

УДК 691.328.4:699.822:69.059.2
DOI: 10.25686/2542-114X.2020.1.95

К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ СЦЕПЛЕНИЯ КОМПОЗИТНОЙ АРМАТУРЫ С ЦЕМЕНТНЫМИ БЕТОНАМИ

**С. В. Федосов¹, В. Е. Румянцева², В. С. Коновалова²,
И. В. Караваев², А. С. Евсяков²**

¹Московский государственный строительный университет (г. Москва),
Поволжский государственный технологический университет (г. Йошкар-Ола)

²Ивановский государственный политехнический университет (г. Иваново)

В статье рассмотрено влияние жидких агрессивных сред на сцепление композитной арматуры с цементными бетонами. Показано, что введение в состав цементной смеси стеарата кальция в качестве гидрофобизирующей добавки положительно сказывается на изменении прочностных характеристик цементных бетонов. Повышение расчетного напряжения разрушения образцов из цементных бетонов с увеличением концентрации гидрофобизирующей добавки может быть обусловлено тем, что добавка внедряется в структуру цементного камня, вызывая структурно-фазовые изменения, приводящие к уплотнению бетона. Разработаны рекомендации по гидрофобизации цементных бетонов в зависимости от степени агрессивности среды, в которой будет эксплуатироваться бетонное изделие.

Изучено влияние действия жидких агрессивных сред на совместную работу композитной арматуры с различными видами обработки поверхности с цементными бетонами. Данные свидетельствуют о том, что тонкослойные покрытия не влияют на прочность анкеровки, а характер анкеровки композитных стержней арматуры с полимерным связующим не является адгезионным. Установлено, что увеличение усилия вырывания арматуры из цементного бетона напрямую связано с повышением прочности испытуемых образцов. С повышением агрессивности среды усилие вырывания ожидаемо понижается из-за структурных изменений в цементном камне, происходящих при коррозии в жидких агрессивных средах. Данные, полученные при проведении испытаний, показывают, что с введением гидрофобизирующих добавок в цементную смесь происходит увеличение усилия, необходимого для вырывания прутка композитной арматуры из бетонного образца. Это может быть связано как с увеличением прочности цементного бетона вследствие гидрофобизации, так и с замедлением коррозионных процессов, происходящих под воздействием жидких агрессивных сред. Установлено оптимальное количество гидрофобизирующей добавки стеарата кальция, необходимого для обеспечения долговечности цементных бетонов, армированных композитной арматурой, при коррозии в средах различной степени агрессивности.

Ключевые слова: коррозия бетона; композитная арматура; гидрофобизирующие добавки; кольматация; прочность.

Введение. Композитные материалы успешно используются в течение многих десятилетий в различных отраслях промышленности: строительной, авиационно-космической, автомобильной, железнодорожной, оборонной, телекоммуникационной, спортивной и т.д. Свойства композитов в сочетании с уменьшением издержек производства продолжают стимулировать увеличение спроса на их использование вместо таких традиционных материалов, как металл. Главные преимущества композитных материалов по сравнению с металлами и их сплавами – низкая

плотность, высокая удельная жесткость и прочность, достаточная усталостная прочность, долговечность, высокое сопротивление коррозии, хорошая теплоизоляция и низкое температурное расширение [1-3]. Эти свойства позволяют считать композитные материалы весьма привлекательными.

В последнем десятилетии различные теоретические и практические исследования были посвящены замещению стальной арматуры на стеклопластиковую, поскольку этот материал не подвергается коррозии и, таким образом, обеспечивает долговечность конструкции [2, 4].

Основным фактором, который обеспечивает совместную работу композитной арматуры и бетона, является сцепление этих разномодульных материалов. Одной из проблем по-прежнему остается проскальзывание стержня композитной арматуры в бетоне при разрушении изделия. При этом происходит разрушение профиля композитной арматуры, поскольку при вырывании прутка навивка сдвигается и скалывается с поверхности стержня. Избежать этого можно посредством усиления сцепления композитной арматуры с бетоном путем формирования надежного профиля арматурного стержня и повышения коррозионной стойкости и прочности цементных бетонов.

Техника эксперимента и изложение полученных результатов. Испытания по вырыванию прутка композитной арматуры из бетона проводились на приспособлении для проведения испытания по вырыванию из бетона прутка композитной арматуры (патент на полезную модель РФ № 149570) после набора прочности бетона в течение 28 суток. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Усилия вырывания композитной арматуры с разными видами обработки поверхности и типами навивки из бетона

Вид поверхности	До воздействия среды	После пребывания в воде	После пребывания в 2 %-м растворе $MgCl_2$
	Усилия вырывания, кН		
Без покрытия	41,0	39,1	38,3
Напыление из нержавеющей стали	37,9	36,5	34,0
Напыление из оксида титана	36,4	35,7	33,2
Обработка плазмой	40,4	38,7	36,6
Спиралевидная навивка	53,3	50,1	44,0

Из полученных результатов следует, что разница усилий вырывания образцов с напыленными покрытиями в пределах серии опытов находится в пределах 5 %. Данные свидетельствуют о том, что тонкослойные покрытия не влияют на прочность анкеровки, а характер анкеровки композитных стержней с

полимерным связующим не является адгезионным.

Для уменьшения водопоглощения прибегают к гидрофобизации бетона. Гидрофобизирующие добавки придают стенкам пор и капилляров в бетоне гидрофобные свойства. Наиболее известными химическими добавками среди водоотталкивающих материалов являются соли жирных кислот, например стеараты и олеаты щелочных и щелочно-земельных металлов. При использовании таких добавок в результате реакции мыла со «свободным гидроксидом кальция» образуется нерастворимый стеарат кальция, который закрывает поверхность пор [5].

Благодаря снижению водопоглощения уменьшается количество поступающей внутрь бетона агрессивной среды, а значит, понижается степень коррозионного разрушения цементного камня [6, 7].

При жидкостной коррозии образцов на портландцементе на начальном этапе происходит увеличение прочности, что может быть объяснено наполнением пор и пустот в бетоне новообразующимися продуктами коррозии и изменением структуры цементного камня [8, 9]. Прочность бетона увеличивается лишь на какое-то время и превышает прочность бетона, не подвергающегося воздействию агрессивной среды. Чем медленнее протекает процесс коррозии, тем позднее наступает потеря прочности бетона [10, 11].

Анализ результатов эксперимента. Установлено [5, 12-14], что при введении в качестве гидрофобизирующих добавок стеаратов щелочных и щелочно-земельных металлов в начальные сроки прочность на осевое сжатие понижается (в 2-5 раз), по сравнению с негидрофобизированными образцами бетона. В дальнейшем при затвердевании прочность бетонов на сжатие значительно увеличивается (в 20-40 раз), однако объяснения такому действию добавок на данный момент не найдено. Повышение расчетного напряжения разрушения (табл. 2) может быть связано со структурно-фазовыми превращениями, происходящими в цементном камне при воздействии агрессивной среды.

Таблица 2

Изменения прочности образцов под воздействием агрессивной среды

Марка бетона по водонепроницаемости	Концентрация гидрофобизирующей добавки, %	Концентрация MgCl ₂ в растворе, г/л	Расчетное напряжение разрушения, МПа
W4	0,3	-	49,2
		6	45,85
		7,5	38,28
		9	34,61
		11,5	28,13
		14	23,47
W6	0,5	-	50,48
		9	34,61
		11,5	30,65
		14	29,19
		16,5	27,89
		18	25,63
W8	0,7	-	63,39
		14	58,18
		16,5	49,23
		18	38,56
		19,5	34,27
		21	33,84

Для определения прочности сцепления разцов с различными видами обработки композитной арматуры с гидрофобизированными бетонами проведен ряд испытаний образцов с различными видами обработки поверхности. Результаты испытаний приведены в таблицах 3-5.

Таблица 3

Усилия вырывания (кН) композитной арматуры с разными видами обработки поверхности из бетона марки W4

Вид поверхности	До воздействия среды	После пребывания в слабоагрессивной среде	После пребывания в среднеагрессивной среде	После пребывания в сильноагрессивной среде
Без покрытия	45,0	44,3	42,1	39,9
Напыление из нержавеющей стали	44,1	43,1	40,7	38,0
Напыление из оксида титана	42,3	41,7	38,2	36,2
Обработка плазмой	44,4	42,1	40,8	38,6
Спиралевидная навивка	64,3	63,9	57,1	54,0

Таблица 4

Усилия вырывания (кН) композитной арматуры с разными видами обработки поверхности из бетона марки W6

Вид поверхности	До воздействия среды	После пребывания в слабоагрессивной среде	После пребывания в среднеагрессивной среде	После пребывания в сильноагрессивной среде
Без покрытия	48,4	47,5	44,7	42,3
Напыление из нержавеющей стали	47,0	45,8	42,5	39,7
Напыление из оксида титана	45,7	44,8	41,2	38,8
Обработка плазмой	46,4	44,3	41,5	38,8
Спиралевидная навивка	69,9	68,7	61,2	57,6

Таблица 5

Усилия вырывания (кН) композитной арматуры с разными видами обработки поверхности из бетона марки W8

Вид поверхности	До воздействия среды	После пребывания в слабоагрессивной среде	После пребывания в среднеагрессивной среде	После пребывания в сильноагрессивной среде
Без покрытия	54,2	53,5	51,0	48,1
Напыление из нержавеющей стали	50,3	49,0	45,5	42,0
Напыление из оксида титана	47,9	46,2	42,6	39,8
Обработка плазмой	49,0	46,9	42,0	39,4
Спиралевидная навивка	75,1	73,5	66,5	62,2

Данные показывают, что с введением гидрофобизирующих добавок происходит увеличение усилия, необходимого для вырывания прутка арматуры из бетонного образца. Эти данные согласуются с данными таблицы 2. Очевидно, что увеличение усилия вырывания арматуры из бетона напрямую связано с повышением прочности испытываемых образцов. С повышением агрессивности среды усилие вырывания ожидаемо понижается из-за структурных изменений цементного камня, происходящих при коррозии в агрессивных средах. У образцов из бетона марки по водонепроницаемости W8 наблюдается меньшее снижение усилия вырывания по сравнению с другими образцами.

Усилие вырывания композитной арматуры из образцов марки бетона по водонепроницаемости W6, не подвергавшихся воздействию среды, увеличилось по сравнению с образцами без добавок на 18 % для прутков арматуры без обработки поверхности, на 15 % для прутков арматуры с обработанной плазмой поверхностью, на 25 % для прутков арматуры с напыленными покрытиями и на 31 % для арматуры со спиралевидной навивкой.

Усилие вырывания композитной арматуры из образцов марки бетона по водонепроницаемости W8, не подвергавшихся воздействию среды, увеличилось по сравнению с образцами без добавок на 32 % для прутков арматуры без обработки поверхности и с напыленными покрытиями, на 21 % для прутков арматуры с обработанной плазмой поверхностью и на 41 % для арматуры со спиралевидной навивкой.

Усилие вырывания композитной армату-

ры из образцов марки бетона по водонепроницаемости W4, подвергавшихся воздействию слабоагрессивной среды, увеличилось по сравнению с образцами без добавок на 13 % для прутков арматуры без обработки поверхности, на 9 % для прутков арматуры с обработанной плазмой поверхностью, на 17 % для прутков арматуры с напыленными покрытиями и на 27,5 % для арматуры со спиралевидной навивкой.

Усилие вырывания композитной арматуры из образцов марки бетона по водонепроницаемости W6, подвергавшихся воздействию слабоагрессивной среды, увеличилось по сравнению с образцами без добавок на 21,5 % для прутков арматуры без обработки поверхности, на 14,5 % для прутков арматуры с обработанной плазмой поверхностью, на 25,5 % для прутков арматуры с напыленными покрытиями и на 37 % для арматуры со спиралевидной навивкой.

Усилие вырывания композитной арматуры из образцов марки бетона по водонепроницаемости W8, подвергавшихся воздействию слабоагрессивной среды, увеличилось по сравнению с образцами без добавок на 37 % для прутков арматуры без обработки поверхности, на 21 % для прутков арматуры с обработанной плазмой поверхностью, на 34 % для прутков арматуры с напылением из нержавеющей стали, на 29 % для прутков арматуры с напылением из оксида титана и на 47 % для арматуры со спиралевидной навивкой.

Усилие вырывания композитной арматуры из образцов марки бетона по водонепроницаемости W4, подвергавшихся воздействию сильноагрессивной среды, увеличилось

по сравнению с образцами без добавок на 4 % для прутков арматуры без обработки поверхности, на 5,5 % для прутков арматуры с обработанной плазмой поверхностью, на 12 % для прутков арматуры с напылением из нержавеющей стали, на 9 % для прутков арматуры с напылением из оксида титана и на 23 % для арматуры со спиралевидной навивкой.

Усилие вырывания композитной арматуры из образцов марки бетона по водонепроницаемости W6, подвергавшихся воздействию сильноагрессивной среды, увеличилось по сравнению с образцами без добавок на 4 % для прутков арматуры без обработки поверхности, на 10 % для прутков арматуры с обработанной плазмой поверхностью, на 16,8 % для прутков арматуры с напыленными покрытиями и на 31 % для арматуры со спиралевидной навивкой.

Усилие вырывания композитной арматуры из образцов марки бетона по водонепро-

ницаемости W8, подвергавшихся воздействию сильноагрессивной среды, увеличилось по сравнению с образцами без добавок на 25,5 % для прутков арматуры без обработки поверхности, на 8 % для прутков арматуры с обработанной плазмой поверхностью, на 23,5 % для прутков арматуры с напылением из нержавеющей стали, на 20 % для прутков арматуры с напылением из оксида титана и на 41 % для арматуры со спиралевидной навивкой.

Выводы. Анализ результатов показал, что с увеличением концентрации гидрофобизирующей добавки повышается усилие вырывания прутка композитной арматуры из бетона, а значит, увеличивается сцепление арматуры с бетоном. Это может быть связано как с увеличением прочности бетона вследствие гидрофобизации, так и с замедлением коррозионных процессов, происходящих под воздействием агрессивных сред.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стройиндустрия и промышленность строительных материалов: энциклопедия / К.В. Михайлов (гл. ред.) и др. Москва: Стройиздат, 1996. 295 с.
2. Степанов В.Ф., Степанов А.Ю., Жирков Е.П. Арматура неметаллическая композитная. Москва: Изд-во ОАО «ЦПП», 2013. 200 с.
3. Mallick P.K. Fiber-Reinforced Composites Materials, Manufacturing, and Design. Taylor & Francis Group, LLC, 2007. 617 p.
4. Уманский А.М., Беккер А.Т. Перспективы применения композитной арматуры // Вестник инженерной школы ДВФУ. 2012. № 2 (11). С. 7-13.
5. Добавки в бетон / В.С. Рамачандран, Р.Ф. Фельдман, М. Коллепарди и др.; под ред. В.С. Рамачандрана; пер с англ. Т.И. Розенберг и С.А. Болдырева; под ред. А.С. Болдырева и В.Б. Ратинова. Москва: Стройиздат, 1988. 575 с.
6. Определение ресурса безопасной эксплуатации конструкций из бетона, содержащего гидрофобизирующие добавки / С.В. Федосов и др. // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2017. № 6 (372). С. 268-276.
7. Жидкостная коррозия бетонов в среде с различной степенью агрессивности / С.В. Федосов и др. // Вестник гражданских инженеров. 2017. № 4 (62). С. 113-118.
8. Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты / под общ. ред. В.М. Москвина. Москва: Стройиздат, 1980. 536 с.
9. Москвин В.М., Рояк Г.С. Коррозия бетона при действии щелочей цемента на кремнезем заполнителя. Москва: Изд-во литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1962. 210 с.
10. Экспериментальные исследования процессов массопереноса при жидкостной коррозии цементных бетонов / Н.Л. Федосова и др. // Приволжский научный журнал. 2010. № 1. С. 39-45.
11. Коновалова В.С., Караваев И.В., Логинова С.А. Рентгенографический анализ цементного камня // Молодые ученые – развитию текстильно-промышленного кластера (ПОИСК – 2016): сборник материалов межвузовской научно-технической конференции аспирантов и студентов с международным участием. Иваново: Иванов. гос. политехн. ун-т, 2016. С. 98-99.
12. Нанотехнологии в строительном материаловедении: реальность и перспективы / С.А. Жданок и др. // Наука и техника. 2009. № 3. С. 5-23.
13. Мороз М.Н., Калашников В.И., Петухов А.В. Морозостойкость гидрофобизированных бетонов // Молодой ученый. 2014. № 19. С. 222-225.

14. Мороз М.Н., Петухов А.В., Калашников В.И. Мелкозернистые бетоны на карбонатно- и глиношлаковых вяжущих, гидрофобизированных стеаратом цинка // Молодой ученый. 2014. № 13. С. 59-61.

Информация об авторах

ФЕДОСОВ Сергей Викторович – академик РААСН, доктор технических наук, профессор Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, профессор Поволжского государственного технологического университета. Почетный работник высшего профессионального образования РФ. Заслуженный работник высшей школы РФ. Почетный строитель России. Лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники. Лауреат Государственной премии Республики Марий Эл в области архитектуры и строительства. Научное направление – теплообмен в технологических процессах строительной индустрии, текстильной промышленности, энергоресурсосбережение в зданиях. E-mail: fedosov-academic53@mail.ru.

РУМЯНЦЕВА Варвара Евгеньевна – советник РААСН, доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой нанотехнологий, физики и химии, директор Института информационных технологий и естественно-гуманитарных наук Ивановского государственного политехнического университета, Иваново. Область научных интересов – коррозия строительных материалов и конструкций; коррозионный массоперенос; прогнозирование долговечности строительных материалов; физика и химия строительных материалов. Автор более 250 публикаций. E-mail: varrym@gmail.com.

КОНОВАЛОВА Виктория Сергеевна – кандидат технических наук, инженер старший преподаватель кафедры нанотехнологий, физики и химии Ивановского государственного политехнического университета, Иваново. Область научных интересов – коррозия строительных материалов и конструкций; коррозионный массоперенос; прогнозирование долговечности строительных материалов, физика и химия строительных материалов. Автор 70 публикаций. E-mail: kotprotiv@yandex.ru.

КАРАВАЕВ Иван Васильевич – соискатель ученой степени кандидата технических наук, Ивановский государственный политехнический университет, Иваново. Область научных интересов – коррозия строительных материалов и конструкций; коррозионный массоперенос; прогнозирование долговечности строительных материалов, физика и химия строительных материалов. Автор 30 публикаций. E-mail: ivakaa@gmail.com

UDC 691.328.4:699.822:69.059.2
DOI: 10.25686/2542-114X.2020.1.95

ON THE ISSUE OF IMPROVING ADHESION OF COMPOSITE REINFORCEMENT WITH CEMENT CONCRETE

**S. V. Fedosov¹, V. E. Rumiantseva², V. S. Konovalova²,
I. V. Karavaev², A. S. Evsiakov²**

¹Moscow State Construction University (Moscow),
Volga State University of Technology (Yoshkar-Ola)

²Ivanovo State Polytechnic University (Ivanovo)

The paper considers the influence of liquid aggressive media on the adhesion of composite reinforcement with cement concrete. It is shown that the introduction of calcium stearate into the cement mixture as a hydrophobic additive improves strength characteristics of cement concretes. An increase in the calculated stress of destruction of cement concrete samples with an increase in the concentration of hydrophobic additives results from the fact that the additive is introduced into the structure of cement stone, causing structural and phase changes that lead to compaction of concrete. Recommendations on the hydrophobization of cement concretes were

developed considering the aggressiveness of the environment in which the concrete product is operated.

The influence of the liquid aggressive media on the joint work of composite reinforcement with different types of surface treatment with cement concretes has been studied. The data indicate that thin-layer coatings do not affect the strength of the anchorage, and the nature of the anchorage of composite reinforcement bars with a polymer binder is not adhesive. It has been established that the increase in the effort of pulling the reinforcement from cement concrete is directly related to the increase in the strength of the samples under study. With increasing aggressiveness of the medium, the pull-out force is expected to decrease due to structural changes in the cement stone occurring during corrosion in liquid aggressive media. The data obtained during the tests show that with the introduction of hydrophobizing additives into the cement mixture there is an increase in the effort required to pull the rod of composite reinforcement from the concrete sample. This may be related to an increase in the strength of cement concrete due to hydrophobization, and/or with the slowdown of corrosion processes occurring under the influence of liquid corrosive media. As a result of research the authors have obtained the optimal amount of calcium stearate hydrophobizing additive required to ensure the durability of cement concretes reinforced with composite reinforcement corroded in a variety of aggressive environments.

Keywords: corrosion of concrete; composite reinforcement; water-repellent additives; colmatation, strength.

REFERENCES

1. Mikhailov K.V. Strojindustriya i promyshlennost' stroitel'nyh materialov: ehnciklopediya [Construction industry and building materials industry: encyclopedia], Moscow: Stroyizdat, 1996, 295p.
2. Stepanova V.F., Stepanov A.Iu., Zhirkov E.P. Armatura nemetallicheskaya kompozitnaya [Non-metal composite reinforcement], Moscow: Publishing house of the Central suburban passenger company, 2013, 200 p.
3. Mallick P.K. Fiber-Reinforced Composites Materials, Manufacturing, and Design, Taylor & Francis Group, LLC, 2007, 617 p.
4. Umansky A.M., Becker A.T. Perspektivy primeneniya kompozitnoj armatury [Prospects of application of composite rebar], *Vestnik inzhenernoj shkoly DVFU* [Vestnik of the FEFU school of engineering], 2012, No. 2 (11), pp. 7-13.
5. Ramachandran V.S., Feldman R.F., Collepardi M. [and others] Dobavki v beton [Additives in concrete], Moscow: Stroyizdat, 1988, 575 p.
6. Fedosov S.V., Rummyantseva V.E., Krasilnikov I.V., Konovalova V.S., Karavaev I.V. Opredelenie resursa bezopasnoj ehkspluatatsii konstrukcij iz betona, sodержashchego gidrofobiziruyushchie dobavki [Determination of the resource of safe operation of concrete structures containing hydrophobic additives], *Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti* [Proceedings of universities. Technology of textile industry], 2017, No. 6 (372), pp. 268-276.
7. Fedosov S.V., Rummyantseva V.E., Konovalova V.S., Karavaev I.V. Zhidkostnaya korroziya betonov v srede s razlichnoj stepen'yu agressivnosti [Liquid corrosion of concrete in environments with varying degrees of aggressiveness], *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov* [Bulletin of civil engineers], 2017, No. 4 (62), pp. 113-118.
8. Moskvina V.M. Korroziya betona i zhelezobetona, metody ih zashchity [Corrosion of concrete and reinforced concrete, methods of their protection], Moscow: Stroyizdat, 1980, 536 p.
9. Moskvina V.M. Royak G.S. Korroziya betona pri dejstvii shchelochej cementa na kremnezem zapolnitelya [Corrosion of concrete under the action of cement alkalis on aggregate silica], Moscow: Publishing house of literature on construction, architecture and building materials, 1962, 210 p.
10. Fedosova N.L., Rummyantseva V.E., Smelcov V.L., Khrunov V.A., Kosterin A.Ya. Eksperimental'nye issledovaniya processov massoperenosa pri zhidkostnoj korrozii cementnyh betonov [Experimental studies of mass transfer processes in liquid corrosion of cement concrete], *Privolzhskij nauchnyj zhurnal* [The Privolzhsky scientific journal], 2010, No. 1, pp. 39-45.
11. Konovalova V.S. Karavaev I.V., Loginova S.A. Rentgenograficheskij analiz cementnogo kamnya [X-ray analysis of cement stone], *Molodye uchenye – razvitiyu tekstil'no-promyshlennogo klastera (POISK – 2016): sbornik materialov mezhvuzovskoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii aspirantov i studentov s mezhdunarodnym uchastiem* [Young scientists-development of textile cluster (SEARCH-2016): collection of materials of the interuniversity scientific and technical conference of students with international participation], Ivanovo: Ivanovo State Polytechnical University, 2016, pp. 98-99.

12. Zhdanok S.A., Hrustalev B.M., Batyanovskij E.I., Leonovich S.N. Nanotekhnologii v stroitel'nom materialovedenii: real'nost' i perspektivy [Nanotechnology in construction materials science: reality and prospects], *Nauka i Tekhnika* [Science and Technology], 2009, No. 3, pp. 5-23.

13. Moroz M.N., Kalashnikov V.I., Petukhov A.V. Morozostojkost' gidrofobizirovannyh betonov [Frost resistance of hydrophobic concretes], *Molodoj uchenyj* [Young scientist], 2014, No. 19, pp. 222-225.

14. Moroz M.N., Petukhov A.V., Kalashnikov V.I. Melkozernistye betony na karbonatno- i glinoshlakovyh vyazhushchih, gidrofobizirovannyh steatom cinka [Fine-grained concretes on carbonate-and clay-slag binders, hydrophobized with zinc stearate], *Molodoj uchenyj* [Young scientist], 2014, No. 13, pp. 59-61.

Information about the authors

FEDOSOV Sergei Viktorovich – Academician of RAASN, Doctor of Engineering Sciences, Professor of the National Research Moscow State Construction University, Professor of the Volga State University of Technology. Honorary worker of higher professional education of the Russian Federation. Honored worker of the higher school of the Russian Federation. Honorary Builder of Russia. Laureate of the Russian Government Prize in Science and Technology. Laureate of the State Prize of the Republic of Mari El in the Field of Architecture and Construction. Scientific direction – heat and mass transfer in technological processes of the construction industry, textile industry, energy saving in buildings. E-mail: fedosov-academic53@mail.ru

RUMYANTSEVA Varvara Evgenevna – Adviser of RAABS, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Department of Nanotechnologies, Physics and Chemistry, Director of the Institute of Information Technologies and Natural Sciences and Humanities of Ivanovo State Polytechnic University, Ivanovo. Research interests – corrosion of construction materials and structures; corrosion mass transfer; prediction of durability of building materials; physics and chemistry of building materials. Author of over 250 publications. E-mail: varrym@gmail.com.

KONOVALOVA Viktoria Sergeevna – Candidate of Engineering Sciences, Senior Lecturer of the Department of Nanotechnologies, Physics and Chemistry of Ivanovo State Polytechnic University, Ivanovo. Research interests – corrosion of construction materials and structures; corrosion mass transfer; prediction of durability of building materials; physics and chemistry of building materials. Author of 70 publications. E-mail: kotprotiv@yandex.ru.

KARAVAEV Ivan Vasilevich – Postgraduate student, Ivanovo State Polytechnic University, Ivanovo. Research interests – corrosion of construction materials and structures; corrosion mass transfer; prediction of durability of building materials; physics and chemistry of building materials. Author of 30 publications. E-mail: ivakaa@gmail.com

Библиографическая ссылка

К вопросу о повышении сцепления композитной арматуры с цементными бетонами / С. В. Федосов, В. Е. Румянцева, В. С. Коновалова, И. В. Караваев, А. С. Евсяков // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Материалы. Конструкции. Технологии. – 2020. – № 1(13). – С. 95-102. – DOI: 10.25686/2542-114X.2020.1.95