

6. Рязанцев А. А., Цыцктуева Л. А. Доочистка сточных вод на фильтрах с цеолитовой загрузкой // Водоснабжение и санитарная техника. 1994. № 2. С. 28–29.

7. Когановский А. М., Левченко Т. М. и др. Адсорбционная технология очистки сточных вод. Киев : Техника, 1981. 175 с.

© А. В. Москвичева, Е. В. Москвичева, А. В. Щербаков,  
Л. В. Олефиренко, О. П. Радченко, Л. В. Боронина

**Ссылка для цитирования:**

А. В. Москвичева, Е. В. Москвичева, А. В. Щербаков, Л. В. Олефиренко, О. П. Радченко, Л. В. Боронина. Некоторые аспекты применения цеолита для доочистки сточных вод от ионов металлов // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2019. № 1 (27). С. 33–37.

УДК 666.97

**КОМПОЗИЦИОННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ  
ПОВЫШЕННОЙ ПРОЧНОСТИ**

**Н. А. Страхова\*, Б. Б. Утегенов\*\*, А. М. Кокарев\*\*, В. А. Позднякова\*\*,  
Л. П. Кортovenko\*\*, Б. Н. Середин\*\*\*, Н. А. Белова\*\*\*\***

\*Государственный морской университет имени адмирала Ф.Ф. Ушакова (г. Новороссийск)

\*\* Астраханский государственный архитектурно-строительный университет (г. Астрахань)

\*\*\*ПО МБУ «Архитектура» (г. Астрахань)

\*\*\*\*НО ЧУ ВО Московский финансово-промышленный университет «Синергия» (г. Астрахань)

В последнее время повысился интерес к проблемам использования серы в качестве вяжущего полностью в бетонных конструкциях и частично заменяющего дорожный битум в асфальтобетонных смесях.

**Ключевые слова:** новые материалы, высокая прочность, сера в качестве вяжущего, сера в бетонных конструкциях, модифицированный серный бетон.

**A COMPOSITE CONSTRUCTION HIGH TENSILE STRENGTH MATERIAL**

**N. A. Strakhova\*, B. B. Utegenov\*\*, A. M. Kokarev\*\*, V. A. Pozdnyakova\*\*,  
L. P. Kortovenko\*\*, Bn. Means\*\*\*, N. A. Belova\*\*\*\***

\*State Maritime University named after Admiral F. F. Ushakov (Novorossiysk)

\*\* Astrakhan state University of architecture and civil engineering (Astrakhan)

\*\*\*ON MBU "Architecture" (Astrakhan)

\*\*\*\* Moscow University for Industry and Finance "Synergy" (Astrakhan)

Recently interest in problems of use of sulfur as vyakzhushchy completely in concrete structures and partially replacing road bitumen in asphalt concrete the smeksyakh increased.

**Keywords:** new materials, high durability, it is gray as vyakzhushchy, is gray in concrete structures, the modified sulfuric concrete.

Применение серы как связующего агента известно, с доисторических времен, однако разработки модифицированного серного бетона получили развитие лишь в последнее время. Развитию этого направления использования серы послужили не только ее избыток и низкие цены, но и характерные отличительные особенности серных бетонов от бетонов на портландцементе. Стойкие к коррозии серные бетоны обладают рядом преимуществ во многих случаях промышленного применения [1]. Серные бетоны представляют собой относительно новые материалы, в состав которых входят инертные заполнители и модифицированное серное вяжущее. Производство, применение и испытание, а также обращение с серными бетонами существенно отличаются от соответствующих условий для бетонов на портландцементе.

Производство серного бетона осуществляется путем горячего смешения инертных материалов при 135°-150 °С с расплавом жидкой модифицированной серы. Отсутствие необходимо-

сти применения воды для приготовления серного бетона является его преимуществом для засушливых и безводных районов.

Серные бетоны обладают рядом положительных свойств по сравнению с другими видами бетонов. Одно из них - это более высокая прочность при быстром ее наборе. Но при этом, серные бетоны, полученные путем горячего смешения инертных материалов с не модифицированной жидкой серой, в условиях циклического воздействия знакопеременных температур быстро разрушаются. Дело в том, что после смешения в горячем состоянии инертных материалов с не модифицированной (элементарной) жидкой серой и укладки такого серного бетона, жидкая сера при охлаждении сначала кристаллизуется в моноклинную S b при температуре от 119°С и ниже, уменьшаясь при этом в объеме до 7%. В процессе дальнейшего охлаждения ниже 95,5 °С сера S b переходит в орторомбическую серу S a, которая представляет собой устойчивую форму серы при температурах окружающей

среды. При переходе моноклинной серы в орторомбическую происходит ее дальнейшее уменьшение в объеме до 6 %.

Эти преобразования происходят быстро, а поскольку орторомбическая форма серы является более плотной, чем моноклинная и жидкая формы серы, то суммарное уменьшение серы в объеме за счет фазовых превращений достигает 13 %.

Поэтому в материале из серного бетона возникают, внутренние напряжения, так как усадка (изменение геометрических форм) самих конструкций из серного бетона почти не происходит, поскольку кристаллизация серы вследствие её охлаждения начинается от наружных поверхностей конструкций.

По этой причине материал изделий из серного бетона на основе, не модифицированной серы, находится в состоянии внутренней напряженности. И когда такой материал подвергается в атмосферных условиях воздействию знакопеременных температур, то это быстро приводит к его разрушению.

Необходимость модификации серы с целью устранения вышеуказанных трудностей, была впервые признана в начале 1920 годов, и для получения модифицированной серы было предложено достаточно большое количество химических добавок и способов ее получения [2-8], од-

нако используемые известные добавки отличались высокой себестоимостью, токсичностью, были довольно затратными и отличались длительным процессом получения на их основе модифицированной серы.

Предлагаемый принципиально новый физико-химический способ получения модифицированной серы отличается от известных: простотой процесса, значительным сокращением времени проведения реакций, низкой энергоемкостью и возможностью использования не дорогих, не токсичных, общедоступных химических добавок для создания конкурентноспособного материала для строительного производства.

Созданию новых видов композиционных материалов с использованием в качестве вяжущего расплава серы, способных длительное время эксплуатироваться в условиях воздействия промышленных, климатических и других видов агрессивных сред в последнее время уделяется большое внимание. Серные бетоны обладают целым рядом положительных свойств по сравнению с другими видами бетонов, в частности, более высокой прочностью при быстром её наборе, связанной только с периодом охлаждения смеси [9]. На рис. 1 приведена зависимость предела прочности на сжатие от времени выдержки для двух видов бетонов.

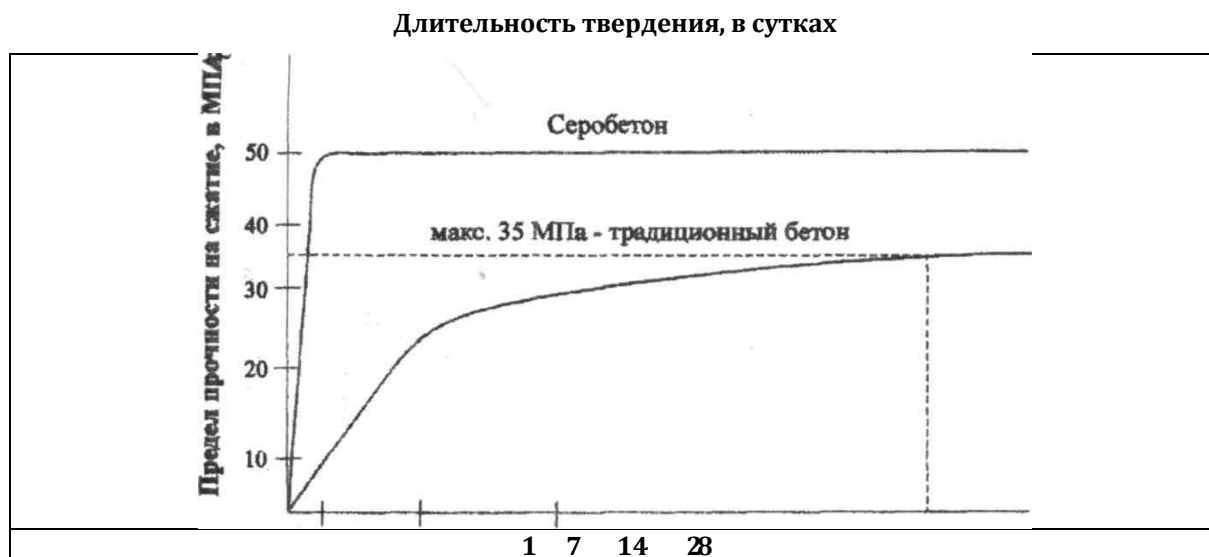
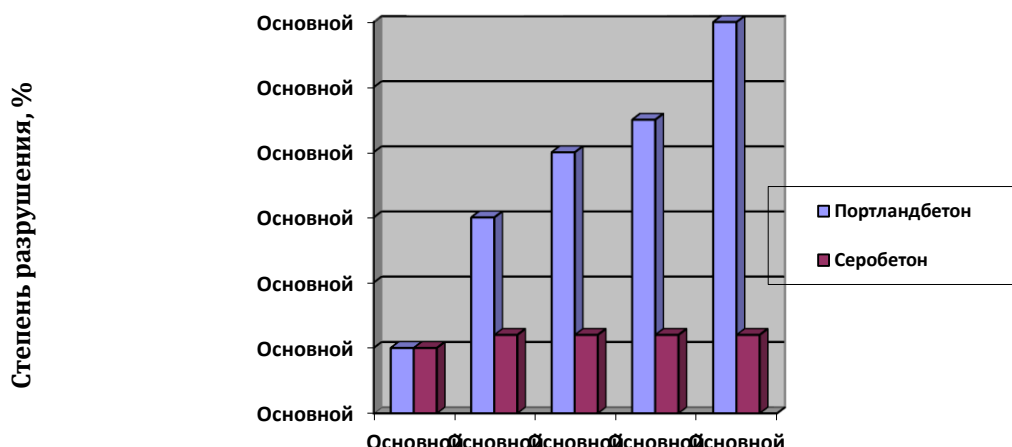


Рис. 1. Зависимость предела прочности на сжатие от времени выдержки для бетонов

Существенное отличие серного бетона от традиционного бетона проявляется при длительном воздействии агрессивных химических сред. Наибольшая разница в свойствах проявляется в кислых средах и растворах солей.

Оценить различие коррозионной стойкости материалов под воздействием различных агрессивных сред позволяет диаграмма (рис. 2) степени износа материала.



### Среда

Рис. 2. Степень разрушения материалов в различных средах

1 - нефтяные топлива, карбонаты, силикаты, фториды, эфирные масла, спирты, сода, соль, целлюлоза.

2 - минеральное масло, растительное масло, глюкоза, хлориды: магния, железа, меди, аммония, мочевины.

3 - фенолы, угольная кислота, дубильная кислота.

4 - кислые сульфаты и сульфаты K, Na, Ca, Mg, Cu, Al, Fe, Ni, Co.

5 - кислоты: серная, уксусная, соляная, азотная, сульфат и нитрат аммония.

Коррозионная стойкость серного бетона в агрессивных средах позволяет использовать его как заменитель традиционных кислотостойких металлических и органических материалов и изделий.

Поэтому серные бетоны могут с успехом конкурировать со специальными видами устойчивых к агрессивным средам бетонов, имеющих в своем составе дорогостоящие кремнийорганические и эпоксидные добавки.

Серный бетон и по другим основным свойствам превосходит портландбетон, он более влагостойкий, выдерживает большее количество переменных нагрузок, даёт значительно меньшую усадку при формовании и не изменяет своих размеров с течением времени.

Серный бетон, в отличие от портландбетона и полимербетонов практически не намокает, т.е. не впитывает влагу даже при очень длительных контактах с водными средами. Влияние факторов на разрушение бетонов представлено на рис. 3.

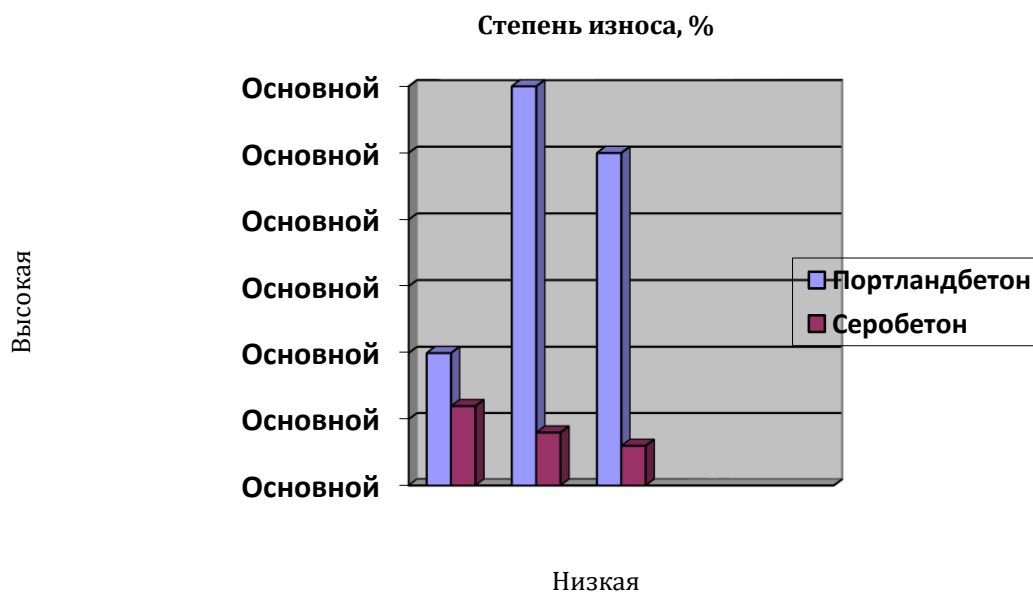


Рис. 3. Влияние факторов на разрушение бетонов

- 1 - поглощение влаги.
- 2 - усталость от циклических нагрузок.
- 3 - усадка.

Из рисунка 3 видно, что серный бетон более влагостойкий, выдерживает большое количество переменных нагрузок, дает значительно меньшую усадку при формировании, чем портландцемент и не изменяет своих размеров с течением времени.

Серный бетон обладает высокими адгезионными свойствами, что гарантирует хорошее сцепление с бетонными конструкциями на основе портландцемента, и позволяет использовать его как ремонтный состав для бетонных и железобетонных, в том числе несущих конструкций. Серные бетоны применяются в сельскохозяйственных, гидротехнических сооружениях, сооружениях для хранения или захоронения химических и радиоактивных отходов.

**Вывод.** Наиболее перспективны серные бетоны для устройства, либо изготовления элементов дорожных покрытий, тротуарных пли-

ток, торцовых плиток, бордюрных камней, дорожных ограждений, конструкций, подверженных солевой или кислотной агрессии (полы, сливные лотки, дренажные и коллекторные трубы, колодцы), фундаментов различных конструкций, очистных сооружений, железнодорожных шпал, футеровочных блоков, столбиков ограждений, стоек для винограда, пригрузов для газонефтепроводов и многих других сооружений и конструкций [10-13].

Трубы, изготовленные из серополимерного бетона, отторгают бактерии, плесень, грибки на их поверхности эти микроорганизмы не могут размножаться.

Трубы из серного бетона стойки к блокировке, засорению, отложению солей на внутренней поверхности, что является общей проблемой для стандартных бетонных армированных или металлических труб.

Использование модифицированной серы для строительства автомобильных дорог позволит сохранить запасы такого ценного сырья как нефть, улучшить качество дорожных покрытий.

#### Список литературы

1. Грунвальд В. Р. Технология газовой серы. М. Химия. 1992. 272с.
2. Патент США 4348313.
3. Патент Канада 4188230.
4. Патент США 4155771.
5. Патент США 4290876.
6. Патент Великобритании 1465058.
7. Патент Японии 5329172.
8. Салливан Т. А. Разработка серных бетонов. Перевод № С-15408 от 01.05.1989г
9. Страхова Н. А., Розенталь Д. А., Кортюченко Л. П. Серное вяжущее для бетонов. Газовая промышленность. М. № 4. 2001. С. 61.
10. Середин Б. Н., Утегенов Б. Б., Страхова Н. А. Разработка состава тяжелого бетона с использованием местного минерального заполнителя. Промышленное и гражданское строительство. М. № 6. 2014. С. 17-19
11. Середин Б. Н., Страхова Н. А. Интенсификация технологических процессов в производстве бетонов. Научный потенциал регионов на службу модернизации / Межвузовский сборник научных статей. Т.2. № 3 (6) 2013. С. 15-17
12. Страхова Н. А., Зубихина В. А., Бахарева Т. Н., Кортюченко Л. П. Сера в дорожных покрытиях. Автомобильные дороги. М. № 9. 2000. С.35.
13. Ануфриев Д. П., Купчикова Н. В., Страхова Н. А. и др. Новые строительные материалы и изделия. Региональные особенности производства. Монография. Научное издание. АСВ. М. 2014. 208 с.

© Страхова Н. А., Утегенов Б. Б., Кокарев А. М., Позднякова В. А., Кортюченко Л. П., Середин Б. Н., Белова Н. А.

#### Ссылка для цитирования:

Страхова Н. А., Утегенов Б. Б., Кокарев А. М., Позднякова В. А., Кортюченко Л. П., Середин Б. Н., Белова Н. А. Композиционный строительный материал повышенной прочности // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2019. № 1 (27). С. 37-40.

УДК 624.1

## ТЕХНОЛОГИИ УСТРОЙСТВА КОНЦЕВЫХ УШИРЕНИЙ НАБИВНЫХ И ГОТОВЫХ СВАЙ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ФОРМООБРАЗОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ФУНДАМЕНТА

**В. С. Фёдоров \*, Н. В. Купчикова \*\***

*\*Российский университет транспорта (МИИТ) (г. Москва)*

*\*\*Астраханский государственный архитектурно-строительный университет (г. Астрахань)*

В статье представлены этапы развития технологии устройства свай с уширениями как в отечественном, так и зарубежном опыте возведения зданий и сооружений. Рассмотрена эффективность технологий устройства буронабивных свай с уширениями, образованными механическим разбуриванием и микросвай с уширением из втрамбованного щебня. Сформулированы основные аспекты теории формообразования концевых уширений свай, полученных в результате различных техноло-