

**С.С. Красимирова, В.А. Малышева, Д.Н. Рожкова**  
**S.S. Krasimirova, V.L. Malysheva, D.N. Rojkova**

Пермский национальный исследовательский политехнический университет  
Perm National Research Polytechnic University

## **ОБЗОР БИОПОЗИТИВНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЭКОДОМА**

## **OVERVIEW BIOPOSITIVE CONSTRUCTION MATERIALS WHICH USED IN THE CONSTRUCTION OF ECO-HOUSES**

Рассмотрены современные биопозитивные строительные и отделочные материалы: природный шифер, биобетон, утеплитель «экотеплин», растительные обои, пробковое покрытие, их свойства и характеристики. Произведено моделирование экоддома из строительных материалов, удовлетворяющих требованиям экологичности.

This article is about the modern biopositive construction and finishing grade: natural slate, bio-concrete, insulation "aktalin", floral wallpaper, cork, their properties and characteristics. Modelling was carried out for eco-houses of the building materials that meet the requirements of ecology.

**Ключевые слова:** экоархитектура, энергосбережение, экологически чистые материалы, строительные материалы, здоровье человека.

**Keywords:** ecoarchitecture, energy saving, eco-friendly materials, building materials, human health.

Проблемы экономии потребления топливно-энергетических ресурсов, выбора энергоэффективных материалов, повышение экологичности зданий путем внедрения экологически чистых материалов стали настолько актуальными, что сегодня множество ученых активно работают над их решением как в России, так и за рубежом.

По данным исследований, в воздухе обычной типовой квартиры в многоквартирном доме постройки XXI в. может присутствовать до 150 видов соединений [1]. Это испарения лака и краски, мебельного клея и ДСП, антропоксинов. Врачи все чаще сталкиваются со случаями аллергических, бронхолегочных, гормональных и онкологических заболеваний, при которых источник заболевания определить крайне сложно [2]. Зачастую в таких случаях в ходе опроса о бытовых условиях выясняется, что человек недавно въехал в дом, который был недавно построен, или сделал ремонт в квартире [3].

Причина в том, что минеральные строительные материалы выделяют фенолформальдегид, а также респираторную минераловатную и стекловолокнистую пыль, которая является сильным механическим и аллергическим раздражителем.

Наиболее вредной для здоровья является пыль, содержащаяся в минеральной или стекловолокнистой вате. В России именно эти материалы применяются для теплоизоляции в 2/3 случаях. Большинство частиц минеральной пыли навсегда оседают в легких вместе с парами свободного формальдегида и фенола [4].

В наибольших объемах в России для теплоизоляции ограждающих конструкций зданий применяются волокнистые теплоизоляционные материалы из минеральных расплавов – каменных, стекловатных и шлаковых. Из них, в свою очередь, в наибольших объемах производятся и применяются материалы из каменных расплавов, основным сырьем для получения которых являются горные породы габбро-базальтовой группы.

Вот несколько фактов о влиянии связующих при производстве утеплителей [5]:

- фенолоспирты не горючи, не взрывоопасны, но токсичны. Они оказывают раздражающее действие на кожу и слизистые оболочки;

- карбамидная смола не горюча, не взрывоопасна, но токсична в связи с наличием в ней свободного формальдегида;

- фенолформальдегидная смола отличается меньшей токсичностью по сравнению с фенолоспиртами.

Производители строительных материалов на пути к решению данных проблем уже пришли к определенным результатам, появилось множество экологических материалов, которые имеют ряд преимуществ по сравнению со своими предшественниками. Что же означает термин «экологичность» и каковы критерии экологичности?

Полностью экологичным, или биопозитивным, материал можно считать только в том случае, если он соответствует следующим критериям:

- экологичность исходного сырья (возобновляемость ресурсов, минимум затрат энергии при добыче и подготовке сырья);

- экологичность технологии производства материалов (минимальные затраты энергии в процессе изготовления, минимальное загрязнение среды, минимальное количество отходов);

- экологичность материала в процессе эксплуатации (материалы не должны выделять в воздух помещений вредные летучие вещества, не должны электризоваться и накапливать на поверхности заряды статического электричества, не должны экранировать геомагнитное поле земли);

- экологичность утилизации материала по истечении срока эксплуатации (повторно используется).

Этим требованиям удовлетворяют следующие материалы:

*Природный шифер* – штучный кровельный материал, каждая отдельная плитка которого отколота от глыбы сланца. Отличается долговечностью и большей устойчивостью к погодным явлениям. С точки зрения экологии он идеален. Единственное, что ограничивает его широкое распространение – это трудоемкость работ и достаточно высокая стоимость (рис. 1).



Рис. 1. Применение природного шифера

*Растительные обои* (джутовые, бамбуковые, тростниковые) безопасны, так как изготавливаются из природных материалов, износоустойчивы, они хорошо пропускают воздух и являются экологически чистыми. Их можно использовать для детской, гостиной и спальни.

*Пробковое покрытие пола* – экологически чистое напольное покрытие, не электризуется, не содержит аллергенов, собственных запахов не имеет. Защищает от вредного излучения. Средний срок службы, по данным производителей, 50 лет.

*Биобетон.* Исследовательская группа в области строительных технологий Политехнического университета Каталонии разработала бетон, который поддерживает и стимулирует рост биологических организмов на своей поверхности [6]. Такой бетон способствует естественному росту пигментированных организмов. Он обладает экологическими, тепловыми и эстетическими преимуществами по сравнению с другими подобными конструктивными решениями. Он повышает тепловой комфорт внутри зданий и способствует сни-

жению уровня  $\text{CO}_2$  в атмосфере. Различные варианты вертикальных садов и зеленых фасадов широко известны в мире, и целый ряд подобных проектов успешно реализован. Но биологический бетон, в отличие от других систем, является неотъемлемой частью конструкции.

Как правило, уровень pH бетона довольно высокий. В идеальных условиях он ниже 9, однако у традиционного портландцемента может составлять 12 и даже 13, что требует его снижения до приемлемого уровня. Такие условия не устраивали исследователей, поэтому они разработали биологический слой бетона, который не нуждается в снижении уровня pH, сосредоточив свое внимание на двух материалах на основе цемента. Первый из них – традиционный карбонизированный бетон (на основе портландцемента), используя который можно получить материал с уровнем pH около 8. Второй материал изготавливается из магнезиофосфатного цемента – затвердевающего в воде конгломерата, который, будучи слабокислым, не требует дополнительной обработки для снижения pH. Благодаря быстрому схватыванию магнезиофосфатный цемент в прошлом использовался в качестве материала для ремонтных работ, а также применялся как биоцемент в области медицины и стоматологии.

Чтобы получить биологический бетон, помимо уровня pH были модифицированы и другие параметры, которые влияют на биочувствительность материала, такие как пористость и шероховатость поверхности. Инновационные свойства «живого» бетона (living concrete) заключаются в том, что он выступает в роли естественной среды для роста и развития биологических организмов, а именно определенных семейств микроводорослей, грибов, лишайников и мхов (рис. 2).



Рис. 2. Биобетон

*Экотеплин* – натуральный утеплитель из льна. В 2011 г. в Сибири начали производить тепловозвукоизоляционные плиты из короткого льняного волокна. В основе производства лежит отработанная и модифицированная для сибирских условий технология немецкой фирмы Flachshaus. Экотеплин применяется для утепления стен и перегородок, крыш и мансард, перекрытий, а также в качестве звукоизоляционного материала [7].

Состав: лен 100 %. В качестве связующего компонента используется крахмал, для огне-, биозащиты – бура (соли бора). Является абсолютно экологически безопасным материалом. Бура и фосфаты аммония – это два вида средств, используемых и разрешенных для обработки изоляции жилых помещений в странах Евросоюза.

Свойства утеплителя:

- экологическая безопасность. Не содержит искусственных составляющих, не выделяет токсических веществ и минеральной пыли, не вызывает аллергии. Безопасен для здоровья, применяется даже там, где гигиенические требования высоки;

- теплоизоляция. Обеспечивает надежную теплозащиту благодаря низкому коэффициенту теплопроводности. Обладает повышенной сопротивляемостью к перепадам температур;

- звукоизоляция. Значительно снижает уровень шума в помещении благодаря высокому коэффициенту звукопоглощения;

- долговечность. Срок службы более 60 лет. Сохраняет эксплуатационные свойства в течение всего срока службы конструкции. Не оседает, не подвержен поражению грибком, плесенью и вредителями;

- полезен для здоровья. Лен – природный антисептик, бактерицидные свойства растения сохраняются в полной мере в утеплителе. Льняной утеплитель работает как фильтр, очищает воздух, впитывает запахи и угнетает болезнетворную микрофлору. Имеет малое значение поверхностного электрического сопротивления, утеплитель из льна нейтрализует электростатические поля, создавая в доме экологически чистую обстановку;

- пожаробезопасность. Относится к материалам с группой горючести Г1 (не поддерживает горение);

- паропроницаемость. Не собирает конденсат, беспрепятственно пропускает пар и способствует выходу влаги из конструкции. Поддерживает комфортный микроклимат в помещении;

- легкость. Уменьшает нагрузку на несущую конструкцию здания, при этом имеет большую прочность на сжатие;

- удобство монтажа. Благодаря эластичности, упругости и специальным размерам материал легко устанавливается в конструкцию с креплением и без. Не требует спецзащиты (одежда, маска, перчатки). Возможно оштукатуривание и оклейка обоями;

- пригоден для вторичной переработки;
- обладает 3D-эффектом. Объемные плиты утеплителя плотно прилегают к элементам конструкции и между собой во всех трех направлениях: по ширине, длине и толщине, исключая «мостики холода» и сохраняя тепло в стенах.

Технические характеристики плиты экотеплина:

Состав	Размер плит, мм	Плотность	Коэффициент теплопроводности
100 % древесные волокна	2700×1200	~230 кг/м <sup>3</sup>	0,050 Вт/(м·К)

Таким образом, если собрать перечисленные экологичные материалы – биобетон, экотеплин в качестве утеплителя ограждающих конструкций и перекрытий и природный шифер, – можно смоделировать индивидуальный жилой дом, основные конструкции которого будут отвечать требованиям экологической безопасности (рис. 3).



Рис. 3. Модель дома с применением биопозитивных материалов

Непреренно, в такой постройке также должны быть использованы и биопозитивные внутренние материалы, к примеру, джутовые обои и пробковые полы, окна должны быть исключительно деревянными. Эти материалы обеспечивают хороший микроклимат в помещениях, поскольку не выделяют токсичные и раздражающие вещества, создают безопасную среду для аллер-

гиков, поэтому проживание в таком доме будет максимально комфортным и безопасным для здоровья.

Последние несколько лет люди все больше начинают задумываться об экологической безопасности и комфортном проживании в своем жилище и все чаще выбирают более безопасные материалы, если эта тенденция сохранится, то производитель будет искать пути повышения безопасности продукции и, прежде всего, при этом следует ожидать повышение его экологического качества.

### **Список литературы**

1. Утеплитель может превратиться в пылевую удавку [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.renoplastural.ru> (дата обращения: 7.04.2014).

2. Врачи и экологи заявили об опасности асбеста и минеральной ваты [Электронный ресурс]. – URL: <http://regnum.ru/news/1386891.html> (дата обращения: 7.04.2014).

3. Строительство из биопозитивных материалов: тенденции времени [Электронный ресурс]. – URL: <http://torgprice.ru/post/1000/12/4432.php> (дата обращения: 7.04.2014).

4. Влияние строительных материалов на здоровье человека [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.pandia.ru/text/77/183/8187.php> (дата обращения: 7.04.2014).

5. Рахимов Р.З., Шелихов Н.С., Смирнова Т.В. Теплоизоляция из каменной ваты. – М.: АСВ, 2010. – 312 с.

6. Биобетон: живые картины на фасадах [Электронный ресурс]. – URL: <http://green-buildings.ru/ru/biobeton-zhivye-kartiny-na-fasadah> (дата обращения: 7.04.2014).

7. Экотеплин – экологически чистый утеплитель из льна в форме плит [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ecoteplin.ru> (дата обращения: 7.04.2014).

Получено 31.03.2014

**Красиминова Силвия Стефанова** – магистрант, ПНИПУ, СТФ, гр. ЭУН 2-13-1м, e-mail: [silviaks999@gmail.com](mailto:silviaks999@gmail.com).

**Малышева Валерия Леонидовна** – магистрант, ПНИПУ, СТФ, гр. ЭУН 2-13-1м, e-mail: [lerikmmm@gmail.com](mailto:lerikmmm@gmail.com).

**Рожкова Дарья Николаевна** – магистрант, ПНИПУ, СТФ, гр. ЭУН 1-13-1м, e-mail: [daria.rozhkova.1990@gmail.com](mailto:daria.rozhkova.1990@gmail.com).