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

2019, №2, Том 6 / 2019, No 2, Vol 6 <https://t-s.today/issue-2-2019.html>

URL статьи: <https://t-s.today/PDF/04SATS219.pdf>

DOI: 10.15862/04SATS219 (<http://dx.doi.org/10.15862/04SATS219>)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Катасонов М.В., Кочетков А.В., Гофман Д.И., Куксгаузен В.В. Подбор оптимального состава для устройства основания дорожной одежды из грунтов, обработанных неорганическим вяжущим, при строительстве подъезда от автомобильной дороги М-25 Новороссийск – Керченский пролив к г. Керчь и сухогрузному району морского порта Тамань на участке км 0 – км 42 // Интернет-журнал «Транспортные сооружения», 2019 №2, <https://t-s.today/PDF/04SATS219.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/04SATS219

For citation:

Katasonov M.V., Kochetkov A.V., Gofman D.I., Kuxhausen V.V. (2019). Selection of the optimal composition for the device of the base of the pavement from soils treated with inorganic binder, during the construction of the entrance from the highway M-25 Novorossiysk – Kerch Strait to Kerch and the dry cargo area of the sea port of Taman on the section km 0 – km 42. *Russian journal of transport engineering*, [online] 2(6). Available at: <https://t-s.today/PDF/04SATS219.pdf> (in Russian). DOI: 10.15862/04SATS219

УДК 625.7/.87, 625.7/8:504

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, профессор
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 оптимального состава для устройства
основания дорожной одежды из грунтов, обработанных
неорганическим вяжущим, при строительстве подъезда от
автомобильной дороги М-25 Новороссийск – Керченский
пролив к г. Керчь и сухогрузному району морского порта
Тамань на участке км 0 – км 42**

Аннотация. При укреплении глинистых грунтов цемент выступает как структурообразователь и является основным компонентом смеси, обеспечивающим создание кристаллизационной структуры материала. При формировании этой структуры происходит качественное изменение природных свойств грунта. Введение в глинистый грунт цемента приводит к значительному уменьшению количества макропор за счет заполнения продуктами гидратации пространства между грунтовыми агрегатами, что в свою очередь приводит к уменьшению проницаемости материала.

Грунты с высоким содержанием глинистых минералов тяжело поддаются укреплению из-за склонности к комкообразованию. Это подтверждается проведенными экспериментами, в которых установлено, что прочностные показатели супеси глины, укрепленной цементом выше показателей суглинка и глины, при введении одинакового его количества. Неактивная или малоактивная зона в суглинке и глины соответствует малым расходам вяжущего, что возможно связано с неравномерным распределением цемента в глинистых грунтах, а также низкой прочностью грунтовых агрегатов, поверхность которых не взаимодействует с продуктами гидратации.

Использование только портландцемента при укреплении тяжелых глин (число пластичности не более 27) недостаточно для достижения высоких физико-технических свойств, а, следовательно, получение качественных дорожно-строительных материалов возможно только при помощи введения в состав различных модифицирующих добавок.

При подборе состава были рассмотрены несколько вариантов связных грунтов и процентное содержание неорганических вяжущих (цемент, портландцемент).

Ключевые слова: связные грунты; прочностные характеристики; портландцемент органоминеральная смесь; битумная эмульсия; физико-механические свойства; дорожная одежда; испытание; содержание; устройство; ремонт; дорожная одежда; покрытие; цемент; портландцемент

Введение

Национальный проект «Безопасные и качественные дороги» в 2019 году во многих субъектах федерации получил свое развитие в части расширения от 50-ти километровых зон вокруг центрального населенного пункта агломерации, вплоть до границ субъекта федерации. Это связано с реализацией улучшения состояния региональных дорог и автомобильных дорог общего пользования с низкой интенсивностью движения до плановых показателей технико-технического состояния и по уровню безопасности дорожного движения [1–3].

Авторами разработан перечень предлагаемых инноваций по дорогам с низкой интенсивностью движения, предлагаемый для включения в реестр инновационных технических решений Национального проекта «Безопасные и качественные дороги» по Саратовской, Волгоградской, Оренбургской и Пензенской агломерациям:

1. Диспергированный асфальтобетон по технологии Н.А. Горнаева.
2. Ремонтные смеси на основе диспергированного асфальтобетона.
3. Битумная суспензия.
4. Дорожные покрытия из фрезерованного асфальтогранулята, пропитанного битумной суспензией.
5. Фосфогипс (Балаковский филиал АО «АПАТИТ», федеральные сметные нормы по всем субъектам федерации).

6. Фосфогипсогрунт (20 %).
7. Цементогрунт со стабилизатором, например, «Дорзин».
8. Полиуретаново-щебеночные слои откосов автомобильных дорог и конусов мостовых сооружений (100 000 кв. м ежегодно в Москве).
9. Фиброволокна (технологии равномерного распределения в холодных асфальтобетонных смесях).
10. Восстанавливающая холодная пропитка (при нарушении водонасыщения, температура применения до -15 °C).
11. Восстановление показателей битума по технологии СУПЕРПЕЙВ на асфальтобетонных заводах.
12. Закрытые щебеночно-мастичные деформационные швы.

В настоящей статье рассматривается технология устройства цементогрунтовых оснований автомобильных дорог с низкой интенсивностью движения.

Укрепление грунтов – традиционно эффективный подход к конструированию дорожных и аэродромных одежд [4–7]. При устройстве слоев основания и морозозащитного слоя проезжей части и обочин из укрепленных грунтов поступление влаги к материалу земляного полотна сверху через дорожную одежду практически исключается. Вследствие хорошей распределяющей способности слоев из укрепленных грунтов ровность покрытий на таких основаниях обычно лучше, чем на щебеночном или гравийном основании [8–16].

В последние годы с нарастающими объемами совершенствуются дорожные одежды с использованием ресайклера для устройства слоев из грунтовых и грунтово-гравийных смесей, обработанных минеральными и комплексными вяжущими. Дорожные одежды из укрепленных грунтов имеют достаточную прочность.

Подбор рациональной рецептуры смеси заключался в следующем [16]:

- определение физико-механических показателей исходных материалов;
- выбор вариантов рецептуры смеси;
- приготовление образцов;
- хранение образцов в нормальных условиях по ГОСТ 10180-2012;
- определение предела прочности образцов на сжатие по ГОСТ 10180-2012;
- анализ результатов испытаний.

Проведен подбор рецептур смеси для устройства основания из грунта, укрепленного комплексными неорганическими вяжущими М20 (ГОСТ 23558-94)

Исходные материалы:

Укрепляемые грунты:

1. Грунт: супесь песчанистая (по ГОСТ 25100-2011).

Влажность на границе текучести: 26,1 %.

Влажность на границе раскатывания: 21,5 %.

Число пластичности (I_p): 4,6 %.

Содержание песчаных частиц (2–0,05 мм): 86,1 %.

Таблица 1

Гранулометрический (зерновой) состав грунта (супеси)

	Размер отверстий контрольных сит, мм								
	10,0	5,0	2,0	1,0	0,5	0,25	0,1	0,05	<0,05
Частные остатки на ситах, %	0,0	0,0	0,9	0,8	9,3	11,9	45,8	17,4	13,9
Полные остатки на ситах, %	0,0	0,0	0,9	1,7	11,0	22,9	68,7	86,1	100,0

Составлено авторами

Оптимальная влажность: 11,8 %.

Максимальная плотность: 1,86 г/см³.

2. Грунт: глина тяжелая (по ГОСТ 25100-2011).

Влажность на границе текучести: 68,4.

Влажность на границе раскатывания: 39,9.

Число пластичности (I_p): 28,5 %.

Оптимальная влажность: 34,2 %

Максимальная плотность: 1,49 г/см³.

3. Грунт: суглинок тяжелый (по ГОСТ 25100-2011).

Влажность на границе текучести: 31,6.

Влажность на границе раскатывания: 15,9.

Число пластичности (I_p): 15,7 %.

Содержание песчаных частиц (2–0,05 мм): 46,6%.

Таблица 2

Гранулометрический (зерновой) состав грунта (суглинок)

	Размер отверстий контрольных сит, мм								
	10,0	5,0	2,0	1,0	0,5	0,25	0,1	0,05	<0,05
Частные остатки на ситах, %	0,0	0,0	0,2	0,6	3,9	9,7	23,6	8,6	53,4
Полные остатки на ситах, %	0,0	0,0	0,2	0,8	4,7	14,4	38,0	46,6	100,0

Составлено авторами

Оптимальная влажность: 18,2 %.

Максимальная плотность: 1,57 г/см³.

Вяжущее

1. Портландцемент сульфатостойкий с минеральными добавками ЦЕМ11/А-П 32,5Н СС (ГОСТ 22266-2013, ГОСТ 30515-2013).

Проба отобрана из партии №5079 (дата отгрузки 27.08.16).

Сертификат соответствия № РОСС RU.СЛ02.В00081.

2. Портландцемент без минеральных добавок ПЦ500-ДО-Н (ГОСТ 10178-85, ГОСТ 30515-2013).

Проба отобрана из партии № 0081 (дата отгрузки 12.08.16).

Вода.

Вода соответствует требованиям ГОСТ 23732-2011 Вода для бетонов и строительных растворов. Технические условия.

Максимально допустимое содержание растворимых солей не превышает 10000 мг/дм^3 , в т. ч. ионов SO_4 – 2700 мг/дм^3 , Cl – 3500 мг/дм^3 .

Изготовление и уход за образцами

Образцы из смесей данных составов изготовлены по одинаковой методике (в соответствии с ГОСТ 23558-94), на одном и том же оборудовании, хранились в одних и тех же условиях.

Испытания по определению прочностных характеристик образцов выполнены в соответствии с ГОСТ 23558-94, а также ГОСТ 10180-2012.

Для испытаний использовались образцы цилиндрической формы с диаметром и высотой 50,5 мм. Уплотнение смеси при изготовлении образцов выполнялось на прессе. Нагрузка при уплотнении 15 МПа. Время выдержки под нагрузкой 3 минуты (рисунок 1).

Нагрузка определена в соответствии с ГОСТ 23558-94 из условия обеспечения максимальной плотности образцов при оптимальной влажности, полученной при испытании на приборе стандартного уплотнения в соответствии с методикой ГОСТ 22733-2002 и ГОСТ 23558-94.

Рисунок 1. Изготовление образцов (фото авторов)

Рисунок 2. Испытание образцов на прочность при сжатии (фото авторов)

Рисунок 3. Испытание образцов на растяжение при изгибе (фото авторов)

Рисунок 4. Результат испытания образцов на растяжение при изгибе (фото авторов)

До момента испытания образцы хранились в нормальных условиях в соответствии с ГОСТ 10180-2012 при температуре $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха $(95 \pm 5)\%$.

Перед испытанием на прочность образцы подвергались капиллярному водонасыщению в течение 72 часов (в соответствии с ГОСТ 23558-94) т. к. средняя температура наиболее холодного месяца в районе строительства составляет $-0,2^{\circ}\text{C}$ (т. е. выше -10°C).

Испытание образцов на прочность при сжатии представлено на рисунке 2, на растяжение при изгибе – на рисунках 3 и 4.

Назначения вариантов рецептуры смеси.

Сравнительный анализ результатов проведенных испытаний

Для сравнения выбраны 12 вариантов рецептуры цементогрунтовой смеси:

Состав № 1: Супесь, укрепленная 3 % цемента ЦЕМ Н/А-П 32,5Н СС.

Состав № 2: Супесь, укрепленная 5 % цемента ЦЕМ П/А-П 32,5Н СС.

Состав № 3: Супесь, укрепленная 3 % цемента ПЦ500-ДО-Н.

Состав № 4: Супесь, укрепленная 5 % цемента ПЦ500-ДО-Н.

Состав № 5: Суглинок, укрепленный 3 % цемента ЦЕМ Н/А-П 32,5Н СС.

Состав № 6: Суглинок, укрепленный 5 % цемента ЦЕМ Н/А-П 32,5Н СС.

Состав № 7: Суглинок, укрепленный 3 % цемента ПЦ500-ДО-Н.

Состав № 8: Суглинок, укрепленный 5 % цемента ПЦ500-ДО-Н.

Состав № 9: Глина, укрепленная 3 % цемента ЦЕМ Н/А-П 32,5Н СС.

Состав № 10: Глина, укрепленная 5 % цемента ЦЕМ Н/А-П 32,5Н СС.

Состав № 11: Глина, укрепленная 3 % цемента ПЦ500-ДО-Н.

Состав № 12: Глина, укрепленная 5 % цемента ПЦ500-ДО-Н.

При расчете содержания компонентов смеси масса грунта в высушенном состоянии принимается за 100 %, а содержание вяжущего 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 %).

В результате испытаний был проведен сравнительный анализ прочностных свойств укрепленных грунтов при лабораторных испытаниях, представленный в таблице 3.

Таблица 3

Сравнительный анализ прочностных свойств укрепленных грунтов

№ состава	Состав смеси	Прочность на сжатие, МПа		Прочность на растяжение при изгибе, МПа
		7 суток	28 суток (водонасыщенных образцов)	28 суток (водонасыщенных образцов)
1	Супесь: 100 % Цемент (ЦЕМ П/А-П 32,5Н СС): 3 %	0,62	1,73	0,42
2	Супесь: 100 % Цемент (ЦЕМ П/А-П 32,5Н СС): 5 %	1,52	2,48	0,5

№ состава	Состав смеси	Прочность на сжатие, МПа		Прочность на растяжение при изгибе, МПа
		7 суток	28 суток (водонасыщенных образцов)	28 суток (водонасыщенных образцов)
3	Супесь: 100 % Цемент (ПЦ500-ДО-Н): 3 %	1,53	1,82	0,34
4	Супесь: 100 % Цемент (ПЦ500-ДО-Н): 5 %	2,69	3,54	0,42
5	Суглинок: 100 % Цемент (ЦЕМ П/А-П 32,5Н СС): 3 %	1,27	1,64	0,22
6	Суглинок: 100 % Цемент (ЦЕМ П/А-П 32,5Н СС): 5 %	1,52	1,73	0,3
7	Суглинок: 100 % Цемент (ПЦ500-ДО-Н): 3 %	1,31	1,94	0,28
8	Суглинок: 100 % Цемент (ПЦ500-ДО-Н): 5 %	1,64	2,02	0,35
9	Глина: 100 % Цемент (ЦЕМ П/А-П 32,5Н СС): 3 %	0,41	0,93	0,03
10	Глина: 100 % Цемент (ЦЕМ П/А-П 32,5Н СС): 5 %	0,8	1,07	0,1
11	Глина: 100 % Цемент (ПЦ500-ДО-Н): 3 %	0,51	1,09	0,07
12	Глина: 100 % Цемент (ПЦ500-ДО-Н): 5 %	0,63	1,27	0,16

Составлено авторами

Сравнение вариантов

Исследована прочность на сжатие образцов из грунтов, укрепленных цементом (рисунок 5).

Рисунок 5. Прочность на сжатие образцов из грунтов, укрепленных цементом (составлено авторами)

По прочности на сжатие составы № 2, № 4, № 8 удовлетворяют требованиям, предъявляемым ГОСТ 23558-94 к укрепленным грунтам марки М20 (рисунок 6).

Рисунок 6. Прочность на растяжение при изгибе образцов из грунтов, укрепленных цементом (составлено авторами)

По прочности на растяжение при изгибе предъявляемым ГОСТ 23558-94 к укрепленным грунтам марки М20 удовлетворяют составы № 1, № 2, № 4.

Обсуждение результатов

При укреплении глинистых грунтов цемент выступает как структурообразователь и является основным компонентом смеси, обеспечивающим создание кристаллизационной структуры материала. При формировании этой структуры происходит качественное изменение природных свойств грунта. Введение в глинистый грунт цемента приводит к значительному уменьшению количества макропор за счет заполнения продуктами гидратации пространства между грунтовыми агрегатами, что в свою очередь приводит к уменьшению проницаемости материала.

Грунты с высоким содержанием глинистых минералов тяжело поддаются укреплению из-за склонности к комкообразованию. Это подтверждается проведенными экспериментами, в которых установлено, что прочностные показатели супеси глины укрепленной цементом выше показателей суглинка и глины, при введении одинакового его количества. Неактивная или малоактивная зона в суглинке и глины соответствует малым расходам вяжущего, что возможно связано с неравномерным распределением цемента в глинистых грунтах, а также низкой прочностью грунтовых агрегатов, поверхность которых не взаимодействует с продуктами гидратации.

Выводы

Выявлено, что использование только портландцемента при укреплении тяжелых глин (число пластичности не более 27) недостаточно для достижения высоких физико-технических свойств, а, следовательно, получение качественных дорожно-строительных материалов возможно только при помощи введения в состав различных модифицирующих добавок.

Требованиям, предъявляемым к укрепленным грунтам марки М20 по прочности на сжатие (в соответствии с ГОСТ 23558-94) удовлетворяют составы № 2 № 4 и № 8, а прочность на растяжение при изгибе соответствуют составы № 1, № 2 и № 4. Из выше изложенного можно сделать вывод, что только составы № 2 и № 4 соответствуют ГОСТ 23558-94. Так как в составе № 2 применяется цемент с меньшей прочностью (М400) и соответственно ценой закупки, по сравнению с составом № 4 (М500), то для устройства основания рекомендуется состав № 2 (состав № 2: супесь, укрепленная 5 % цемента ЦЕМ П/А-П 32,5).

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).
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. Sasanian S. The behavior of cement stabilized clay at high water contents / A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy. Ontario: The school of graduate and postdoctoral studies the university of western ontario London. 2011. 82 p.
9. Bone B.D. Review of scientific literature on the use of stabilization/solidification for the treatment of contaminated soil, solid waste and sludges. UK: Environment Agency. 2004. 343 p.
10. 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.
11. 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.
 12. 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.
 13. 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.
 14. 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).
 15. Автомобильные дороги и мосты. Строительство конструктивных слоев дорожных одежд из грунтов, укрепленных вяжущими материалами. Обзорная информация. Выпуск 3. Москва: ФГУП «Информавтодор», 2007.
 16. 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.

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 the optimal composition for the device of the base of the pavement from soils treated with inorganic binder, during the construction of the entrance from the highway M-25 Novorossiysk – Kerch Strait to Kerch and the dry cargo area of the sea port of Taman on the section km 0 – km 42

Abstract. When strengthening clay soils, cement acts as a structure-forming agent and is the main component of the mixture, providing the creation of the crystallization structure of the material. In the formation of this structure is a qualitative change in the natural properties of the soil. The introduction of cement into the clay soil leads to a significant reduction in the amount of macropores by filling the space between the soil units with hydration products, which in turn leads to a decrease in the permeability of the material. Soils with a high content of clay minerals are difficult to strengthen due to the tendency to clumping. This is confirmed by experiments in which it was found that the strength of the clay sandy loam reinforced cement above the loam and clay with the introduction of the same amount. Inactive or low-active zone in loam and clay corresponds to low costs of binder, which may be due to the uneven distribution of cement in clay soils, as well as low strength of soil aggregates, the surface of which does not interact with the products of hydration.

The use of only Portland cement in the strengthening of heavy clays (the number of plasticity is not more than 27) is not enough to achieve high physical and technical properties, and, consequently, the production of high-quality road construction materials is possible only with the introduction of various modifying additives. When selecting the composition, several variants of cohesive soils and the percentage of inorganic binders (cement, Portland cement) were considered.

Keywords: cohesive soils; strength characteristics; Portland cement organo-mineral mixture; bitumen emulsion; physical and mechanical properties; road clothing; testing; maintenance; device; repair; road clothing; coating; cement; Portland cement

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. *Innovation*, 7, pp. 82–85 (in Russian).
2. Kochetkov A.V., Gladkov V.Yu., Nemchinov D.M. (2013). Design of structure of information support of quality management system of road economy. *Naukovedenie*, [online] 3(6). Available at: <https://naukovedenie.ru/PDF/18tvn313.pdf> (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. Series: Building and Architecture*, 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. Sasanian S. (2011). *The behavior of cement stabilized clay at high water contents. A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy*. Ontario: The school of graduate and postdoctoral studies the university of western Ontario London, p. 82.
9. Bone B.D. (2004). *Review of scientific literature on the use of stabilization/solidification for the treatment of contaminated soil, solid waste and sludges*. United Kingdom: Environment Agency, p. 343.
10. Katasonov M.V., Leskin A.I., Kochetkov A.V., Gofman D.I., Kuxhausen V.V. (2018). Use of damp organomineralny mix for the device of constructive layers of road clothes when building road approach to Kerchensky Bridge from Tamani. *Russian journal of transport engineering*, [online] 3(5), p. 3. Available at: <https://t-s.today/PDF/03SATS318.pdf> (in Russian). DOI: 10.15862/03SATS318.
11. Katasonov M.V., Leskin A.I., Gofman D.I., Kochetkov A.V. (2017). Research of possibility of improvement of the slaboprochny physicomеchanical properties of calcareous crushed stone by way of processing by serobitumny knitting. *Naukovedenie*, [online] 2(9). Available at: <https://naukovedenie.ru/PDF/29TVN217.pdf> (in Russian).
12. 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 an organic composite material. *Bulletin of the Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Building and Architecture*, 48(67), pp. 130–139 (in Russian).

13. Leskin A.I., Gofman D.I., Katasonov M.V., Vovko V.V., Skorobogatchenko D.A. (2018). The use of local chemical industry wastes in compiled binders. *Bulletin of the Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Building and Architecture*, 53(72), pp. 83–91 (in Russian).
14. 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: URL <https://moluch.ru/th/8/archive/62/2486/> (in Russian).
15. (2007). *Avtomobil'nye dorogi i mosty. Stroitel'stvo konstruktivnykh sloev dorozhnykh odezhd iz gruntov, ukreplennykh vyazhushchimi materialami. Obzornaya informatsiya. Vypusk 3. [Highways and bridges. Construction of constructive layers of pavement from soils reinforced with binders. Survey information. Release 3.]* Moscow: Informavtodor.
16. 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.