



Влияние воздухоизоляционного состава на теплотехнические характеристики ограждающих конструкций

М.А. Платонова¹, Н.И. Ватин², Д.В. Немова³, С.А. Матошкина⁴, Д. Иотти⁵, И. Того⁶

^{1-3,6}ФГБОУ ВПО Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 195251, Россия, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29.

^{4,6}ООО «Альфастрой Сервис», 195027, Россия, Санкт-Петербург, ул. Магнитогорская, 52.

⁵ПАРЕКСГРУП, 92446, Франция, Париж, Исси-ле-Мулино, Площадь Сопротивления, 19.

Информация о статье	История	Ключевые слова
УДК 691 Статья о новом оборудовании, материалах, технике и технологиях	Подана в редакцию 25 сентября 2013 Оформлена 20 апреля 2014 Согласована 30 апреля 2014	энергоэффективность; энергосбережение; энергосбережение в зданиях; строительные материалы; воздухонепроницаемость; наружные ограждения;

АННОТАЦИЯ

В статье приводится один из возможных путей решения энергосбережения и повышения энергетической эффективности зданий за счет применения инновационного воздухоизоляционного состава МОНО*ЭР. Он упрощает процесс воздухоизоляции. После нанесения МОНО*ЭР штукатурки, плитки и электрики могут работать, не нарушая воздухонепроницаемость зданий. Так же использование МОНО*ЭР позволяет обрабатывать труднодоступные участки. В работе был проведен тест на воздухонепроницаемость с использованием этого материала, так и без него и рассмотрены источники утечек воздуха. Представлены преимущества использования и технические показатели МОНО*ЭР.

Содержание

1.	Введение	84
2.	Краткий обзор литературы и постановка задачи исследования	84
3.	Принцип воздушной непроницаемости	85
4.	Тест на воздухонепроницаемость	85
5.	Источники утечек воздуха	85
6.	Инновационный материал МОНО*ЭР	86
7.	Испытание на воздухонепроницаемость	87
8.	Преимущества МОНО*ЭР	88
9.	Технические показатели МОНО*ЭР	89
10.	Выводы	91

¹ Контактный автор:
+7 (965) 754 8820, nafka16@mail.ru (Платонова Мария Алексеевна, студент)

² +7 (921) 964 3762, vatin@mail.ru (Ватин Николай Иванович, д.т.н., профессор, директор Инженерно-строительного института)

³ +7 (921) 890 0267, darya.nemova@gmail.com (Немова Дарья Викторовна, инженер, ассистент)

⁴ +7 (921) 942 6786, alfastroyservice@gmail.com (Матошкина Светлана Андреевна, главный инженер)

⁵ + 3 (360) 724 5676, denis.iotti@parex-group.com (Иотти Денис, директор международного отдела)

⁶ +7 (921) 337 3730, issatogo@mail.ru (Того Исса, к.т.н., доцент)

1. Введение

Одним из главных направлений, которому сегодня уделяется большое внимание со стороны проектировщиков строителей эксплуатирующих структур и собственников является решение вопросов энергосбережения в строительной индустрии [9].

Без сомнений, этот вопрос ставится не только на этапе проектирования и возведения того или иного здания или сооружения, но и на весь период их эксплуатации, то есть на всё время их жизненного цикла [5, 18].

Одним из путей решения данного важного и сложного вопроса, на наш взгляд, может быть вопрос обеспечения герметичности ограждающих конструкций зданий и сооружений [7, 10, 14].

Исследования, проводимые за последние годы, и в частности, полученные результаты при использовании «тепловизоров» и других приборов в определении параметров влияющих на значение энергопотребление здания и сооружения показали следующее: протечки воздушных потоков через ограждающие элементы конструкции приводят к значительным потерям энергии [4, 12, 15].

2. Краткий обзор литературы и постановка задачи исследования

Большой вклад в возможные пути решения энергосбережения и повышения энергетической эффективности внесли следующие ученые: Давидюк А.Н., Несветаев Г.В., Корниенко С.В., Кнатько М.В., Ефименко М.Н., Горшков А.С.

Давидюк А.Н. и Несветаев Г.В. предложили методику определения требуемого термического сопротивления ограждающих конструкций с учетом обеспечения нормативных требований по энергосбережению. В их работах показана эффективность применения в качестве ограждающих конструкций легкобетонных наружных стеновых панелей с термовкладышами из эффективного утеплителя, которые по теплофизическим параметрам соответствуют известным традиционным ограждающим конструкциям. Ими была обоснована целесообразность применения неорганических утеплителей и сформулированы предложения по нормированию свойств эффективных конструкционно теплоизоляционных бетонов на пеностеклогранулятах [14].

Корниенко С.В. разработал методику расчета энергетических показателей здания за отопительный период, реализованную в компьютерной программе. На примере показал, что учет краевых зон повышает трансмиссионные теплопотери через оболочку здания на 37%, расход тепловой энергии на отопление здания на 32%, а расход тепловой и электрической энергии на 13% [2].

Работа Кнатько М.В., Ефименко М.Н., Горшков А.С. посвящена вопросам энергоэффективности современных ограждающих конструкций, в основном системы вентилируемых фасадов. Принятие новых норм по тепловой защите зданий привело к вытеснению с рынка ограждающих конструкций традиционных материалов: силикатного и керамического кирпича, керамзита и даже бревна и бруса в загородном домостроении. На смену им пришла система вентилируемых фасадов, в которой активно используются теплоизоляционные материалы, в основном пенополистирол или минеральная вата. По мнению авторов, показатели энергоэффективности и тепловой защиты современных зданий с вентилируемыми фасадами значительно ниже проектных [5].

Несмотря на большое количество публикаций на тему энергоэффективности, проблема по утечке тепла через ограждающие конструкции до сих пор существует, что производителей разных стран побуждает создавать все более новые и совершенные материалы по предотвращению теплопотерь. В настоящей работе приводится один из возможных путей решения этой проблемы за счет применения инновационного воздухоизоляционного состава МОНО*ЭР. Основной задачей является рассмотрение его теплотехнических характеристик и за счет этого свести к минимуму потери тепла и повысить энергоэффективность здания.

3. Принцип воздушной непроницаемости

Просачивание воздуха приводит к утечке тепла, которая в свою очередь приводит к чрезмерному потреблению энергии. [3]

Бесконтрольное движение воздуха и потери его через ограждающие конструкции (стены) зданий и сооружений, не может называться вентиляцией.

Для обеспечения зданий и сооружений низким энергопотреблением необходимы такие стены и ограждающие элементы, которые обладали бы воздухонепроницаемым свойством, чтобы вентиляция здания и сооружения было управляемым [6, 8].

Только при обеспечении всего выше указанного теплоизоляция здания и сооружения может быть эффективной. Конгресс по охране окружающей среды разработал требования по воздухонепроницаемости зданий и сооружений. Данные рекомендации являются указанием только для нового строительства [16].

Энергопотребление новых зданий и сооружений, удовлетворяющих данным указаниям, должно снизиться на 2/3, что соответствует следующим показателям: 50 кВт ч/м²/год (данная величина может меняться в зависимости от района и от размера жилой площади) [11].

Согласно этим требованиям, необходимо проводить обязательный тест по обеспечению воздухонепроницаемости помещения перед сдачей объектов в эксплуатацию [1].



Рисунок 1. Надувная дверь, оборудованная вентилятором [21]

4. Тест на воздухонепроницаемость

Обязательное требуемое значение по воздухонепроницаемости должно быть ниже:

- 0,6 м³/(ч·м²) – для индивидуальных домов;
- 1,0 м³/(ч·м²) – для коллективных домов.

Тест на воздухонепроницаемость проводится перед сдачей объекта в эксплуатацию и должен быть выполнен сертифицированным органом. Данный тест позволит качественно и количественно определить уровень воздухонепроницаемости объекта [17, 19, 20].

Предварительно герметично изолируются все вентиляционные отверстия и сифоны. Дефицит давления создаётся при помощи надувной двери оборудованной вентилятором. Установка с манометром позволяет определить разницу давления и скорость протечек.

Часто проводятся промежуточные измерения, что позволяет получить более точный окончательный результат.

5. Источники утечек воздуха

1. Плоские стены.

Облицовка фасадов обеспечивает воздухонепроницаемость вертикальных стен, но неоштукатуренные зоны (стены гаража, крыша, стыки и т.д.) пропускают воздух.

2. Соединение (стена/перекрытие).

При установке плит перекрытия могут образоваться пустоты по ее периметру. Необходимо герметизировать этот контур, чтобы не допустить перемещение воздушного потока через стыки.

3. Ниши оконных ставен.

В местах установки передвижных ставен могут образовываться протечки. [2]

4. Столярные элементы.

Столярные элементы следует герметизировать в местах креплений с наружной и с внутренней стороны при помощи мастики. [13]

5. Сквозные отверстия через пол/потолок.

Эти отверстия должны быть тщательно обработаны.

6. Электричество.

Протечки воздуха в местах прокладки электропроводов и выключателей незначительны, но места прокладки электросетей сквозь стены и ограждающие конструкции могут служить источником фильтрации воздуха.

7. Крепление ванн.

Отсутствие изоляции отверстий крепления может привести к значительным потерям воздуха.

8. Встроенные туалеты.

9. Технические отверстия.



Рисунок 2. Источники утечек

6. Инновационный материал МОНО*ЭР

После долгого внимательного изучения и всестороннего анализа данной проблемы, и учитывая её значение в современном строительстве, была поставлена задача, решение которой привело к созданию инновационного материала под названием МОНО* ЭР (MONO*AIR).

МОНО*ЭР обладает следующими свойствами:

- изолирует все утечки воздуха, т.е. является воздухонепроницаемым;
- легко наносится – одним слоем;
- содержит воздушную известь;
- относится к классу А+ по классификации выделяемых летучих веществ;
- МОНО*ЭР - это воздухоизоляционный состав, подходит для всех типов объектов (жильё и т.п.) и отлично работает в системах с двойными стенами и в каркасных зданиях.

- создан на базе воздушной извести, обладает хорошей паропроницаемостью и придаёт конструкциям дышащие свойства; он также является гидрофобным, и тем самым отвечает требованиям, предъявляемым к объектам;
- его можно наносить механизированным способом, до установки внутренней изоляции, до или после обшивки потолков гипроком:
 - на все виды поверхностей (бетон, кирпич)
 - всеми типами штукатурных машин (электрическими и паровыми)
 - одним слоем
- МОНО*ЭР упрощает процесс воздухоизоляции:
 - после нанесения МОНО*ЭР, штукатурки, плотники, плиточники и электрики могут работать по своим привычкам, не нарушая воздухопроницаемость объекта;
 - использование МОНО*ЭР позволяет обрабатывать труднодоступные участки и, таким образом, исключает утечки воздуха.
- МОНО*ЭР – воздухопроницаемое защитное покрытие, имеет долгий срок службы.



Рисунок 3. Инновационный материал МОНО*ЭР [21]

7. Испытание на воздухопроницаемость

Тип объекта: жилой дом

Жилая площадь: 158 м²

Изолируемая площадь: 331 м²

Площадь, обработанная МОНО*ЭР: 142 м²

Детали: 7 проёмов (окна, двери)

Раздвижные окна: 8 шт.

Исходные данные:

- Потолки сделаны
- Окна и двери установлены
- Наружные стены оштукатурены

1^{ое} измерение:

Q4 Па-surf=10,79 м³/(ч·м²), что соответствует отверстию диаметром 90 см и выкачиванию воздуха 3500 м³/ч под давлением 4 Па.

2^{ое} измерение:

После нанесения МОНО*ЭР

- на все поверхности;
- на все стыки стена/потолок.

$Q_4 \text{ Па-surf} = 0,23 \text{ м}^3/(\text{ч.м}^2)$, что соответствует отверстию диаметром 13 см и выкачиванию воздуха 75 м³/ч под давлением 4 Па.

8. Преимущества МОНО*ЭР

1. **Улучшение качества производства работ:** за обеспечение воздухопроницаемости объекта отвечает одна фирма.

2. Длительный срок службы

МОНО*ЭР – долговечный, прочный, не насыщается водой, водонепроницаемый, но может пропускать пары, то есть является паропроницаемым. После его нанесения на стену, её можно сверлить, без нарушения воздухопроницаемости помещений.

3. Улучшает качество изоляции



Рисунок 4. Преимущество использования МОНО*ЭР

Жилой дом с внутренним утеплением

Создание непрерывного и непроницаемого барьера по всему контуру здания обеспечивает его воздухоизоляцию и может быть выполнено двумя способами:

1. С использованием МОНО*ЭР

До установки утеплителя на стены оштукатурьте стены МОНО*ЭР, а также малодоступные места, чтобы препятствовать доступу воздуха в пространство между стенами и утеплителем (до обшивки стен). Необходимо также изолировать места крепления отверстий. **МОНО*ЭР защищает утеплитель от повреждений.**

2. Без использования МОНО*ЭР

После установки утеплителя, нужно изолировать стены, **многочисленные отверстия** и места креплений мастикой. Эту часть работы выполняют люди различных специальностей, что влияет на её качество.

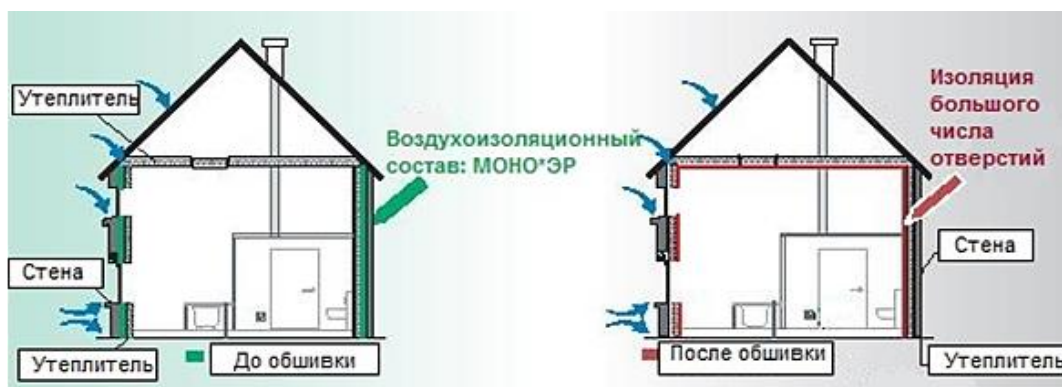


Рисунок 5. Сравнение воздухоизоляции с использованием МОНО*ЭР и без него [21]

Дома со сдвоенными стенами

Нанесение штукатурного раствора на стены усиливает их воздухопроницаемость. Тем не менее, необходимо обеспечить её непрерывность по всей поверхности ограждения, особенно, сдвоенных стен, которые невозможно оштукатурить. МОНО*ЭР обеспечивает воздухопроницаемость этих стен.

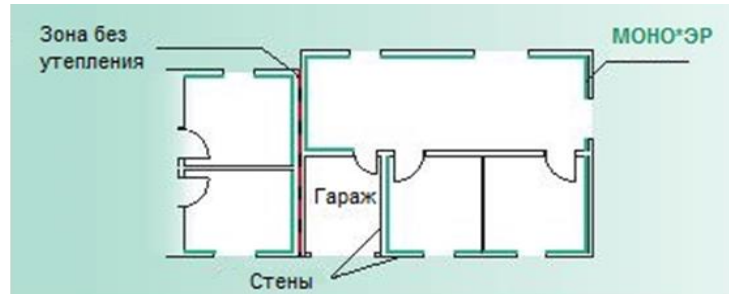


Рисунок 6. Дома со сдвоенными стенами

Дома с наружным утеплением

Наружная отделка (штукатурка на утепление, плиточные покрытия) не обеспечивают воздухопроницаемость стен. Нанесение МОНО*ЭР полностью решает эту проблему. Между стеной, обработанной МОНО*ЭР, и между гипсоком с финишной отделкой создаётся воздушная прослойка.

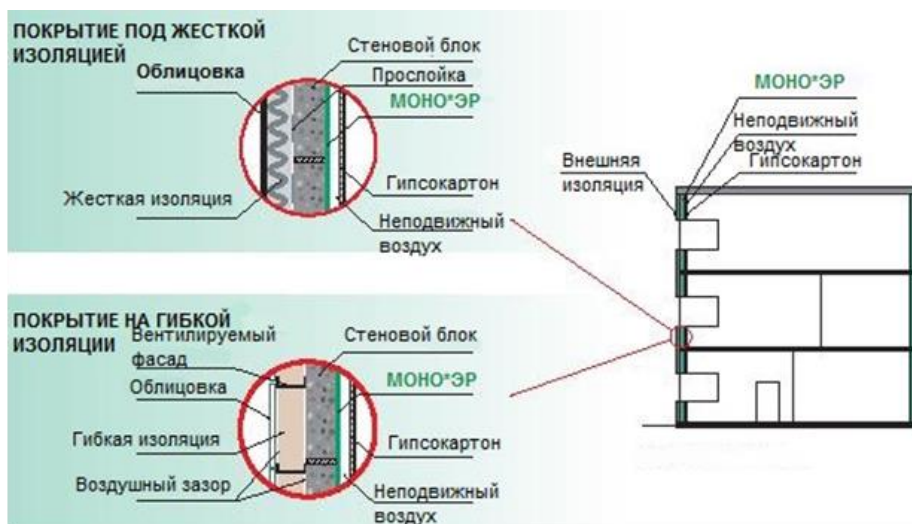


Рисунок 7. Дома с наружным утеплением [21]

9. Технические показатели МОНО*ЭР

Допустимые поверхности:

- Бетон;
- Кирпичная кладка.

Характеристики:

Состав:

- Воздушная известь, с добавлением гидравлической извести

- Смола
- Натуральные наполнители

Цвет: зелёный пастельный.

Применение: МОНО*ЭР наносится до установки утепления.

Подготовка поверхности

- Поверхности должны быть чистыми, сухими и обеспыленными;
- Не забудьте тщательно подмести пол и вычистить углы;
- Защитите всё необходимое малярным скотчем или плёнкой;
- Не забудьте положить защитное покрытие на пол.

Срок ожидания: 3 дня до проведения других работ

Преимущества:

- Пожаростойкость: А1;
- Качество воздуха (ЛОС-летучие органические соединения);
- Коэффициент диффузии водяного пара $\mu \leq 13$;
- Сжатие: СS III.

Инструменты:

- Машина для нанесения (диаметр насадки $\varnothing 10$ мм);
- Правило;
- Угловой мастерок.

Приготовление продукции:

- Расход воды: 5,5÷6,5 л на 1 мешок 30 кг;
- Время перемешивания: 3 мин.



Рисунок 8. Нанесение воздухоизоляционного состава МОНО*ЭР [21]

Нанесение

Стены

- увлажните стены при помощи пульверизатора до нанесения МОНО*ЭР и, если это будет необходимо, после нанесения;
- нанесите слой МОНО*ЭР, толщиной примерно 5 мм;
- вытягивайте правилом по мере нанесения;

- внутренние углы обработайте угловым мастерком;
- слой должен быть не более 5 мм толщиной, если утеплитель сажается на клей.

Столярные соединения

- сделайте «верёвочку» из МОНО*ЭР и обработайте стыки плотным непрерывным слоем.

Подоконники и пороги (дверные)

- сделайте «верёвочку» из МОНО*ЭР, положите в места, нуждающиеся в герметизации, и разгладьте мастерком.

Стыки стена/этаж бетон

- Используйте угловой мастерок, чтобы разгладить МОНО*ЭР.

Стыки стена/потолок из гипрока

- В стык положить МОНО*ЭР, разгладить угловым мастерком, затем вдавить стекловолоконную сетку.

Расход

- $8 \div 9 \text{ кг/м}^2$, чтобы нанести слой примерно 5 мм.

Условия нанесения

- продукция только для профессионального использования;
- сразу после использования хорошо очистите насадки;
- не наносить на обледенелые поверхности [21].

10. Выводы

Чтобы здания и сооружения обладали низким энергопотреблением, необходимы такие стены и ограждающие элементы, которые обладали бы воздухо непроницаемым свойством, каким и обладает инновационный состав МОНО*ЭР. В настоящей работе выяснено, что с его использованием объем выкачанного воздуха намного меньше, чем без него. Это говорит о том, что МОНО*ЭР хорошо изолирует все источники утечки воздуха.

Литература

1. Бутовский И.Н. Особенности теплотехнического расчета теплозащиты и энергопотребления современных жилых и общественных зданий при оценке их энергоэффективности // *Academia. Архитектура и строительство*. 2009. № 5. С. 356-361
2. Корниенко С.В. Оценка влияния краевых зон ограждающих конструкций на теплозащиту и энергоэффективность зданий // *Инженерно-строительный журнал*. 2011. № 8. С. 5-12.
3. Аверьянова О.В. Экономическая эффективность энергосберегающих мероприятий // *Инженерно-строительный журнал*. 2011. № 5. С. 53-59.
4. Петросова Д.В. Фильтрация воздуха через ограждающие конструкции // *Инженерно-строительный журнал*. 2012. Т. 28. № 2. С. 24-31.
5. Кнатко 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.
6. Xinhong Zhaoa, Congyu Mab, Pingdao Gub. Energy Saving Methods and Results Analysis in the Hotel // *Energy Procedia*. 2012. № 14. Pp. 1523–1527.
7. Горшков А.С. Энергоэффективность в строительстве: вопросы нормирования и меры по снижению энергопотребления зданий // *Инженерно-строительный журнал*. 2010. №1. С. 9-13.
8. Таурогинский В.И. Опыт строительства энергосберегающих зданий в Белоруссии // *Энергосбережение*. 2008. № 1. С. 74-78.
9. Конкурс «Архитектурная концепция здания с нулевым потреблением энергии» / Петров К.В., Следь И.А., Орлов О.А., Рысь И.В., Урустимов А.И. // *Строительство уникальных зданий и сооружений*. 2012. № 1. С. 53-60
10. Na Na Kanga, Sung Heui Choa, Jeong Tai Kimb The energy-saving effects of apartment residents' awareness and behavior // *Energy and Buildings*. 2012. No. 46. Pp.112–122.
11. Wei Li, Jinzhong Zhu, Zhimin Zhu. The Energy-saving Benefit Evaluation Methods of the Grid Construction Project Based on Life Cycle Cost Theory // *Energy Procedia*. 2012. № 17(A). Pp. 227–232.
12. Сигачев Н.П. Энергосбережение в зданиях с управляемыми тепло-воздухообменными режимами // диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук: Спец. 05.23.01, Чита, 2001. С. 12-15.
13. Паулаускайте С., Лапинскене В. Анализ эффективности пассивных мер энергосбережения в зданиях с большой площадью остекления // *Вестник МГСУ*. 2011. № 7. С. 90-97.
14. Давидюк А.Н., Несветаев Г.В. Эффективные материалы и конструкции для решения проблемы энергосбережения зданий // *Жилищное строительство*. 2010. № 3. С. 16-20.
15. Tayfun Uygunođlu, Ali Keçebaşb. LCC analysis for energy-saving in residential buildings with different types of construction masonry blocks // *Energy and Buildings*. 2011. № 43(9). Pp. 2077–2085.
16. Бегоулев С.А. Опыт снижения теплотехнических требований к ограждающим конструкциям зданий в Северо-Западном регионе РФ // *Строительные материалы*. 2007. № 2. С. 18-19.
17. Старынин А.В. Введение новых требований по теплотехнике. Изменения и дополнения в ТСН 23-340-2003 СПб «Энергетическая эффективность жилых и общественных зданий. Нормативы по энергопотреблению и теплозащите» // *Строительство и городское хозяйство Санкт-Петербурга и Ленинградской области*. 2005. № 75. С. 15-19.
18. Ананьев А.И., Кувшинов Ю.Я. Реализация Закона «О техническом регулировании» для проектирования и строительства долговечных энергосберегающих наружных стен зданий // *Строительство и городское хозяйство Санкт-Петербурга и Ленинградской области*. 2005. №75. С. 10-13.
19. Serra V., Zanghirella F., Perino M. Experimental evaluation of a climate facade: energy efficiency and thermal comfort performance // *Energy and Buildings*. 2010. № 42(1). Pp. 50-62.
20. Ginetet S., Marchio D., Morisot O. Improvement of buildings energy efficiency: Comparison, operability and results of commissioning tools // *Energy Conversion and Management*. 2013. №76. Pp 368-376.
21. PAREX LANKO. [электронный ресурс] URL: http://www.parexlanko.com/upload/pro_actus/Plus_PDF/87/DOC-MONO-AIR.pdf (дата обращения: 30.08.2013).

The influence of the airproof composition on the thermo technical characteristics of the enclosing structures

M.A. Platonova¹, N.I. Vatin², D.V. Nemova³, S.A. Matoshkina⁴, D. Iotti⁵, I. Togo⁶

^{1-3,6}*Saint-Petersburg State Polytechnical University, 29 Polytechnicheskaya st., St.Petersburg, 195251, Russia.*

^{4,6}*Alfastroy service LTd., 52, Magnitogorskaya st., St. Petersburg, 195027, Russia.*

⁵*PAREXGROUP, 19 Place de la Resistance, Issy Les Moulineaux Cedex, 92446, France.*

ARTICLE INFO

Technical paper

Article history

Received 25 September 2013
Received in revised form 20 April 2014
Accepted 30 April 2014

Keywords

energy efficiency;
energy saving;
building energy saving;
building materials, air permeability,
external enclosure structures;

ABSTRACT

Search of possible solutions of energy saving and increase of power efficiency of buildings is given in article by means of application innovative airproof compositions. It simplifies the process of air tightness. After the application of the Mono'Air plasterers, carpenters, tillers and electricians can work without violating the air tightness of buildings. Similarly the use of Mono'Air allows you to handle difficult to reach areas. In a work test was performed using the airtightness of this material and without it and sources was considered of air leakage. Benefits of using and technical indicators of Mono'Air are presented.

1

Corresponding author:

+7 (965) 754 8820, nafka16@mail.ru (Maria Alekseevna Platonova, Student)

2

+7 (921) 964 3762, vatin@mail.ru (Nikolay Ivanovich Vatin, D.Sc., Professor, Director of Institute of Civil Engineering)

3

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

4

+7 (921) 942 6786, alfastroyservice@gmail.com (Svetlana Andreevna Matoshkina, Chief Engineer)

5

+ 3 (360) 724 5676, denis.iotti@parex-group.com (Denis Iotti, Director of International Department)

6

+7 (921) 337 3730, issatogo@mail.ru (Issa Togo, Ph. D., Associate Professor)

References

1. Butovskii I.N. *Osobennosti teplotekhnicheskogo rascheta teplozashchity i energopotrebleniia sovremennykh zhilykh i obshchestvennykh zdaniy pri otsenke ikh energoeffektivnosti* [Features heat engineering calculation of thermal protection and energy consumption modern residential and public buildings in assessing their energy efficiency] // *Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo*. 2009. № 5. Pp. 356-361 (rus)
2. Korniyenko S.V. The estimation of enclosing structures edge zones influence on thermal performance and energy efficiency of buildings // *Magazine of Civil Engineering*. 2011. №8(26). Pp. 5-12. (rus)
3. Averyanova O.V. Economic efficiency of energy saving solutions // *Magazine of Civil Engineering*. 2011. No. 5. Pp. 53-59. (rus).
4. Petrosova D. V. Air filtering through the building envelope // *Magazine of Civil Engineering*. 2012. №2(28). Pp. 24-31. (rus)
5. Knat'ko M.V., Efimenko M.N., Gorshkov A.S. *K voprosu o dolgovechnosti i energoeffektivnosti sovremennykh ograzhdaiushchikh stenovykh konstruksii zhilykh, administrativnykh i proizvodstvennykh zdaniy* [On the question of durability and energy efficiency of modern fencing wall construction of residential, office and industrial buildings] // *Magazine of Civil Engineering*. 2008. № 2. Pp. 50-53. (rus)
6. Xinhong Zhaoa, Congyu Mab, Pingdao Gub. Energy Saving Methods and Results Analysis in the Hotel // *Energy Procedia*. 2012. № 14. Pp. 1523–1527.
7. Gorshkov A.S. The energy efficiency in the field of construction: questions of norms and standarts and solutions for the reduction of energy consumption at buildings // *Magazine of Civil Engineering*. 2010. №1. Pp. 9-13. (rus)
8. Tauroginskii V.I. *Opyt stroitel'stva energosberegaiushchikh zdaniy v Belorussii* [Experience in the construction of energy-efficient buildings in Belarus] // *Energy saving*. 2008. № 1. Pp. 74-78.
9. Competition "Architectural concept of building with zero energy consumption" / Petrov K.V., Sled I.A., Orlov O.A., Rys I.V., Urustimov A.I. // *Construction of Unique Buildings and Structures*. 2012. № 1. Pp. 53-60. (rus)
10. Na Na Kanga, Sung Heui Choa, Jeong Tai Kimb The energy-saving effects of apartment residents' awareness and behavior // *Energy and Buildings*. 2012. No. 46. Pp.112–122.
11. Wei Li, Jinzhong Zhu, Zhimin Zhu. The Energy-saving Benefit Evaluation Methods of the Grid Construction Project Based on Life Cycle Cost Theory // *Energy Procedia*. 2012. № 17(A). Pp. 227–232.
12. Sigachev N.P. *Energoberezhenie v zdaniyakh s upravliaemymi teplo-vozdukhoobmennymi rezhimami // dissertatsiia na soiskanie uchenoi stepeni doktora tekhnicheskikh nauk: 05.23.01* [Energy conservation in buildings with controlled heat-air exchange modes / / thesis for the degree of Doctor of Technical Sciences] Chita, 2001. Pp. 12-15.
13. Paulauskaite S., Lapinskiene V. Analysis of the efficiency of passive energy saving measures in building with large glazing area // *Vestnik MGSU*. 2011. № 7. Pp. 90-97. (rus)
14. Davidiuk A.N., Nesvetaev G.V. *Effektivnye materialy i konstruksii dlia resheniia problemy energosberezheniia zdaniy* [Effective materials and design to solve the problem of energy saving buildings] // *Zhilishchnoe stroitel'stvo*. 2010. № 3. Pp. 16-20. (rus)
15. Tayfun Uygunođlu, Ali Keęebaşb. LCC analysis for energy-saving in residential buildings with different types of construction masonry blocks // *Energy and Buildings*. 2011. № 43(9). Pp. 2077–2085.
16. Begoulev S.A. *Opyt snizheniia teplotekhnicheskikh trebovanii k ograzhdaiushchim konstruksiiam zdaniy v Severo-Zapadnom regione RF* [Experience reduce thermal requirements for the building envelope in the Northwest region of Russia] // *Stroitel'nye materialy*. 2007. № 2. Pp. 18-19. (rus)
17. Starynin A.V. *Vvedenie novykh trebovanii po teplotekhnike. Izmeneniia i dopolneniia v TSN 23-340-2003 SPb «Energeticheskaia effektivnost' zhilykh i obshchestvennykh zdaniy. Normativy po energopotrebleniiu i teplozashchite»* [The introduction of new requirements for thermal engineering. Changes and additions to TSN 23-340-2003 St. Petersburg "Energy efficiency of residential and public buildings. Regulations on energy consumption and thermal protection"] // *Stroitel'stvo i gorodskoe khoziaistvo Sankt_Peterburga i Leningradskoi oblasti*. 2005. № 75. Pp. 15-19. (rus)
18. Anan'ev A.I., Kuvshinov Iu.Ia. *Realizatsiia Zakona «O tekhnicheskome regulirovanii» dlia proektirovaniia i stroitel'stva dolgovechnykh energosberegaiushchikh naruzhnykh sten zdaniy* [Implementation of the Law "On technical regulation" for the design and construction of energy-efficient durable exterior walls] // *Stroitel'stvo i gorodskoe khoziaistvo Sankt_Peterburga i Leningradskoi oblasti*. 2005. №75. C. 10-13.

19. Serra V., Zanghirella F., Perino M. Experimental evaluation of a climate facade: energy efficiency and thermal comfort performance // Energy and Buildings. 2010. № 42(1). Pp. 50-62.
20. Ginestet S., Marchio D., Morisot O. Improvement of buildings energy efficiency: Comparison, operability and results of commissioning tools // Energy Conversion and Management. 2013. №76. Pp 368-376.
21. PAREX LANKO. [web source] URL: http://www.parexlanko.com/upload/pro_actus/Plus_PDF/87/DOC-MONO-AIR.pdf (date of reference: 30.08.2013).