

УДК 697

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ УТЕПЛЕНИЯ НАРУЖНЫХ СТЕН ЗДАНИЙ

Клоков Станислав Валерьевич

Студент бакалавр по направлению подготовки
«Теплоэнергетика и теплотехника», 4 курс
Национальный исследовательский Мордовский государственный университет
430904, Россия, г.о. Саранск, ул.Пионерская 12/1
тел.: 8 (8342) 25-41-01
e-mail: mrsu_ime_tes@mail.ru

Кузнецов Александр Александрович

Старший преподаватель кафедры «Теплоэнергетических систем»
Национальный исследовательский Мордовский государственный университет
430904, Россия, г.о. Саранск, ул.Пионерская 12/1
тел.: 8 (8342) 25-41-01
e-mail: mrsu_ime_tes@mail.ru

Миндров Константин Анатольевич

Старший преподаватель кафедры «Теплоэнергетических систем»
Национальный исследовательский Мордовский государственный университет
430904, Россия, г.о. Саранск, ул.Пионерская 12/1
тел.: 8 (8342) 25-41-01
e-mail: mindrovka@mail.ru

Аннотация

Целью исследования является оценка целесообразности утепления фасадов с использованием изделий теплоизоляционных из пенополистирола фасадных марок. В статье представлены результаты обследования ограждающих конструкций в зданиях Мордовского государственного университета 90-х годов постройки. Проведен анализ потерь теплоты через наружные стены общежития № 5 до и после утепления фасадов. На основании известных значений продолжительности отопительного периода, капитальных затрат на утепление фасадов была произведена оценка прогнозируемого срока окупаемости энергосберегающего мероприятия.

Ключевые слова: энергосбережение, ограждающие конструкции, потери тепла, тепловая энергия, сопротивление, теплопроводность, изоляция, утеплитель.

ECONOMIC JUSTIFICATION OF INSULATION OF EXTERNAL WALLS OF BUILDINGS

Stanislav V. Klokov

Bachelor's degree in the field of
"heat Power engineering and heat engineering", 4th year
National Research Mordovia State University
12/1 Pionerskaya str., Saransk, 430904, Russia,
tel.: 8 (8342) 25-41-01.
e-mail: mrsu_ime_tes@mail.ru.

Alexander A. Kuznetsov

Senior lecturer of the Department of "heat and Power systems"
National Research Mordovia State University
12/1 Pionerskaya str., Saransk, 430904, Russia.
Tel.: 8 (8342) 25-41-01.
e-mail: mrsu_ime_tes@mail.ru.

Konstantin A. Mindrov

Senior lecturer of the Department of "heat and Power systems"
National Research Mordovia State University
12/1 Pionerskaya str., Saransk, 430904, Russia,
tel.: 8 (8342) 25-41-01.
e-mail: mindrovka@mail.ru.

ABSTRACT

The purpose of the study is to assess the feasibility of facade insulation using thermal insulation products made of expanded polystyrene facade brands. The article presents the results of the survey of enclosing structures in the buildings of the Mordovian State University built in the 90s. The analysis of heat losses through the external walls of the hostel No. 5 before and after the facade insulation was carried out. Based on the known values of the duration of the heating period, capital expenditures for facade insulation, the estimated payback period of the energy-saving measure was estimated.

Keywords: energy saving, enclosing structures, heat loss, thermal energy, resistance, thermal conductivity, insulation, insulation.

Для эффективного энергосбережения в зданиях немаловажную роль играют качественные ограждающие конструкции [1], в том числе и наружные стены. Суммарный объем зданий, построенных по новым теплозащитным нормативам, действующим с 2000 года, составляет не более 5 % от объема всего жилого фонда в Российской Федерации [2].

По этой причине в ближайшие годы наиболее актуальной станет разработка и внедрение энергосберегающих мероприятий, которые уменьшат потребление тепловой энергии в зданиях, построенных до 2000 года. При этом данные мероприятия должны быть и окупаемыми.

Многие здания общежитий, административных и учебных корпусов МГУ им. Н. П. Огарева, построены в 90-х годах, при этом термическое сопротивление стен не соответствует актуальному на сегодняшний момент «СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий». У таких зданий потери тепла через ограждающие конструкции будут завышены [3, 4].

На рисунке 1 показаны характерные термограммы и внешний вид наружных стен некоторых зданий университета. Тепловизионная и фотографическая съемка производилась тепловизором HotFind-LXT при отрицательной температуре наружного воздуха и в условиях отсутствия солнечного облучения, атмосферных осадков, тумана и других подобных явлений. Обработка результатов обследования проводилась с использованием программы SAT IR Reporting System, которая позволяет по полученным термограммам определять значения температуры в отдельных реперных точках.

На термограмме выявлены теплопотери по глади ограждающих конструкций, на реперном участке измерений. Температурный показатель в несколько раз выше нормируемых значений. Повышенная температура наружной ограждающей поверхности с яркими цветами на термограмме, свидетельствует о низком термическом сопротивлении теплопередачи стен.

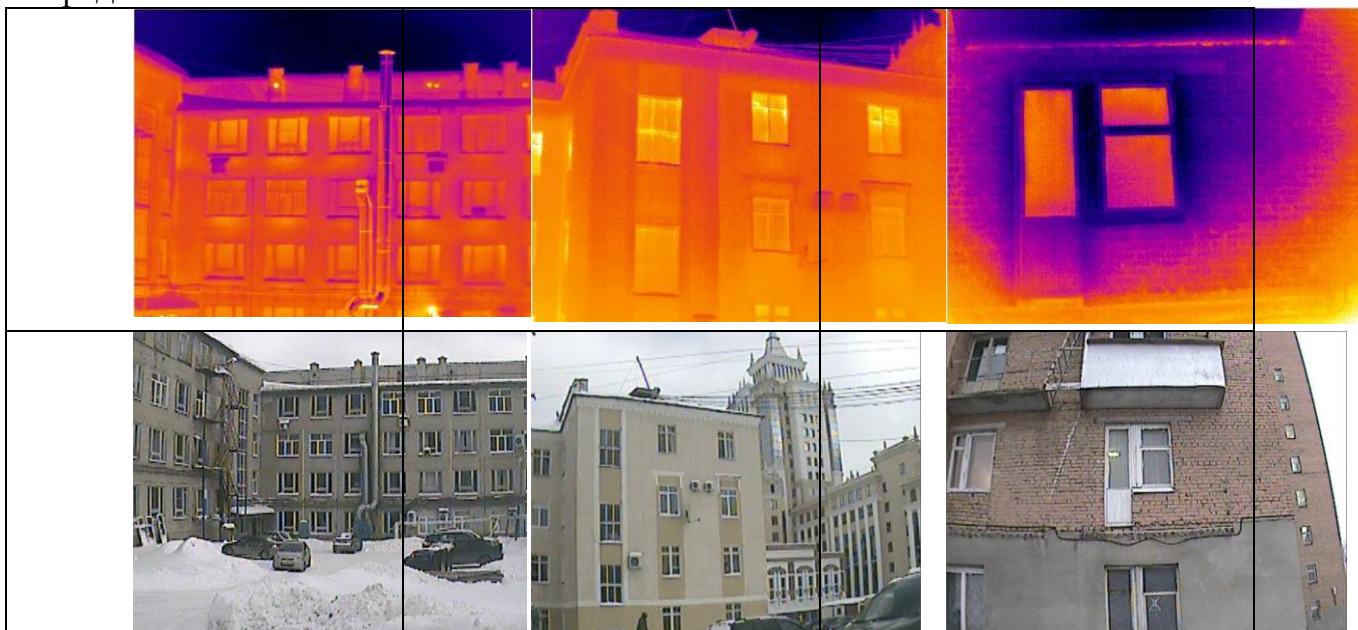


Рисунок 1. Термограммы и внешний вид ограждающих конструкций некоторых зданий университета

Также согласно Приказу Министерства регионального развития РФ №262 от 28.05.10 г. с 2011 года сопротивление теплопередачи наружных стен должно быть увеличено по отношению к базовому уровню. В то время как у старых зданий построенных до 2000 года термическое сопротивление теплопередачи стен для ГСОП= 5120°C·сут не превышает 2,0 (м²·°C)/Вт (СНиП II-3-79). Это меньше на 60 % от данных представленных для этих же условий в СНиП 23-02-2003.

В связи с чем, рекомендуется провести утепление наружных стен теплоизоляционным материалом. Для рассматриваемых фасадов определена толщина слоя утеплителя фасадным пенополистиролом в 10 см, что в свою очередь позволит снизить потери тепла в окружающую среду [5].

Ниже представлен алгоритм расчета экономического эффекта от проведения мероприятия по утеплению наружных стен на примере здания общежития №5 МГУ им. Н. П. Огарева.

Средняя за отопительный период тепловая мощность, передаваемая через наружные стены, определяется дважды – до внедрения мероприятия и после внедрения мероприятия.

$$Q = (t_{\text{в}} - t_{\text{нар}}^{\text{ср}}) \cdot \frac{F}{R}, \quad 1)$$

где $t_{\text{в}}$ – средняя фактическая температура воздуха в помещении, °С;

$t_{\text{нар}}^{\text{ср}}$ – средняя температура наружного воздуха для за отопительный период, °С;

F – площадь наружных стен здания, м²;

R – термическое сопротивление, м²·°С/Вт, до внедрения мероприятия определялось по прибору ИТП-МГ4.035/(Z) «Поток» ($R = 1,6 \text{ м}^2 \cdot \text{°С}/\text{Вт}$, после внедрения мероприятия определяем по формуле 2 [4]:

$$R = \frac{1}{\alpha_{\text{внутр}}} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{\delta_{\text{ут}}}{\lambda_{\text{ут}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{нар}}}, \quad 2)$$

где $\alpha_{\text{внутр}}$ – коэффициент теплоотдачи от внутреннего воздуха к стене, Вт/м²·°С;

δ – толщина стен, м;

λ – коэффициент теплопроводности стен, Вт/ м²·°С;

$\delta_{\text{ут}}$ – толщина утеплителя, м;

$\lambda_{\text{ут}}$ – коэффициент теплопроводности утеплителя, Вт/ м²·°С;

$\alpha_{\text{нар}}$ – коэффициент теплоотдачи от стены в окружающей среде, Вт/м²·°С.

После чего высчитывается экономия тепла за отопительный период как разница между тепловой мощностью, передаваемая через ограждающую конструкцию здания до внедрения и после внедрения мероприятия:

$$\Delta Q = (Q_1 - Q_2) \cdot n, \text{ кВт} \cdot \text{ч}, \quad 3)$$

где n – продолжительность отопительного периода, ч [1].

Годовая экономия в денежном выражении, тыс. рублей:

$$\Delta \mathcal{E} = \Delta Q \cdot T_{\text{м.э.}} \quad 4)$$

где $T_{\text{м.э.}}$ – тариф на тепловую энергию, руб./Гкал.

Расчет срока окупаемости:

$$T = \frac{K}{\Delta \mathcal{E}}, \quad 5)$$

где $\Delta \mathcal{E}$ – экономия в период времени;

K – капитальные вложения в проект, 1 500 руб./м², в том числе стоимость: сухих смесей – 150 руб./м², теплоизоляции – 350 руб./м², тарельчатых дюбелей – 60 руб./м², профилей – 40 руб./м², полного цикла строительного-монтажных работ – 900 руб./м².

Фактические и расчетные данные, полученные согласно описанному алгоритму приведены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты расчета экономического эффекта от проведения мероприятия по утеплению наружных стен

Наименование величины	Значение
Площадь наружных стен здания общежития №5 МГУ им. Н. П. Огарева, м ²	4 447
Толщина представленного утеплителя (пенополистирол), м	0,1
Термическое сопротивление фактическое (измеренное прибором), м ² ·°С/Вт	1,6
Термическое сопротивление получившееся в результате проведения мероприятия по утеплению наружных стен, м ² ·°С/Вт	4,93
Средняя за отопительный период тепловая мощность, передаваемая через стены, Вт	71704,7
Средняя за отопительный период тепловая мощность, передаваемая через стены с учетом утеплителя, Вт	23271,3
Экономия тепла за отопительный период, Гкал	230,184
Годовая экономия в денежном выражении при тарифе (1754,94руб/Гкал), руб.	403959,11
Срок окупаемости, лет	16,513

Согласно проведенным измерениям сопротивлений теплопередачи наружных стен большинства эксплуатируемых зданий МГУ им. Н. П. Огарева не соответствуют современным нормативным требованиям к уровню тепловой защиты наружных ограждающих конструкций (так в приведенном примере для общежития №5 оно составляет 1,6 м²·°С/Вт). Хотя на основании требований СНиП 23-02-2003 уровень тепловой защиты ограждающих конструкций зданий для климатических условий Саранска составляет 3,2 м²·°С/Вт.

Таким образом, уменьшение потерь тепловой энергии после утепления 4 447 м² фасада общежития №5, расположенных на территории г. Саранск (ГСОП=5120 °С·сут), до нормативного уровня составит 230,184 Гкал/год, что при стоимости тепловой энергии для населения 1754,94 руб/Гкал позволит сэкономить после первого отопительного периода 403959,11 руб. Прогнозируемый срок окупаемости данного энергосберегающего мероприятия, при капитальных затратах составит 16,5 лет

С учетом полученных значений прогнозируемого срока окупаемости энергосберегающих мероприятий, направленных на утепление фасадов существующих зданий (не более 17 лет) и прогнозируемой долговечности рассматриваемого варианта утеплителя 30 лет и более [6], данное энергосберегающее мероприятие следует признать экономически целесообразным и рекомендовать его при проведении капитальных ремонтов существующих зданий.

Список литературы

1. Кузнецов А.А., Миндров К.А., Клоков С.В. Экономическое обоснование установки оконных конструкций из ПВХ профиля // Научный электронный журнал «Оригинальные исследования». 2020. №12. С. 210-215.
2. Зильберова И.Ю., Петрова Н.Н. Модернизация зданий с целью повышения энергоэффективности, комфорта и безопасности проживания, а также продления срока эксплуатации жилых зданий // Инженерный вестник Дона. 2012. №4. С. 1-4.
3. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий
4. СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий.

5. Бобрышев В. В. Основные способы утепления зданий, их достоинства и недостатки // Молодой учёный. 2018. №47. С. 31-34.
6. Силаенков Е. С. Системы утепления наружных стен «Урал» // Жилищ, стр-во. 2000. № 7. С. 14-16.

References

1. Kuznetsov A. A., Mindrov K. A., Klokov S. V. Economic justification of the installation of window structures made of PVC profile / / Scientific electronic journal "Original research". 2020. No. 12. pp. 210-215.
2. Zilberova I. Yu., Petrova N. N. Modernization of buildings to improve energy efficiency, comfort and safety of living, as well as to extend the life of residential buildings // Engineering Bulletin of the Don. 2012. No. 4. pp. 1-4.
3. SNiP 23-02-2003. Thermal protection of buildings
4. SP 23-101-2004. Design of thermal protection of buildings.
5. Bobryshev V. V. The main methods of building insulation, their advantages and disadvantages. 2018. No. 47. pp. 31-34.
6. Silayenkov E. S. Systems of insulation of external walls "Ural" / / Housing, page. 2000. No. 7. pp. 14-16.