский государственный технологический университет  
miss.bewz2017@gmail.com

**Куркаева Екатерина Владимировна**

студент,  
Кубанский государственный технологический университет  
katya.kurkaeva@mail.ru

**Аннотация.** Основной задачей данной статьи является рассмотрение эффекта энергосбережения за счет применения энергоэффективных решений фасадных систем при реконструкции. Применение таких систем приводит к значительной экономии и улучшению теплозащитных свойств здания.

В данной статье объектами исследования являются фасадные системы и материалы, которые применяются в целях повышения энергоэффективности зданий. В статье исследовано применение как традиционных, так и инновационных теплоизоляционных материалов, которые в свою очередь отвечают экологическим требованиям, созданию «двойных фасадов», «стеклянных оболочек» при реконструкции зданий и сооружений, а также разработке адаптивных строительных систем.

Обусловленность необходимости комплексного подхода, основанного на систематизации знаний и накопленном опыте в области решения проблемы, учитывая использование вторичных ресурсов и источников энергии, являющихся возобновляемыми основывается на том, что оценка эффективности или энергоэффективности конкретных строительных материалов или конструктивных элементов не всегда обеспечивает энергоэффективность фасадных систем в целом.

**Ключевые слова:** энергосбережение, теплопотери, теплозащита, реконструкция, энергоэффективность, фасадные системы, вентилируемые фасады, керамические панели, теплоизоляционный материал.

**Berezina Anastasiya Igorevna**

Student,  
Kuban State Technological University  
nastya.berezina.2011@mail.ru

**Tokareva Ekaterina Alexandrovna**

Student,  
Kuban State Technological University  
miss.bewz2017@gmail.com

**Kurkaeva Ekaterina Vladimirovna**

Student,  
Kuban State Technological University  
katya.kurkaeva@mail.ru

**Annotation.** The main objective of this article is to consider the effect of energy saving through the use of energy-efficient solutions for facade systems during reconstruction. The use of such systems leads to significant savings and an improvement in the thermal insulation properties of the building.

In this article, the objects of research are facade systems and materials that are used to improve the energy efficiency of buildings. The article explores the use of both traditional and innovative thermal insulation materials, which in turn meet environmental requirements, the creation of «double facades», «glass shells» in the reconstruction of buildings and structures, as well as the development of adaptive building systems.

The conditionality of the need for an integrated approach based on the systematization of knowledge and accumulated experience in solving the problem, taking into account the use of secondary resources and energy sources that are renewable, is based on the fact that the assessment of the efficiency or energy efficiency of specific building materials or structural elements does not always ensure the energy efficiency of facade systems as a whole.

**Keywords:** energy saving, heat loss, heat protection, reconstruction, energy efficiency, facade systems, ventilated facades, ceramic panels, thermal insulation material.

**В** последнее время во всем мире одной из наиболее актуальных проблем стало энергосбережение. Данный факт обусловлен тем, что деятельность человека влечет за собой деструктивное влияние на окружающую среду и также приводит к исчерпанию ряда природных энергетических ресурсов, являющихся невозобновляемыми.

Таким образом, при растущей популярности термина «энергоэффективность» особое внимание следует уделять его применению в области архитектуры и проектирования.

Отметим, что еще недавно энергопотребление зданий не было определяющим показателем качества проекта и построенные ранее здания не рассматривались с позиций энергоэффективности. На данный момент экономия энергоресурсов в условиях формирования комфортной жилой и общественной среды, отвечающей требованиям энергоэффективности и экологичности, является одной из важнейших государственных задач [1].

Ввиду того, что на данный момент энергоэффективность является одним из доминирующих критериев для выбора и применения методики проектирования теплозащиты наружных ограждающих конструкций, необходимо внедрять энергоэффективные системы при реконструкции уже существующих зданий и сооружений.

В первую очередь отметим ряд требований, которым должна отвечать любая современная фасадная система. К этим требованиям относятся:

- повышение теплоизоляционных характеристик здания;
- уменьшение тепловых потерь;
- эстетичный внешний вид [2].

В целях максимально рационального применения энергоэффективных технологий необходимо использовать комплексный подход. Данный подход основывается на:

- составлении энергетических паспортов зданий;
- учете фактического расхода энергоресурсов;
- проверке эффективности теплоизоляции и ограждающих конструкций;
- постоянном мониторинге энергогенерирующих мощностей;
- проведении анализа расхода и повышения эффективности использования теплоносителя.

Отметим, что проблема реконструкции зданий с целью повышения их энергоэффективности становится все более актуальной в связи с тем, что меняются климатические условия и построенные ранее здания не отвечают современным требованиям и нормам.

Чтобы решить вышеупомянутую проблему решения следует выполнить целый ряд мероприятий, которые состоят из модернизации архитектурных и планировочных решений; реконструкцию части конструктивных элементов и систем; внедрение различных инновационных инженерных систем, а также оптимизацию технологий эксплуатации здания или сооружения. Отметим, что повышение теплоизолирующих параметров ограждающих конструкций, высококачественная теплозащита окон, воздухопроницаемая облицовка зданий, которая будет обеспечивать регенерацию тепловой энергии, полное исключение или минимизация появления мостиков холода является одним из главных векторов в области энергосбережения в зданиях при реконструкции и дает возможность сократить до 30 % энергопотерь [3].

Необходимость в достижении показателей, которые предусмотрены требованиями вновь введенных нормативных документов, определяет потребность в облицовке стен зданий в ходе реконструкции современными эффективными теплоизоляционными материалами. В последнее время в жилищно-гражданском строительстве для обеспечения теплозащиты наиболее популярным становится выполнение наружных стены с применением фасадных энергосберегающих систем [4].

Энергоэффективность фасадных систем зависит от целого ряда факторов, которые включают конструктивные особенности и характеристики применяемых материалов. Многие отечественные и зарубежные ученые проводят исследования в области изучения значения применяемых материалов в целях повышения энергоэффективности зданий и сооружений. Проанализировав ряд исследований было выявлено, что существует несколько направлений достижения энергоэффективности фасадных систем. Отметим, что это осуществляется:

- в ходе применения традиционных и инновационных теплоизоляционных материалов, которые в свою очередь отвечают требованиям экологичности,
- создания новой теплоизоляционной оболочки при реконструкции зданий и сооружений,
- разработки новых адаптивных фасадных систем с использованием светопрозрачных или других конструктивных и теплоизоляционных материалов и т.д.

Ни одно из данных направлений нельзя считать доминирующим, в виду того, что на выбор материала, конструктивной системы фасада, технологии выполнения работ влияют как функциональное назначение и другие характеристики зданий и сооружений, так и климатические условия. Таким образом, для достижения энергоэффективности крайне важен не только выбор самого теплоизоляционного материала, но и оптимизация его толщины в целом, и в частности за счет готовых теплоизоляционных плит, состоящих из органических и неорганических материалов.

Готовыми модульным фасадным элементам считаются также структурные мембранные конструкции из отдельных или комбинированных материалов. Данные материалы могут быть из текстиля, фольги, пленок из этилентетрафторэтилена, поливинилхлорида, политетрафторэтилена, стекла и др. Энергоэффективность фасадов, выполненных из вышеперечисленных материалов проявляется не только на стадии эксплуатации строительных систем, но также на стадии их строительства и является достаточно высокой [5].

Рядом авторов предлагается применять энергоэкономичные вентилируемые светопрозрачные конструкции, которые, в свою очередь, помимо того, что обеспечат повышение теплотехнических характеристик, также обеспечат рекуперацию достаточно большой части теплового потока, который до их применения уходил в атмосферу.

Существуют несколько способов, применяемых для значительного увеличения показателей светопрозрачных конструкций и соответственно их остекления, на данный момент применяются множество инновационных технологий, таких как: применение электрохромных стекол, использование теплоотражающих и многофункциональных стекол нового поколения, применение стекол с фотоэлектрическим эффектом, использование вакуумных стеклопакетов, применение стеклопакетов с электропрогревом, заполнение межстекольного пространства аэрогелем, применение композитных материалов для рамных конструкций. Отметим также, что на данный момент повышение теплотехнических характеристик таких конструкций происходит в основном за счет малоэффективных мероприятий, которые являются экономически невыгодными, ввиду этого рядом авторов был разработан собственный механизм улучшения теплотехнических характеристик. Механизм действия данных систем основан на установке теплоотражающего экрана в воздушной прослойке. Теплоотражающий экран в свою очередь меняет механизмы и условия действия теплопотерь, за счет чего тепловое излучение будет отражаться назад внутрь помещения, нагревать экран и соответственно изменять тепловое поле вокруг него. Основное внимание следует направить на определение верного расположения данного экрана для наиболее эффективного направления тепло от него, а также на то, что его действие в воздушном промежутке совместно с вентилированием непосредственно через этот промежуток с довольно большой рекуперацией тепла и влаги внутрь помещения наружным воздухом способно увеличить тепловой эффект во много раз. Для каждого конкретного случая необходима корректировка расположения теплоотражающего экрана [6].

Применение энергоэффективных вентилируемых светоотражающих конструкций идеально подойдет как для замены старых светоотражающих конструкций, так и для создания дополнительного второго фасада.

Безусловно, применение этого метода санации зданий существенно дороже, чем ряд других, зачастую применяемых при реконструкции, но, по мнению авторов, этот метод уменьшает срок окупаемости затрат на санацию здания а также за счет значительного повышения теплотехнических характеристик.

Также в существующих современных стоечно-ригельных фасадных системах возможна модернизация практически любых фасадов под вышеупомянутую концепцию энергоэффективных светопрозрачных вентилируемых конструкций. Данная система позволит уменьшить относительные затраты за счет того, что в ней функционирует система забора и распределения воздуха, затрагивающая сразу несколько этажей.

При реконструкции многоэтажных каркасных зданий особо актуально применение легких энергоэффективных фасадных систем на основе готовых модулей. В целом ряде научных исследований было рассмотрено использование готовых термопанелей

из инновационных материалов и по инновационным технологиям. Так, например, существует инновационная технология производства термопанели, которая конструктивно представляет собой монолитную плиту, армированную термопрофилями. Данные термопрофили изготавливаются из стали со смещенным шагом просечек. Существует множество преимуществ, которые возникают вследствие использования термопрофилей. К данным преимуществам относятся:

- исключение возникновения «мостиков холода», а также увеличение пути теплового потока и, соответственно, повышение сопротивления теплопередачи;
- значительное снижение материальные, трудовые и финансовые затраты при строительстве и реконструкции массового жилья, тогда как высокие качественные и эксплуатационные показатели сохраняются или даже увеличиваются в случае реконструкции [7];
- особая технология сборки, благодаря которой сокращаются сроки строительно-монтажных работ.

Если же говорить о малоэтажных зданиях, то в данном случае нашли применение акриловые системы теплоизоляции «ЛАЭС», которые используются в целях утепления и декоративной отделки фасадов, как в новом строительстве, так и в случаях реконструкции.

Данные системы представляют собой многослойную конструкцию, в состав которой входит: утеплитель, в качестве которого может выступать пенополистирол или минераловатная плита, который клеится и механически прикрепляется к основанию; базовый слой, который выполняется из клеевого состава, армированного стеклосеткой и соответственно финишного слоя из акриловой декоративной штукатурки высокого качества.

К преимуществам этих систем можно отнести то, что они уменьшают температурные колебания в стенах дома, вызванные воздействиями климата, так же они защищают стены от проникновения снаружи влаги, оказывающей негативное влияние на них низких температурах и немаловажным фактором также является улучшение внешнего облика здания с эстетической стороны.

Ряд ученых в своих исследованиях также рассматривают керамические и композитные фасадные панели, применяемые для устройства энергоэффективных фасадных систем при строительстве и реконструкции зданий. Авторы исследований сравнивали фасадные керамические панели с другими материалами, которые также используются при устройстве вентилируемых фасадов, а именно, со стеновыми панелями из стекла, мрамора и алюминия. Вышеупомянутое сравнение производилось с целью выявления экологических характеристики данных панелей. Результатом исследований явились рекомендации для оптимизации процесса жизненного цикла керамических фасадных панелей в целях повышения экологической эффективности и выбору энергоэффективных фасадных материалов. Для предотвращения «деградации фасадных систем» в ходе эксплуатации зданий и сооружений, а также обеспечения энергоэффективности в большинстве исследований рекомендуется использовать nano материалы и композитные материалы, а также жидкие сверхтонкие изоляционные материалы [8].

В заключении можно сказать, что повышение энергоэффективности уже построенного объекта является крайне важной и достаточно трудоемкой задачей. Любое здание, как новое, так и подлежащее реконструкции должно рассматриваться в виде целостной энергетической системы, которая существует по принципу энергонезависимости, а также эффективного использования природных ресурсов в качестве возобновляемых источников энергии. Для выполнения вышеупомянутых принципов необходимо разрабатывать различные уникальные объемно-планировочные, конструктивные и инженерно-технологические элементы зданий, приспособляющиеся к изменениям наружного климата. Отметим, что в основе концепции климатической адаптации и энергосбережения должна лежать ограждающая конструкция, а именно фасадная система, так как установка энергоэффективных фасадов дает возможность идти по пути актуального на сегодняшний день принципу развития, направленному на будущее и состоящему из таких трех аспектов, как экономия, экология и социально-культурный аспект.

### Литература

1. Леонова А.Н. Достоинства и недостатки применения навесных вентилируемых фасадных систем при реконструкции зданий в курортных регионах / В сборнике: Строительство в прибрежных курортных регионах. Материалы 7-й международной научно-практической конференции. 2012. С. 68-71.
2. Леонова А.Н., Курочка М.В. Методы повышения энергоэффективности зданий при реконструкции // Вестник МГСУ. – 2018. – Т. 13. – № 7 (118). – С. 805–813.
3. Асанова Д.В. Энергосберегающий эффект от применения эффективных фасадных систем многоэтажных зданий // Вестник науки Южного Казахстана. – 2021. – № 2 (14). – С. 3–6
4. Карпанина Е.Н., Леонова А.Н. Мониторинг энергоэффективных зданий // В сборнике: Строительство в прибрежных курортных регионах. Материалы IX международной научно-практической конференции. Министерство образования и науки РФ; Сочинский государственный университет. 2016. С. 145-148.
5. Абрамян С.Г., Матвийчук Т.А. К вопросу об энергетической эффективности зданий и сооружений // Инженерный вестник Дона. – 2017. – № 1 (44). – С. 74–83.
6. Леонова А.Н., Сорокина Е.Н. Конструктивное преимущество и эффективная функциональность энергосберегающих фасадов при реконструкции зданий / Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2018. – № 9. – С. 206–215.
7. Карпанина Е.Н., Леонова А.Н. Некоторые аспекты использования конструкционных бетонов в каркасах энергоэффективных зданий // В сборнике статей Международной научно-практической конференции: Экологические, инженерно-экономические, правовые и управленческие аспекты развития строительства и транспортной инфраструктуры. ФГБОУ ВО «КубГТУ»; Международный центр инновационных исследований «OMEGA SCIENCE». – 2017. – С. 119–122.
8. Калкан С.Н., Леонова А.Н. Особенности современных подходов при реконструкции фасадов жилых зданий // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 1. – С. 314–316.

### References

1. Leonova A.N. Advantages and disadvantages of using hinged ventilated facade systems in the reconstruction of buildings in resort regions // In the collection: Construction in coastal resort regions. Materials of the 7th International Scientific and Practical Conference. – 2012. – P. 68–71.
2. Leonova A.N., Kurochka M.V. Methods for improving the energy efficiency of buildings during reconstruction // Vestnik MGSU. – 2018. – Vol. 13. – № 7 (118). – P. 805–813.
3. Asanova D.V. Energy-saving effect from the use of effective facade systems of multi-storey buildings // Bulletin of Science of South Kazakhstan. – 2021. – № 2 (14). – P. 3–6.
4. Karpanina E.N., Leonova A.N. Monitoring of energy efficient buildings // In the collection: Construction in coastal resort regions. materials of the IX international scientific and practical conference. Ministry of Education and Science of the Russian Federation; Sochi State University. – 2016. – P. 145–148.
5. Abramyan S.G., Matviychuk T.A. On the issue of energy efficiency of buildings and structures // Engineering Bulletin of the Don. – 2017. – № 1 (44). – P. 74–83.
6. Leonova A.N., Sorokina E.N. Constructive advantage and effective functionality of energy-saving facades during the reconstruction of buildings // Electronic network polythematic journal «Scientific works of KubGTU». – 2018. – № 9. – P. 206–215.
7. Karpanina E.N., Leonova A.N. Some aspects of the use of structural concrete in the frames of energy efficient buildings // In the collection of articles of the International Scientific and Practical Conference: Environmental, engineering, economic, legal and managerial aspects of the development of construction and transport infrastructure. FSBEI HE «KubSTU»; International Center for Innovative Research «OMEGA SCIENCE». – 2017. – P. 119–122.
8. Kalkan S.N., Leonova A.N. Features of modern approaches to the reconstruction of the facades of residential buildings // Science. Technics. Technologies (polytechnic bulletin). – 2020. – № 1. – P. 314–316.