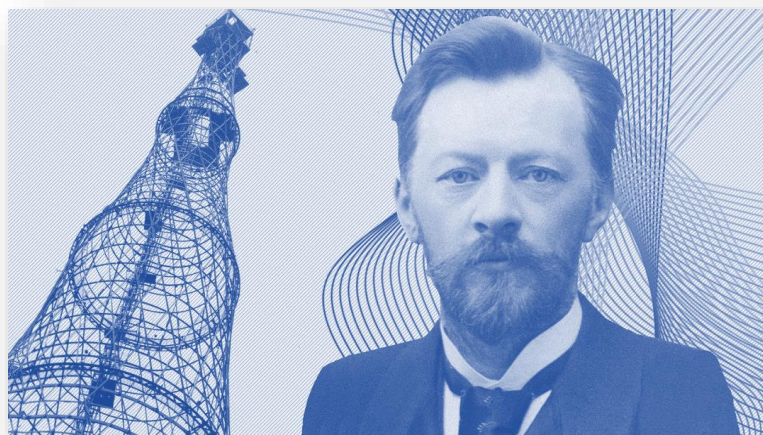


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Российская академия наук  
Российская академия архитектуры и строительных наук  
Администрация Белгородской области  
ФГБОУ ВО Белгородский государственный технологический  
университет им. В.Г. Шухова  
Международное общественное движение инноваторов  
«Технопарк БГТУ им. В.Г. Шухова»

**Международная научно-техническая  
конференция молодых ученых  
БГТУ им. В.Г. Шухова,  
*посвященная 170-летию со дня рождения В.Г. Шухова***



*Сборник докладов*

*Часть 6*

***Эффективные конструкции, материалы и организационно-технологические решения для строительства и жилищно-коммунального хозяйства.***

Белгород  
16-17 мая 2023 г.

УДК 005.745

ББК 72.5

М 43

М 43

**Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, посвященная 170-летию со дня рождения В.Г. Шухова [Электронный ресурс]:** Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2023. – Ч. 6. – 356 с.

ISBN 978-5-361-01142-1

В сборнике опубликованы доклады студентов, аспирантов и молодых ученых, представленные по результатам проведения Международной научно-технической конференции молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, посвященной 170-летию со дня рождения В.Г. Шухова.

Материалы статей могут быть использованы студентами, магистрантами, аспирантами и молодыми учеными, занимающимися вопросами энергоснабжения и управления в производстве строительных материалов, архитектурных конструкций, электротехники, экономики и менеджмента, гуманитарных и социальных исследований, а также в учебном процессе университета.

УДК 005.745

ББК 72.5

**ISBN 978-5-361-01142-1**

©Белгородский государственный  
технологический университет  
(БГТУ) им. В.Г. Шухова, 2023

По итогам обследования техническое состояние моста было признано неудовлетворительным, однако перекрывать движение не потребовалось. Мост можно отнести к третьей категории по оценки технического состояния по внешним признакам. Его капитальный ремонт собираются провести в ближайшее время.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рекомендации по оценке надежности строительных конструкций зданий и сооружений по внешним признакам. М.: ЦНИИПромзданий, 2001.

2. Degtyar A. N., Serykh I. R., Panchenko L.A., Chernysheva E.V., Alimatov B.A. Direction development of the theory of survivability of building structures under sudden project impacts // Scientific-technical journal (STJ FerPI) 2022. V.5. №2. P. 21-27.

3. Серых И.Р., Чернышева Е.В., Дегтярь А.Н. Определение технического состояния железнодорожного моста // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2020. Т. 5. №4. С. 32-39.

4. Дегтярь А.Н., Серых И.Р., Панченко Л.А., Чернышева Е.В. Остаточный ресурс конструкций зданий и сооружений // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 10. С. 94-97.

*УДК 693.972*

*<sup>1</sup>Куач Ву Тханг, <sup>1</sup>Чан Чи Тиен, <sup>2</sup>Ле Чунг Хиеу*

*Научный руководитель: <sup>3</sup>Нго Суан Хунг, канд. техн. наук, преп.*

*<sup>1</sup>Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Россия*

*<sup>2</sup>Российский университет транспорта РУТ(МИИТ), г. Москва, Россия*

*<sup>3</sup>Ханойский горно-геологический университет, г. Ханой, Вьетнам*

## **К ВОПРОСУ ОБ АКТУАЛЬНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ФИБРОБЕТОНА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ТОННЕЛЕЙ**

В настоящее время параллельно с быстрой урбанизацией, планирование и развитие подземных пространств имеет важное значение для снижения нагрузки на транспортную инфраструктуру. В густонаселенных городах все торговые и сервисные центры вращаются вокруг подземных транспортных узлов, поэтому это очень удобно для перемещения, а также для стимулирования экономического развития. Поэтому исследования, связанные со строительством для освоения

подземного пространства, являются актуальными и имеют практическую ценность.

Как известно, фибробетон – это вид строительного материала, отличающийся от классического бетона или железобетона технологией производства, когда в составе бетона присутствует фиброармирование из волокон. За последние 20 лет фибробетон широко применялся как строительный материал при проектировании и строительстве обсадных труб тоннелей. Было замечено, что бетоны с добавлением фиброволокна используются для изготовления конструкций со многими эффективными свойствами [1], наиболее из которых показаны на рис. 1.

В таблице 1 показаны некоторые деформативно-прочностные свойства материалов, полученных в результате испытаний призм. Исходя из соотношения веса состава фибробетона, используется состав бетонной матрицы  $Ц/Ц:В/Ц:П/Ц:Щ/Ц = 1:0,32:1,2:2,2$ . Было подтверждено, что на  $1 м^3$  бетонной смеси расход цемента составляет  $500 кг$ . В этом случае для изготовления фибры используется рубленая металлическая проволока с размерами диаметра  $d$  и длины  $l$ , равными  $1 мм$  и  $30 мм$  соответственно.



Рис. 1 Наиболее эффективные свойства фибробетона

Таблица 1 - Деформационно-прочностные характерные свойства бетона и фибробетона

Материал	$\mu_f, \%$	$R_b, МПа$	$\frac{R_{fb}}{R_b}$	$\varepsilon_{b0} \cdot 10^5$ от. ед.	$\frac{\varepsilon_{fb0}}{\varepsilon_{b0}}$	$R_{br}, МПа$	$\frac{R_{fb}}{R_b}, МПа$	$\varepsilon_{b0} \cdot 10^5$ от. ед.	$\frac{\varepsilon_{fb0}}{\varepsilon_{b0}}$
Бетон	0	50,6	1,0	203	1,0	3,5	1,0	17	1,0
Фибробетон	57,0	57,0	1,13	235	1,16	4,8	1,37	23	1,35
Фибробетон	2,0	66,1	1,31	295	1,45	9	2,57	28	1,65

В данном исследовании были проведены испытания на центральное сжатие призм из бетона и фибробетона с различным объемным процентным содержанием армирования размерами 10 x 10 x 40 см и оценены их результаты.

Условия выполнения расчета прочности сечения изгибаемых элементов задаются следующим образом [2]:

$$M \leq M_{ult}, \quad (2)$$

где,  $M_{ult}$  – предельное значение изгибающего момента, при котором можно воспринять поперечное сечение элемента.

На схеме представлены в рис. 2 усилия и эпюры напряжений в нормальном сечении сталефибробетонного элемента при изгибе, в том числе в прямоугольном сечении, рассчитанном на основе теории прочности [3].

Расчет обделки автодорожного тоннеля представлен в табл. 2. Полученные результаты показывают изменение класса бетона и расхода стальной фибры один кубический метр бетона [4].

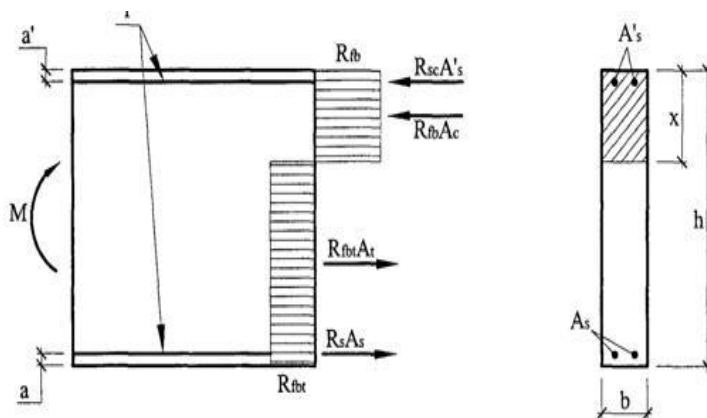


Рис. 2 Схема усилий и эпюра напряжений в нормальном сечении

Таблица 2 - Результаты расчетов обделки тоннеля при ее толщине 500 мм

Материал Обделки тоннеля	Класс Бетона	$\mu_f$ , %	Арматура Класса А400	$\delta_{cm}$ , мм	$\frac{M_{f,ult}}{M_{b,ult}}$	$\delta_{cm}$ , мм	$\frac{M_{fb,ult}}{M_{b,ult}}$
Бетон	В30	0	5ø20 а400	500	1,0	500	1,0
Фибробетон, 0,75%	В30	0,75	5ø20 а400	500	1,31	350	-
Фибробетон, 1,5%	В30	1,5	5ø20 а400	500	1,46	350	1,0

На рассмотренном примере мы приходим к выводу, что:

1. При использовании фибробетона марки бетона В30 с характеристикой постоянной толщины обделки 500 мм, арматуры - Ø20 А400 с шагом 200 мм значительно повысилась несущая способность крепи до 46 %.

2. Расход, полученный соответственно фибры при проценте армирования 0,75% - 59 кг/м<sup>3</sup>, а при 1,5% - 118 кг/м<sup>3</sup>.

3. По толщине обделки тоннелей с применением армированного фибробетона сократилась на 30%.

Кроме того, в сочетании с применением инженерного программного обеспечения с расчетом поперечного сечения тоннеля на рисунках 3-4 показана одна из эпюр изгибающих моментов в обделке тоннеля.

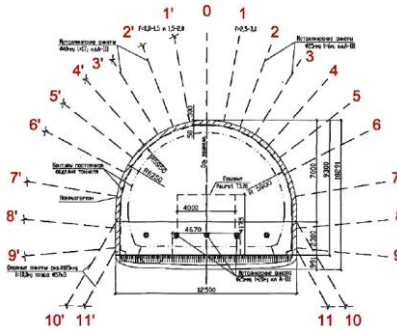
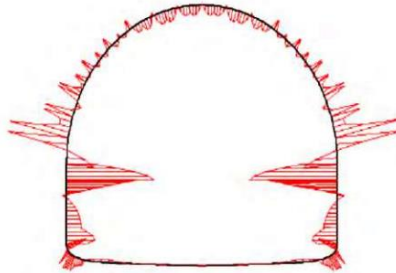


Рис. 3 Пример поперечного сечения тоннеля



$$M_{\max} = 350 \text{ кНм/п.м}, N = 3600 \text{ кН}$$

Рис. 4 Эпюры результатов, соответствующие изгибающим моментам в обделке тоннеля

В целом хотелось бы добавить, что применения фибробетон позволяет снизить трудовые и энергетические затраты на строительство зданий и сооружений, особенно на разработку сооружений с