

Хамракулов Равшан Джабборович,

к.т.н., доцент,

Джизакский политехнический институт,

Республика Узбекистан, г. Джизак

ВЛИЯНИЯ ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИЯ И АНИЗОТРОПИИ НА ПРОЧНОСТЬ И ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ДИСПЕРСНО-АРМИРОВАННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Аннотация. В последние годы для повышения прочности, трещиностойкости и абразивной стойкости бетона активно используются различные типы армирования, включая металлические волокна. Металлические волокна диаметром от 0,2 до 1,2 мм и длиной от 5 до 12 см применяются в железобетонных конструкциях для улучшения их механических характеристик. Экспериментальные исследования показали, что добавление металлических волокон в бетон значительно улучшает его трещиностойкость, а также сопротивление растяжению и изгибу. Волокна создают внутренний каркас в бетонной конструкции, повышая её устойчивость к разрушению, особенно в тонкостенных конструкциях, что позволяет сэкономить на фурнитуре и других материалах.

Ключевые слова. бетон, железобетон, металлические волокна, трещиностойкость, анизотропия, прочность на растяжение, прочность на изгиб, долговечность.

Khamrakulov Ravshan Jabborovich,

Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor,

Jizzakh Polytechnic Institute,

Republic of Uzbekistan, Jizzakh

RESEARCH OF CRACK FORMATION AND ANISOTROPY IMPACT ON THE STRENGTH AND DURABILITY OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES

Abstract. In recent years, various types of reinforcement, including metallic fibers, have been actively used to enhance the strength, crack resistance, and abrasion resistance of concrete. Metallic fibers with diameters ranging from 0.2 to 1.2 mm and lengths from 5 to 12 cm are applied in reinforced concrete structures to improve their mechanical properties. Experimental studies have shown that adding metallic fibers to concrete significantly improves its crack resistance, as well as its tensile and bending resistance. The fibers create an internal framework within the concrete structure, increasing its resistance to destruction, particularly in thin-walled constructions, allowing for savings on fittings and other materials.

Keywords. concrete, reinforced concrete, metallic fibers, crack resistance, anisotropy, tensile strength, bending strength, durability, fine-grained concrete.

В последние годы для повышения прочности, трещиностойкости и абразивной стойкости бетона активно используются различные типы армирования, включая металлические волокна. Металлические волокна, диаметром от 0,2 до 1,2 мм и длиной от 5 до 12 см, применяются в железобетонных конструкциях для улучшения их механических характеристик. Экспериментально доказано, что добавление металлических волокон в бетон значительно улучшает его трещиностойкость, а также сопротивление растяжению и изгибу.

Металлические волокна способствуют образованию внутреннего каркаса в бетонной конструкции, что повышает ее устойчивость к разрушению. Особенно эффективными такие волокна становятся при армировании тонкостенных конструкций, что позволяет сократить расходы на фурнитуру и другие материалы. Для улучшения сцепления металлических волокон с цементной смесью разрабатываются различные конфигурации, такие как крюковые и волнистые волокна, что увеличивает прочность и долговечность железобетонных конструкций.

Металлические фибры, добавляемые в бетон, обеспечивают медленную деградацию материала, увеличивая его долговечность. При этом трещины в дисперсно-армированном бетоне появляются при гораздо более высоких деформациях, чем в обычном бетоне. Это делает такие материалы более эффективными для использования в строительстве, особенно для гидротехнических и дорожных сооружений.

Кроме того, для улучшения свойств бетона, в том числе его прочности на растяжение и усталостных характеристик, активно используется мелкозернистый бетон с добавлением металлических волокон. Эти смеси имеют улучшенные физико-механические свойства, такие как гидроизоляция, хладостойкость, жаростойкость и огнестойкость. Производство таких бетонов требует тщательно подобранных материалов и правильной технологии, включая использование воды с определенными характеристиками для приготовления бетонных смесей.

В зависимости от степени адгезии металла в цементной смеси разрабатываются различные конфигурации для увеличения сцепления металлических волокон. Особенно крюковый, волнистый и тд.

Известно, что в последние годы в гидротехнических сооружениях и дорожном строительстве страны используются высокопрочные бетонные и железобетонные конструкции. Дисперсное армирование металлической стружкой широко применяется, особенно при производстве мелкозернистого бетона[7].

Металлическую фибру добавляют в среднем 70 ... 200 кг на 1 м³ бетонной смеси (3 ... 9% по массе). Когда бетон дисперсно-армирован металлическими волокнами, его деградация происходит медленно. Трещины в бетоне возникают при гораздо более высоких деформациях, чем в обычном бетоне. Волокна образуют внутренний каркас бетонной конструкции, обеспечивая ее сопротивление растяжению [8].

Мелкозернистые фибробетоны обладают более высокой прочностью на растяжение, изгиб, сдвиг, растрескивание, усталость и т. д., чем обычный тяжелый бетон или железобетон с металлической арматурой, характеризуется высокими свойствами, такими как прочность, трещиностойкость, гидроизоляция, хладостойкость, жаростойкость и огнестойкость. Перед непосредственной заливкой бетона волокно смешивается, т.е. смесь производится прямо или косвенно на бетонном заводе, что является технологически оптимальным[5].

Процессы подготовки и испытания образцов простого и мелкозернистого стекловолокна с дисперсным армированием проводились в аккредитованной лаборатории «Испытания строительных изделий» Джизакского политехнического института. Лабораторные испытания портландцемента, входящего в состав компании «Джизак Цемент» показали его физико-механические свойства.

Прочность бетона, обычно используемого для гидroteхнических сооружений и дорожных покрытий, должна быть не менее 20, 25 МПа в зависимости от категории дороги, а морозостойкость - не менее MP3150. Коэффициент вариации модуля крупности песка не должен превышать 10% для бетонов, используемых для гидroteхнических сооружений. Поэтому рекомендуется добавлять отходы волокна, чтобы обеспечить заданную прочность без изменения расхода цемента. Общее остаточное количество щебня определяли по следующей формуле:

$$A_i = a_{20} + \dots a$$

$$A_{20} = 36\%; A_{10} = 80\%; A_5 = 100\%;$$

Пористость щебня определялась по следующей формуле:

$$\Pi_\delta = \left(1 - \frac{P_m}{p}\right) * 100\% = \left(1 - \frac{1680}{2700}\right) * 100 = 38\%$$

Влажность щебня определялась следующим образом:

$$W_n = \left(\frac{m_b - m_c}{m_c}\right) * 100\% = \frac{2400 - 2350}{2350} * 100 = 2.13\%$$

Вода для бетона. Для приготовления бетонной смеси обычно используется питьевая вода. Кроме того, для . бетонных смесей можно использовать проточную воду с водородным индексом $\text{pH} > 4$ и растворы различных солей, не превышающие требуемых нормативов. Количество солей в воде не должно превышать 5000 м г/л [8]. Наиболее важным элементом технологии, определяющим эффективность волокна, является выбор металлического волокна. В настоящее время освоено производство металлических волокон (20 видов).

Сравнительные характеристики дисперсного армированного мелкозернистого бетона с добавками 2-3%, 5%, 7% фибры. Из них был выбран 5% фибробетон.

Литература

1. Горшков А.С., Миронов Н.А. Внедрение энергоэффективных технологий в жилищное строительство // В сборнике: Прикладные исследования и технологии ART2015 сборник трудов Второй международной конференции. 2015. С. 4345.
2. Демидова А.Г., Воловник Н.С., Грехнева Е.А. К вопросу об энергоэффективности и энергосбережению возводимых зданий и сооружений // В сборнике: Архитектура, строительство, транспорт материалы Международной научно-практической конференции (к 85-летию ФГБОУ ВПО "СибАДИ"). 2015. С. 252-258.
3. Карасев Д.О., Шипилова Н.А., Арутунян М.С. Малоэтажное строительство. Виды строительных материалов для возведения зданий // Интернет-журнал Науковедение. 2016. Т. 8. № 3 (34). С. 121.
4. Berdiyev, O., Asatov, N., Abdurakhmonov, A., Djurayev, U., & Sagatov, B. (2023). Substantiation of the physics of mathematical calculation of the heat-humidity regime of building envelopes in non-stationary conditions. In E3S Web of Conferences (Vol. 434, p. 02015). EDP Sciences.

5. Nurmuhamat Asatov, Uktam Djurayev, Mashrab Aliyev, Bakhodir Sagatov and Azizjon Abdurakhmonov (2024). Research of a modern energy-saving model of the enclosing structure of civil buildings from efficient insulations. In E3S Web of Conferences (Vol. 497, p. 02009). EDP Sciences.
6. Abdurakhmanov, A. M., & Pak, D. A. (2021). Analysis of a research of a technique of construction of reinforcing frameworks. Сборник статей подготовлен на основе докладов Международной научно-практической, 3.