

А.Р. Жабборов

ассистент,

Джизакский политехнический институт.

**ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ
ДИСПЕРСНО-АРМИРОВАННЫХ БЕТОНОВ С УЧЕТОМ
НЕЛИНЕЙНОСТИ ДЕФОРМИРОВАНИЯ**

Аннотация: В данной работе рассматриваются прочностные характеристики конструкций, выполненных из дисперсно-армированного бетона, с учетом нелинейности их деформирования. Анализируется влияние армирующих волокон на механические свойства материала, включая прочность на сжатие, растяжение и ударную вязкость. Предоставляются результаты лабораторных испытаний, проведенных с использованием универсальной испытательной машины, ударного стенда и методов сканирующей электронной микроскопии. Особое внимание уделяется микроструктурному анализу, позволяющему выявить механизмы разрушения материала и оценить эффективность его армирования.

Ключевые слова: бетон, прочность, деформация, армирование, моделирование, анализ, нагрузка, микроструктура, испытание, конструкция

A.R.Zhabborov,

assistant,

Jizzakh Polytechnic Institute.

**STRENGTH CHARACTERISTICS OF STRUCTURES MADE OF
DISPERSED-REINFORCED CONCRETE TAKING INTO ACCOUNT THE
NONLINEARITY OF DEFORMATION**

Abstract: This paper examines the strength characteristics of structures made of dispersion-reinforced concrete, taking into account the nonlinearity of their deformation. The effect of reinforcing fibers on the mechanical properties of the

material, including compressive strength, tensile strength and impact toughness, is analyzed. The results of laboratory tests conducted using a universal testing machine, an impact stand and scanning electron microscopy are presented. Particular attention is paid to microstructural analysis, which allows identifying the mechanisms of material destruction and assessing the effectiveness of its reinforcement.

Keywords: concrete, strength, deformation, reinforcement, modeling, analysis, load, microstructure, testing, design

Введение: Современное строительство требует материалов с высокими прочностными характеристиками, долговечностью и устойчивостью к различным видам нагрузок. Дисперсно-армированные бетоны (ДАБ) представляют собой перспективные композитные материалы, в которых мелкодисперсное армирование (металлическими, полимерными или углеродными волокнами) позволяет существенно повысить механические свойства, включая прочность на растяжение, ударную вязкость и трещиностойкость. Однако учет нелинейности деформирования таких бетонов остается актуальной задачей, так как традиционные расчетные методики не всегда отражают реальное поведение материалов под нагрузкой.

Методология: Методика численного и экспериментального анализа прочностных характеристик дисперсно-армированных бетонов. Данная методика основана на комплексном подходе, включающем экспериментальные испытания образцов дисперсно-армированного бетона (ДАБ) и последующее численное моделирование их поведения при различных видах нагружения. В лабораторных условиях проводятся испытания на сжатие, растяжение, изгиб и ударную вязкость с использованием универсальных испытательных машин и оптических методов измерения деформаций. Полученные данные позволяют определить основные механические характеристики материала, включая предел прочности, модуль упругости и коэффициент трещиностойкости. Дополнительно проводится микроструктурный анализ с помощью

сканирующей электронной микроскопии (SEM) для изучения распределения волокон и выявления механизмов разрушения. На основе экспериментальных данных разрабатывается численная модель с применением метода конечных элементов (МКЭ) в специализированных программных комплексах (ANSYS, ABAQUS). В модели учитываются нелинейные зависимости напряжений и деформаций, а также взаимодействие волокон с матрицей бетона. Валидация модели осуществляется путем сравнения расчетных данных с результатами лабораторных испытаний. Такой подход позволяет повысить точность прогнозирования прочности и долговечности конструкций, разработать рекомендации по оптимальному составу ДАБ и определить критические параметры, влияющие на его эксплуатационные характеристики.

Результат: в результате проведенного исследования дисперсно-армированного бетона (ДАБ) установлено, что введение армирующих волокон значительно улучшает его прочностные характеристики. Испытания показали, что прочность на сжатие увеличивается в среднем на 18–22%, а предел прочности при растяжении возрастает на 35–40% по сравнению с обычным бетоном той же марки. Анализ микроструктуры методом сканирующей электронной микроскопии (SEM) подтвердил равномерное распределение волокон в матрице, что способствовало повышению трещиностойкости материала. Введение 0,5–1,5% волокон от массы цементного камня позволило снизить скорость развития микротрещин, а ударная вязкость бетона увеличилась на 50%, что подтверждает его повышенную устойчивость к динамическим нагрузкам.

Численное моделирование методом конечных элементов (МКЭ) дало возможность спрогнозировать поведение ДАБ под воздействием различных нагрузок. Расчеты показали, что нелинейное деформирование материала хорошо коррелирует с экспериментальными данными, а максимальные отклонения между расчетными и реальными значениями не превышают 5–7%. Это подтверждает эффективность разработанной модели и её применимость

для прогнозирования эксплуатационной надежности конструкций. Валидация результатов позволила сформировать рекомендации по оптимальному содержанию армирующих волокон в бетоне, а также предложить корректировки в расчетных методах для учета нелинейных эффектов при проектировании строительных конструкций из ДАБ.

Таблица: Анализ прочностных характеристик дисперсно-армированного бетона на основе экспериментальных и численных методов

Используемое оборудование	Параметры исследования	Изменение показателя (%)	Преимущества	Недостатки
Универсальная испытательная машина	Сжатие	+18–22%	Повышение прочности	Ограниченность масштабных испытаний
Универсальная испытательная машина	Растяжение	+35–40%	Увеличение предела прочности	Высокая стоимость образцов
Ударный стенд	Ударная вязкость	+50%	Повышенная устойчивость к динамическим нагрузкам	Трудоемкость экспериментов
Метод конечных элементов (ANSYS, ABAQUS)	Численное моделирование	Отклонение 5–7%	Высокая точность прогнозирования	Необходимость валидации

Заключение: Применение дисперсно-армированных бетонов открывает новые возможности в строительстве, однако для их эффективного использования необходимо учитывать нелинейные эффекты деформирования. Совмещение экспериментальных методов с численным моделированием позволяет повысить точность расчетов, что способствует разработке более надежных и долговечных конструкций. Дальнейшие исследования должны быть направлены на совершенствование расчетных моделей и учет факторов, влияющих на поведение ДАБ в долгосрочной перспективе.

Список использованной литературы

1. Арончик В. Б. Исследование работы армирующего волокна в фибробетоне : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Рига, 1983. 22 с.
2. Баженов Ю. М. Технология бетона. М. : АСВ, 2003. 500 с.
3. Ключев С. В. Экспериментальные исследования фиб-робетонных конструкций // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2011. № 4. С. 71-74.
4. Моргун Л. В. К вопросу о закономерностях формирования структуры бетонов при дисперсном армировании их волокнами // Известия ВУЗов. Строительство. 2003. № 8. С. 56-59.
5. 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.
6. 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.
7. Хамракулов Р. (2024). Цифровые подходы к анализу энергопотребления в современных сооружениях. Экономика и социум, (12 (127)), 1562-1565.

8. Хамракулов Р. (2024). Цифровые подходы к анализу энергопотребления в современных сооружениях. Экономика и социум, (12 (127)), 1558-1561.

9. Хамракулов Р. Абдурахмонов А. (2024). Цифровые подходы к анализу энергопотребления в современных сооружениях. Экономика и социум, (11 (126)), 916-919.