



Краткие сообщения / Brief reports
Оригинальная статья / Original article
УДК 691.32:620.191.33
DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-205-212

УТИЛИЗАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

¹Владимир А. Перфилов, ²Ольга Н. Вольская*

¹кафедра нефтегазовые сооружения Института строительства и ЖКХ
Волгоградского государственного архитектурно-строительного
университета, Волгоград, Россия

²кафедра строительные конструкции, основания и надежности сооружений
Института строительства и ЖКХ
Волгоградского архитектурно-строительного университета,
Волгоград, Россия, olgavolska@mail.ru

Резюме. Цель. Утилизация промышленных отходов для повышения экологической безопасности окружающей среды путем их применения при производстве строительных материалов. **Материалы и методика.** Произведен подбор новых оптимальных составов фибробетонных смесей с использованием промышленных сажевых отходов теплогенерирующих производств, стеклянных фибровых волокон, пластифицирующих добавок, активированной воды затворения, приготовленных с применением ультразвуковой установки. **Результаты.** Разработаны новые составы фибробетонов с применением сажевых отходов в качестве добавки. В результате обработки полученных экспериментальных данных установлено, что введение добавки из сажевых отходов практически во всех представленных составах способствовало увеличению прочностных характеристик фибробетонов. Установлено, что микрочастицы сажевых отходов концентрируют на своей поверхности продукты гидратации портландцемент-гидросиликаты кальция и способствуют образованию прочной микроармирующей структуры бетона. **Выводы.** Использование промышленных сажевых отходов в фибробетонной смеси с применением реструктурированной воды улучшает её реологические свойства, уменьшает расслоение и повышает однородность бетона. Утилизация промышленных сажевых отходов при производстве строительных материалов и изделий позволит улучшить экологическое состояние окружающей среды.

Ключевые слова: сажевые отходы, безопасность окружающей среды, утилизация, фибробетоны, прочность, реструктурированная вода.

Формат цитирования: Перфилов В.А., Вольская О.Н. Утилизация промышленных отходов для повышения экологической безопасности окружающей среды // Юг России: экология, развитие. 2016. Т.11, N2. С.205-212. DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-205-212

INDUSTRIAL WASTE MANAGEMENT TO IMPROVE ENVIRONMENTAL SECURITY

¹Vladimir A. Perfilov, ²Olga N. Volskaya*

¹Sub-department of Oil and Gas Facilities, Institute of Construction and Housing,
Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering, Volgograd, Russia

²Sub-department of Building Construction, Foundation and Structural Safety,
Institute of Construction and Housing, Volgograd State University of Architecture and
Civil Engineering, Volgograd, Russia, olgavolska@mail.ru

Abstract. Aim. Disposal of industrial waste to improve the environmental safety by means of recycling and reusing in the manufacture of building materials. **Materials and methods.** We made a selection of new optimum compositions of fiber-concretes using industrial carbon black from heat generating productions, glass fibers, plasticizers, activated mixing water produced using an ultrasonic unit. **Results.** New fiber-reinforced concrete compositions were developed using carbon black as an additive. As a result of the processing of the experi-



mental data, it has been revealed that introduction of carbon black as an additive contributed to the increase of the strength characteristics of nearly all fiber-reinforced concrete compositions. It has been found that microparticles of carbon black accumulate the products of hydration of portlandcement-hydrosilicate calcium on the surface and contribute to the formation of a solid microarming concrete structure. **Conclusions.** The use of industrial carbon black in fibrous concrete mixture using restructured water improves its rheological properties, reduces its segregation and improves the homogeneity of the concrete. Recycling and re-using carbon black in the production of building materials will improve the environmental ecology.

Keywords: carbon black, environmental safety, recycling, fibre concrete, strength, restructured water.

For citation: Perfilov V.A., Volskaya O.N. Industrial waste management to improve environmental security. *South of Russia: ecology, development*. 2016, vol. 11, no. 2, pp. 205-212. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-205-212

ВВЕДЕНИЕ

Ни для кого не секрет, что в настоящее время значительными темпами увеличивается количество площадей, занятых промышленными отходами [1-4], в число которых входят сажевые отходы теплогенерирующих установок, зола, образующаяся в результате сжигания каменного угля на теплоэлектростанциях (ТЭС), отходы котельных установок, а также сажа, образовавшаяся вследствие работы газоперерабатывающих предприятий. Все эти продукты отнюдь не благоприятно влияют на окружающую среду, а наоборот являются источником поступления в неё вредных химических и биологических образований, они воздействуют как на конкретные части природы, так и на биосферу в целом. В зону угрозы попадает подземная среда, в тот момент, когда сажа, образованная в результате очистки промышленных установок, попадает со стоками в водоёмы. Скопление вторичного сырья является насущной проблемой для современного общества. Темпы роста образований золоотвалов перерабатывающей промышленности видны не вооруженным глазом, а вот коэффициент использования так называемого «вторсырья» в свою очередь ничтожно низок. Очевидно, что данная ситуация представляет серьёзную угрозу окружающей среде, а следовательно здоровью человека. Так же следует отметить, что данные площади требуют значительных затрат на их содержание, что в свою очередь приводит к увеличению себестоимости тепло - энергоносителей. Решением данной проблемы предлагается утилизация сажевых отходов путем применения их в качестве добавки при производстве строительных материалов.

В настоящее время необходимо использование современных композиционных строительных материалов с высокой прочностью, как на сжатие, так и на изгиб. Для этих целей в бетонные смеси на стадии перемешивания вводят различные виды фибровых волокон [5-10]. Использование дисперсных фибровых волокон способствует пространственному упрочнению железобетонных элементов строительной конструкции, выполненной из фибробетона. В качестве дисперсно-армирующих компонентов наибольшее распространение получили базальтовые, полимерные и стеклянные фибровые волокна. Использование стальных фибровых волокон ограничено ввиду их сравнительно большой массы, низкой коррозионной стойкости и высокой стоимости. Поэтому применение вышеуказанных легких, стойких к коррозии волокнистых заполнителей в бетонах способствует улучшению процессов структурообразования смеси, сокращению расхода стальной арматуры, портландцемента и себестоимости полученного фибробетона.

В условиях современного строительства широкое применение находят промышленные отходы, которые используются в качестве инертных заполнителей или добавок, способствующих изменению реологических свойств бетонной смеси и улучшению физико-технических свойств затвердевшего бетона. В данной работе произведен подбор оптимальных составов фибробетонных смесей с использованием промышленных сажевых отходов с целью увеличения прочностных параметров и снижения себестоимости фибробетонных за счет утилизации многотонных



скоплений вредных веществ загрязняющих окружающую среду.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В ходе проведенных научных исследований было установлено влияние тонкодисперсных сажевых отходов на изменение структурных характеристик мелкозернистых бетонов. Для этого производился подбор рабочих составов бетонов на основе цементно-песчаной смеси с дополнительным введением стеклянных фибровых волокон и сажевых отходов. Расход тонкодисперсной сажевой добавки производился в процентном соотношении к массе портландцемента. Коли-

чество воды затворения подбиралось таким образом, чтобы подвижность смеси была примерно одинаковой и находилась в пределах стандартных значений 107-115 мм. Подбирался стандартный состав цементно-песчаного раствора в соотношении 1:2. Расход стеклянных фибровых волокон был предварительно исследован 1,2 кг/м³. Сажевые отходы представляли собой тонкодисперсный порошок, который отбирался из отвалов ТЭЦ.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В процессе исследований был выявлен значительный пластифицирующий эффект смеси при введении сажевых отходов, что способствовало некоторому снижению

водоцементного отношения. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1

Влияние добавки в виде сажевых отходов на свойства мелкозернистого фибробетона

Table 1

Effect of carbon black on the properties of the fine fiber-reinforced concrete

| № состава Number of composition | Количество добавки в виде сажевых отходов, % от массы цемента The amount of carbon black % by weight of cement | Распływ конуса, мм The Flow, in mm | Прочность, Мпа Strength, MPa | |
|------------------------------------|---|---------------------------------------|---------------------------------|-----------------------|
| | | | Изгиб Bending | Сжатие Compression |
| 1 | 0 | 107 | 2,7 | 42,86 |
| 2 | 0,25 | 107 | 3,0 | 42,50 |
| 3 | 0,3 | 108 | 3,15 | 42,34 |
| 4 | 0,35 | 110 | 3,1 | 42,46 |
| 5 | 0,5 | 107 | 3,2 | 43,12 |
| 6 | 0,75 | 107 | 3,5 | 46,88 |
| 7 | 1,0 | 108 | 3,1 | 41,13 |
| 8 | 1,5 | 108 | 2,72 | 41,03 |

В результате обработки полученных экспериментальных данных установлено, что введение добавки из сажевых отходов практически во всех представленных составах способствовало увеличению прочностных характеристик фибробетонов. Наибольший прирост прочности на сжатие и растяжение при изгибе был получен в составе № 6, в котором расход сажи составлял 0,75 % от массы портландцемента. При дальнейшем увеличении количества сажевых отходов наблюдалось падение прочностных показателей, связанное с увеличением вязкости смеси. В результате для получения равнопо-

движных смесей необходимо было повышать расход воды затворения. Это привело к увеличению водоцементного отношения и, соответственно, снижению прочности затвердевшего бетона.

Испытания проводились с использованием в качестве вяжущего компонента портландцемента М 500 (ПЦ 500 – Д0) производства ЗАО «Осколцемент» г. Старый Оскол. В качестве мелкого заполнителя применялся кварцевый песок Орловского карьера Волгоградской области с модулем крупности 1,9, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 8736-93.



Для увеличения структурной макропрочности мелкозернистого бетона использовали стеклянные фибровые волокна диаметром 15-35 мкм и длиной 12-15 мм, которые хорошо скрепляли цементно-песчаную матрицу и предотвращали образование и развитие макротрещин.

Введение тонкодисперсной добавки в виде сажевых отходов в повышенных дозах сопряжено с увеличением вязкости бетонной смеси, снижением эффективности ее перемешивания и достижения необходимой структурной однородности. Более того, потребуется увеличение расхода воды затворения, что приведет к возрастанию водоцементного отношения, что негативно отразится на физико-механических свойствах бетона. Поэтому для увеличения расхода сажевых отходов с целью более эффективной их утилизации и повышения прочностных характеристик бетонов предлагается использование химических пластифицирующих добавок. В ходе проведенных предварительных исследований наибольшую эффективность для фибробетонов показала пластифицирующая добавка «Полипласт СП-3», которая представляет собой водорастворимый порошок, изготовленный в соответствии с требованиями ТУ 5870-006-58042865-05.

Для затворения фибробетонной смеси применяли реструктурированную воду, используя способ дегазации. Данный способ получения реструктурированной воды основан на извлечении газов из жидкости с помощью вакуума. Установка для получения реструктурированной воды проста в изготовлении и эксплуатации. Она представляет собой стальной цилиндр, в который по ходу течения воды вставлен усеченный конический патрубок, переходящий в сопло определенного размера. При истечении воды из сопла происходит увеличение скорости и соответственно уменьшение давления в струе. В этот момент вокруг струи образуется вакуумная зона, которая действует по кольцу цилиндра, заставляя газы, находящиеся в жидкости, вскипать. Именно этот процесс нарушает равновесие в газожидкостной среде, что приводит к разрушению цельности водяного потока и как следствие выделение из него. В этот момент в цилиндре происходит интенсивная десорбция газов, что делает этот процесс весьма эффективным. Далее газообразная жидкость попа-

дает в емкость, ударяясь об рассекатель потока, газы, выделяясь, отводятся по воздуховоду, а уже реструктурированная вода в свою очередь заполняет емкость [11, 12]. Данный способ имеет значительные преимущества перед традиционными методами дегазации газов из жидкости. Во-первых, процесс протекает за считанные минуты, выделяя максимальное количество газов. Во-вторых, полученная, поменявшая структуру вода, сохраняет свои свойства длительное время, что дает возможность приготовить большое количество фибробетона, сделав этот процесс непрерывным. В-третьих, установка надежна в эксплуатации, являясь экологически безопасным звеном в технологическом процессе приготовления бетонов, в частности фибробетонов. В-четвертых, установка может работать как в ручном, так и в автоматическом режиме. Применение активированной воды затворения способствует увеличению удобоукладываемости смеси и сокращению расхода дорогостоящего вяжущего в виде портландцемента. Кроме того, использование активированной воды позволяет производить бетонные работы при пониженных температурах замерзания, что особенно важно при монолитном строительстве в зимний период.

Для подбора экспериментальных составов фибробетонной смеси применяли специально разработанную компьютерную программу, включающую расчет количества основных компонентов бетона, в том числе, различных видов фибровых волокон, химических пластифицирующих добавок, промышленных отходов, нанокремниевых материалов. Перед приготовлением фибробетонной смеси отобранные из промышленных отходов отвалов сажевые отходы подвергались просеиванию и, в некоторых случаях, измельчению до получения размера частиц 5-10 мкм. Также проводился контроль влажности сажи. Тонкодисперсные водонерастворимые сажевые отходы при смешивании с другими компонентами необходимо равномерно распределить по всему объему бетонной смеси. После приготовления смеси в процессе твердения гидратация минералов цементного камня будет осуществляться на поверхности высокопрочных частиц сажевых углеродных компонентов. В результате увеличится прочность микроструктуры цементно-песчаной матрицы. Применение стеклянных



фибровых волокон способствует упрочнению структуры бетона на макроуровне.

Технология приготовления фибробетонной смеси включала следующие операции. Предварительно перемешивали в смесителе принудительного действия сухие компоненты, включающие портландцемент, мелкий заполнитель виде кварцевого песка и наполнитель из стеклянных фибровых волокон. Учитывая, что сажа нерастворима в воде, ее вместе с водорастворимой добавкой - суперпластификатором предварительно подвергали обработке в ультразвуковом аппарате с водой затворения в течение 2-3 минут. По окончании ультразвуковой обработки, приготовленный водный раствор смешивали в бетоносмесителе с остальными компонентами бетонной смеси.

Затвердевший фибробетон, приготовленный по предлагаемой технологии, подвергался изучению микроструктуры. Микрофотография структуры изготовленного фибробетона представлена на рисунке 1. Установлено, что микрочастицы сажевых отходов концентрируют на своей поверхности продукты гидратации портландцемент-

гидросиликаты кальция и способствуют образованию прочной микроармирующей структуры бетона. Стеклянные фибровые волокна (на фото не показаны) концентрируют на своей поверхности зерна кварцевого песка и цементного камня, что повышает прочность макроструктуры фибробетона. Таким образом, комплексное введение фибровых стеклянных волокон, сажевых отходов и пластифицирующей добавки в цементно-песчаный раствор с применением ультразвуковой технологии позволило получить прочную структуру бетона на микро- и макроуровне. Для изготовления образцов использовали металлические формы стандартных размеров 40x40x160 мм.

После приготовления и последующей распалубки фибробетонные образцы твердели в течение 28 суток при влажности 85-90% и температуре 20-23⁰С. Испытания затвердевших образцов фибробетона производили в соответствии с ГОСТ 10180 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам».

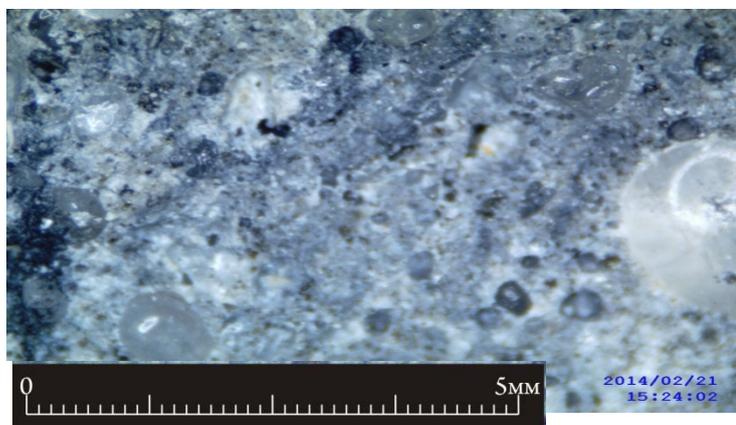


Рис. 1. Микроструктура мелкозернистого бетона
Fig. 1. Microstructure of fine-grained concrete

Разработанные составы фибробетонных смесей с использованием сажевых отходов и без них представлены в таблице 2. В составе фибробетонной смеси, включающей сажевые отходы, зафиксирован больший расход

воды для получения равноподвижных смесей по сравнению с составом без участия отходов. Однако уменьшен расход относительно дорогой пластифицирующей добавки.



Таблица 2

Количественные составы бетонных смесей

Table 2

Quantitative composition of concrete mixtures

| Компоненты смеси The components of the mixture | Расход, кг на 1м ³ Consumption, kg per 1m ³ | |
|--|--|-------|
| | 1 | 2 |
| Портландцемент / Portland cement | 600 | 600 |
| Кварцевый песок / Quartz sand | 1200 | 1200 |
| Стекланные волокна-фибры диаметром 15-35 мкм и длиной 12-15 мм Glass fiber with a diameter of 15-35 mm and length of 12-15 mm | 1,2 | 1,2 |
| Суперпластификатор «Полипласт СП-3» Superplasticizer "Polyplast SP-3" | 6 | 5 |
| Сажевые отходы / Carbon black | - | 3 |
| Вода л/м ³ / Water l/m ³ | 279 | 310,5 |

ВЫВОДЫ

Анализ результатов испытаний фибробетонных образцов показал, что при введении в смесь тонкодисперсных сажевых отходов совместно с пластифицирующей добавкой, а также армирующих стекланных фибровых волокон прочность на сжатие увеличилась на 24 %, а прочность на растяжение при изгибе – на 67 %. Использование промышленных сажевых отходов в фибробетонной смеси с применением реструктурированной воды улучшает её реологические свойства, уменьшает расслоение и повышает однородность бетона. Это является огромным плюсом в современном строительстве где, как известно, преобладает монолитное

строительство, в котором применяют довольно подвижные смеси, склонные к расслоению.

Таким образом, утилизация промышленных сажевых отходов при производстве строительных материалов и изделий позволит улучшить экологическое состояние окружающей среды. Решится проблема освобождения огромных полигонов, занятых отходами, представляющих опасность, как для водной, так и для атмосферной среды. Так же виден экономический эффект, который выражается в снижении стоимости за счет использования вторичного сырья.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Перфилов В.А., Канавец У.В., Лукина И.Г. Утилизация отходов теплогенерирующих установок и бурового шлама для повышения экологической безопасности окружающей // Интернет-вестник ВолгГАСУ. 2013. N2(27). 38 с. URL: <http://vestnik.vgasu.ru/?source=4&articleno=1290> (дата обращения: 01.02.2016).
2. Oreshkin D.V., Chebotaev A.N., Perfilov V.A. Disposal of drilling sludge in the production of building materials. *Procedia engineering*, 2015, vol. 111, pp. 607-611. DOI: 10.1016/j.proeng.2015.07.053
3. Баранов А.Е., Белов А.Е., Ерохин М.А., Мавров В.А., Муравьев И.В., Кузнецов С.В., Филатов Н.Н. Казанцева Н.Н. Комплексная переработка жидкой фазы буровых шламов нефтегазодобывающих предприятий: разработка технологии и опыт ее применения // Вода: химия и экология. 2011. N12. С. 29-37.
4. Орешкин Д.В., Сахаров Г.П., Чеботаев А.Н., Курбатова А.С. Геоэкологические проблемы утилизации бурового шлама на Ямале // Вестник Московского государственного строительного университета. 2012. N2. С. 125-129.
5. Перфилов В.А. Фибробетонная смесь // Патент на изобретение RUS. N 2420472, 08.02.2010.
6. Белов П.А., Гордеев А.В. Моделирование свойств композиционного материала, армированного короткими волокнами. Учет адгезионных взаимодействий // Композиты и наноструктуры. 2010. N1. С. 40-46.
7. Новохатская Н.И., Толстун А.Н., Кийко В.М., Колчин А.А., Милейко С.Т. Влияние неоднородности упаковки волокон на механические свойства оксид-никелевых композитов // Композиты и наноструктуры. 2011. N1. С. 5-17.
8. Ушаков А.Е., Кленин Ю.Г., Сорина Т.Г., Корниенко Е.И., Сафонов А.А. Оценка проницаемости



заготовок из сухого наполнителя, предназначенных для изготовления панелей вакуумной инфузией // Композиты и наноструктуры. 2013. N1(17). С. 46-56.

9. Кавун Н.С., Давыдова И.Ф., Гребнева Т.В. Влияние прошивки стеклянного и углеродного армирующих волокон на остаточную прочность композиционных материалов после удара // Композиты и наноструктуры. 2013. N1(17). С. 57-63.

10. Склезнев Ф.Ф., Разин А.Ф. Бетонные конструкции с сетчатой композитной арматурой // Композиты и наноструктуры. 2015. Т.7. N3. С. 145-150.

11. Алексеева Е.В., Трифонова Т.А. Установка для приготовления сверхчистой воды // Вода: химия и экология. 2014. N1(66). С. 36-40.

12. Котляревская А.В., Вольская О.Н., Перфилов В.А., Кусмарцева О.А. Влияние активированной воды затвердения и модифицирующих добавок на прочность ячеистых бетонов // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2011. Вып. 22(41). С. 65-68.

REFERENCES

1. Perfilov V.A., Kanavets U.V., Lukina I.G. [Recycling of wastes of heat-generating systems and drilling cuttings to increase environmental safety]. *Internet-vestnik VolgGASU*, 2013, no. 2 (27). 38 p. (In Russian). Available at: <http://vestnik.vgasu.ru/?source=4&articulo=1290/>. (accessed 01.02.2016)
2. Oreshkin D.V., Chebotaev A.N., Perfilov V.A. Disposal of drilling sludge in the production of building materials. *Procedia engineering*, 2015, vol. 111, pp. 607-611. DOI: 10.1016/j.proeng.2015.07.053
3. Baranov A.E., Belov A.E., Erokhin M.A., Mavrov V.A., Muravev I.V., Kuznetsov S.V., Filatov N.I., Kazantseva N.N. Integrated treatment of liquid phase of drilling cuttings of the oil-gas-production enterprises: process development and application experience. *Voda: khimiya i ekologiya [Water: chemistry and ecology]*. 2011, no. 12, pp. 29-37. (In Russian)
4. Oreshkin D.V., Saharov G.P., Chebotaev A.N., Kurbatova A.S. Geo-ecological problems of drilling waste disposal in the Yamal peninsula. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo stroitel'nogo universiteta [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]*. 2012, no. 2, pp. 125-129. (In Russian)
5. Perfilov V.A. *Fibrobetonnyaya smes'* [Fibre-concrete mixture]. Patent RF, no. 2420472, 08.02.2010.
6. Belov P.A., Gordeyev A.V. Modeling of properties of composite material reinforced with short fibers. Adhesive fiber to matrix interaction. *Kompozity i nanostруктуры [Composites and nanostructures]*. 2010, no. 1, pp. 40-46. (In Russian)
7. Novokhatskaya N.I., Tolstun A.N., Kiiko V.M., Kolchin A.A., Mileiko S.T. An effect of non-homogeneous fibre packing on mechanical properties of oxide-nickel composites. *Kompozity i nanostrukturny [Composites and nanostructures]*. 2011, no. 1, pp. 5-17. (In Russian)
8. Ushakov A.E., Klenin Y.G., Sorina T.G., Kornienko E.I., Safonov A.A. Permeability evaluation of dry fiber preforms designed for vacuum infusion production of composite panels. *Kompozity i nanostrukturny [Composites and nanostructures]*. 2013, no. 1(17), pp. 46-56. (In Russian)
9. Cavun N.S., Davydova I.F., Grebneva T.V. An effect of stitching glass and carbon reinforcements on strength of composite materials after impact. *Kompozity i nanostrukturny [Composites and nanostructures]*. 2013, no. 1(17), pp. 57-63. (In Russian)
10. Skleznev F.F., Razin A.F. Concrete structures with lattice composite reinforcement. *Kompozity i nanostrukturny [Composites and nanostructures]*. 2015, vol. 7, no. 3, pp. 145-150.
11. Alekseeva E.V., Trifonova T.A. Installation for preparation of multi-clear water. *Voda: khimiya i ekologiya [Water: chemistry and ecology]*. 2014, no. 1(66), pp. 36-40.
12. Kotlyarevskaya A.V., Volskaya O.N., Perfilov V.A., Kusmartseva O.A. Influence of the tempering activated water and modifying agents on the durability of foamed concretes. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture]*. 2011, iss. 22(41), pp. 65-68. (In Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Владимир А. Перфилов – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Нефтегазовые сооружения» Волгоградского архитектурно-строительного университета, Волгоград, Россия.

AUTHOR INFORMATION

Affiliations

Vladimir A. Perfilov – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Department "Oil and gas facilities", Volgograd University of architecture and construction, Volgograd, Russia, Russia.



Ольга Н. Вольская* – кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительные конструкции, основания и надежности сооружений» Волгоградского архитектурно-строительного университета, тел. +7 (8442) 97-48-72, ул. Академическая, 1, 400074, Волгоград, Россия, e-mail: olgavolska@mail.ru.

Olga N. Volskaya* – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Sub-department of Building Construction, Foundation and Structural Safety, Volgograd University of Architecture and Construction, tel +7 (8442) 97-48-72, e-mail: olgavolska@mail.ru. 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russia.

Критерии авторства

Владимир А. Перфилов проводил исследования совместной работы цементно-песчаной матрицы со стеклянным волокном и сажевыми отходами, проанализировал данные, написал статью и несет ответственность за плагиат; Ольга Н. Вольская описала установку по получению реструктурированной воды и несет ответственность за плагиат.

Contribution

Vladimir A. Perfilov conducted research in collaboration on cement-sand matrix with glass fiber and carbon black, analyzed the data and wrote the article and responsible for avoiding the plagiarism; Olga N. Volskaya gave the description of the unit for the production of restructured water; carries responsibility for avoiding plagiarism.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию 26.02.2016

Принята в печать 30.03.2016

Received 26.02.2016

Accepted for publication 30.03.2016