

Интернет-журнал «Наукovedение» ISSN 2223-5167 <http://naukovedenie.ru/>

Том 7, №5 (2015) <http://naukovedenie.ru/index.php?p=vol7-5>

URL статьи: <http://naukovedenie.ru/PDF/77TVN515.pdf>

DOI: 10.15862/77TVN515 (<http://dx.doi.org/10.15862/77TVN515>)

**УДК 62.4**

**Кожевникова Юлия Геннадьевна**

ГАОУ АО ВПО АИСИ «Астраханский инженерно-строительный институт»

Россия, Астрахань<sup>1</sup>

Доцент кафедры «Архитектуры и градостроительства»

Кандидат технических наук

E-mail: [kojevnikova.1962@mail.ru](mailto:kojevnikova.1962@mail.ru)

**Плотникова Дарья Алексеевна**

ГАОУ АО ВПО АИСИ «Астраханский инженерно-строительный институт»

Строительный факультет

Россия, Астрахань

Бакалавр по специальности «Промышленное и гражданское строительство», 4 курс

E-mail: [plotnikova\\_daria@list.ru](mailto:plotnikova_daria@list.ru)

**Башмачников Владимир Дмитриевич**

ФГБОУ ВПО АГТУ «Астраханский государственный технический университет»

Строительный факультет

Россия, Астрахань

Магистратура по специальности «Промышленное и гражданское строительство», 1 курс

E-mail: [molotok@astrakhan.ru](mailto:molotok@astrakhan.ru)

**Разработка состава строительного раствора,  
модифицированного введением минеральной добавки  
из местных материалов – опок каменноярского  
месторождения черныярского района  
астраханской области**

---

<sup>1</sup> 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, дом 18

**Аннотация.** Авторами представлен новый безщелочной раствор в котором в качестве добавки используется природный алюмосиликат - опоки Каменоярского месторождения Черноярского района Астраханской области. В среднем по месторождению, изученные породы представляют собой довольно плотную алюмосиликатную, цеолитсодержащую породу светло-серого и темно-серого цвета от алевритовой до мелкосаммитовой размерности. Опоки Астраханской области - это материал многоцелевого использования. Естественно, на первом месте стоит задача их использования в качестве сорбентов - или в неизмельченном, натуральном, просто раздробленном виде. Опока относится к особой группе сорбентов природных алюмосиликатов – опока, морденин, крымский кил, диатомиты (например, уренгойский диатомит). Таких материалов много и в России, и за её пределами, они нашли широкое применение в химической и нефтегазоперерабатывающей промышленности, а также для улавливания ионов тяжелых элементов и радионуклидов. Эффективность их использования зависит от условий сорбции, степени дисперсности сорбентов, но в ряде случаев, например, при использовании опок Астраханской области, эффективность очистки составляет 80-95%. Установлено, что для получения качественных изделий с требуемыми физико-техническими показателями степень измельчения сырья должна осуществляться до фракций от 0–0,5 до 0–2,5 мм. С увеличением степени измельчения возрастает прочность и плотность изделий. При этом крупные частицы заключены в оболочку более мелких, содержание которых должно быть достаточным для получения плотной упаковки. Исследования подтвердили, что включение тонкоизмельченных опок увеличивает плотность материала и прочностные характеристики, а, природный состав опок может служить элементом восполнения утрат минеральных оснований (природный камень, искусственный камень, кирпич, бетон).

**Ключевые слова:** безщелочной раствор; опоки Каменоярского месторождения Черноярского района Астраханской области; алюмосиликаты; диэлектрики; импортозамещение.

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Кожевникова Ю.Г., Плотникова Д.А., Башмачников В.Д. Разработка состава строительного раствора, модифицированного введением минеральной добавки из местных материалов – опок каменоярского месторождения черноярского района астраханской области // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 7, №5 (2015) <http://naukovedenie.ru/PDF/77TVN515.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/77TVN515

Практически все классические строительные – как естественные, так и искусственные имеют неоднородный состав. Разрушение материалов происходит также неравномерно, соотносительно с характером строения.

Равновесие, сложившееся между геологической средой и инженерными сооружениями в течение столетий, в настоящее время сильно нарушено. Процессы освоения территорий, в том числе подземных, осложнены проблемами подтопления грунтовыми, сильно минерализованными водами, а увеличение минерализации приводит, в свою очередь к повышению агрессивности составов по отношению к подземным частям сооружений. Колебания уровня грунтовых вод, при их профиците, влияет на снижение карбонатной жёсткости и росту процессов выщелачивания извести в каменных и бетонных конструкциях. При длительном отсутствии атмосферных осадков и в связи с обильным испарением увеличивается минерализация воды в верхних слоях грунта, т.е. в зоне подземных частей сооружений. Повышение содержания солей, способных кристаллизоваться при взаимодействии с цементом или при испарении влаги, вызывает иной вид разрушения – кристаллизационный. Именно процессы кристаллизации солей разрушают конструкцию наиболее интенсивно.

Следует учитывать, что увеличению сопротивляемости строительных материалов воздействию агрессивных сред служат такие факторы как диаметр капилляров, механический состав и состав поглощенных оснований. Следовательно, материалы с неравномерным грубым механическим составом будут оказывать меньшее сопротивление, чем материалы, с тонкодисперсной структурой.

На сегодняшний день строительный рынок изобилует различными добавками для получения бетонных композитов с направленными эксплуатационными характеристиками. Проблема заключается в том, что эти составы, как правило, импортного производства, состав добавки является собственностью производителя и, зачастую засекречен. Применение импортного сырья в отечественных технологиях не всегда оправдано, т.к. до конца не выясненный состав может проявиться как антагонист при пролонгированном использовании.

Изучая ресурсные возможности региона, авторы обратили внимание на недостаточно задействованную местную сырьевую базу. На территории Астраханской области расположено месторождение опок, которое как по ресурсному потенциалу, так и по качеству добываемого открытым способом сырья относится к числу уникальных. Разведенные запасы месторождения составляют около 70 млн т., прогнозируемые оцениваются в 200 млн т.

Опоки Каменноярского месторождения пока не нашли применения в качестве строительного материала, хотя известны отечественные разработки составов и технологии производства стеновой керамики из опоквидного сырья. Опоки применяются в составе тампонажных растворов, а также как эффективный компонент для получения жидкого стекла-метасиликата натрия.

Учитывая сырьевые возможности региона, авторами разработан и экспериментально апробирован новый композитный безщелочный состав для укрепления, реставрации, восполнения утрат минеральных оснований (натуральный и искусственный камень, кирпич, бетон) с использованием в качестве добавки местного минерального сырья – опоки Каменноярского месторождения Черноярского района Астраханской области.

Опоки – экологические безопасные материалы, природные алюмосиликаты, обладают уникальным набором свойств, которые при детальном исследовании позволят решить различные проблемы, возникающие в процессе эксплуатации строительных объектов. Молекулярное отношение  $\text{SiO}_2: \text{R}_2\text{O}_3$  (полуторные оксиды), для опок Каменноярских больше

четырёх и изменяется в пределах от 5,8 до 10 [8, 9, 10]. Подобное молекулярное отношение характерно для глин и опок монтмориллонитового состава [1, 2, 3, 4].

Качество материала соответствует требованиям нормативных документов СаНПиН 2.1.4.2652-10, СаНПиН 2.1.4.1074-01, ТУ 2164-001-51652069-2001 и подтверждено сертификатом соответствия № РОСС RU.АИ01.Н00158.

Опоки являются нейтрализаторами солей тяжелых металлов и их радионуклидов, широко применяются в качестве сорбентов для очистки воды. В процессе изучения свойств материала теоретическими и эмпирическими методами определялась диффузия солей щелочных и щелочно-земельных элементов на определенное расстояние  $\Delta$  в образцах, подготовленных на основании стандартных компонентов бетонных смесей и образцах, содержащих в своем составе природные материалы – опоки Каменнорского месторождения Черноярского района Астраханской области.

Для оптимизации процесса расчета диффузии в разнотипных материалах и основываясь на проведенных эмпирических исследованиях, разработан программный комплекс "Программный комплекс моделирования диффузионных процессов "Diffuzion". Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2012617861 от 30.08.2012 г.

Второй блок программного комплекса моделирует процессы диффузии на алюмосиликатах и различных образцах материалов. Он позволяет выполнять математические расчёты, построение гистограмм образования (разрушения) устойчивых соединений (кластеров) с ионами щелочных и щелочноземельных элементов и расчетом коэффициента диффузии.

Теоретические расчеты и экспериментальные наблюдения показали хорошую сходимость и представлены в таблицах №1 и №2.

**Таблица 1**

**«Проектируемый состав с добавлением местных материалов – опок Каменнорского месторождения Черноярского района Астраханской области»**

Ион	Р относительный поляризационный потенциал	D1, (кв.м/с) коэффициент диффузии при температуре 278 К	D2, (кв.м/с) коэффициент диффузии при температуре 278 К	Энергия образования связей, рассчитанная квантово-химическим методом Н расч, (кДж/моль)	Энергия образования связей, рассчитанная согласно экспериментальным данным Н эксп, (кДж/моль)	Относительная погрешность
Li	1,7726704	2,536783358	3,96372399	16,1	13,214040291	17,925215579
Na	1,2661931	9,909309994	1,42694063	13,1	10,796657054	17,582770573
K	0,7597158	1,585489599	6,34195839	48,5	41,046558227	15,367921180
Rb	0,5064772	1,585489599	6,34195839	47,8	41,046558227	14,128539273
Cs	0,5064772	1,585489599	6,34195839	45,65	41,046558227	10,084209797
Be	7,0906816	3,567351598	1,42694063	40,35	41,046558227	1,7262905259
Mg	6,0777271	7,768899036	1,58548959	20,1	21,121457700	5,0818791081
Ca	5,0647726	8,918378995	1,58548959	18,5	17,035860880	7,9142655100
Sr	5,0647726	1,014713343	1,58548959	16,25	13,214040291	18,682828973
Ba	4,5582953	5,70776255	8,91837899	11,75	13,214040291	12,459917376

**Таблица 2**

**«Классический бетон»**

Ион	Р относительный поляризационный потенциал	D1, (кв.м/с) коэффициент диффузии при температуре 278 К	D2, (кв.м/с) коэффициент диффузии при температуре 278 К	Энергия образования связей, рассчитанная квантово-химическим методом H расч, (кДж/моль)	Энергия образования связей, рассчитанная согласно экспериментальным данным H эксп, (кДж/моль)	Относительная погрешность
Li	1,7726704	9,90930999	1,42694063	13,9	10,796657054	22,32620823
Na	1,2661931	4,05885337	6,34195839	12,85	13,214040291	2,832998379
K	0,7597158	1,58548959	6,34195839	39,5	41,046558227	3,915337284
Rb	0,5064772	1,58548959	6,34195839	39,2	41,046558227	4,710607722
Cs	0,5064772	1,58548959	6,34195839	38,85	41,046558227	5,653946530
Be	7,0906816	3,56735159	9,90930999	35,5	30,249901172	14,78901078
Mg	6,0777271	1,42634063	2,53678335	20,25	17,035860880	15,87229194
Ca	5,0647726	1,42634063	2,53678335	18,85	17,035860880	9,624080208
Sr	5,0647726	6,34195839	1,42694063	28,85	24,010697346	16,77401266
Ba	4,5582953	6,34195839	1,42694063	22,75	24,010697346	5,541526798

Применение опоки в качестве специальной поглощающей добавки позволяет предположить наличие защитных, противокоррозионных свойств проектируемого композита.

В процессе изучения физико-технических свойств были подготовлены опытные образцы для определения проводимости. Проверка сопротивления производилась с использованием Digital Multimeter. Подготовленные в лабораторных условиях пластины из проектируемых составов толщиной 10 мм, препятствуют утечке электрического тока токопроводящими частями не только в абсолютно сухом, но и в водонасыщенном состоянии, следовательно, материал является диэлектриком.

Данное преимущество позволяет решить проблему блуждающих токов, которые разрушают строительные конструкции [4, 6, 7].

С целью изучения свойств модифицированного раствора были созданы стандартные образцы с размерами ребра 10 см. В качестве вяжущего был использован цемент марки 500-Д20-ПЛ в соответствии с требованиями ГОСТ 30515-97 «Цементы. Технические условия», ГОСТ 10178-85 «Портландцемент. Технические условия», опоки Каменоярского месторождения Черноярского района Астраханской области, с объемным весом 1,56 – 1,63 г/см<sup>3</sup>, песок строительный с модулем крупности 1,25. [1, 2]

В ходе лабораторных испытаний были получены оптимальные процентные соотношения компонентов раствора.

Подбор рецептуры для создания раствора осуществлялся при соотношении компонентов цемент : песок : опока – 1:1,5:0,2; В/Ц=0,5 на партию образцов. Результат представлен в таблице №3.

Параллельно проводились испытания безщебёночных растворов без добавления минеральной добавки на идентичных материалах.

Таблица 3

**«Соотношение компонентов строительного раствора»**

Наименование компонента	Количество компонента, г
Цемент	3100
Опока тонкоизмельченная	620
Песок	4650
Вода (питьевая)	1550

Подвижность растворных смесей характеризуется глубиной погружения металлического конуса (массой 300 г) стандартного прибора. Для испытаний использовали стандартный конус КА (конус Абрамса). Результаты испытаний по трем замесам на тестируемом составе представлены в таблице №4, подвижность соответствует параметрам растворов для заполнения швов между панелями (4-6 см).

Таблица 4

**«Характеристика подвижности строительного раствора»**

№ п/п	Подвижность конуса, см
1	5,9
2	5,8
3	6,0

Для определения прочностных характеристик специально подготовленную в лабораторных условиях, смесь укладывали в формы, уплотняя ее вибрированием. Формы заполнялись при температуре окружающей среды  $t=20\pm 2^{\circ}\text{C}$ . По истечении 28 суток (срока набора конечной прочности), проводились испытания прочности образцов-кубов на сжатие в соответствии с ГОСТ 10180-90 «Бетоны. Методы испытания по контрольным образцам» на гидравлическом прессе П-50.

Результаты испытаний серий образцов безщебёночной смеси с введением минеральной добавки (в числителе) и без добавки (в знаменателе) представлены в таблице №5.

Таблица 5

**«Результаты испытаний на воздействие разрушающей нагрузки»**

№ п/п	Стадия твердения, сут.	Разрушающая нагрузка, кН	Масса образцов, г
1	28	<u>218</u>	<u>2040</u>
		206	1930
2	28	<u>215</u>	<u>1980</u>
		198	1910
3	28	<u>213</u>	<u>2010</u>
		209	1946

Картина разрушения соответствует разрушению бетонных кубов-образцов.

**Вывод:** Из экспериментально полученных данных следует: введение тонкомолотой опоки позволяет улучшить поглощающие и отражающие свойства модифицированного композита, повышает массу безщебёночного состава в среднем на 4% по сравнению с

соответствующими показателями образцов без добавок. Для испытанного состава плотность изменилась в среднем на 3,5%. Прочность бетона увеличивается соотносительно изменению плотности в среднем на 5%. Исследования подтверждают возможность использования в качестве добавки в бетон алюмосиликатов – опок.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Сизова Н.Д., Михеев И.А. Алгоритм решения задачи проектирования состава бетона методом математического планирования эксперимента // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2010. №44. С. 8-10.
2. Ушеров-Маршак А.В., Бабаевская Т.В. Методологические аспекты современной технологии бетона // Бетон и железобетон. 2002. №1. С. 5-7.
3. Алыков Н.М. Опоки Астраханской области / [Текст]: монография / Алыков Н.М., Алыков Н.Н., Алыкова Т.В., Садомцев К.Ю., Воронин Н.И., Кляев В.И.; под ред. Алыкова Н.М. Астрахань : Издательский дом «Астраханский университет», 2005. С. 139.
4. "Программный комплекс моделирования диффузионных процессов "Diffuzion". Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2012617861 от 30.08.2012 г.
5. Кожевникова Ю.Г., Инженерно-геологические особенности диффузии растворов солей в грунтах / [Текст] Ю.Г. Кожевникова, Н.М. Алыков, Т.В. Алыкова // Геология, география и глобальная энергия – 2011 - №4. - С. 75-84.
6. Алыков Н.М., Алыкова Т.В. Аналитическая химия объектов окружающей среды. Астрахань. Изд-во Астраханский гос. Университет, 2002. – 196 с.
7. Кожевникова, Ю.Г. Математическое моделирование энергетических характеристик формирования соединений ионов металлов с геологическими породами и материалами строительных конструкций / Н.М. Алыков, Ю.Г. Кожевникова, VII Международная научная конференция «Новейшие достижения Европейской науки» (Прага, 27 октября-05 ноября 2011) Материалы конференции с. 27-30.
8. Кожевникова, Ю.Г. Создание барьерного слоя в грунтах, а также в существующих и вновь возводимых строительных конструкциях / Ю.Г. Кожевникова, VI Международная научно-практическая конференция «Фундаментальные и прикладные проблемы получения новых материалов: исследования, инновации и технологии» (Астрахань 24-26 апреля 2012 г.) Материалы конференции. Астрахань: Изд. дом «Астраханский университет» апрель 2012. с. 86-88.
9. Алыкова, Т.В. Очистка воды и атмосферного воздуха сорбентом СВ-100[Текст] / Т.В. Алыкова, С.Н. Фидурова, И.В. Шатохина // Экологические системы и приборы. - 2005. - №8. - С. 12-16.
10. Алыков, Н.М. Опоки Астраханской области [Текст]: монография / Н.М. Алыков, Н.Н. Алыков, Т.В. Алыкова, К.Ю. Садомцев, Н.И. Воронин, В.И. Кляев; под ред. Н.М. Алыкова. - Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2005. - 139 с.
11. Алыкова, Т.В. Моделирование механизмов адсорбции ряда органических веществ на алюмосиликатах[Текст] / Т.В. Алыкова, Н.М. Алыков, Н.Н. Алыков, Н.И. Воронин, К.П. Пашенко // Изв. Вузов. Химия и хим. технология. - 2003. - №6. - С. 31-34. - 140 с.

**Рецензент:** Кокарев Александр Михайлович, почетный строитель России, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Промышленное и гражданское строительство».



**Kozhevnikova Julija Gennad'evna**  
«Astrakhan Institute of Civil Engineering»  
Russia, Astrakhan  
E-mail: [kojevnikova.1962@mail.ru](mailto:kojevnikova.1962@mail.ru)

**Plotnikova Daria Alekseevna**  
«Astrakhan Institute of Civil Engineering»  
Russia, Astrakhan  
E-mail: [plotnikova\\_daria@list.ru](mailto:plotnikova_daria@list.ru)

**Bashmachnikov Vladimir Dmitrievich**  
«Astrakhan State Technical University»  
Russia, Astrakhan  
E-mail: [molotok@astrakhan.ru](mailto:molotok@astrakhan.ru)

## **Development of the composition of the mortar modified by the introduction of mineral supplements from local materials - flasks kamennyarskogo field chernojarsky region astrakhan region**

**Abstract.** The authors present a new bezschebënochny solution which is used as an additive in natural aluminum silicate - deposits flask Kamennyarskogo Chernojarsky region Astrakhan region. On average in the field, the studied rocks are quite dense aluminum silicate, zeolite-containing rocks, light gray and dark gray color of the silt to melkosammitovoy dimension. Flasks Astrakhan region - a multi-use material. Naturally, the first place is the problem of their use in kachestve sorbents - or unground, natural, just as razdroblennom. Flask is a special group of natural aluminosilicate sorbents - flasks mordenin, Crimean keel, diatomite (such as diatomaceous earth Urengoy). There are many materials in Russia and abroad, they are widely used in the chemical and oil and gas industries as well as to capture ions of heavy elements and radionuclides. Their effectiveness depends on the conditions of use of sorption, dispersion degree sorbents, but in some cases, for example, using flasks Astrakhan area, the cleaning efficiency is 80-95%. It was found that to obtain high-quality products with the desired physical and technical characteristics fineness of raw materials should be carried out before the fractions from 0-0.5 to 0-2.5 mm. With increasing degree of grinding increases the strength and density of the products. Thus larger particles encased smaller, the content of which should be sufficient to produce a dense packing. Studies have confirmed that the inclusion of fine flasks increases the density of the material and strength characteristics as well, the natural composition of flasks may serve as a member to fill the losses of mineral bases (natural stone, artificial stone, brick, concrete).

**Keywords:** bezschebënochny solution; flask Kamennyarskogo field Chernojarsky region Astrakhan region; aluminosilicates; dielectrics; import substitution.

## REFERENCES

1. Sizov N.D., Mikheev I.A., The algorithm for solving the problem of design of concrete method of mathematical planning of experiment // Eastern European Journal of advanced technologies. 2010. №44. S. 8-10.
2. Usher-Marshak A.V., Babaevskaya T.V. Methodological aspects of modern technology // concrete Concrete and reinforced concrete. 2002. №1. S.5-7.
3. Alykov N.M., Flasks Astrakhan Region / [text]: monograph / Alykov N.M., Alykov N.N., Alykova T.V., K.Y. Sadomtsev, Voronin N.I., Klyaev V.I.; Ed. Alykova N.M. Astrakhan: The publishing house "Astrakhan University", 2005. p. 139.
4. Kozhevnikova Yu.G., Engineering and geological features of diffusion of solutions of salts in the soil / [text] Y.G. Kozhevnikova, N.M. Alykov, T.V. Alykova // Geology, Geography and Global Energy – 2011 - №4. - S. 75-84.
5. Alykov N.M., Alykova T.V. Analytical chemistry of environmental objects. Astrahan. Izd of Astrakhan State. University, 2002. - 196 s.
6. Kozhevnikova Yu.G. Mathematical modeling of the energy characteristics of the formation of compounds of metal ions with the geological rocks and materials of constructions / N.M. Alykov, J.G. Kozhevnikova, VII International scientific conference "The latest achievements of European science" (Prague, 27 October-5 November 2011) The conference materials. s. 27-30.
7. Kozhevnikova Yu.G. Creating a barrier layer in the soil, as well as in existing and newly erected building constructions / Yu.G. Kozhevnikova, VI International scientific-practical conference "Fundamental and applied problems of obtaining new materials research, innovation and technology" (Astrakhan on 24-26 April 2012 g) Conference materials. Astrakhan Univ. house "Astrakhan University" from 86-88 April 2012.
8. Alykova T.V. Clean water and air sorbent SV-100 [Text] / T.V. Alykova, S.N. Fidurova, I.V. Shatokhina // Ecological systems and devices. - 2005. - №8. - C. 12-16.
9. Alykov N.M. Flasks Astrakhan region [Text]: monograph / N.M. Alykov, N.N. Alykov, T.V. Alykova, K.Yu. Sadomtsev, N.I. Voronin, V.I. Klyaev; under red. N.M. Alykova. - Astrakhan: The publishing house "Astrakhan University", 2005. - 139 with.
10. Alykova T.V. Modelling of mechanisms of adsorption of some organic substances on aluminosilicates [Text] / T.V. Alykova, N.M. Alykov, N.N. Alykov, N.I. Voronin, K.P. Pashchenko // Math. Universities. Chemicals and him.tehnologiya. - 2003. - №6. - C. 31-34. - 140.