



Фасадная система "Полиалпан" и ее применение

Д.В. Немова¹, Д.О. Мариненко², Е.В. Талан³

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет», 195251, Россия, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29.

Информация о статье

УДК 721.011.6

Статья о новом оборудовании, материалах, технике и технологиях

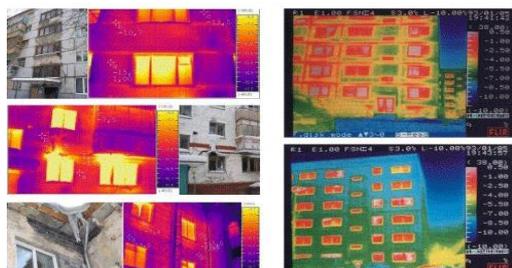
История

Подана в редакцию 27 марта 2014
Принята 23 октября 2014

Ключевые слова

фасадная система, энергосберегающие характеристики, навесная фасадная система, реконструкция зданий, вентилируемый фасад

АННОТАЦИЯ



В статье приведена информация о вентилируемой фасадной системе «Полиалпан». Материалы статьи основаны на расчетных данных, информации СМИ, интернета, фото- и видеоматериалах. Цель статьи – рассмотреть возможность улучшения состояния жилищного фонда, его реконструкцию и модернизацию с использованием определенной фасадной системы «Полиалпан». В ходе исследований были выявлены ее плюсы и минусы и подробно рассмотрены все характеристики. Также были произведены теплотехнические расчеты, которые доказывают, что данная фасадная система удовлетворяет требованиям нормативных документов. Отдельно была рассмотрена экономическая сторона вопроса на примере жилого дома в Санкт-Петербурге.

Содержание

1.	Введение	89
2.	Обзор литературы	89
3.	Постановка задачи	89
4.	Описание объекта исследования	89
5.	Расчет сопротивления теплопередаче ограждающих стен до и после применения навесной теплоизоляционной системы «Полиалпан»	91
6.	Экономические расчеты	93
7.	Заключение	94

2

Контактный автор:

+7 (911) 144 3243, dashenka60@yandex.ru (Мариненко Дарья Олеговна, студент)

1

+7 (921) 890 0267, darya.nemova@gmail.com (Немова Дарья Викторовна, инженер, ассистент)

3

+7 (921) 340 5805, italanza@mail.ru (Талан Екатерина Витальевна, студент)

1. Введение

Как известно, вопрос относительно улучшения жилищных условий существовал во все времена. Актуальность данной темы связана с основными проблемами жилищного фонда: реконструкция и модернизация жилищного фонда является одним из важнейших направлений в решении жилищной проблемы и реформе жилищно-коммунального хозяйства страны. Особой проблемой являются жилые дома массовой застройки – панельные, блочные и кирпичные, выполненные по типовым проектам первого поколения. Эти дома составляют 10% всего жилищного фонда страны. Нарушение нормативных сроков периодичности капитального ремонта и реконструкции, включая соблюдения теплотехнических норм, привели к тому, что наша страна оказалась на одном из последних мест в мире по тепловой эффективности жилых зданий.

Решению данных проблем и посвящена эта статья, в которой рассматривается энергоэффективность и экономичность определенной фасадной системы. Необходимость снижения затрат на стеновые материалы, облегчение веса многоэтажных зданий и возросшие требования по увеличению энергосберегающих характеристик внешних стен привели к созданию фасадных систем теплоизоляции в виде многослойных конструкций с использованием эффективных теплоизоляционных материалов. Одним из таких современных материалов являются панели фасадной системы «Полиалпан».

2. Обзор литературы

Непосредственно к данной публикации относятся работы [1, 2], так как в них обосновываются возможности применения и перспективы использования именно навесных вентилируемых фасадных систем типа «Полиалпан» применительно к новому строительству и реконструкции жилых домов с недостаточной по современным нормативным требованиям теплозащитой. Также в статье приведены теплотехнические и экономические расчеты вентилируемой фасадной системы, этому посвящен ряд работ [3-7]. Рассматривается тема энергоэффективности жилых зданий, которой посвящены многие научные работы [8-19]. А именно вопрос повышения энергоэффективности в строительстве освещается в данных работах [20, 21].

3. Постановка задачи

Целью настоящей статьи является изучение фасадной системы «Полиалпан» и обоснование энергоэффективности фасадной системы.

В статье представлены расчеты сопротивления теплопередаче ограждающих стен до и после применения системы.

Также рассмотрена задача экономической эффективности и определение финансовых показателей с учетом дефлятора и роста тарифов. Расчет представлен на примере жилого дома в Санкт-Петербурге.

4. Описание объекта исследования

4.1. Объект

Объектом исследования данной статьи является навесная фасадная теплосберегающая система «Полиалпан». Мощность производства составляет до 500 тыс. м² в год. Автоматизированная и непрерывная немецкая технология производства. Сертификация продукции и контроль качества осуществляются постоянно с проведением необходимых лабораторных испытаний на соответствие технологических, противопожарных и санитарно-гигиенических норм. Вес панели всего 3 кг. на м.кв.

4.2. Отличие от других систем

Отличие системы «Полиалпан» от других фасадных систем состоит в том, что в ней облицовочные панели содержат теплоизолирующий слой пенополиуретана, а их внутренняя сторона покрыта алюминиевой фольгой, которая выполняет пароизоляционные и теплоотражающие функции. В результате, температура в воздушном зазоре выше, чем в окружающей атмосфере, и толщина слоя дополнительного утеплителя, требуемого для теплоизоляции здания, значительно уменьшается, а в ряде случаев его не требуется вовсе. При этом обеспечивается оптимальная по отношению к теплотеряям скорость потоков и воздухообмена в воздушном зазоре.

4.3. Составные части

Это трехслойная конструкция:

- *лицевая поверхность* – высококачественный алюминиевый лист толщиной 0,5 мм, грунтованный, покрытый цветным лаком с широкой цветовой гаммой и имеющий чеканную фактуру под штукатурку или дерево;
- *центральная часть, «сердцевина»* – слой пенополиуретана (не поддерживающий горение) толщиной 25 мм и средней плотностью 35 кг/м³, который обладает высокими теплоизоляционными параметрами (коэффициент теплопроводности 0,026 Вт/м*С)
- *внутренняя поверхность, «обращенная к дому»* – легированная алюминиевая фольга толщиной 0,05 мм, выполняющая пароизоляционные теплоотражающие функции.

4.4. Замковое соединение

Особенностью теплосбережения фасадной панели является запатентованная замковая система «Дельфин», позволяющая сцеплять элементы облицовки очень плотно, без привычных для навесных фасадных систем зазоров. Она обеспечивает «монолитность» конструкции фасада, исключает мостики холода и попадание осадков и влаги внутрь системы, а также делает практически невидимыми вертикальные стыки.

4.5. Тепло- и энергосбережение, изоляционные свойства

Теплоизоляционные свойства фасадной системы значительно снижают потребление тепловой и электрической энергии на отопление зданий в зимний период и кондиционирование летом, так как происходит отражение инфракрасного излучения зеркальной алюминиевой фольгой на внутренней поверхности панели (эффект термоса).

Влаго- и ветроизоляция стен за счет герметичности панелей и замкового соединения, препятствующих непосредственному воздействию атмосферных осадков на поверхность стены или дополнительный утеплитель, их эрозии и скоростному конвекционному теплообмену.

Звукоизоляционный экран из панелей обеспечивает отличную шумоизоляцию за счет эффективного поглощения звуковых волн средним слоем из пенополиуретана. При этом сама фасадная система не «дребезжит» под воздействием пульсации и порывов ветра благодаря жесткости и длине панелей и демпфирующим свойствам среднего слоя, поддерживающего наружную обшивку.

4.6. Экономическая эффективность

Экономия на трудоемкости и сроках монтажа фасадной системы за счет простоты конструкции подсистемы, удобства крепления панелей, отсутствия необходимости предварительной обработки облицовочного материала и отсутствия потребности в специализированном инструменте и оборудовании.

Снижение затрат на эксплуатацию зданий за счет эффективного тепло- и энергосбережения.

4.7. Прочность, надежность, безопасность, долговечность

Сейсмическая устойчивость благодаря небольшой инерционной массе, высокой прочности и надежности фасадной системы.

Пожарная безопасность позволяет использовать фасадную систему для широкого спектра жилых и общественных зданий. Панели соответствуют группе горючести Г1 по ГОСТ 30244–94, группе воспламеняемости по В2 по ГОСТ 30402–96, с умеренной дымообразующей способностью по ГОСТ 12.1.044–89.

Экологическая безопасность и антисептические свойства обеспечены применяемыми для фасадной системы материалами, которые при эксплуатации не выделяют вредных и опасных для здоровья человека веществ, не подвержены гниению, образованию плесени и грибов, не обладают гигроскопичными свойствами и инертны для грызунов и насекомых.

Гарантийный срок службы составляет не менее 30 лет.

Легкий монтаж за счет малого веса, удобства креплений панелей, отсутствия предварительной обработки облицовочного материала, простоты резки. Монтаж в любую погоду.

4.8. Область применения

Обширная область применения: высотные (до 75м) и малоэтажные жилые и общественные здания; новое строительство, реконструкция, капитальный ремонт.

4.9. Недостатки фасадной системы

К недостаткам данной фасадной системы можно отнести относительно высокую стоимость конструкции, но в то же время, она быстро окупается: примерно в течение 5–7 лет, благодаря высокой энергоэффективности конструкции.

Несмотря на достаточно простой процесс монтажа, его должны выполнять только высококвалифицированные профессионалы, чтобы конструкция соответствовала требуемым нормам.

5. Расчет сопротивления теплопередаче ограждающих стен до и после применения навесной теплоизоляционной системы «Полиалпан»

Климатические параметры

Согласно СНиП 23-02-2003 и ГОСТ 30494-96 расчетную среднюю температуру внутреннего воздуха принимаем равной $t_{int} = 20$ °С.

Принимаем:

1) расчетную температуру наружного воздуха в холодный период года для условий города Санкт-Петербург

$$t_{ext} = -26$$
 °С;

2) продолжительность отопительного периода

$$z_{ht} = 220$$
 сут.;

3) среднюю температуру наружного воздуха за отопительный период

$$t_{ht} = -1,8$$
 °С.

Коэффициенты теплоотдачи

Значения коэффициента теплоотдачи внутренней поверхности ограждений принимаем: для стен, полов и гладких потолков $\alpha_{int} = 8,7$ Вт/(м²·°С).

Значения коэффициента теплоотдачи наружной поверхности ограждений принимаем: для стен и покрытий $\alpha_{ext} = 23$;

Нормируемое сопротивление теплопередаче

Градусо-сутки отопительного периода G_d определяются по формуле:

$$G_d = (t_{int} - t_{ht}) \cdot z_{ht}, \quad G_d = (t_{int} - t_{ht}) \cdot z_{ht} \quad (1),$$

$$G_d = (20 - (-1,8)) \cdot 220 = 4796 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{сут} \quad (2),$$

Поскольку значение G_d отличается от табличных значений, нормативное значение R_{req} определяем по формуле:

$$R_{req} = a \cdot G_d + b \quad (3),$$

где $a = 0,00035$ и $b = 1,9$

Согласно СНиП 23-02-2003 для полученного значения градусо-суток нормируемое сопротивление теплопередаче R_{req} , $\frac{\text{M}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Bm}}$, составляет:

$$R_{req} = 0,00035 \cdot 4796 + 1,9 = 3,58 \frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bm} \quad (4),$$

Фактическое сопротивление теплопередаче стены ограждающей конструкции до утепления равно:

$$R_{01} = \frac{1}{\alpha_{int}} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{BII} + \frac{1}{\alpha_{ext}} \quad (5),$$

где α_{int} – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, $\frac{Bm}{M^2 \cdot ^\circ C}$, принимаемый по СНиП 23-02-2003 (см. приложение табл. П.5 для стен).

α_{ext} – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, $\frac{Bm}{M^2 \cdot ^\circ C}$, принимаемый для зимних условий по таблице П.6 для наружных стен;

R_{BII} – термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки принимаемое

по табл. П.7 с учетом примечания. Если воздушная прослойка вентилируется наружным воздухом, то при определении R_0 слои конструкции, расположенные между воздушной прослойкой, и наружной поверхностью ограждающей конструкции, не учитываются.

R_1, R_2, \dots, R_n – термические сопротивления отдельных слоев ограждающей конструкции.

Для однородного слоя или однородных участков неоднородного слоя термическое сопротивление определяется по формуле:

$$R = \frac{\delta}{\lambda} \quad (6),$$

где δ – толщина слоя, м;

λ – коэффициент теплопроводности материала данного слоя.

В рассматриваемом случае имеется только один однородной слой железобетонной панели толщиной

$$R = \frac{0,35}{1,69} = 0,21 \frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bm}$$

(термическое сопротивление железобетонной панели)

1,69 – коэффициент теплопроводности материала железобетона, тогда

$$R_{01} = \frac{1}{8,7} + 0,21 + \frac{1}{23} = 0,368 \frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bm}$$

$R_{01}=0,368 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ меньше требуемого $R_{req}=3,58 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$, следовательно конструкция стены не удовлетворяет требованиям нормативных документов.

Фактическое сопротивление теплопередаче стены ограждающей конструкции после утепления равно:

$$R = \frac{0,35}{1,69} = 0,21 \frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bm} \text{ (термическое сопротивление железобетонной панели)}$$

$$R = \frac{0,10}{0,026} = 3,85 \frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bm} \text{ (термическое сопротивление утеплителя толщиной 100мм)}$$

$$R_{BII} = 0,160 \frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bm} \text{ (термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки)}$$

$$R_{02} = \frac{1}{8,7} + 0,21 + 3,85 + 0,16 + \frac{1}{23} = 4,374 \frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bm},$$

$R_{02}=4,374 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ больше требуемого $R_{req}=3,58 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$, следовательно конструкция стены удовлетворяет требованиям нормативных документов.

Для наглядности произвели съемку здания с помощью тепловизора (см. Рисунок 1)

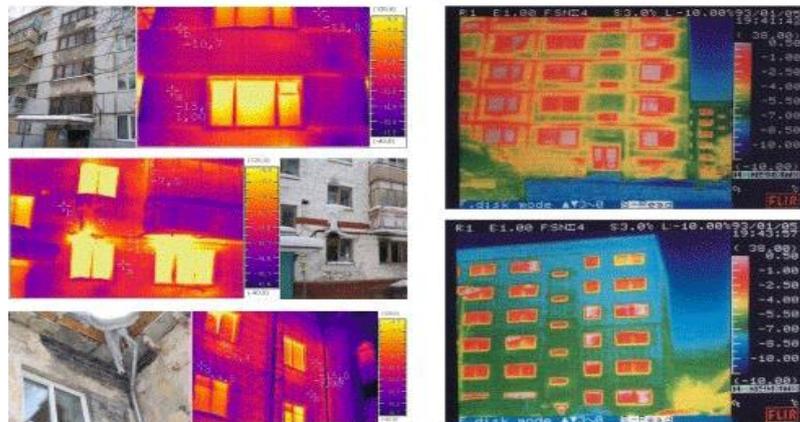


Рисунок 1. Съемка здания с помощью тепловизора: до и после применения панелей "Полиалпан"

Вывод: после применения навесной теплоизоляционной системы «Полиалпан» конструкция стены будет удовлетворять требованиям нормативных документов.

6. Экономические расчеты

Исходные данные:

1. Жилой дом в городе Санкт-Петербург
2. Отопительный сезон 220 суток.
3. Тариф на тепловую энергию 1361,26 руб.
4. Потребление тепловой энергии 2044 Гкал в год
5. Затраты на тепловую энергию 2782,42 тыс. руб. в год.
6. Стоимость фасада «Полиалпан» 21000 тыс. руб.
7. Материал ограждающих стен: железобетонные панели толщиной 350 мм
8. При применении навесной теплоизоляционной системы «Полиалпан» экономия тепловой энергии (см. Рисунок 2):
 - составляет не менее 30%,
 - в натуральном выражении составит 613,20 гкал в год,
 - в денежном выражении составит $613,20 \cdot 1361,26 = 834,73$ тыс. руб. в год.
9. Дефлятор и рост тарифов не менее 10 % в год.

Таблица 1. Финансовые показатели по годам

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Затраты на устройство фасада «Полиалпан»		-21,0									
Экономия на периодическом ремонте фасада		6,0				7,2				9,0	
Экономия тепловой энергии (30%)		0,83	0,91	1,00	1,10	1,22	1,34	1,47	1,62	1,78	1,96
Баланс накоплением с		-14,2	-13,26	-12,25	-11,15	-2,73	-1,40	0,07	1,69	12,47	14,43

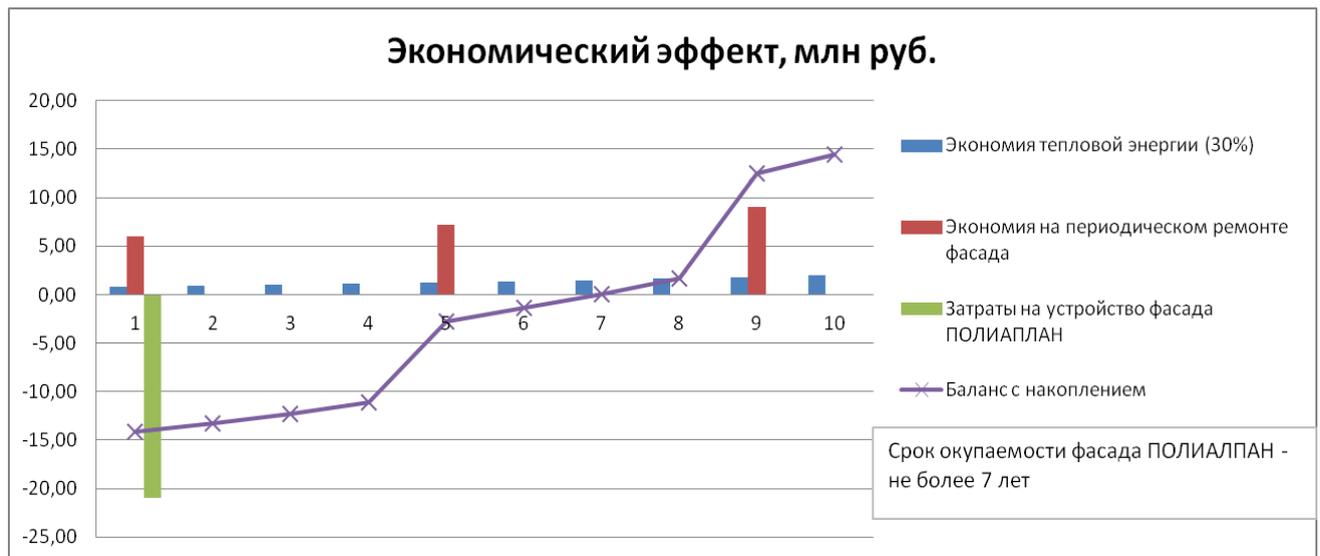


Рисунок 2. График экономического эффекта

7. Заключение

1. Применение фасада «Полиалпан» позволяет решить проблемы теплотерь, энергосбережения и энергоэффективности зданий, их защиты от агрессивного воздействия окружающей среды, увеличения срока службы и создания комфортных условий внутри помещений.

2. Для того, чтобы вентилируемый фасад хорошо выполнял в условиях повышенной влажности свои защитные функции без сокращения срока эксплуатации конструкция должна обладать двумя основными характеристиками – устойчивостью к коррозии и хорошей теплоизоляцией. Антикоррозийные свойства вентилируемый фасад «Полиалпан» приобретает благодаря алюминиевому каркасу.

3. «Полиалпан» компания предоставляет письменную гарантию сроком на 30 лет и более. К тому же, особых процедур по уходу за вентилируемым фасадом проводить и не требуется.

4. Долговечна и облицовка фасада. Ее яркие насыщенные цвета не выгорают на солнце, благодаря чему вентилируемый фасад не теряет своих декоративных свойств даже при длительной эксплуатации.

Литература

- [1]. Калихман А.Д, Иванова А.Е. Навесные фасадные системы в новом строительстве и реконструкции жилых домов в Иркутске // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2011. №1(1). С. 166-173.
- [2]. Иванова А.С. Практика применения навесных фасадных систем в Иркутске. // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2013. №1(4). С. 160-164.
- [3]. Калихман А.Д. Строительная физика: проектирование и расчеты. Ч. 1. Тепловая защита зданий: учебное пособие. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2010. 162 с.
- [4]. Гагарин В.Г., Козлов В.В., Цыкановский Е.Ю. Расчет теплозащиты фасадов с вентилируемым воздушным зазором // АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. 2004. № 2.
- [5]. Life cycle environmental and economic analysis of polyurethane insulation in low energy buildings. BRE Global 2010 Client report number 254-665. Brussels, Belgium. 121 p.
- [6]. Entropa A. G., Brouwersb H. J. H., Reindersc A. H. M. E. Evaluation of energy performance indicators and financial aspects of energy saving techniques in residential real estate (2010) Energy and Buildings. Vol. 42. Issue 5. Pp. 618-629.
- [7]. Richard R. Vaillencourt. Simple Solutions to Energy Calculations, Fourth Edition. Fairmont Press. 2007. 225 p.
- [8]. Немова Д.В. Навесные вентилируемые фасады: обзор основных проблем // Инженерно-строительный журнал. 2010. № 5. С. 7-11.
- [9]. Горшков А. С. Энергоэффективность в строительстве: вопросы нормирования и меры по снижению энергопотребления зданий // Инженерно-строительный журнал. 2010. №1. С. 9-13.
- [10]. Немова Д.В. Энергоэффективные технологии в ограждающих конструкциях // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2012. № 3. С. 78-82.
- [11]. Ватин Н.И., Горшков А.С., Немова Д.В. Энергоэффективность ограждающих конструкций при капитальном ремонте // Строительство уникальных зданий и сооружений. №3 (8). 2013. С. 1-11.
- [12]. Немова Д.В. Интегральные характеристики термогравитационной конвекции в воздушной прослойке навесных вентилируемых фасадов // Инженерно-строительный журнал. 2013. № 2 (37). С. 25-34.
- [13]. Ehringer H., Hoyaux G., Zegers P. Energy Conservation in Buildings Heating, Ventilation and Insulation (1983) Springer. 512 p.
- [14]. Eastop D., Croft D. R. Energy Efficiency. Longman. 1990. 400 p.
- [15]. Raymond C. Bryant. Managing Energy for Buildings. Government Inst. 1983. 807 p.
- [16]. Scheufele, D.A., Messages and heuristics: How audiences form attitudes about emerging technologies (2006) Engaging Science: Thoughts, Deeds, Analysis and Action, pp. 20-25., J. Turney, The Wellcome Trust London.
- [17]. Wei Li, Jinzhong Zhu, Zhimin Zhu. The Energy-saving Benefit Evaluation Methods of the Grid Construction Project Based on Life Cycle Cost Theory (2012) Energy Procedia. Volume 17, Part A. pp. 227-232.
- [18]. Na Na Kanga, Sung Heui Choa, Jeong Tai Kimb The energy-saving effects of apartment residents' awareness and behavior (2012) Energy and Buildings. Vol. 46. 2012. pp.112-122.
- [19]. Study on energy saving effect of heat-reflective insulation coating on envelopes in the hot summer and cold winter zone/W. Guoa, X. Qiaoa, Y. Huang, M. Fanga, X. Hanb. (2012) Energy and Buildings, Volume In Press, Corrected Proof. Pp. 43-53.
- [20]. Табунщиков Ю.А., Ливчак В.И., Гагарин В.Г., Шилкин Н.В. Пути повышения энергоэффективности эксплуатируемых зданий // АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. 2009. № 5. С. 17.
- [21]. Горшков А. С., Гладких А. А. Мероприятия по повышению энергоэффективности в строительстве // Academia. Архитектура и строительство. 2010. № 3. С. 246-250.

Facade system "Polialpan" and its application

D.V. Nemova¹, D.O. Marinenko², E.V. Talan³

Saint-Petersburg Polytechnical University, 29 Polytechnicheskaya st., St.Petersburg, 195251, Russia.

ARTICLE INFO

Technical paper

Article history

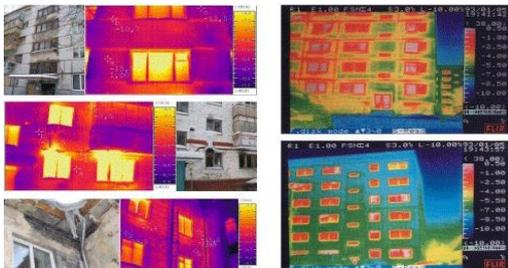
Received 27 March 2014
Accepted 23 October 2014

Keywords

facade system,
energy saving characteristics,
hinged facade system,
reconstruction of buildings,
ventilated facade

ABSTRACT

The article is about ventilated system "Polialpan". Article's materials are based on estimated data, information taken from Media, different Internet resources, photo and video materials. The aim of the research is to show the possibility of improving of the housing stock, its reconstruction and modernization with using special facade system. It means that in this article we flush out the all details of this facade system. There is thermo technical calculation, demonstrative that facade system "Polialpan" is satisfies the requirements of normative document. The cost analysis is in it too, which is based on the specific residence building in Saint-Petersburg.



2

Corresponding author:

+7 (911) 144 3243, dashenka60@yandex.ru (Darya Olegovna Marinenko, Student)

1

+7 (921) 890 0267, darya.nemova@gmail.com (Daeya Viktorovna Nemova, Engineer, Assistant)

3

+7 (921) 340 5805, italanza@mail.ru (Ekaterina Vitaljevna Talan, Student)

References

- [1]. Kalikhman A.D, Ivanova A.Ye. *Navesnyye fasadnyye sistemy v novom stroitelstve i rekonstruktsii zhilykh domov v Irkutске* [Suspended facade systems in new construction and renovation of houses in Irkutsk city] (2011) *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitelstvo. Nedvizhimost.* Vol. 1(1). Pp. 166-173. (rus)
- [2]. Ivanova A.S. *Praktika primeneniya navesnykh fasadnykh sistem v Irkutске* [The practice of applying hinged facade systems in Irkutsk.] (2013) *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitelstvo. Nedvizhimost.* Vol.1 (4). Pp. 160-164. (rus)
- [3]. Kalikhman A.D. *Stroitel'naya fizika: proyektirovaniye i raschety. Ch. 1. Teplovaya zashchita zdaniy: uchebnoye posobiye.* [Thermal protection of buildings: a tutorial.] *Irkutsk: IZD-VO IrGTU*, 2010. 162 p. (rus)
- [4]. Gagarin V.G., Kozlov V.V., Tsykanovskiy Ye.Yu. *Raschet teplozashchity fasadov s ventiliruyemyym vozdushnym zazorom* (2004) AVOK: *Ventilyatsiya, otopleniye, konditsionirovaniye vozdukha, teplosnabzheniye i stroitel'naya teplofizika.* Vol. 2. (rus)
- [5]. Life cycle environmental and economic analysis of polyurethane insulation in low energy buildings. BRE Global 2010 Client report number 254-665. Brussels, Belgium. 121 p.
- [6]. Entropa A. G., Brouwersb H. J. H., Reindersc A. H. M. E. Evaluation of energy performance indicators and financial aspects of energy saving techniques in residential real estate (2010) *Energy and Buildings.* Vol. 42. Issue 5. Pp. 618-629.
- [7]. Richard R. Vaillencourt. *Simple Solutions to Energy Calculations*, Fourth Edition. Fairmont Press. 2007. 225 p.
- [8]. Nemova D.V. *Navesnyye ventiliruyemyye fasady: obzor osnovnykh problem* [Ventilated facades: a review of the main problems] (2010) *Magazine of Civil Engineering.* 2010. Vol. 5. Pp. 7-11. (rus)
- [9]. Gorshkov A. S. *Energoeffektivnost v stroitelstve: voprosy normirovaniya i mery po snizheniyu energopotrebleniya zdaniy* [Energy efficiency in buildings: the valuation issues and measures to reduce energy consumption of buildings] (2010) *Magazine of Civil Engineering.* Vol. 1. Pp. 9-13. (rus)
- [10]. Nemova D.V. Power effective technologies of external envelopes. (2012) *Construction of Unique Buildings and Structures.* Vol. 3. Pp. 78-82.
- [11]. Vatin N. I., Gorshkov A. S., Nemova D. V. Energy efficiency of envelopes at major repairs (2013) *Construction of Unique Buildings and Structures.* Vol. 3 (8). 2013. Pp. 1-11.
- [12]. Nemova D.V. *Integralnyye kharakteristiki termogravitatsionnoy konveksii v vozduшной прослойке navesnykh ventiliruyemykh fasadov* [Integrated characteristics of thermogravitational convection in the air layer of ventilated facades] (2013) *Magazine of Civil Engineering.* No.2(37). Pp. 25–34.
- [13]. Ehringer H., Hoyaux G., Zegers P. *Energy Conservation in Buildings Heating, Ventilation and Insulation* (1983) Springer. 512 p.
- [14]. Eastop D., Croft D. R. *Energy Efficiency.* Longman. 1990. 400 p.
- [15]. Raymond C. Bryant. *Managing Energy for Buildings.* Government Inst. 1983. 807 p.
- [16]. Scheufele, D.A., *Messages and heuristics: How audiences form attitudes about emerging technologies* (2006) *Engaging Science: Thoughts, Deeds, Analysis and Action*, pp. 20-25., J. Turney, The Wellcome Trust London.
- [17]. Wei Li, Jinzhong Zhu, Zhimin Zhu. The Energy-saving Benefit Evaluation Methods of the Grid Construction Project Based on Life Cycle Cost Theory (2012) *Energy Procedia.* Volume 17, Part A. pp. 227-232.
- [18]. Na Na Kanga, Sung Heui Choa, Jeong Tai Kimb The energy-saving effects of apartment residents' awareness and behavior (2012) *Energy and Buildings.* Vol. 46. 2012. pp.112-122.
- [19]. Study on energy saving effect of heat-reflective insulation coating on envelopes in the hot summer and cold winter zone/W. Guoa, X. Qiaoa, Y. Huang, M. Fanga, X. Hanb. (2012) *Energy and Buildings*, Volume In Press, Corrected Proof. Pp. 43-53.
- [20]. Tabunshchikov Yu.A., Livchak V.I., Gagarin V.G., Shilkin N.V. *Puti povysheniya energoeffektivnosti ekspluatiruyemykh zdaniy* [Ways to improve the energy efficiency of buildings operated] (2009) AVOK: *Ventilyatsiya, otopleniye, konditsionirovaniye vozdukha, teplosnabzheniye i stroitel'naya teplofizika.* Vol. 5. 17 p. (rus)
- [21]. Gorshkov A. S., Gladkikh A. A. *Meropriyatiya po povysheniyu energoeffektivnosti v stroitelstve* [Energy efficiency improvements in construction] (2010) *Academia. Arkhitektura i stroitelstvo.* Vol. 3. Pp. 246-250.