Интернет-журнал «Транспортные сооружения» <https://t-s.today>
Russian journal of transport engineering

2018, №4, Том 5 / 2018, No 4, Vol 5 <https://t-s.today/issue-4-2018.html>

URL статьи: <https://t-s.today/PDF/11SATS418.pdf>

DOI: 10.15862/11SATS418 (<http://dx.doi.org/10.15862/11SATS418>)

Статья поступила в редакцию 10.09.2018; опубликована 29.10.2018

Ссылка для цитирования этой статьи:

Катасонов М.В., Кочетков А.В., Гофман Д.И., Куксгаузен В.В. Подбор составов органоминеральных смесей для устройства слоя основания дорожной одежды из материалов, обработанных цементом совместно с ПМК NICOFLOK // Интернет-журнал «Транспортные сооружения», 2018 №4, <https://t-s.today/PDF/11SATS418.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/11SATS418

For citation:

Katasonov M.V., Kochetkov A.V., Gofman D.I., Kuxhausen V.V. (2018). Selection of compositions of organomineral mixes for the device of the layer of the basis of road clothes from the materials processed by cement together with PMK NICOFLOK. *Russian journal of transport engineering*, [online] 4(5). Available at: <https://t-s.today/PDF/11SATS418.pdf> (in Russian). DOI: 10.15862/11SATS418

УДК 625.7/8:504

ГРНТИ 67.09.45

Катасонов Максим Викторович

ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет», Волгоград, Россия
Доцент кафедры «Гидротехнические и земляные сооружения»
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: max.inga@rambler.ru

Кочетков Андрей Викторович

ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Пермь, Россия
Профессор
Доктор технических наук
E-mail: soni.81@mail.ru

Гофман Дмитрий Иванович

ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград, Россия
Старший преподаватель кафедры «Строительство и эксплуатация транспортных сооружений»
E-mail: dima.0103@mail.ru

Куксгаузен Владимир Владимирович

ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет», Волгоград, Россия
Магистрант кафедры «Строительство и эксплуатация транспортных сооружений»
E-mail: KokS03-26@yandex.ru

**Подбор составов органоминеральных
смесей для устройства слоя основания дорожной
одежды из материалов, обработанных цементом
совместно с ПМК NICOFLOK**

Аннотация. Для решения важнейших задач массового строительства и ремонта региональных автомобильных дорог необходимо применение местных материалов с дополнительной модификацией для обеспечения требуемых показателей и их однородности. К ним относятся цементогрунты, гипсогрунты, фосфогипс, а также щебеночно-песчаные смеси.

Основными компонентами щебеночно-песчаных смесей являются карьерный песок и щебень. Их соотношение подбирается в зависимости от области применения смеси.

Объектом исследования являются более дорогие и сложные по составу материалы – полимерорганоминеральные смеси на основе полимерно-минеральной композиции Nicoflok для строительства дорожных одежд автомобильных дорог (улиц, городских дорог). Основные показатели исследованных смесей: высокая прочность на сжатие, растяжение при изгибе, водостойкость, эластичность. Показатели конструкций: высокая технологичность, работа в упруго-деформативной стадии, монолитность.

Настоящая статья отражает новые результаты авторов по разработке рецептур новых материалов для дорожного строительства, в частности для автомобильных дорог с низкой интенсивностью движения. В процессе работы проводился анализ свойств этих смесей и выбор наиболее рационального состава. Nicoflok является композицией, состоящей из определенно подобранных минералов по заданному химическому составу и активации, а также полимеров. Осуществлен подбор рациональных составов смесей с применением полимерно-минеральной композиции на основе полимерных порошков и минеральных наполнителей Nicoflok для устройства слоя основания дорожной одежды.

Ключевые слова: щебеночно-песчаные смеси; региональные дороги; строительство дорог; рецептуры; слои основания; дороги с низкой интенсивностью движения; активация; полимеры; Nicoflok; анализ свойств

Введение

Для решения важнейших задач массового строительства и ремонта региональных автомобильных дорог необходимо применение местных материалов с дополнительной модификацией для обеспечения требуемых показателей и их однородности. К ним относятся цементогрунты, гипсогрунты, фосфогипс, а также щебеночно-песчаные смеси.

Основными компонентами щебеночно-песчаных смесей являются карьерный песок и щебень. Их соотношение подбирается в зависимости от области применения смеси [1-7].

Объектом исследования являются более дорогие и сложные по составу материалы – полимерорганоминеральные смеси на основе полимерно-минеральной композиции NICOFLок для строительства дорожных одежд автомобильных дорог (улиц, городских дорог). Основные показатели исследованных смесей: высокая прочность на сжатие, растяжение при изгибе, водостойкость, эластичность. Показатели конструкций: высокая технологичность, работа в упруго-деформативной стадии, монолитность.

Настоящая статья отражает новые результаты авторов по разработке рецептур новых материалов для дорожного строительства, в частности для автомобильных дорог с низкой интенсивностью движения [8-11]. В процессе работы проводился анализ свойств этих смесей и выбор наиболее рационального состава.

Nicoflok является композицией, состоящей из определенно подобранных минералов по заданному химическому составу и активации, а также полимеров. Внешний вид – порошок серого цвета различных оттенков, насыпная плотность от 800 до 900 кг/м³, остаток на сите с сеткой № 0315 не более 1,0 %. Добавка вносится в пропорции от 1:10 до 1:12 к весу необходимого для укрепления цемента. Материал не токсичен, стоек к воздействию отрицательных температур, не горюч, гидрофобен и не требует специальных условий хранения. Композиция выпускается по СТО 13881083-001-2009. Полимерцементогрунтовая смесь «Nicoflok» в дорожном строительстве [12].

Подбор составов выполнен в соответствии с требованиями ГОСТ 23558-94 «Смеси щебеночно-гравийно-песчаные и грунты, обработанные неорганическими вяжущими, для дорожного и аэродромного строительства» и ГОСТ 30491-2012 «Смеси органоминеральные и грунты, укрепленные органическими вяжущими, для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия».

Подбор рациональной рецептуры смеси предусматривал выполнение следующих работ:

- анализ климатических условий района строительства;
- определение физико-механических свойств исходных материалов;
- выбор вариантов рецептуры смеси;
- изготовление образцов из выбранных вариантов смеси;
- хранение образцов в нормальных условиях по ГОСТ 10180-2012;
- проведение испытаний по определению предела прочности образцов на сжатие по ГОСТ 10180-2012;
- анализ результатов испытаний.

Климатические характеристики приведены для города Краснодар, исходя из данных СП 131.13330.2012 «Строительная климатология». Россия, Краснодарский край, г. Краснодар. Климат: умеренно-континентальный. Дорожно-климатическая зона IV. Температура воздуха наиболее холодных суток (с обеспеченностью 0,98): -23°C. Температура воздуха наиболее теплых суток (с обеспеченностью 0,98): 31°C. Средняя температура января -0,2°C. Средняя температура июля: 23,8°C. Количество осадков за ноябрь-март: 290 мм. Количество осадков за апрель-октябрь 404 мм. Среднее за год количество дней с переходом температуры воздуха через ноль: 70.

Физико-механические показатели органоминеральных смесей для оснований дорожных одежд должны соответствовать показателям, указанным в таблице 1 ГОСТ 30491-2012.

Таблица 1

Физико-механические показатели органоминеральных смесей (ГОСТ 30491-2012)

Наименование показателей	Значение
Предел прочности на сжатие, МПа, при температурах, °С, не менее	
20	1,4
50	0,5
Водостойкость, не менее	0,6
Водонасыщение при длительном водонасыщении, не менее	0,5
Водонасыщение, % по объему, не более	10
Набухание, % по объему, не более	2

Проводился подбор рецептуры смеси для устройства основания из органоминеральной смеси. Исходные материалы: щебеночно-песчаная смесь (ЩПС) С5 (по ГОСТ 25607-2009). Зерновой состав смеси указан в таблице 2.

Содержание пылевидных и глинистых частиц: 2,08 %.

Таблица 2

Зерновой состав щебеночно-песчаной смеси

	Размер отверстий контрольных сит, мм									
	80,0	40,0	20,0	10,0	5,0	2,5	0,63	0,16	0,05	Менее 0,05
Частные остатки на ситах, %	0,00	0,00	26,14	29,12	18,16	11,70	5,12	6,21	1,47	2,08
Полные остатки на ситах, %	0,00	0,00	26,14	55,26	73,42	85,12	90,24	96,45	97,92	100
Требование ГОСТ 25607-2009 (для С5)	0	0-10	25-60	45-80	57-85	67-88	80-95	90-97	95-100	100

Составлено авторами

Оптимальная влажность: 4,5 %. Максимальная плотность: 2,19 г/см³.

Вяжущее. Портландцемент сульфатостойкий с минеральными добавками ЦЕМ11/А-П 32,5Н СС (ГОСТ 22266-2013, ГОСТ 30515-2013). Проба отобрана из партии №5077 (дата отгрузки 23.08.16). Производитель: ОАО «Верхнебаканский цементный завод» (г. Новороссийск, п. Верхнебаканский). Сертификат соответствия № РОСС RU.С102.В00081.

Портландцемент без минеральных добавок ПЦ500-ДО-Н (ГОСТ 10178-85, ГОСТ 30515-2013). Проба отобрана из партии №0081 (дата отгрузки 12.08.16). Производитель: ОАО «Новоросцемент», Производство «Цементный завод «Пролетарий» (г. Новороссийск).

Битумная эмульсия катионного типа ЭБК-3. Проба отобрана 26.08.16. Производитель: ООО «ДСК». Паспорт №107 от 26.08.16 г.

Полимерная добавка Nicoflok. Добавка, укрепляющая для вяжущих растворов и сухих смесей. Произведена по ТУ 5743-003-13881083-2006. Насыпная плотность: 0,8 г/см.

Вода. Вода соответствует требованиям ГОСТ 23732-2011 «Вода для бетонов и строительных растворов. Технические условия». Максимально допустимое содержание растворимых солей не превышает 10000 мг/дм³, в т. ч. ионов S04 – 2700 мг/дм³, С1 – 3500 мг/дм³.

Назначение вариантов рецептуры смеси. Для сравнения выбраны 4 варианта рецептуры смеси для изготовления и испытания образцов в соответствии с ГОСТ 30491-2012. Изготовлены и испытаны образцы из органоминеральной смеси, приготовленной на заводе и отобранной из кузова автосамосвала.

Испытываемые варианты (состав №1 – №4) содержат в своем составе ПМК Nicoflok, позволяющую снизить содержание вяжущих материалов в смеси (как органических, так и неорганических). Поскольку согласно ТУ 5743-003-13881083-2006 ПМК Nicoflok является органо(полимерно)-минеральной смесью и его применение позволяет получить ОМС, отказавшись от применения битумной эмульсии, рассмотрены варианты с полной заменой органического вяжущего на ПМК Nicoflok.

Рецептуры смеси для испытаний в соответствии с ГОСТ 30491-2012:

Состав №1: ЩПС, обработанная 2,5 % цемента ЦЕМ И/А-П 32,5Н СС, совместно с 0,25 % полимерной добавки Nicoflok и 1 % битумной эмульсии катионного типа ЭБК-3.

Состав №2: ЩПС, обработанная 2,5 % цемента ЦЕМ П/А-П 32,5Н СС, совместно с 0,25 % полимерной добавки Nicoflok.

Состав №3: ЩПС, обработанная 3,5 % цемента ЦЕМ И/А-П 32,5Н СС, совместно с 0,35 % полимерной добавки Nicoflok и 1 % битумной эмульсии катионного типа ЭБК-3.

Состав №4: ЩПС, обработанная 3,5 % цемента ЦЕМ И/А-П 32,5Н СС, совместно с 0,35 % полимерной добавки Nicoflok.

Состав №5: Органоминеральная смесь, приготовленная в заводском смесителе, отобранная из кузова автосамосвала. ЩПС, обработанная 3,5 % цемента ЦЕМ П/А-П 32,5Н СС, совместно с 4,2 % битумной эмульсии катионного типа ЭБК-3.

При расчете содержания компонентов смеси масса грунта в высушенном состоянии принимается за 100 %, а содержание вяжущих и полимерных добавок в смеси указывается в процентах от массы грунта (т. е. сверх 100 %).

Расход воды при подборе состава устанавливается из расчета получения максимальной плотности смеси при оптимальной влажности. Расход воды указывается в процентах от массы сухой смеси (т. е. масса сухой смеси для расчета содержания воды принимается за 100 %).

Результаты испытаний образцов (по ГОСТ 30491-2012)

Испытания образцов выполнены в соответствии с ГОСТ 30491-2012 «Смеси органоминеральные и грунты, укрепленные органическими вяжущими, для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия».

Для испытаний использовались образцы цилиндрической формы с диаметром и высотой 101 мм. Уплотнение выполнялось в соответствии с п. 6.4 ГОСТ 30491-2012. Нагрузка при формовании 30 МПа – для смесей с содержанием щебня (гравия) более 50 %, время выдержки под нагрузкой 3 минуты.

До момента испытания образцы хранились в нормальных условиях в соответствии с ГОСТ 10180-2012 при температуре (20±2) °С и относительной влажности воздуха (95±5) %. Результаты испытаний образцов указаны в таблице 3.

Таблица 3

Результаты испытаний образцов из ЩПС, обработанной комплексным вяжущим (по ГОСТ 30491-2012)

№ состава	Состав смеси	Плотность, г/см ³	Прочность на сжатие, МПа							Водона- сыщение, %	Набухание	Коэффи- циент водос- тойкости
			3 сутки		7 сутки		14 сутки					
			20°С	50°С	20°С	50°С	20°С	50°С	Водонасы- щенных образцов			
1	ЩПС: 100 % Цемент (ЦЕМ П/А- П 32,5Н СС): 2,5 % Nicoflok: 0,25 % Эмульсия (ЭБК-3): 1 %	2,38	3,1	2,9	3,8	3,7	4,6	4,4	4,3	5,9	-0,1	0,93
2	ЩПС: 100 % Цемент (ЦЕМ Н/А- П 32,5Н СС): 2,5 % Niconok: 0,25 %	2,38	2,7	3,2	3,8	4,3	4,8	4,8	4,0	6,9	-0,3	0,83
3	ЩПС: 100 % Цемент (ЦЕМ П/А- П 32,5Н СС): 3,5 % Nicoflok: 0,35 % Эмульсия (ЭБК-3): 1 %	2,39	5,8	6,3	6,6	6,1	8,6	7,5	7,4	5,9	-0,5	0,86
4	ЩПС: 100 % Цемент (ЦЕМ И/А- П 32,5Н СС): 3,5 % Nicoflok: 0,35 %	2,38	5,3	6,0	6,5	6,7	8,0	7,4	7,6	5,8	-0,4	0,95

5	Органоминеральная смесь (ОМС) из кузова автосамосвала ЩПС: 100 % Цемент (ЦЕМ П/А-П 32,5Н СС): 3,5 % Эмульсия (ЭБК-3): 4,2 %	2,40	2,5	2,4	2,8	2,6	3,0	2,9	3,6	4,6	0,0	1,20
Требование ГОСТ 30491-2012							>1,4	>0,5	-	<10	<2	>0,6

Сравнение вариантов составов смесей проводилось с учетом рисунка 1.

Рисунок 1. Сравнение вариантов составов смесей (рисунок авторов)

Процесс измерения естественной влажности ЩПС перед производством ОМС приведено на рисунке 2.

Рисунок 2. Измерение естественной влажности ЦПС перед производством ОМС (фото авторов)

Работы, проведенные в дорожно-испытательной лаборатории, представлены на рисунках 3-8.

Рисунок 3. Смесь из ЦПС, обработанной 2,5 % цемента ЦЕМ П/А-П 32,5Н СС, совместно с 0,25 % ПМК Nisoflok (фото авторов)

Рисунок 4. Изготовление образцов из ЦПС, обработанной 2,5 % цемента ЦЕМ П/А-П 32,5Н СС, совместно с 0,25 % ПМК Nisoflok (фото авторов)

Рисунок 5. Образцы из ЩПС, обработанной 2,5 % цемента ЦЕМ П/А-П 32,5Н СС, совместно с 0,25 % ПМК Nisoflok (фото авторов)

Рисунок 6. Изготовление образцов из ЩПС, обработанная 2,5 % цемента ЦЕМ П/А-П 32,5Н СС, совместно с 0,25 % полимерной добавки Nisoflok и 1 % битумной эмульсии катионного типа ЭБК-3 (фото авторов)

Рисунок 7. Изготовленные образцы из ЩПС, обработанная 2,5 % цемента ЦЕМ П/А-П 32,5Н СС, совместно с 0,25 % полимерной добавки Nisoflok и 1 % битумной эмульсии катионного типа ЭБК-3 (фото авторов)

Рисунок 8. Определение прочности на сжатие образцов из ЩПС, обработанной цементом, совместно с ПМК Nisoflok (фото авторов)

Выводы

1. Все рассматриваемые составы (№1 – №5) из ЩПС, обработанной комплексным вяжущим, удовлетворяют требованиям, предъявляемым ГОСТ30491-2012 к пределу прочности на сжатие при температурах 20°C и 50°C, водостойкости, водонасыщению и набуханию.

2. Наиболее экономичными с точки зрения количества применяемых вяжущих являются составы №1 и №2:

Состав №1: ЩПС, обработанная 2,5 % цемента ЦЕМ П/А-П 32,5Н СС, совместно с 0,25 % полимерной добавки Nisoflok и 1 % битумной эмульсии катионного типа ЭБК-3.

Состав №2: ЩПС, обработанная 2,5 % цемента ЦЕМ П/А-П 32,5Н СС, совместно с 0,25 % полимерной добавки Nisoflok.

3. Применение состава №1 позволяет уменьшить по сравнению с исходным составом содержание цемента на 1 %. содержание эмульсии ЭБК-3 на 3,2 %.

4. Применение состава №2 позволяет уменьшить по сравнению с исходным составом содержание цемента на 1 %. содержание эмульсии ЭБК-3 на 4.2 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нормативно-методическое обеспечение развития инновационной деятельности в дорожном хозяйстве / Аржанухина С.П., Сухов А.А., Кочетков А.В. // Инновации. 2011. № 7. – С. 82-85.
2. Проектирование структуры информационного обеспечения системы менеджмента качества дорожного хозяйства / Кочетков А.В., Гладков В.Ю., Немчинов Д.М. // Интернет-журнал «Науковедение». 2013. № 3 (16). – С. 72.
3. Статистические методы организации контроля качества при производстве дорожно-строительных материалов / Кочетков А.В., Васильев Ю.Э., Каменев В.В., Шляфер В.Л. // Качество. Инновации. Образование. 2011. № 5 (72). – С. 46-51.
4. Методологические основы оценки технических рисков / Кокодеева Н.Е., Талалай В.В., Кочетков А.В., Аржанухина С.П., Янковский Л.В. // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2012. № 28 (47). – С. 126-134.
5. Применение геоимплантатных конструкций для создания экопаркингов / Янковский Л.В., Кочетков А.В. // Экология и промышленность России. 2011. № 5. – С. 32-34.
6. Выбор требований к противогололедным материалам для зимнего содержания автомобильных дорог мегаполиса / Аржанухина С.П., Гарибов Р.Б.О., Кочетков А.В., Янковский Л.В., Глухов Т.А., Бобков А.В. // Вода: химия и экология. 2013. № 4 (58). – С. 106-115.
7. Совершенствование отраслевой системы диагностики автомобильных дорог / Ермаков М.Л., Карпеев С.В., Кочетков А.В., Аржанухина С.П. // Дорожная держава. 2011. № 30. – С. 38.
8. Катасонов М.В., Лескин А.И., Кочетков А.В., Гофман Д.И., Куксгаузен В.В. Применение влажной органоминеральной смеси для устройства конструктивных слоев дорожной одежды при строительстве автодорожного подхода к керченскому мосту со стороны Тамани / Транспортные сооружения. 2018. Т. 5. № 3. – С. 3.
9. Катасонов М.В., Лескин А.И., Гофман Д.И., Кочетков А.В. Исследование возможности улучшения физико-механических свойств слабопрочного известнякового щебня способом обработки серобитумным вяжущим / Интернет-журнал «Науковедение». 2017. Т. 9. № 2. – С. 97.
10. Лескин А.И., Гофман Д.И., Катасонов М.В. Улучшение прочностных характеристик низкомарочного и малопрочного щебня путем обработки органическим композитным материалом / Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2017. № 48 (67). – С. 130-139.
11. Лескин А.И., Гофман Д.И., Катасонов М.В., Вовко В.В., Скоробогатченко Д.А. Использование местных отходов химической промышленности в составленных вяжущих / Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2018. № 53 (72). – С. 83-91.
12. Клековкина М.П., Филиппова К.В. Инновационные материалы – добавки и стабилизаторы для укрепления грунтов // Техника. Технологии. Инженерия. – 2017. – №3. – С. 31-34. – URL <https://moluch.ru/th/8/archive/62/2486/> (дата обращения: 21.10.2018).

Katasonov Maksim Viktorovich

Volgograd state university of architecture and civil engineering, Volgograd, Russia
E-mail: max.inga@rambler.ru

Kochetkov Andrey Viktorovich

Perm national research polytechnical university, Perm, Russia
E-mail: soni.81@mail.ru

Gofman Dmitriy Ivanovich

Volgograd state technical university, Volgograd, Russia
E-mail: dima.0103@mail.ru

Kuxhausen Vladimir Vladimirovich

Volgograd state university of architecture and civil engineering, Volgograd, Russia
E-mail: Koks03-26@yandex.ru

Selection of compositions of organomineral mixes for the device of the layer of the basis of road clothes from the materials processed by cement together with PMK NICOFLOK

Abstract. In order to solve the most important problems of mass construction and repair of regional roads, it is necessary to use local materials with additional modification to ensure the required indicators and their uniformity. These include cement, gypsum, phosphogypsum, and gravel-sand mixtures. The main components of gravel-sand mixtures are quarry sand and crushed stone. Their ratio is selected depending on the application of the mixture.

The object of the study is more expensive and complex in composition materials – polymer-mineral mixtures based on polymer-mineral composition Nicoflok for the construction of road pavement roads (streets, city roads). The main indicators of the studied mixtures: high compressive strength, bending tensile strength, water resistance, elasticity. Performance of structures: high technology, working in the elastic-deformation stage, the solidity.

This article reflects the new results of the authors on the development of formulations of new materials for road construction, in particular for roads with low traffic. In the course of work the analysis of properties of these mixes and the choice of the most rational structure was carried out. Nicoflok is a composition consisting of specifically selected minerals by a given chemical composition and activation, as well as polymers. The selection of rational compositions of mixtures with the use of polymer-mineral composition based on polymer powders and mineral fillers Nicoflok for the device layer of the base of the pavement.

Keywords: gravel-sand mixtures; regional roads; road construction; formulations; base layers; roads with low traffic intensity; activation; polymers; Nicoflok; property analysis

REFERENCES

1. Arzhanukhina S.P., Sukhov A.A., Kochetkov A.V. (2011). Regulatory and methodological support for the development of innovative activities in the road sector. *Innovations*, 7, pp. 82-85 (in Russian).
2. Kochetkov A.V., Gladkov V.Yu., Nemchinov D.M. (2013). Designing the structure of information support for the quality management system of road facilities. *Naukovedenie*, 3(16), p. 72 (in Russian).
3. Kochetkov A.V., Vasil'ev YU.EH., Kamenev V.V., Shlyafer V.L. (2011). Statistical methods of organizing quality control in the production of road-building materials. *Quality. Innovation. Education*, 5 (72), pp. 46-51 (in Russian).
4. Kokodeeva N.E., Talalay V.V., Kochetkov A.V., Arzhanukhina S.P., Yankovskiy L.V. (2012). Methodological basis for the assessment of technical risks. *Bulletin of the Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering*, 28(47), pp. 126-134 (in Russian).
5. Yankovskiy L.V., Kochetkov A.V. (2011). Application of geo-implant constructions for creating ecoparks. *Ecology and Industry of Russia*, 5, pp. 32-34 (in Russian).
6. Arzhanukhina S.P., Garibov R.B.O., Kochetkov A.V., Yankovskiy L.V., Glukhov T.A., Bobkov A.V. (2013). The choice of requirements for anti-icing materials for the winter maintenance of highways of the megalopolis. *Water: chemistry and ecology*, 4(58), pp. 106-115 (in Russian).
7. Ermakov M.L., Karpeev S.V., Kochetkov A.V., Arzhanukhina S.P. (2011). Improving the sectoral system of diagnostics of highways. *Road Power*, 30, pp. 38. (in Russian).
8. Katasonov M.V., Leskin A.I., Kochetkov A.V., Gofman D.I., Kuksgauzen V.V. (2018). The use of a wet organic mixture for the device constructive layers of pavement in the construction of the road approach to the Kerch bridge from the side of Taman. *Russian journal of transport engineering*, 3(5), p. 3 (in Russian).
9. Katasonov M.V., Leskin A.I., Gofman D.I., Kochetkov A.V. (2017). Investigation of the possibility of improving the physico-mechanical properties of low-strength limestone crushed stone by the method of processing of bituminous binder. *Naukovedenie*, 2(9), p. 97 (in Russian).
10. Leskin A.I., Gofman D.I., Katasonov M.V. (2017). Improving the strength characteristics of low-grade and low-strength crushed stone by processing with organic composite material. *Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering*, 48(67), pp. 130-139 (in Russian).
11. Leskin A.I., Gofman D.I., Katasonov M.V., Vovko V.V., Skorobogatchenko D.A. (2018). Use of local waste of the chemical industry in composed binders. *Bulletin of the Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering*, 53(72), pp. 83-91 (in Russian).
12. Klekovkina M.P., Filippova K.V. (2017). Innovative materials – additives and stabilizers for soil reinforcement. *Technique. Technology. Engineering*, [online] 3, pp. 31-34. Available at: <https://moluch.ru/th/8/archive/62/2486/> (in Russian). [Accessed 21.10.2018].