

## «Зеленые» строительные материалы. Анализ инструментов выбора материалов для инженеров и архитекторов

*И.В. Кашина, Е.А. Сериков*

*Донской государственный технический университет*

**Аннотация:** Выбор современных строительных материалов играет ключевую роль в экологичности здания. В процессе проектирования архитекторы и инженеры, ответственные за выбор материалов, зачастую не имеют инструментов оценки, которые помогли бы выбрать материалы для строительства. В статье обсуждаются критические аспекты определения «зеленых строительных материалов», анализируются современные инструменты, служащие для отбора строительных материалов. Рассмотрено влияние материалов на окружающую среду и здоровье человека. Сделаны выводы о недостатках инструментов выбора «зеленых» строительных материалах.

**Ключевые слова:** зеленые материалы, зеленые здания, строительные материалы, критерии оценки, экологичность, энергия, воздействие на окружающую среду, экоархитектура.

Экологическое воздействие со стороны строительного сектора с каждым годом непрерывно растет. Мировое строительство использует 40 % природных ресурсов, потребляет 70 % электроэнергии, 12 % питьевой воды, а также производит 40% отходов, которые ежедневно транспортируются на свалки. С каждым годом ожидается увеличение воздействия, что связано с ростом мирового населения[1].

В последние десятилетия были приложены большие усилия для снижения энергозатрат, необходимых на этапе эксплуатации здания, а также поиск более эффективных технических решений и материалов. Это привело к улучшению энергетических характеристик зданий в течение их срока службы. Современный импульс к эксплуатации возобновляемых источников энергии привел к быстрому росту концепции здания с нулевой энергией, подразумевающей нулевой годовой баланс между энергией, используемой для эксплуатации здания, и энергией, полученной из возобновляемых источников, таких как «солнечные дома» [2].

Все большее внимание уделялось этапу предварительного использования здания, т. е. воздействию строительных материалов на окружающую среду (добыча сырья, производственный процесс и доставка на строительную площадку) [3]. Такое воздействие можно количественно оценить с помощью параметров, определенных в процедуре оценки жизненного цикла: энергозатраты, вклад в производство парниковых газов, истощение водных ресурсов и т.д.

Энергозатраты представляют собой энергию, затраченную на материалы, добычу, производство и доставку до строительной площадки. Но по данным исследуемых источников следует, что [1-2] они должны также включать в себя «регулярные» воплощения энергии, которую используют на поддержание и восстановление процессов производства строительных материалов, компонентов, энергию, необходимую для демонтажа здания и утилизации материалов.

Даже пренебрегая другими формами воздействия на окружающую среду, вызванными строительными материалами, только «воплощенная энергия» в настоящее время составляет 2-38% от общего потребления энергии (в течение 50-летнего срока службы здания в обычных зданиях, 9-46% в зданиях с низким энергопотреблением [2]), тем самым указывая на большое значение выбора устойчивых строительных материалов в процессе проектирования. В ходе анализа было выявлено, что некоторые авторы утверждают о том, что здания с низкой энергией работают лучше, чем здания с нулевой энергией в перспективе всего жизненного цикла, из-за использования высокоэнергетических материалов (с высокой «воплощенной энергией» [2]). По этой причине, была рассмотрена потребность современного строительства в «зданиях с нулевым энергетическим циклом», чтобы учитывать не только эксплуатационную энергию, но и энергию, потребляемую во всем жизненном цикле [4].

---

На данный момент не существует общепринятого определения «зеленых» строительных материалов. За данные материалы принимают экологически чистые или экологически ответственные материалы естественного происхождения. Свойство «экологичность» обозначает, что продукция оказывает минимальное воздействие на окружающую среду и здоровье человека на протяжении полного жизненного цикла (т.е. от добычи сырья до утилизации). Из-за этой неопределенности на рынок было выпущено несколько материалов с общим заявлением «greenes», но без каких-либо доказательств, подтверждающих это. Например, асбест, который добавлен в последние несколько строительных материалов, запретили из-за его канцерогенного эффекта; радон - радиоактивный газ, который попадает из строительного материала в помещение, вызывая ряд опасных заболеваний; скипидар - растворитель получаемый путем перегонки дерева, смол и вредных для здоровья человека, являются естественными [5].

При исследовании данного определения возник вопрос, отсутствие «совершенного зеленого строительного материала» в противовес «незеленым материалам», так как производство, транспортировка, размещение и утилизация материалов всегда подразумевают ненулевое воздействие. Поэтому невозможно составить окончательный список «зеленых» материалов[6].

Помимо требования «экологичности», как было описано ранее, материалы должны соответствовать широкому спектру требований, установленных национальными законами, международными стандартами, сводами правил и местными строительными правилами:

- механические свойства (для конструкционных материалов), таких как прочность, жесткость, поведение в случае сейсмические действия и т.д;
  - тепловые характеристики для достижения удовлетворительных энергетических характеристик на этапе эксплуатации;
-

- акустическое представление;
- долговечность;
- ограничения по весу и габаритам с учетом особенностей здания;
- безопасность при обработке и размещении материалов, а также при пожаре;
- конкретные характеристики, связанные с использованием зданий (т.е. гигиенические требования для больниц, требования безопасности для школ, требования к цвету и/или прозрачности для библиотек и т.д.);
- эстетический результат;
- стоимость, согласно имеющемуся бюджету;

Эти требования делают выбор материалов многокритериальным и довольно сложным. Выбор материалов с учетом их воздействия на окружающую среду и здоровье человека происходит в два отдельных этапа процесса проектирования.

Первый этап оценки проекта, когда рассматривается возможность реализации различных технологических решений и экологические вопросы могут быть включены в процесс принятия решений [7].

Второй этап, на котором архитекторы и инженеры должны выбрать материалы, которые будут использоваться в строительстве, рабочий план, когда должен быть сделан выбор рыночной продукции.

Используются следующие инструменты оценки выбора «зеленых» материалов: методы экологической оценки; «зеленые» этикетки (товарные знаки); информация, представленная в технических спецификациях производителем; базовые знания особенностей и свойств материалов.

Были проведены обзоры и сравнительные исследования инструментов, в ходе исследования были обнаружены несколько слабых мест:

- методы сбора данных о жизненном цикле материалов. Исходные данные собираются из обширной базы данных строительных материалов,
-

которая предоставляет данные, относящиеся к категориям материалов, а не к отдельным коммерческим материалам. Это приводит к неизбежным ошибкам в оценке, обусловленным различными и быстро меняющимися [8-9] процессами изготовления, разницей в рецептуре, разницей в месте поставки материалов и их компонентов и т.д.

- функциональная единица, принятая в расчет. Выбор функционального блока имеет влияние на результаты, так как материалы должны сравниваться в соответствии с их основной функцией в здании, а неподходящий блок дает результаты с погрешностью. Например, сравнение конструкционных материалов, таких как сталь и алюминий, следует проводить с учетом различных поперечных сечений, способных обеспечить одинаковые прочностные характеристики, независимо от их удельной массы. Аналогично, сравнение напольной плитки следует проводить на единицу площади, а не на единицу массы. Принимая во внимание, например, количество отходов от бетона и древесины приводит к совершенно другому результату, если учитывать вес или объем. Экологическое воздействие здания на площадь поверхности пола является существенной единицей для сертификации здания, но не для оценки и выбора материалов [10].

- фазы жизненного цикла. Хотя существует общее согласие в рассмотрении влияния материалов в раскопках сырья, процесс производства, доставка к месту строительства и эксплуатации здания, некоторые инструменты, оценка не покрывают ремонт, снос и утилизация.

- отсутствие параметров, учитывающих вклад материалов в качество воздуха в помещениях. Этот аспект практически не учитывается в инструментах экологической оценки, и соответствующий параметр еще предстоит разработать. В ходе анализа, было обнаружено, что были предприняты некоторые усилия для установления процедур оценки вклада строительных материалов в загрязнение помещений.

---

Рейтинговая система сертификации LEED «Экологические стандарты в строительстве» присваивает в общей сложности 4 очка качества окружающей среды, а именно по одному очку за каждый из следующих:

- 1) клей и герметики с ограниченным излучением ВОК,
- 2) краски и покрытия с ограниченным излучением ВОК,
- 3) с низким уровнем выбросов ковры,
- 4) отсутствие мочевиноформальдегидных смол в композите древесины и изделий из натуральных волокон [1].

Но эти параметры дают лишь очень частичный отчет обо всех потенциально опасных воздействиях материалов в помещениях. Не рассматриваются проблемы выбросов радона, дисперсии волокон и биологических загрязнителей, а также возможные выбросы от других компонентов здания (упругие полы, теплоизоляционные материалы, биоцидная обработка органических материалов и др.)

Учитывая все обстоятельства, эти инструменты оценки в основном подходят для ранней стадии проектирования зданий, для предварительной грубой оценки воздействия строительных материалов на окружающую среду и, следовательно, для поддержки первого стратегического выбора. Их применимость к выбору коммерческих материалов, безусловно, ограничена.

Существует значительное число систем маркировки для сертификации материалов, которые поощряются различными учреждениями и государственными органами, участвующими в содействии распространению концепции зеленого строительства.

Основным достоинством экомаркировки является оценка экологичности материалов в течение всего их жизненного цикла, в том числе вклад в загрязнение помещений и наличие токсичных/опасных компонентов, которые могут вызвать экологические проблемы на этапе утилизации в конце срока службы. Но экомаркировка основана на предписывающем подходе, и

---

установление количественных параметров и их пороговых значений является довольно сложной задачей, поэтому до сих пор твердые напольные покрытия и внутренние краски и лаки являются единственными строительными материалами, которые были рассмотрены [11].

Выбор коммерчески доступных строительных материалов на этапе рабочего плана процесса проектирования играет основную роль в применении концепции зеленого строительства, особенно в Европе, где интервенционные работы часто проводятся на микромасштабном уровне из-за заметного запаса существующих зданий. Несмотря на широкий спектр недавно разработанных инструментов оценки состояния окружающей среды в строительстве (которые оказывают ценную помощь на ранней стадии проектирования), архитекторы и инженеры в настоящее время остаются почти в одиночестве в этом выборе.

### Литература

1. Giryа L.V., Sheina S.G., Fedyaeva P.V. The procedure of substantiation of selection of the energy-efficient design solutions for residential buildings // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. V. 10. № 8. pp. 19263-19276.
2. Sandrolini F, Franzoni E. Embodied energy of building materials: a new parameter for sustainable architectural design. Heat Tech 2010; 27: pp. 163–167.
3. Kim M.J., Oh M.W., Kim J.T. A method for evaluating the performance of green buildings with a focus on user experience // Energy and Buildings. 2013. No. 66. pp. 203–210.
4. Шеина С.Г., Гиря Л.В. Совершенствование методов организационно-технологического проектирования при реконструкции городской застройки с учетом экологических факторов // Инженерный вестник Дона, 2011, №4. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n4y2011/703](http://ivdon.ru/magazine/archive/n4y2011/703).



5. Чаус К. В., Чистов Ю.Д., Лабзина Ю.В. Технология производства строительных материалов, изделий и конструкций: учебное издание. М.: Стройиздат, 1988. 448 с.

6. Афонина М.И. Основы городского озеленения. М.: МГСУ. 2010. 208 с.

7. И.Ю. Зильберова, К.С. Петров, Е.В. Киселёва, С.С. Горников Мероприятия по организации «зеленых зон» в условиях плотной застройки города // Инженерный вестник Дона, 2018, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4723

8. Sandrolini F, Franzoni E. Embodied energy of building materials: a new parameter for sustainable architectural design. Heat Tech 2010; 27: pp. 163–167

9. Naario A, Pertti V. A critical review of building environmental assessment tools. Environmental Impact Assessment Review 2008; 28: pp. 469–482.

10. Потапова И.Ю., Астафьева О.Е. Роль экологической маркировки в экологизации строительства, XXVI Международная научно-практическая конференция «Экология. Производство. Общество. Человек». 2014. с. 96-98

11. Потапова И.Ю., Астафьева О.Е. Снижение негативного воздействия строительства на экосистемы за счет сертификации по «зеленым» стандартам. Архитектура и строительство России. 2015. с. 2-5

### References

1. Girya L.V., Sheina S.G., Fedyaeva P.V. International Journal of Applied Engineering Research. 2015. V. 10. № 8. pp. 19263-19276.

2. Sandrolini F, Franzoni E. Embodied energy of building materials: a new parameter for sustainable architectural design. Heat Tech 2010; 27: pp. 163–167.

3. Kim M.J., Oh M.W., Kim J.T. A method for evaluating the performance of green buildings with a focus on user experience. Energy and Buildings. 2013. No. 66. pp. 203-210.



4. Sheina S.G., Girya L.V. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2011, №4 URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n4y2011/703](http://ivdon.ru/magazine/archive/n4y2011/703).
5. CHaus K.V., CHistov YU.D, Labzina YU.V. Tekhnologiya proizvodstva stroitel'nyh materialov, izdelij i konstrukcij: uchebnoe izdanie. [Production Technology of building materials, products and structures: educational publication]. M.: Strojizdat, 1988. 448 pp.
6. Afonina M.I. Osnovy gorodskogo ozeleneniya. [Basics of urban gardening]. M.: MGSU. 2010. 208 p.
7. Zil'berova I.Yu., Petrov K.S., Kiseleva E.V., Gornikov S.S. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2018, №1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4723](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4723).
8. Sandrolini F, Franzoni E. Embodied energy of building materials: a new parameter for sustainable architectural design. Heat Tech 2010; 27: pp. 163-167.
9. Haapio A, Pertti V. A critical review of building environmental assessment tools. Environmental Impact Assessment Review 2008; 28: pp. 469-482.
10. Potapova I.Yu., Astaf'eva O.E., XXVI Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Ekologiya. Proizvodstvo. Obshchestvo. Chelovek», 2014. pp. 96-98.
11. Potapova I.Yu., Astaf'eva O.E. Arkhitektura i stroitel'stvo Rossii. 2015. pp.2-5.