

## СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Блази, В. Справочник проектировщика. Строительная физика. – М.: Техносфера, 2004. – 480 с.
2. Ананьев, В. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика. – Евроклимат 2000. – 416 с.
3. Строительная теплотехника. Нормы проектирования: ТКП 45-2.04-43-2006 (02250). Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь. – Минск, 2007.

УДК 691.316

*Пикула А.И.*

## КОНСТРУКТИВНАЯ ЭКОЛОГИЧНОСТЬ КАК ОСНОВНАЯ КОНЦЕПЦИЯ БУДУЩЕГО РАЗВИТИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В классическом понимании ЭКОЛОГИЧНОСТЬ – система установленных (проверенных) свойств чего-либо, отражающая его способность не наносить вреда окружающей природе, человеку при определенных, наиболее вероятных условиях.

Экологичность любых материалов не является статическим, не изменяющимся во времени свойством, а показывает лишь степень или ступень изученности данного направления человеком в сложившихся условиях развития цивилизации. Например, обычный цемент еще в начале прошлого столетия считался экологичным материалом, и, лишь по мере изучения всего круговорота веществ и потоков энергии в природе, экологического мониторинга полного жизненного цикла материала, его статус сменился на негативный.

Само понятие «конструктивная экология» возникло еще в советской науке и предполагало мероприятия по улучшению окружающей среды. Однако в то время в это понятие вкладывалось нечто глобально видимое и быстродействующее, типа радиоактивного заражения, токсичности и т.д. Сегодня, учитывая все возрастающее давление на природные процессы «благодаря» развитию технологий и так называемого пассивного эволюционирования человечества (система «ленивый потребитель»), экологический след человечества становится все более тяжелым, необратимым и в ряде случаев на первый взгляд незаметным. Поэтому, если мы хотим, чтобы последующие поколения имели в плане экологии хотя бы то, что мы имеем сейчас, необходимо перейти от описания экологических проблем к их решению, причем на самом начальном уровне любого строительного (и не только) производства.

Строительство является одной из наиболее энергоемких сфер человеческой деятельности, локомотивом экономики большинства государств и, вместе с этим, источником большей части неблагоприятных экологических последствий для мировых и локальных экосистем.

Выбор проектировщиками и строителями во многих республиках постсоветского пространства применяемых строительных материалов осуществляется по следующим основным критериям, расположенным в порядке убывания значимости:

- 1) представления заказчика;
- 2) собственный опыт применения;
- 3) имеющееся представление у проектировщика или строителя о физико-механических свойствах материалов в зависимости от планируемых условий эксплуатации;

4) имеющаяся информация у проектировщика или строителя о технологии применения (изготовления) и её влияние на свойства;

5) влияние на человека;

6) доступность;

7) стоимость;

8) соответствие действующим нормативным документам;

9) временные рамки строительства;

10) влияние на экологию.

Конечно, приведенное положение каждого из первых 9 пунктов может изменяться в зависимости от многих факторов, однако положение 10 пункта (влияние на экологию) вряд ли можно оспорить. Не трудно заметить, что первые 4 наиболее значимых (определяющих) критерия являются субъективными, сильно зависими от технической грамотности и уровня общей информированности в данном направлении участников процесса, что не создает необходимых условий для улучшения экологической безопасности строительства, снижения себестоимости и повышения степени использования энергетического потенциала различных видов энергоносителей. Уровень экологической опасности полного жизненного цикла применяемых материалов и технологий в ряде случаев не учитывается и никак не влияет на выбор в сегодняшних реалиях нашей экономики.

В наиболее развитых странах уменьшение влияния на экологию стимулируется налоговым законодательством на использование определенных видов материалов, выбросы, хранение и захоронение отходов производства, утилизацию отслуживших материалов и конструкций. Высокие налоги стимулируют проведение различных исследований по альтернативному использованию отходов, получая при этом сразу 2 выгоды :

1) отсутствие расходов на хранение и (или) захоронение у собственника отходов;

2) получение материалов, сопоставимых по свойствам с традиционными, при этом с меньшей себестоимостью и низким влиянием на окружающую среду.

Наиболее перспективными в плане возможности получения перечисленных выгод от использования являются отходы химических производств, шлаки, зола, нетехнологичные глины, побочные горные породы, отходы стеклообработки, механической обработки металлов и сплавов, отходы керамической промышленности, силикатных производств. Применение этих материалов в строительстве может идти по двум направлениям:

1) пассивное (утилизация отходов, изменение физических свойств с незначительным влиянием на механические характеристики);

2) активное (участие в химических процессах как вяжущее со значительным изменением физико-механических свойств, придание специальных свойств).

Первое направление в очень редких случаях позволяет использовать хотя бы половину потенциала материалов либо вложенных в них ресурсов, поэтому основным современным направлением является именно использование их в качестве активных компонентов, например вяжущих.

Для экологической оценки различных видов бетонов и растворов в соответствии с европейскими нормами проводится оценка жизненного цикла (LCA) в соответствии с DIN ISO 14040 [1]. При этом в соответствии с исходной базой данных на сырье Ecoinvent [2] на многие из отходов, используемых в качестве сырья, не относятся затраты по их получению (исходя из низкоальтернативной

возможности их использования). Это значительно улучшает экологический баланс строительных материалов, получаемых на их основе.

Для оценки влияния экологического баланса любого вида строительных материалов (оценки воздействия жизненного цикла LCA) может использоваться метод CML [3]. Метод учитывает различные воздействия на окружающую среду с соответствующими экологическими показателями эффективности.

Для такого сравнения выделяются два основных экологических показателя:

1) GWP (потенциал глобального потепления, эквивалент кг CO<sub>2</sub>) учитывает все выбросы газов (например, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O и других), которые содействуют парниковому эффекту;

2) ADP (абиотический потенциал истощения ресурсов, кг, эквивалент Sb (кг)) используется как индикатор потребления природных, не живых, не возобновляемых ресурсов (например, металлические руды, сырой нефти).

В зависимости от вида строительных материалов в экологический баланс так же включаются разные наборы показателей. Например:

- 1) подкисление;
- 2) экологическая токсичность;
- 3) эвтрофикация;
- 4) ионизирующее излучение;
- 5) разрушение озонового слоя и др.

Кроме того, определяется все энергетические затраты, представляющие сумму первичных показателей потребления энергии основного и альтернативного составов.

Пример экологического баланса для строительных металлических конструкций с защитным слоем приведен в таблице 1.

Таблица 1

Оцениваемая величина в единицах на м <sup>2</sup>	Изготовление	Рециклинговый потенциал	Общий жизненный цикл
Первичная энергия, невозобновляемая [МДж]	708	-250	458
Первичная энергия, возобновляемая [МДж]	25,4	-3,7	21,7
Потенциал парникового эффекта (GWP 100) [кг CO <sub>2</sub> -эquiv.]	50,3	-18,4	31,9
Потенциал разрушения озона (ODP) [кг R11-эquiv.]	1,43E-06	6,09E-07	2,04E-06
Кислотный потенциал (AP) [кг SO <sub>2</sub> -эquiv.]	0,15	-0,06	0,09
Потенциал эвтрофикации (EP) [кг PO <sub>4</sub> -эquiv.]	1,27E-02	-5,94E-03	6,81E-03
Потенциал летнего смога (POCP) [кг C2H <sub>4</sub> -эquiv.]	1,85E-02	-9,90E-03	8,55E-03

По результатам экологического баланса осуществляется допуск строительных (и не только) материалов на европейский рынок и соответственно повышение энергетической эффективности и экологичности производств, что уже имеет не только локальные, но и мировые позитивные результаты.

Если вернуться к использованию отходов по активной схеме применения, то наиболее ярким представителем, получившим в последнее время новое развитие в строительном материаловедении, являются щелочно-активированные вяжущие или геополимеры. Эти материалы, производимые на основе различных Al и Si

содержащих отходов (например шлак, зола), позволяют получать бетоны имеющие показатели, равные или даже лучше, чем у цементных бетонов. При этом со значительно (по отдельным показателям на 40-60%) меньшим негативным влиянием на окружающую среду и на 10-30 % меньшей себестоимости.

Европейский опыт применения геополимеров очень богат. Вот лишь небольшой список фирм, имеющих практический задел в этой области: Renotech (Финляндия), Camfil HQ (Швеция), Pyromeral (Франция), Techn. Og Geopolymer (Чешская Республика), F. Willich GmbH (Германия), BPS-Zwickau (Германия), Keraguss (Германия), MC Bauchemie (Германия) и др.

При этом в научной литературе [4] – [13] приводятся достаточно интересные результаты по разнонаправленному применению и оценке свойств различных бетонов с применением щелочно-активированных вяжущих. Так, получены плотные конструкционные бетоны, которые при одинаковом объемно-качественном соотношении компонентов с контрольными составами на основе портландцемента имели прочность на 20% выше, морозостойкость больше на 30 циклов, водонепроницаемость выше на 2 марки. Из основных проблем создания и применения геополимеров необходимо выделить следующие:

- 1) значительная усадка;
- 2) большая водопотребность для создания нужной степени пластичности;
- 3) очень маленькие либо сильно растянутые во времени сроки твердения (в зависимости от сырья и технологии);
- 4) необходимость применения дорогих химических активаторов.

Конечно, серийное производство изделий на основе геополимеров создать труднее, ввиду более сложной в организационном плане технологии, требующей большего внимания и высококвалифицированных специалистов. Однако не вызывает сомнения, что это направление в будущем должно быть одним из приоритетных для строителей, экологов, химиков, технологов различных производств, экономистов.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ISO 14040 (2006): Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework. International Organization for Standardization (ISO).
2. Ecoinvent (2010). Database. Ecoinvent version 2.1.
3. Guinée (2001): Life cycle assessment. An operational guide to the ISO standards. Part 1: LCA in perspective. Part 2a: Guide. Part 2b: Operational annex. Part 3: Scientific Background. Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment (VROM) and Centre of Environmental Science, Leiden, Niederlande
4. Duxson, P., Fernandez-Jimenez, A., Provis, J. L., Lukey, G. C., Palomo, A., & van Deventer, J. S. J. (2007): Geopolymer technology: the current state of the art. *Journal of Materials Science*, 42(9), 2917-2933.
5. Komnitsas, K., Zaharakis, D. (2007): Geopolymerisation. A review and prospects for the minerals industry. *Minerals Engineering*, 20(14), 1261-1277.
6. Buchwald, A. (2007): Geopolymere Bindemittel. Teil 1: Was sind Geopolymere? *ZKG International* 2007, 60, (12), 78-84.
7. Palomo, A., Fernández-Jiménez, A., López Hombrados, C., Lleyda, J. (2007): Railway sleepers made of alkali activated fly ash concrete. *Durmientes de vias de ferrocarril hechos de hormigón de ceniza volante activadas con alcalis*, *Revista Ingeniería de Construcción*. Vol. 22, 75-80.
8. Dombrowski, K., Weil, M., & Buchwald, A. (2008): Geopolymere Bindemittel. Teil 2: Entwicklung und Optimierung von Geopolymerbeton-Mischungen für feste und dauerhafte Außenwandbauteile/Geopolymer Binders. Part 2: Development and optimization of geopolymer concrete mixes for strong and durable external wall units. *ZKG International*, 61, (03), 70-82.



9. Weil, M., Dombrowski, K., Buchwald, A. (2010): How to assess the environmental sustainability of geopolymers for building products? A live cycle perspective. 12th International Conference on Modern Materials and Technologies – CIMTEC –Montecatini, 06/2010.

10. Hardjito, D. and Rangan, B. V. (2005): Development and Properties of Low-Calcium Fly Ash-based Geopolymer Concrete. Research Report GCI, Faculty of Engineering, Curtin University of Technology, Perth, p. 103.

11. Володченко, А.Н. Особенности взаимодействия магнизиальной глины с гидроксидом кальция при синтезе новообразований и формирование микроструктуры / А.Н. Володченко // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2011. – № 2. – С. 51-55.

12. Володченко, А.Н. Влияние механоактивации известково-сапонитового вяжущего на свойства автоклавных силикатных материалов / А.Н. Володченко // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2011 – № 3. – С. 12–16.

13. Володченко, А.Н. Глинистые породы в производстве силикатного кирпича / А.Н. Володченко // Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте '2012: материалы Международной научно-практической конференции. – Одесса: КУПРИ-ЕНКО, 2012. – Выпуск 2. Том 26. – 212-053. – С. 8-10.

УДК 72.035.5

*Платонова М.А.*

### **ЭКЛЕКТИКА В АРХИТЕКТУРЕ ВИТЕБСКА ВТОРОЙ ПОЛОВИНЫ XIX В.**

Реконструкция и внедрение нового строительства в историческую среду белорусских городов становится все более актуальной проблемой. Сегодня зодчие работают в исторических центрах, достопримечательных местах. При этом им необходимо соблюдать определенные регламенты, касающиеся масштабов, выбора строительных материалов, колористики, а также стилистики новых зданий, что требует определенных знаний и научного обоснования.

В данной статье внимание автора концентрируется на исторических условиях, особенностях развития, художественных характеристиках и многообразии направлений эклектики в архитектуре Витебска второй половины XIX в.

Стилистический анализ является важным средством изучения истории архитектуры, так как стиль занимает главенствующее место в ряду основополагающих, фундаментальных категорий архитектуроведения. В настоящее время актуальным стало системное изучение историко-архитектурных стилей, в том числе и относящихся ко второй половине XIX в.

Исследование стилистической направленности архитектуры этого периода ведется усиленно и представляет собой определенные сведения в данной области, но необходимо углубленно изучать архитектуру отдельных городов и регионов нашей страны для создания целостной и достоверной картины развития белорусского зодчества.

Витебск второй половины XIX в., находясь в составе Российской империи, становится торговым, промышленным, административно-финансовым и культурным центром. Сочетая в себе капиталистический и патриархальный строй, промышленность и народное искусство, город в полной мере отразил противоречивую эпоху. Здесь появляется целый ряд произведений московских и петербургских архитекторов, а также произведения местных зодчих, отразившие свои региональные особенности и своеобразие.

В XIX в. Витебск развивается относительно быстро. Бурное развитие промышленности и строительства способствует росту его населения, увеличению