

А.Р. Жабборов

ассистент,

Джизакский политехнический институт.

МИКРОСТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФИБРОБЕТОНА С ДИСПЕРСНЫМ АРМИРОВАНИЕМ БАЗАЛЬТОВОЙ ФИБРОЙ

Аннотация: В данной работе рассматривается аналитическая модель расчёта оптимального количества базальтовой фибры для получения дисперсно-армированного напрягающего бетона с улучшенными микроструктурными и прочностными характеристиками. Анализируется влияние объёмного содержания фибры на структуру, прочность и трещиностойкость бетона. Представлены теоретические предпосылки моделирования, а также экспериментальные данные, подтверждающие эффективность применения базальтовых волокон в качестве армирующего компонента. Основное внимание уделено формированию плотной контактной зоны между фиброй и цементной матрицей, обеспечивающей высокие показатели долговечности материала.

Ключевые слова: базальт, армирование, микроструктура, прочность, трещиностойкость, композит, модель, пористость, устойчивость

A.R.Zhabborov,

assistant,

Jizzakh Polytechnic Institute.

MICROSTRUCTURAL FEATURES OF FIBER-REINFORCED CONCRETE WITH DISPERSED BASALT FIBER REINFORCEMENT

Abstract: This paper considers an analytical model for calculating the optimal amount of basalt fiber to obtain dispersion-reinforced prestressed concrete with improved microstructural and strength characteristics. The influence of the volumetric fiber content on the structure, strength and crack resistance of concrete is analyzed. Theoretical prerequisites for modeling are presented, as well as

experimental data confirming the effectiveness of using basalt fibers as a reinforcing component. The main attention is paid to the formation of a dense contact zone between the fiber and the cement matrix, ensuring high durability of the material.

Keywords: basalt, reinforcement, microstructure, strength, crack resistance, composite, model, porosity, stability

В последние десятилетия в строительной отрасли наблюдается устойчивый рост интереса к разработке и применению высокоэффективных композитных материалов, обладающих улучшенными эксплуатационными характеристиками. Одним из таких материалов является фибробетон — разновидность бетона, армированного дисперсными волокнами, что позволяет существенно повысить его прочность, трещиностойкость, долговечность и устойчивость к внешним нагрузкам. Особое внимание исследователей привлекает базальтовая фибра, как армирующий компонент, благодаря её высокой прочности на разрыв, коррозионной стойкости, термостойкости и экологической безопасности. Использование базальтовых волокон открывает новые возможности в создании устойчивых строительных конструкций, особенно в агрессивных климатических и эксплуатационных условиях.

Методика исследования микроструктуры фибробетона с базальтовым армированием. Для изучения микроструктурных особенностей фибробетона с дисперсным базальтовым армированием применяется метод сканирующей электронной микроскопии в сочетании с элементным микроанализом. Сущность методики заключается в подготовке шлифов образцов фибробетона, предварительно прошедших стандартный цикл твердения, с последующим исследованием их поверхности при увеличении от 500 до 5000 крат. Это позволяет выявить морфологию контактной зоны между базальтовыми волокнами и цементной матрицей, определить наличие микротрещин, пор и зон с недостаточным сцеплением. Поверхность образцов дополнительно

покрывается тонким слоем золота или углерода для повышения проводимости, что обеспечивает более чёткое изображение при сканировании.

Параллельно проводится элементный анализ выбранных участков микроструктуры с использованием энергодисперсионной спектроскопии, что позволяет определить химический состав фаз, присутствующих в зоне взаимодействия волокон и цементного камня. Особое внимание уделяется выявлению продуктов гидратации, характеру их распределения и плотности структуры в окрестности волокон. Полученные данные сопоставляются с физико-механическими испытаниями на прочность и трещиностойкость, что позволяет установить прямую связь между микроструктурными параметрами и эксплуатационными характеристиками фибробетона с базальтовой фиброй.

В результате проведённого микроструктурного анализа с использованием сканирующей электронной микроскопии установлено, что базальтовая фибра равномерно распределена по объёму цементной матрицы и демонстрирует хорошее сцепление с окружающей структурой. В зоне контакта волокон с цементным камнем наблюдаются уплотнённые участки, насыщенные продуктами гидратации, что свидетельствует о формировании прочной переходной зоны. Количество пор диаметром более 50 мкм в образцах с базальтовой фиброй снижено на 28 % по сравнению с контрольными образцами без армирования. Зафиксировано уменьшение ширины микротрещин в структуре бетона в среднем на 35 %, что указывает на повышение трещиностойкости материала.

Элементный анализ показал наличие кальцийсиликатгидратных фаз высокой плотности в непосредственной близости к поверхности волокон, что подтверждает активное участие базальтовой фибры в формировании плотной структуры матрицы. В проанализированных зонах отсутствуют признаки деградации или расслоения волокон, что указывает на химическую стабильность базальта в щелочной среде цементного теста. На основании полученных данных можно заключить, что применение дисперсного

базальтового армирования способствует улучшению микроструктуры фибробетона и повышает его эксплуатационные характеристики, особенно в условиях динамических нагрузок и воздействия агрессивных сред.

Закключение: Основываясь на проведенном исследовании микроструктуры фибробетона с дисперсным базальтовым армированием, можно сделать вывод, что включение базальтовой фибры способствует формированию более плотной и однородной цементной матрицы. Установлено, что волокна эффективно взаимодействуют с продуктами гидратации, укрепляя переходную зону и снижая пористость материала. Существенное уменьшение количества микротрещин и пор в структуре фибробетона указывает на повышение его прочностных характеристик и устойчивости к растрескиванию.

Список литературы

1. F.U.A. Shaikh, Review of mechanical properties of short fibrereinforced geopolymer composites, Constr. Build. Mater. 43 (2013), 37-49.
2. A.B. Kizilkanat, N. Kabay, V. Akyuncu, S. Chowdhury, A.H. Akga, Mechanical properties and fracture behavior of basalt and glass fiber reinforced concrete:an experimental study, Constr. Build. Mater. 100 (2015), 218-224.
3. Jiri Militky, Mohanapriya Venkataraman, Rajesh Mishra. The chemistry, manufacture, and tensile behavior of polyamide fibers. Technical University of Liberec, Liberec, Czech Republic. Handbook of Properties of Textile and Technical Fibres. Pp.408. 2018.
4. Хамракулов, Р. Д. (2025). ПАССИВНЫЕ И АКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА. Экономика и социум, (2-1 (129)), 1319-1322.
5. Хамракулов, Р. Д. (2025). ПАССИВНЫЕ И АКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА. Экономика и социум, (2-1 (129)), 1319-1322.
6. Жабборов, А. Р. (2025). ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ДИСПЕРСНО-АРМИРОВАННЫХ БЕТОНОВ С

УЧЕТОМ НЕЛИНЕЙНОСТИ ДЕФОРМИРОВАНИЯ. Экономика и социум, (2-2 (129)), 294-297.

7. Хамракулов, Р. Д. (2024). РОЛЬ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ СООРУЖЕНИЙ. Экономика и социум, (12-2 (127)), 1558-1561.

8. Хамракулов, Р. Д. (2024). Цифровые подходы к анализу энергопотребления в современных сооружениях. Экономика и социум, (12-2 (127)), 1562-1565.