

УДК 631

ПРИМЕНЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОТХОДОВ В СОСТАВЕ БЕТОНОВ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

Воронина М.Д., студент гр. СПб-232, III курс

Гордеева А.А., студент гр. СПб-232, III курс

Насыбулин В.А., студент группы СПб-232, III курс.

Научный руководитель: Санталова Т.Н., доцент

Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово

Каждый год в России количество возводимых капитальных сооружений возрастает, вместе с этим для строительства необходимо большое количество строительных материалов. В ходе жизнедеятельности человека образуются отходы, самые распространенные среди которых – зола рисовой шелухи, биоуголь и растительные волокна.

В работе мы исследовали методы использования сельскохозяйственной органики при изготовлении бетонных изделий. Провели анализ влияния агроотходов на физико-механические и эксплуатационные характеристики цементного раствора. Приняли во внимание повышение долговечности, экологической эффективности, экономичности, и снижения углеродного следа строительных материалов.

Было установлено, что применение переработанной органики позволяет не только сохранять, но и улучшать свойства бетонов при правильном соотношении. При бурно развивающемся строительстве, нужно уделять внимание снижению загрязнения окружающей среды и более эффективному использованию ресурсов, в том числе органическое сырье. Из множества перспективных направлений мы рассматриваем – внедрение сельскохозяйственных остатков, в производство строительных материалов.

Сельскохозяйственные отходы – ресурс возобновляемый, они доступны в больших объемах и как показывают исследования, даже совместимы с структурой бетона [1]. Добавляя их, мы решаем две задачи: даём им вторую жизнь, по сути, вторсырьё и улучшаем свойства бетона.

Так же очень важна и обработка вторсырья, так как, в зависимости от того будь это химические, механические или термические методы, это влияет на свойства добавок. Обработка позволяет нам, увеличить их взаимодействие с строительной смесью.

Цель работы – структурировать и проанализировать существующие исследования по применению сельскохозяйственной органики в бетонах, и оценить перспективы их использования в строительстве.

Вторсырьё может использоваться в бетонах в различных формах:

1) минеральные добавки (зола рисовой шелухи, биоуголь);

- 2) дисперсные наполнители (измельчённая шелуха);
- 3) армирующие компоненты (растительные волокна);
- 4) лёгкие заполнители (скорлупа кокосовых орехов).

Использование золы рисовой шелухи (ЗРШ) на данный момент, очень популярное исследование, в ней содержится большое количество аморфного кремнезёма. С определённым подходом к обработке (кислотная промывка и контролируемое сжигание) материал приобретает высокую активность с пуццолановыми цементами – хорошо связывается с известью, выделяющейся при твердении цемента, образуя прочные соединения.

Биоуголь тоже достаточно активно исследуется, он получается в результате нагрева без доступа кислорода, различных органических отходов. Эта добавка уплотняет структуру цементного камня и снижает его влагопроницаемость.

Для дисперсного армирования бетона например, используют растительные волокна (банановые, кокосовые, соломенные), распределяясь в материале повышают его трещиностойкость и ударную вязкость.

Важен баланс вторсырья так как его избыток, наоборот может понизить прочностные качества бетона, всё зависит от вида добавки, её формы и соотношений компонентов [2].

Далее, сводная таблица, где сравниваются основные показатели бетонов с разными добавками и без них.

Таблица

Сравнительный анализ физико-механических, экологических и экономических показателей бетонов с добавками и без добавок

Показатель	Контрольный состав (без добавок)	Состав с золой рисовой шелухи (ЗРШ)	Состав с биоуглём	Состав с растительными волокнами
Прочность на сжатие, %	100	117	121	102
Прочность на растяжение при изгибе, %	100	120; 146	117-118	125
Модуль упругости, %	100	110	114	нет данных
Снижение расхода цемента, %	-	10,3	10	нет данных
Экономия стальной арматуры, %	-	нет данных	нет данных	11
Снижение выбросов CO ₂ , %	-	15	15	нет данных

Примечание: значение 146 % для ЗРШ с химической обработкой; снижение расхода материалов и выбросов указано относительно контрольного состава.

Биоуголь и высокореакционная зола рисовой шелухи сильно снижают влагопроницаемость бетона, повышают устойчивость к разрушению под действием углекислого газа, уменьшают проникновение хлоридов (что важно для защиты арматуры от коррозии) и улучшает стойкость к агрессивным средам.

Лёгкие органических заполнителей (соломы, костры, скорлупы) снижают плотность и теплопроводность бетона. теплоизоляционные свойства бетонов с растительными компонентами могут быть более чем в два раза лучше, чем у материалов без добавок, показывают исследования [3].

В данный момент проходит множество исследований о добавлении сверхмалых частиц, полученных из органики. Имеющим потенциал вариант - совместный помол портландцемента, золы рисовой шелухи и кварцевой муки до очень высокой степени измельчения (удельная поверхность 500-900 м²/кг). Оптимальная степень измельчения около 550 м²/кг, а оптимальная дозировка примерно 10 % от массы цемента. Это позволяет повысить прочность бетона в позднем возрасте и улучшить структуру зоны контакта между цементным камнем и заполнителем.

Основную роль в формировании прочных связей играет реакция пуццоланового цемента: кремнезём связывает гидроксид кальция (выделяющийся при твердении цемента) и образует дополнительные гидросиликаты кальция – соединения, обеспечивающие прочность и плотность бетона [4].

Применение сельскохозяйственных отходов в бетонах даёт несколько преимуществ:

- снижение расхода портландцемента;
- уменьшение выбросов CO₂ (до 15 % при замене 15 % цемента);
- утилизация отходов сельского хозяйства;
- снижение себестоимости.

Из-за миллионов тонн отходов только рисовой шелухи, мы можем обеспечив её обработку и используя в дальнейшем в качестве добавки уменьшить выбросы CO₂, во время производства искусственного камня, увеличить его прочность.

Таким образом, органические остатки – это эффективный и перспективный ресурс для улучшения свойств бетонов. Применяя их, мы не только заботимся об окружающей среде, но и улучшаем эксплуатационные свойства конструкций. Вторичные ресурсы сельского хозяйства лучше использовать с предварительной обработкой, что позволяет им лучше вступать в реакцию. Правильный подбор соотношения цементного раствора и добавок повысит прочность, долговечности и устойчивости к агрессивным воздействиям.

Можно сказать, что добавление сельскохозяйственных отходов в обычный бетон действительно приносит пользу: материал становится крепче и лучше противостоит трещинам. При этом расход цемента уменьшается примерно на 10 %, что делает бетон более экономичным. К тому же это снижает

вредное влияние на окружающую среду. В целом, использование агроотходов в строительстве кажется довольно разумным решением.

Список литературы:

1. Боженов, П.И. Комплексное использование минерального сырья и экология. М.: Изд-во АСВ, 1994. – С. 264. <https://libsmr.ru/el-catalog?search=%20Минеральное%20сырье>.
2. Дворкин, Л.И. Строительные материалы из отходов промышленности / Л.И. Дворкин, И.А. Пашков. – Киев: Выцашк., 1989. – С. 210. https://vk.com/wall-83998013_3406.
3. Касторных, Л.И. Добавки в бетоны и строительные растворы : учеб.-справ. пособие / Л. И. Касторных. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2005. –221 с. : ил. – (Строительство). – Библиогр.: с. 216-219. – ISBN 5-222-07696-2 : 100-00. <https://djvu.online/file/q7vVsawHqZFkK>.
4. Журнал «Цемент и его применение»
<https://jcement.ru/magazine/vypusk-5-2023/opyt-primeneniya-selskokhozyaystvennykh-otkhodov-v-betonakh-dlya-ekologichnykh-konstruktsiy-zdaniy-i/>.