

## АНАЛИЗ ДОЛГОВЕЧНОСТИ СТАЛЕФИБРОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В УСЛОВИЯХ ЗНАКОПЕРЕМЕННЫХ ТЕМПЕРАТУР

**Н.В. Корсаков**, аспирант

**Т.И. Корсакова**, магистрант

Волгоградский государственный технический университет  
(Россия, г. Волгоград)

DOI:10.24412/2500-1000-2023-6-3-122-126

**Аннотация.** Внедрение технологий производства строительных конструкций с использованием современных строительных композиционных материалов, обладающих показателями высокой надежности и долговечности, является актуальной задачей строительной отрасли.

Все более широкому применению фибробетонов способствует строительство уникальных зданий и сооружений, к которым предъявляют требования по гарантированному уровню безопасности и долговечности.

В статье проанализированы отечественные и зарубежные разработки по исследованию долговечности сталефибробетонных конструкций, проведен анализ прочности сталефибробетонных конструкций при испытаниях в реальных условиях строительства.

Авторами проведены экспериментальные испытания на отрыв сталефибробетона конструкций, находящихся в условиях знакопеременных температур. Испытания показали рост прочности на сжатие в 1,4 раза, на растяжение при скалывании – до 2-х раз, на растяжение при изгибе – на 15 ... 20%. В последующие месяцы (20...40 месяцев) прочностные характеристики оставались стабильными.

Сделан вывод о том, что прочностные испытания сталефибробетонных конструкций, тем более в условиях знакопеременных температур, являются долгосрочными, требуют времени и затрат.

**Ключевые слова:** сталефибробетонные конструкции, прочность, долговечность, знакопеременные температуры.

Инновации признаны перспективным и необходимым направлением развития и совершенствования строительства в целом, как в технологии строительного производства, так и в технологии строительных материалов.

Актуальная задача строительной отрасли – внедрение технологий производства строительных конструкций с использованием современных строительных композиционных материалов, обладающих показателями высокой надежности и долговечности, в частности, фибробетонов.

В мировой практике строительства все чаще стали возводиться уникальные сооружения, здания и отдельные конструкции, эксплуатационные требования к которым, гарантированный уровень безопасности и долговечности должны значительно превышать обычные, регламентированные действующими нормативными доку-

ментами. Именно это способствует все более широкому применению фибробетонов в наиболее развитых в техническом отношении странах - Японии, США, Норвегии, Германии, Франции, Великобритании, Китая и др.

Общие направления и обзоры исследований структуры, свойствам и применению сталефибробетона представлены в [1]. Данные о механических свойствах сталефибробетона обобщены в [4]. Поведение сталефибробетона в условиях повышенных и знакопеременных температур проанализированы и рассмотрены в [3].

В работе [2] получены комплексные данные о долговечности сталефибробетонов. Проведены долгосрочные испытания на прочность.

В периодической обзорной информации о мировом уровне развития строительной науки и техники (серии «Строительные

материалы» и «Строительные конструкции»), изложены технические преимущества фибробетонов по сравнению с традиционными: повышенная трещиностойкость, ударная вязкость, износо-, морозо- и огнестойкость, сопротивление термомеханическим воздействиям.

В научно-технических нормативных документах долговечность сталефибробетона определяются такими его свойствами как:

- морозостойкость;
- коррозионная стойкость,
- водонепроницаемость;
- трещиностойкость.

Трещиностойкость сталефибробетона зависит не только от объемного содержания фибры, но и от дисперсности армирования. Чем более однородна бетонная матрица и, чем выше уровень дисперсности армирования, тем выше, при прочих равных условиях, предел трещиностойкости сталефибробетона, который практически в 20 раз может превышать трещиностойкость исходного бетона.

Оптимальное решение проблем повышения долговечности строительных конструкций видится только в повышении физико-механических и эксплуатационных свойств строительных материалов, что напрямую связано с разработкой и применением эффективных строительных композиций (широкого спектра применения и с прогнозируемыми свойствами).

На основании накопленного отечественного и зарубежного опыта [1-5] можно назвать рациональные области эффективного применения сталефибробетона, в частности, сооружения, подверженные температурным и температурно-влажностным воздействиям.

При проектировании строительных конструкций из сталефибробетона необходимо выполнять требования согласно свода правил СП 360.1325800.2017

Сталефибробетон изготавливается из мелкозернистого бетона или тяжелого бетона, эксплуатируется в температурном интервале +50°С...-70°С.

Расчеты строительных конструкций из сталефибробетона производятся:

- на все виды нагрузок;

- с учетом влияния окружающей среды
- технологических температурных и влажностных воздействий и т.д.

Применение сталефибробетонных конструкций обусловлено и конкретизировано факторами, обеспечивающими технологические и эксплуатационные преимущества перед железобетоном.

Отметим их:

- возможность использования современных и эффективных конструктивных решений;
- возможность применения новых и производительных приемов формирования армированных конструкций;
- повышенные показатели трещиностойкости, ударной прочности и вязкости, износостойкости, атмосферостойкости, морозостойкости;
- повышение степени механизации и автоматизации производства конструкций.

Все отмеченные преимущества и достоинства сталефибробетонных конструкций концентрируются и проявляются при использовании их для опор тоннелей и защитных дорожных покрытий, и сооружений, подверженных температурным и температурно-влажностным воздействиям.

Опыт эксплуатации сталефибробетонных конструкций показывает, что традиционные исследования ограничивались испытаниями образцов сталефибробетонных конструкций на открытом воздухе [2], ускоренными испытаниями на нейтрализацию [2] и испытаниями на замораживание-размораживание [2].

Цель работы – анализ прочности сталефибробетонных конструкций при испытаниях в реальных условиях строительства.

Оценка прочности и срока службы важны в широком диапазоне применения. Однако о долговечности сталефибробетонных конструкций известно лишь ограниченное количество информации.

Имеется информация о проводимых исследованиях на кафедре геосистемной инженерии Токийского университета, в которых были выбраны три участка, чтобы оценить долговечность сталефибробетонных конструкций: первый участок – это туннель в шахте; второй участок – склон

автодороги (рис. 1); третий объект дорожное покрытие на берегу моря [2].



Рис. 1. Склон дороги, укрепленный сталефибробетоном [2]

Оценка прочностных свойств проводилась в течении 11 лет, годовой диапазон температур -  $+30^{\circ}\text{C}$ ... $-10^{\circ}\text{C}$

На рисунке 2 показано изменение прочности при одноосном сжатии сталефибробетона на склоне дороги с течением времени.

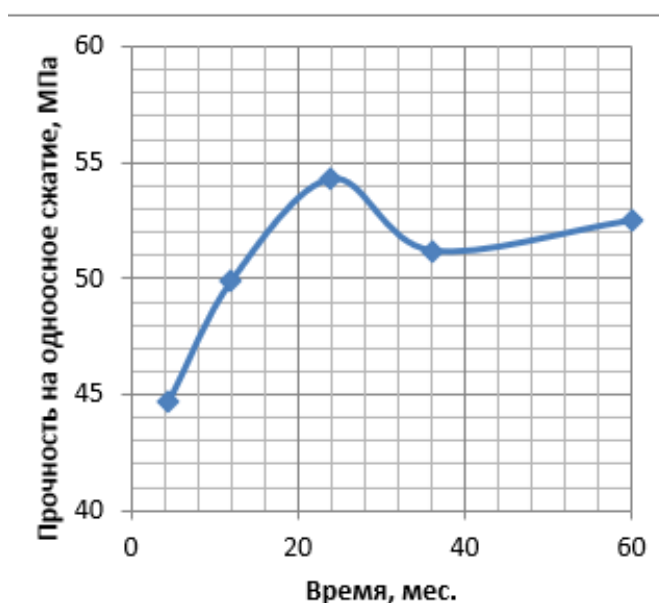


Рис. 2. Изменение прочности при одноосном сжатии сталефибробетона на склоне дороги с течением времени [2]

По истечении 60 месяцев в некоторых образцах из сталефибробетона появились трещины. Однако прочность на одноосное сжатие не изменилась.

Наблюдали трещины в сталефибробетоне на склоне дороги, где замораживание и оттаивание происходят несколько раз в год. Количество трещин и ширина трещин

были ниже на склоне из сталефибробетона, чем на склоне монолитного бетона.

Долгосрочные испытания на прочность требуют много времени и затрат, но тем не менее, исследования долговечности сталефибробетона важны и перспективны, и, технологи-строители продолжают их в будущем.

В связи с этим, авторами работы проведены экспериментальные испытания на отрыв сталефибробетона, конструкций, находящихся в условиях знакопеременных температур – регион РФ: Омская область: защитные конструкции оборудования для электрошлакового способа изготовления фланцевых заготовок. Диапазон темпера-

тур в зоне исследования:  $-5^{\circ}\text{C} \dots 110^{\circ}\text{C}$ . (Методика эксперимента, объем испытаний. Исследования проводились согласно требованиям ГОСТ 22690-2015). Метод отрыва основан на измерении максимального усилия, необходимого для отрыва фрагмента сталефибробетонной конструкции, рис.3.

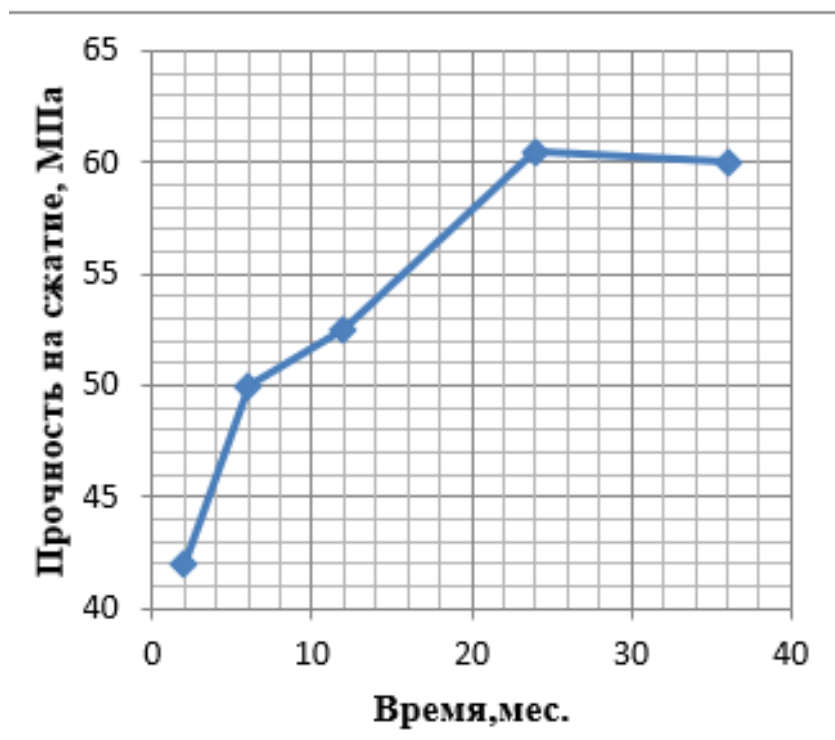


Рис. 3. Прочность на сжатие сталефибробетонной конструкции, находящейся в условиях знакопеременных температур

Испытания показали рост прочности на сжатие в 1,4 раза, на растяжение при скалывании – до 2-х раз, на растяжение при изгибе – на 15 ... 20%. В последующие месяцы прочностные характеристики оставались стабильными.

**Выводы.** Исходя из анализа научно-технической литературы, представляюще-

го отечественные и зарубежные разработки, и анализа результатов собственных наработок, делаем вывод о том, что прочностные испытания сталефибробетонных конструкций, тем более в условиях знакопеременных температур, являются долгосрочными, требуют времени и затрат.

#### Библиографический список

1. Fibre Concrete Materials: A Report Prepared by RILEM Technical // Committee 19-FRC: Materials and Structures. Research and Testing (RILEM, Paris), Mar.-Apr. – Paris, 1977. – Vol. 10, № 56. – P. 103-120.
2. Исследование долговечности раствора, армированного стальными волокнами Кацунори Фукула, Сейсукэ Окубоа, Цутому Хаяши\ Куниюки Миядзакиа и Такенори Накадзима. Кафедра геосистемной инженерии, Токийский университет, 7-3-1, Хонго, Бункёку, Токио, 113-8656, Япония (автор-корреспондент: E-mail fukui@geosys.t.u-tokyo.ac.jp) Японская федерация чугуна и стали.
3. Novak J., Kohoutkova A. Fibre reinforced concrete exposed to elevated temperature // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 2017. – Vol. 246.

4. Brandt A.M. Cement-Based Composites: Materials, Mechanical Properties and Performance. – London: Spon Press, 2009. – 544 p.

5. Кострикин М.П. К вопросу о влиянии высоких температур на прочностные характеристики фибробетона // Архитектура – Строительство – Транспорт: 74-ая научная конференция профессорско-преподавательского состава и аспирантов университета / Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – СПб., Ч. 1. 2018. – С. 128-132.

## **ANALYSIS OF DURABILITY OF STEEL-FIBER CONCRETE STRUCTURES UNDER CONDITIONS OF SIGN-VARIABLE TEMPERATURES**

**N.V. Korsakov**, *Post-graduate Student*

**T.I. Korsakova**, *Graduate Student*

**Volgogradsky State Technical University**  
**(Russia, Volgograd)**

***Abstract.** The introduction of technologies for the production of building structures using modern building composite materials with indicators of high reliability and durability is an urgent task for the construction industry.*

*The increasing use of fiber-reinforced concrete is facilitated by the construction of unique buildings and structures, which are subject to requirements for a guaranteed level of safety and durability.*

*The article analyzes domestic and foreign developments on the study of the durability of steel-fiber-concrete structures, analyzes the strength of steel-fiber-concrete structures during testing in real construction conditions.*

*The authors carried out experimental tests for the separation of steel-fiber-reinforced concrete structures under conditions of sign-variable temperatures. Tests showed an increase in compressive strength by 1.4 times, tensile strength in shearing – up to 2 times, tensile strength in bending – by 15 ... 20%. In the following months (20....40 months) the strength characteristics remained stable.*

*It is concluded that strength tests of steel-fiber-reinforced concrete structures, especially under conditions of sign-changing temperatures, are long-term, time-consuming and costly.*

**Keywords:** *steel-fiber concrete structures, strength, durability, alternating temperatures.*