

## ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ КАК ОСНОВА СОХРАНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

*Дубов Алексей Сергеевич,*

*магистрант,*

*e-mail: Mr.Arnerilo@gmail.com*

*Скворцова Галина Геннадьевна,*

*кандидат экономических наук, доцент,*

*e-mail: gala-skvortsova@yandex.ru*

*Тверской государственный технический университет,*

*г. Тверь, Россия*

© Дубов А.С., Скворцова Г.Г., 2024

**Аннотация:** исследованы факторы, влияющие на повышение качества такого универсального строительного материала, как бетон. Отмечено, что производство бетона вызывает загрязнение окружающей среды (ежегодный рост объемов производства представляет собой значительную угрозу для человечества). Предложен комплексный подход к снижению экологической нагрузки. Обосновано, что применение добавки алюмосиликатных микросфер в составе бетона на цементном вяжущем в качестве модифицирующей добавки не только улучшит прочностные свойства, но и значительно уменьшит себестоимость продукции, а это поможет в решении экологических проблем (например, поспособствует минимизации площади золошлаковых отходов, объемов выбросов углекислого газа в атмосферу).

**Ключевые слова:** качество, бетон, концепция, устойчивое развитие.

## IMPROVING THE QUALITY OF CONSTRUCTION MATERIALS AS THE BASIS FOR ENVIRONMENTAL PRESERVATION

*Dubov A.S., Skvortsova G.G.,*

*Tver State Technical University*

**Abstract:** the factors influencing the improvement of the quality of such a universal building material as concrete are investigated. It is noted that the production of concrete causes environmental pollution (the annual increase in production volumes poses a significant threat to humanity). A comprehensive approach to reducing the environmental burden is proposed. It is proved that the use of an additive of aluminosilicate microspheres in concrete on a cement binder as a modifying additive will not only improve strength properties, but also significantly reduce the cost of production, and this will help in solving environmental problems (for example, it will help minimize the area of ash and slag waste, the volume of carbon dioxide emissions into the atmosphere).

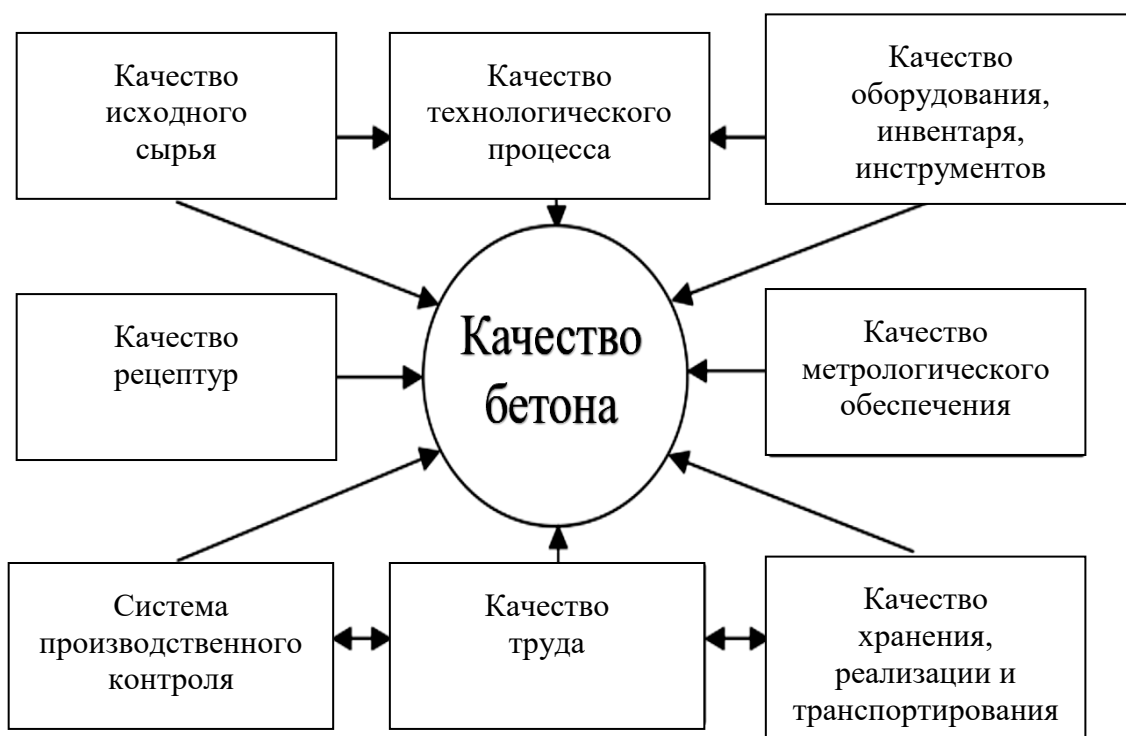
**Keywords:** quality, concrete, concept, sustainable development.

Под повышением качества продукции в России понимают постоянную работу над улучшением потребительских свойств продукта. Чем качественнее продукция, тем в большей мере она удовлетворяет потребителей.

Исследуем факторы, влияющие на повышение качества такого универсального строительного материала, как бетон. Этот материал легко производить, он обеспечивает долговечность конструкций, большой срок их службы. Ежегодно потребляются громадные объемы бетона (около 10 млрд т/г.) [1].

С необходимостью повысить качество бетона сталкиваются многие производители. Такой запрос формируется в первую очередь самим рынком: меняются предпочтения потребителей бетона, появляются новые технологии, которые обуславливают более высокие показатели качества [2].

Общеизвестно, что факторы, влияющие на качество производимой продукции, можно разделить на две группы: внешние и внутренние. Примеры внутренних факторов, сказывающихся на производстве бетона, представлены на рисунке.



Факторы, влияющие на качество бетона

Внешним фактором, ограничивающим производство бетона, является экологический. Как утверждают ученые (см., например, [1]), это связано с большой нагрузкой на атмосферу [1]. Поскольку бетон остается основным строительным материалом, можно предположить, что ежегодный рост объемов его выпуска приведет к сильному загрязнению окружающей среды, которое будет представлять опасность для всего человечества. Следует искать новые пути и механизмы снижения экологической нагрузки.

Отметим, что крупные корпорации, в том числе производящие цемент и иные стройматериалы, в целом ориентируются на принципы концепции устойчивого развития (УР), так как нормы корпоративного управления обязывают их соблюдать требования законодательства.

Концепция УР объединяет три главные составляющие: экономическую, социальную и экологическую.

*Экономическая* предполагает эффективное использование ограниченных ресурсов, экологически чистых, природо-, энерго- и материалосберегающих технологий, разработку экологически чистой продукции и правильную переработку отходов.

*Социальная* составляющая касается человека и направлена на сохранение стабильности социальной и культурной систем, а также на минимизацию общественных рисков. В контексте концепции человеческого развития индивид выступает не только как объект, но и как субъект развития. Он должен принимать участие в процессах, которые формируют сферу его жизнедеятельности, способствовать социальному совершенствованию, участвовать в принятии и реализации решений и контролировать их исполнение.

Высокое качество жизни и здоровья населения может быть обеспечено только при условии сохранения природных систем и поддержания соответствующего качества окружающей среды, что гарантирует *экологическая* составляющая УР. Как видно из описания, все составляющие УР тесно взаимосвязаны.

Холдинг «ЦЕМРОС», крупнейший производитель цемента в России, заявляет о приверженности концепции УР в части соблюдения экологических стандартов [9]. О реализации программ корпоративной, социальной и экологической ответственности говорит такая организация, как «Сибирский цемент» [10].

Как отмечает академик В.Р. Фаликман, «все более широкое применение в строительном комплексе принципов устойчивого развития приводит к появлению новых технологий, гармонично учитывающих экологические, социальные и экономические показатели возводимых строительных объектов» [4].

Примером для российской экономики может служить немецкая цементная промышленность, которая за последнее десятилетие стала одним из основных участников местной экономики замкнутого цикла. На различных этапах процесса производства применяются альтернативные виды сырья и топлива. Используемые материалы – это по большей части отобранные и обработанные отходы или побочные продукты, которые нельзя вторично задействовать или утилизировать иным образом. С одной стороны, это снижает выбросы CO<sub>2</sub>, с другой – золы, образующиеся в результате горения ископаемого топлива (например, угля), выступают как необходимые компоненты цемента и используются в качестве продукта.

Этот уникальный метод, эксплуатируемый в промышленных процессах, также называют совместной обработкой (Co-Processing). Вторичная переработка и энергетическая утилизация осуществляются практически параллельно. Таким способом все применяемые вещества перерабатываются без отходов.

В настоящее время в России существует целый ряд предприятий [5], основная деятельность которых заключается в производстве строительных материалов из золошлаковых отходов. К таким компаниям принадлежат «Сибирская генерирующая компания» (Кемеровская область), Рефтинская ГРЭС (Свердловская), «Основа Холдинг» (Омская).

В РФ примерно 170 действующих угольных ТЭС генерируют около 14 % всей производимой электроэнергии. При использовании угля образуются золошлаковые отвалы (ЗШО), состоящие из углерода, оксидов алюминия, кремния, железа, кальция, магния и других элементов.

По оценкам Минприроды России, каждый год на отечественных угольных электростанциях производится более 20 млн т ЗШО, а общий объем отходов в стране составляет около 2 млрд т. Золоотвалы занимают приблизительно 50 тыс. га и часто расположены рядом с большими городами [6].

В РФ утилизируют только около 10 % золошлаков. Мировой опыт показывает, что можно устранять 100 % ЗШО (например, так делают в Дании). В Китае утилизируют 70 % ЗШО, в Индии – 25 %.

Показатели уровня утилизации ЗШО свидетельствуют о том, что в зарубежных странах вопросу переработки золошлаковых отходов уделяют значительно больше внимания, чем в РФ. В мире золошлаковые отходы используют как сырье другие отрасли промышленности.

В настоящее время ЗШО применяются в таких областях жизнедеятельности, как производство строительных материалов (цемента, кирпича и др.), дорожное строительство (наполнители для дорожного полотна), сельское хозяйство (стабилизаторы почвы). Отметим, что до 80 % использования приходится именно на предприятия строительной индустрии [7]. Как отмечают А.В. Явинский и И.Л. Чулкова, «... в течение последних 30 лет бетон превратился из трехкомпонентной системы в пятикомпонентную. К основным составляющим бетона – цементу, заполнителям и воде – добавились минеральные и химические добавки» [7].

Российские ученые занимаются разработкой технологий переработки золошлаковых отходов угольных электростанций. В данной области наблюдается стремление к более глубокому изучению состава и свойств отдельных фракций золы. Частицы исходного угля и полученной из него золы подвергаются глубокому анализу, что позволяет в итоге повысить эффективность использования ЗШО при вторичной переработке [7].

Одной из технологий переработки золошлаковых отходов в целевые продукты является применение добавки алюмосиликатных микросфер в составе бетона на цементном вяжущем в качестве модифицирующей, что улучшает прочность и морозостойкость конечного продукта. Так, в Германии использование золошлаковых отходов как минеральной добавки стало обязательной частью технологии производства бетона.

Достоинства данной минеральной добавки: она дает возможность экономить цемент и снижает тепловыделение в массивных конструкциях.

Стремление к использованию золы при создании бетонов обусловлено в основном экологическими соображениями. Применение материалов, содержащих золу, способствует уменьшению количества клинкера в цементе и выбросов углекислого газа в атмосферу [8].

Микросферы служат превосходным наполнителем при изготовлении изделий из облегченных цементов и других строительных материалов. Продукты, содержащие алюмосиликатную микросферу, обладают повышенной износостойкостью, легкостью и отличными изоляционными свойствами [7].

Введение микросфер из алюмосиликата позволяет регулировать свойства цементно-песчаных смесей. Оптимальное количество добавки составляет 15 % от массы цемента, что увеличивает плотность заполнения системы и помогает достичь идеальной структуры конгломерата и безупречных характеристик. Возрастание содержания микросфер также улучшает прочностные свойства материала, при этом средняя плотность образцов снижается, что дает возможность использовать добавки для уменьшения теплопроводности конечного материала [8].

Как отмечают отечественные ученые, «бетоны с высоким расходом золы характеризуются низким тепловыделением, высокой трещиностойкостью, высокой морозостойкостью, низкой проницаемостью к воздействию агрессивных веществ, сульфато- и кислотостойкостью и могут использоваться для возведения массивных строительных конструкций» [7].

В 2022 г. в России был принят ряд государственных решений, направленных на повышение объемов утилизации ЗШО. Однако пока что реализация крупномасштабных проектов утилизации золы и получения из нее востребованной промышленной продукции отсутствует, в то время как возрастающие объемы накоплений ЗШО приводят ко все большим экологическим и экономическим издержкам.

Таким образом, важная задача, стоящая перед отечественными учеными, заключается в разработке технологии полной комплексной переработки золошлаковых отходов угольных электростанций, в ходе которой образуются ценные продукты, востребованные в строительной индустрии.

Использование отходов угольной генерации в производстве бетона позволяет повысить основную характеристику любого бетона – прочность. При этом воплощают в жизнь современную модель экономики замкнутого цикла, в рамках которой значительно уменьшается себестоимость продукции и устраняются экологические проблемы благодаря сокращению площади ЗШО, снижению выбросов CO<sub>2</sub> в атмосферу.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гусев Б.В., Фаликман В.Р. Бетон и железобетон в эпоху устойчивого развития // Промышленное и гражданское строительство. 2016. № 2. С. 30–38.
2. Дюжилова О.М., Скворцова Г.Г. Развитие жилищного строительства как фактор повышения инвестиционной привлекательности региона // Современное состояние экономических систем: экономика и управление: сборник научных трудов Международной научной конференции, Тверь, 04–05 декабря 2018 года / под общ. ред. Д.В. Розова, Г.Г. Скворцовой. Тверь: СКФ-офис, 2018. С. 94–100.
3. Александров Г.А., Вякина И.В., Скворцова Г.Г. Модель устойчивого развития и инвестиционная привлекательность предприятий: экологический аспект // Экономика, предпринимательство и право. 2022. Т. 12. № 2. С. 573–586.
4. Фаликман В.Р., Сиротин П.Н. Проницаемый бетон: новые вызовы в эпоху устойчивого развития // Промышленное и гражданское строительство. 2020. № 5. С. 28–35.
5. Юрина В.С. Концепция устойчивого развития региона // Вестник Поволжского государственного университета сервиса. Серия: Экономика. 2011. № 5 (19). С. 44–47.
6. Планы по отвалам. Ученые подскажут, как правильно использовать отходы // Поиск. 2023. № 4 (1754). С. 11–12.
7. Явинский А.В., Чулкова И.Л. Переработка золошлаковых отходов для производства дорожных плит // Образование. Транспорт. Инновации. Строительство: сборник материалов III Национальной научно-практической конференции, Омск, 23–24 апреля 2020 года. Омск: СибАДИ, 2020. С. 631–636.
8. Шайдоева М.М., Соттикулов Э.С., Соатов С.У. Влияние алюмосиликатной микросферы на реологические свойства бетона // Universum: технические науки. 2022. № 9 (102). С. 21–24.
9. «ЦЕМРОС»: официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cemros.ru/cntnt/rus/press/about/n18346.html> (дата обращения: 22.10.2023).
10. «Сибирский цемент» продолжает экологическую модернизацию производств [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://jcement.ru/content/news/sibirskiy-tsement-prodolzhaet-ekologicheskuyu-modernizatsiyu-proizvodstv/> (дата обращения: 22.10.2023).