

УДК 691.2

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОНСТРУКЦИОННОГО БЕТОНА, ДИСПЕРСНО-АРМИРОВАННОГО ФИБРОЙ НА ОСНОВЕ КОКОСОВОГО ВОЛОКНА

ВАН СЯНЬПЭН, С. Н. КОВШАР, С. Н. ЛЕОНОВИЧ
Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Побочные продукты сельского хозяйства являются источником растительных волокон для строительной промышленности. Основным преимуществом этих продуктов является их возобновляемость. К таким продуктам относятся багасса, рисовая шелуха, джутовое волокно, тростник, бальзам, солома, пшеничная солома, скорлупа арахиса, банановые связки, кожура, початки кукурузы, скорлупа кокоса, кенаф, стебли хлопка, волокно финиковой пальмы, дуриан, волокно масличной пальмы, листья ананаса, волокно тигровой лилии, подсолнечник и олива и т. д. Анализ литературных источников показал, что многие исследователи использовали эти отходы для разработки новых экологичных строительных материалов. Преимуществом использования бетона из натурального кокосового волокна является улучшение теплотехнических характеристик строительных элементов, в основном снижение теплопередачи и повышение влагопроницаемости ограждающих конструкций, что позволяет регулировать внутренний гигротермический режим здания [1]. Кроме того, использование натуральных волокон скорлупы кокосового ореха играет основополагающую роль в улучшении механических свойств композиционных материалов, таких как хорошая теплоизоляция, повышенные свойства при растяжении [2]. Использование волокон растительного происхождения в строительных материалах в настоящее время является доминирующим направлением исследований новых материалов сегодня (ученые со всего мира проводят интересные исследования), что делает их перспективными для данного раздела строительных материалов.

Многочисленные исследования показывают, что материалы на основе растительных волокон, например скорлупы кокосового ореха, волокна конопли и соломы, широко используются в современном строительстве в конструкционном бетоне. Следует отметить, что вопросу использования волокон тростника в конструкционном бетоне посвящено не так много исследований. Большое количество проведенных исследований было посвящено целесообразности применения растительных волокон в бетоне, а недавние испытания в этой области показали, что растительные волокна имеют хорошие экономические показатели, а также экологические характеристики.

Проведённые эксперименты позволили исследовать и сравнить механические свойства бетона с ракушечником, который армирован различными волокнами, употреблёнными в составе строительной смеси в разных количествах. Испытания подготовленных образцов позволили проанализировать их прочность на сжатие, изгиб, разрыв и усадку, а также определить оптимальные тип и дозировку армирующих волокон для повышения прочности и уменьшения усадки бетонного материала.

Для проведения исследований использовано следующее сырьё:

- портландцемент без минеральных добавок класса 42.5;
- песок натуральный речной: объёмная плотность – $2,54 \text{ г/см}^3$, модуль крупности – 2,6, содержание воды – 0,87 %;
- наполнитель – дроблёный ракушечник из Минского моря: размер частиц – менее 5 мм, насыпная плотность – $2,82 \text{ г/см}^3$, модуль крупности – 3,16, содержание влаги – 0,89 %;
- вода водопроводная;
- суперпластификатор нафталиновой серии: степень уменьшения содержания воды – 20%, содержание твёрдых веществ – 95 %;
- армирующие волокна: кокосовое волокно.

Чтобы приготовить образцы для испытаний, в контрольной и экспериментальной группах использовался строительный раствор, в котором 20 % натурального речного песка заменил наполнитель (ракушечник из Минского моря). Раствор имел следующий состав и соотношение ингредиентов m , кг/м³: цемент – 450, речной песок – 1080, наполнитель – 270, вода – 202,5. Содержание водоредуктора – 0,2 % от массы цемента.

Были проведены исследования по влиянию фибры из кокосового волокна на технологические и физико-механические свойства конструкционного бетона. В результате проведенных исследований установлено, что введение фибры на основе кокосового волокна в оптимальных дозировках не оказывает существенного влияния на технологические свойства бетонной смеси (подвижность, сохранимость, сроки схватывания и т. д.). При введении фибры на основе кокосового волокна прочность бетона на сжатие увеличивается в среднем на 10 %, прочность на растяжение при изгибе – на 18 %. Также при введении фибры на основе кокосового волокна повышается морозостойкость и снижается усадка бетона. Скорлупа в виде крупного заполнителя смешивается с кокосовым волокном для дальнейшего усиления механических свойств бетона (сделать бетон более устойчивым к нагрузкам на изгиб и сжатие).

Койра в качестве сельскохозяйственных отходов является лучшим выбором для повышения устойчивости в строительной отрасли и дает множество преимуществ. Из кокосового волокна можно производить кирпичи, перегородки, полы, потолки и т. д. Что касается экологических проблем, кокосовое волокно в схемах экономики замкнутого цикла может снизить потребление ресурсов, а также производство потенциально опасных побочных продуктов и выбросы CO₂. Кроме того, поскольку обычно эти материалы применяются для теплоизоляции, их использование снижает потребление энергии на этапе эксплуатации. С экономической точки зрения это снижает стоимость производства побочных продуктов строительных материалов, делая все строительные материалы более экологичными и дешевыми.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Giuffrida, G.** Hygrothermal Properties of Raw Earth Materials: A Literature Review / G. Giuffrida, R. Caponetto, F. Nocera // Sustainability. – 2019. – № 11. – P. 5342.
2. Natural fiber nonwoven reinforced cement composites as sustainable materials for building envelopes / J. Claramunt [et al.] // Constructing Building Materials. – 2016. – P. 230–239.