

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНСТИТУТ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ВИЛЬНЮССКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО  
УНИВЕРСИТЕТА им. ГЕДЕМИНАСА  
БЕЛОЦЕРКОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (УКРАИНА)  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ г. ЛЕЙРИИ (ПОРТУГАЛИЯ)  
АРИЭЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (ИЗРАИЛЬ)  
ПЕРМСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ (РОССИЯ)  
ПЕТРОЗАВОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (РОССИЯ)

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС:  
ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ**

Электронный сборник статей  
международной научной конференции,  
посвященной 50-летию Полоцкого государственного университета

(Новополоцк, 5-6 апреля 2018 г.)

Под редакцией  
канд. техн. наук, доцента А. А. Бакатовича;  
канд. техн. наук, доцента Л. М. Парфеновой

Новополоцк  
Полоцкий государственный университет  
2018

*Редакционная коллегия:*

А. А. Бакатович (председатель), Л. М. Парфенова (зам. председателя),  
А. С. Катульская (отв. секретарь), Е. Д. Лазовский,  
Т. И. Королева, В. Е. Овсейчик

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС: ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ** [Электронный ресурс] : электронный сборник статей международной научной конференции, посвященной 50-летию Полоцкого государственного университета, Новополоцк, 5–6 апр. 2018 г. / Полоцкий государственный университет ; под ред. А. А. Бакатовича, Л. М. Парфеновой. – Новополоцк, 2018. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

Рассмотрены вопросы архитектуры и градостроительства в современных условиях, прогрессивные методы проведения инженерных изысканий и расчета строительных конструкций. Приведены результаты исследований ресурсо- и энергосберегающих строительных материалов и технологий, энергоресурсосберегающие и природоохранные инновационные решения в инженерных системах зданий и сооружений. Рассмотрены организационные аспекты строительства и управления недвижимостью, проблемы высшего архитектурного и строительного образования.

Для научных и инженерно-технических работников исследовательских, проектных и производственных организаций, а также преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов строительных специальностей учреждений образования.

*Сборник включен в Государственный регистр информационного ресурса. Регистрационное свидетельство № 3671815379 от 26.04.2018.*

Компьютерный дизайн К. В. Чулковой, В. А. Крупенина.

Технический редактор О. П. Михайлова.

Компьютерная верстка Т. А. Дарьяновой.

211440, ул. Блохина, 29, г. Новополоцк, Беларусь  
тел. 8 (0214) 53 53 92, e-mail: a.bakatovich@psu.by; l.parfenova@psu.by

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СЕРОБЕТОНА В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

*И.В. Лазовская*

Полоцкий государственный университет, Беларусь

email: i.lazouskaya@psu.by

*Приводятся аналитические предпосылки перспективности применения строительных материалов на основе серного вяжущего в строительной отрасли Республики Беларусь. Представлены характеристики, положительные и отрицательные свойства, а также возможные области для применения серобетонов и других материалов на основе серного вяжущего в строительстве.*

*Ключевые слова: серобетон серное вяжущее, бетон, побочные продукты нефтепереработки*

## PERSPECTIVE AREAS FOR THE USE OF SULFUR CONCRETE IN THE BUILDING INDUSTRY OF THE REPUBLIC OF BELARUS

*I. Lazouskaya*

Polotsk State University, Belarus

email: i.lazouskaya@psu.by

*This article presents analytical prerequisites for the prospects of using new building materials based on sulfur binder in the construction industry of the Republic of Belarus. The characteristics, positive and negative properties, as well as possible areas for the application of sulfur-concrete and other materials based on sulfur binder in construction are presented.*

*Keywords: sulfur concrete, sulfuric binder, concrete, by-products of oil refining.*

Одной из актуальных задач стройиндустрии Республики Беларусь является совершенствование существующих и разработка новых строительных материалов и изделий. Одним из требований, предъявляемым к строительным материалам, является устойчивость по отношению к значительному спектру различного вида агрессивных воздействий в течении длительного периода времени без потери технических характеристик. Одним из путей решения данной задачи может быть создание новых материалов, которые будут превосходить по многим характеристикам и свойствам известные. Отрасли нужны новые материалы и изделия из них, которые возможно использовать при строительстве объектов при наличии жестких агрессивных условий в тех областях строительства, где использование традиционных материалов и изделий при длительной эксплуатации требует дорогостоящих и регулярных восстановительных ремонтных работ.

Однако, кроме разработки новых материалов для промышленного и гражданского строительства Республики Беларусь, в стране обозначена твердая тенденция к охране окружающей среды и рациональному использованию отходов промышленного производства. Использование побочных продуктов нефтепереработки в качестве сырья для строительной отрасли является возможной и приоритетной задачей не только с научно-технической, но и с экологической точек зрения.

В качестве одного из наиболее перспективных направлений в разработке новых строительных материалов можно отметить использование в качестве вяжущего компонента серы как побочного продукта переработки нефти и газа [1–3].

Сера как химическое вещество не является токсичным, однако избыток ее производства как побочного продукта нефтепереработки ведет к увеличению складских запасов. Длительное хранение существенных объемов серы нежелательно, так как сопровождается снижением качественных ее характеристик как продукта, а также увеличением экологического риска для окружающей среды (ввиду чего надо написать). Сера является обязательным побочным продуктом нефтепереработки, и ее количество будет возрастать по мере увеличения объемов и повышения глубины переработки нефти. В таких условиях актуальной задачей является расширение областей использования серы в наукоёмких технологиях.

В Беларуси, в том числе в нашем регионе (Витебская обл., Новополоцк) на промышленном нефтеперерабатывающем предприятии ОАО «Нафтан» в ближайшее время также прогнозируется избыток серы. Это связано с углублением переработки нефти, а также с увеличением объемов производства кокса. Такая ситуация приведет к тому, что вырастут объемы сероводорода, переработка которого на строящейся установке замедленного коксования позволит утилизировать сероводород по методу «Клауса» и получить новый вид продукции - элементарную серу. В год планируется выпускать более 68,7 тыс. т твердой серы. Предполагаемый выпускаемый объем серы определяет необходимость поиска новых направлений её использования, среди которых разработка новых строительных материалов на основе серного вяжущего.

Одним из композиционных материалов, в состав которого входит серное вяжущее, инертные наполнители и заполнители является серобетон. В серобетоне в сравнении с традиционными тяжелыми бетонами спектр применения инертных наполнителей и заполнителей довольно широк. В роли крупного заполнителя зачастую выступает искусственный или природный щебень пористой или плотной структуры. Максимальная величина зерен зачастую не превышает 40 мм. В роли инертных наполнителей, служащих структурообразователями, чаще всего выступают тонкодисперсные материалы с величиной зерен менее 0,15 мм. Вяжущим в материале может выступать не только техническая либо элементарная сера, но и серосодержащие отходы различных промышленных производств. Композиционные материалы на основе серного вяжущего, в зависимости от сочетания инертных заполнителей по размерам фракции, могут быть изготовлены в виде бетонов, растворов или мастик.

Так как основным отличием серобетона от традиционного бетона на основе портландцемента является наличие серы в составе, то считаем необходимым упомянуть об ее свойствах. Сера является одним из самых распространенных неметаллов в природе. Как химический элемент, сера способна соединяться практически со всеми другими химическими элементами. Сера и ее соединения могут встречаться в природе во всех агрегатных состояниях вещества (твердом, жидком и газообразном). В настоящее время выделено более тридцати аллотропов серы, большинство из них недостаточно изучены, и пока еще отсутствует их единая классификация. Из полиморфных аллотропов, содержащих от десятков до сотен тысяч атомов в молекуле, наиболее изучены около десяти, в том числе: ромбической (плотностью 2,07 г/см<sup>3</sup>), моноклинной (плотностью 1,97 г/см<sup>3</sup>) и пластической. В твердой фазе сера является хрупким материалом, в результате чего затвердевший состав серобетона не покажет достаточной прочности. Поэтому для получения качественных, существенно повышающих механические свойства материалов и изделий на основе серного вяжущего, используют модификаторы. В зависимости от эксплуатационных требований и технологии производства серобетона модификацию серы

проводят специальными химическими присадками, которые вводят в момент расплава серы, тем самым регулируя свойства не только жидкой смеси, но и твердого материала.

Технологической особенностью производства серобетонов, является метод их получения по, так именуемой, «горячей» технологии. При этом, в процессе производства бетона все компоненты смеси нагреваются до 150°C. При таком режиме сера переходит в жидкое состояние (температура плавления 120°C). Расплав серы в растворе выполняет все функции вяжущего, определяющего главные технологические параметры композиций (удобоукладываемость, подвижность). Жизнеспособность смесей в горячем состоянии практически не ограничена [4, 5].

В настоящее время в Беларуси сложилась достаточно благоприятная ситуация на рынке строительных материалов для внедрения изделий на основе серного вяжущего, а дисбаланс производства и потребности цемента позволит серному бетону успешно конкурировать не только с полимербетонами, но и с бетонами на портландцементе. Использование серы в стройиндустрии Беларуси может являться экономически выгодным направлением. Перспективность и выгода производства указанных материалов полностью обоснованно комплексом их положительных свойств в сравнении с бетонами на портландцементе.

Исходя из таких преимуществ как высокая прочность, которую обеспечивает готовым изделиям серобетон, короткий срок набора марочной прочности и возможность повторной переработки, по отношению к цементному аналогу, можно выделить сферы его использования: сборные бетонные конструкции (фундаментные плиты, бордюры, плиты для покрытия полов и дорог, сборные элементы для канализаций и портовых сооружений, ж/д и трамвайные шпалы, столбы ЛЭП и т.д.). Высокая устойчивость к воздействию кислот, солей, прочих химических элементов и соединений, а также устойчивость к истиранию и коррозии, позволяет использовать серобетон для строительства дорог (аэропорты, дороги в районах с низкими температурами), бетонных полов (химические заводы, пищевые производства), инженерных сооружений (элементы коллекторов, трубы, элементы смотровых колодцев, элементы очистных сооружений и др.).

Стоит отметить, что бетоны на основе серного вяжущего, в сочетании с высокими эксплуатационными характеристиками, многообразием цветовых решений, высоким качеством лицевой поверхности и широким диапазоном фактуры, отвечают высоким эстетическим требованиям и могут применяться для декоративного оформления. Составы обладают художественной выразительностью и возможностями для воплощения авторских замыслов в образно-художественных решениях путем передачи природной красоты структуры материала. Материал может применяться для оформления декоративных элементов фасадов зданий, архитектурно-лепного декора, художественного литья, элементов благоустройства, декоративных ограждений, элементов фонтанных композиций, реставрационных работ и ряда других направлений.

Потребителями серобетона могут быть организации, осуществляющие работы по дорожному строительству, благоустройству, индивидуальному строительству, гидроизоляции, кровельным покрытиям, химической (кислотной) защите, подземным сооружениям, фундаментам.

В выгодном положении находятся области Республики Беларусь, в которых расположены нефтеперерабатывающие производства, где сера получается в качестве побочного продукта, а, следовательно, актуальным является создание сопутствующих производств по получению новых материалов, изделий и конструкций на основе серного вяжущего. Это поможет решить не только вопрос улучшения экологической обстановки, но и позволит использовать в стройиндустрии Беларуси новые долговечные, высокопрочные материалы и изделия на их основе.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Анисимов, А. Серобетон / А. Анисимов // Строительная газета. – 1995. – № 34. – С. 4.
2. Боженков, П.И. Использование отходов промышленности в строительстве // Материалы к семинару, Ленинград, 17–19 сент. 1978 / ЛИСИ ; под ред. П.И. Боженкова. – Л., 1978, – 104 с.
3. Возможности применения серы при производстве новых строительных материалов и изделий : науч.-техн. докл. / Л.М. Вользон [и др.]. – М., 1999. – 74 с.
4. Орловский, Ю.И. Бетоны и изделия на основе серосодержащих отходов / Ю.И. Орловский // Бетон и железобетон. – 1990. – № 1. – С. 24–26.
5. Орловский, Ю.И. Бетон и изделия на основе серосодержащих отходов / Ю.И. Орловский, А.С. Семченков, В.И. Хоржевский // Бетон и железобетон. – 1995. – № 3. – С. 21–24.