



УДК 691:624.138

Буланов П.Е. – аспирант

E-mail: f_lays@mail.ru

Мавлиев Л.Ф. – ассистент

E-mail: lenarmavliev@yandex.ru

Вдовин Е.А. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: vdovin007@mail.ru

Асадуллина А.Р. – студент

E-mail: alinaasadullina@yandex.ru

Гараева Ж.Б. – студент

E-mail: Jemal92@mail.ru

Максимов В.Г. – студент

E-mail: f_lays@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

**Опытно-промышленное внедрение щебеночно-песчаной смеси,
обработанной портландцементом в комплексе с пластифицирующей
и гидрофобизирующей добавкой при строительстве автомобильной дороги**

Аннотация

Выполнено строительство экспериментального участка сельской автомобильной дороги с конструктивным слоем из щебеночно-песчаной смеси, обработанной портландцементом (ЩПЦС) в комплексе с пластифицирующей и гидрофобизирующей добавкой. Установлен оптимальный состав модифицированной ЩПЦС для применения в качестве конструктивного слоя дорожной одежды. Представлены фотографии основных технологических операций по устройству дорожной одежды на экспериментальном участке. Проведено сравнение прочности и морозостойкости образцов модифицированной ЩПЦС, изготовленных в лабораторных условиях и отобранных из конструкции дорожной одежды.

Ключевые слова: щебеночно-песчаная смесь, обработанная портландцементом, модификация, пластификатор, гидрофобизатор, прочность, морозостойкость, конструкция дорожной одежды.

Одной из приоритетных задач устойчивого развития государства является повышение транспортной доступности за счет роста сети автомобильных дорог, способствующей улучшению качества жизни населения и росту производительности труда в отраслях экономики. На ее решение направлена Транспортная стратегия на период до 2030 года, реализация которой способствует повышению скорости, удобства и безопасности движения на автомобильных дорогах общего пользования и обеспечивает сокращение расходов на грузовые и пассажирские автомобильные перевозки. Уменьшение транспортных расходов повышает конкурентоспособность продукции отраслей экономики, а также оказывает положительное воздействие на рост объемов производства и уровень занятости населения.

Следует отметить, что на сегодняшний день в Российской Федерации 40 тыс. населенных пунктов не обеспечены постоянной круглогодичной связью с транспортной сетью общего пользования по автомобильным дорогам с твердым покрытием. Кроме того различия между отдельными субъектами Российской Федерации по плотности дорог с твердым покрытием чрезвычайно велики и достигают 450 раз.

Изложенные факты свидетельствуют об актуальности проблемы, решение которой сдерживается отсутствием в ряде регионов страны прочных каменных материалов. В процессе поиска альтернативных материалов исследователи активно используют в конструкциях дорожных одежд укрепленные грунты и обработанные материалы. В настоящее время известно о технической и экономической эффективности устройства дорожных одежд со слоями из таких материалов. Многолетние обследования

эксплуатируемых участков дорог с основаниями из цементогрунтов, щебеночно-песчаных смесей, обработанных портландцементом (ЩПЦС), показывают, что такие материалы обладают высокими технико-экономическими и эксплуатационными характеристиками [1, 2, 3, 4, 5].

При этом общим условием использования разнообразных местных материалов и их композиций является соответствие прочности сооружаемых из них слоев дорожной одежды механическим и физико-химическим воздействиям [4, 5, 6].

На кафедре «Автомобильные дороги, мосты и тоннели» Казанского государственного архитектурно-строительного университета проводятся исследования ЩПЦС с различными целевыми добавками. Высокие показатели физико-механических свойств в лабораторных условиях получены при модификации ЩПЦС добавкой гиперпластификатора на основе эфиров поликарбоксилатов (Одолит-К) в комплексе с гидрофобизатором на основе алкилсиликоната калия (Типром-С) [6, 7, 8].

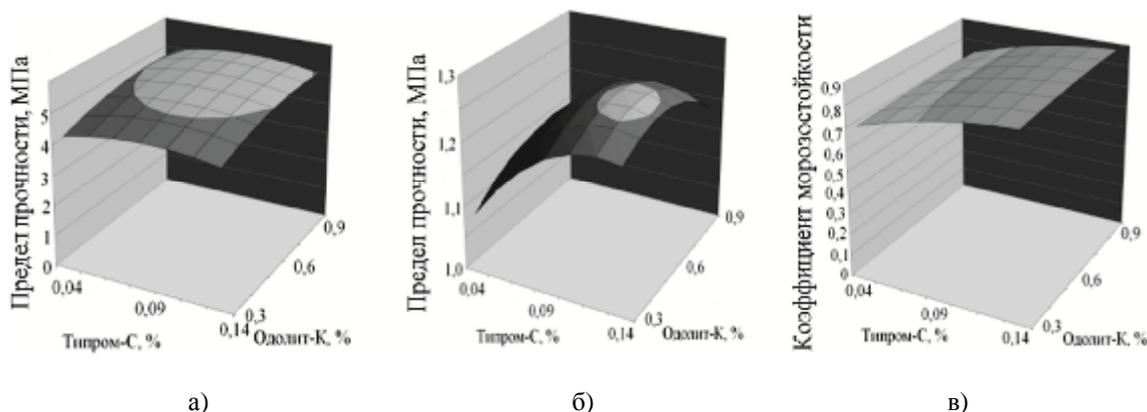


Рис. 1. Зависимость физико-механических свойств модифицированной ЩПЦС от содержания пластифицирующей и гидрофобизирующей добавки при расходе портландцемента 6 % от массы смеси:
а) предел прочности на сжатие; б) предел прочности на растяжение при изгибе;
в) коэффициент морозостойкости

Оптимальный производственный состав модифицированной ЩПЦС (марка по прочности М40, по морозостойкости F25 с учетом снижения прочности при производстве работ) получен при содержании песка – 30 %, щебня – 70 %, портландцемента – 6 % от массы смеси, пластифицирующей добавки – 0,6 % от массы цемента, гидрофобизирующей добавки – 0,09 % от массы цемента.

В целях опытно-промышленной проверки результатов исследований, на объекте «Ремонт автодороги Именьково-Меретьяки в Лаишевском муниципальном районе Республики Татарстан» в сентябре 2015 года построены экспериментальные участки, на одном из которых дорожная одежда выполнена с применением ЩПЦС, модифицированной комплексной добавкой на основе эфиров поликарбоксилатов (Одолит-К) и алкилсиликоната натрия (Типром-С).

На экспериментальном участке в качестве исходных материалов для ЩПЦС использован песок очень мелкий Именьковского карьера Республики Татарстан с модулем крупности 1,34, щебень Жигулевского месторождения Самарской области с маркой по дробимости М400 фр. 5-20, портландцемент ЦЕМ I 42,5Н ЗАО «Ульяновскцемент», пластифицирующая добавка «Одолит-К», гидрофобизирующая добавка «Типром-С».

Опытно-промышленное внедрение включало в себя строительство экспериментального участка, определение и оценку основных физико-механических свойств (прочность на сжатие, прочность на растяжение при изгибе, морозостойкость) образцов модифицированной ЩПЦС. Прочность и морозостойкость материала определялась на образцах, изготовленных в лабораторных условиях и отобранных из конструкции дорожной одежды.

Технологические операции по устройству дорожной одежды осуществлялись методом «смешения на дороге» с применением ресайклера. Последовательность основных технологических операций по устройству дорожной одежды на экспериментальном участке представлена на рис. 2.



Рис. 2. Основные технологические операции по устройству дорожной одежды на экспериментальном участке:

- а) подвоз, распределение и планировка заполнителей (песка и щебня);
- б) розлив воды с растворенными добавками; в) распределение вяжущего – цемента;
- г) смешение заполнителей с вяжущим, водой и добавками; д) планировка слоя ЩПЦС;
- е) уплотнение готовой смеси

Физико-механические свойства образцов в возрасте 28 сут., отобранных с покрытия экспериментального участка, приведены в таблице 2 и соответствуют нормативным требованиям ГОСТ 23558-94 для покрытий дорожных одежд переходного типа дорожно-климатической зоны Республики Татарстан. Также отсутствует отклонение марки по прочности и морозостойкости образцов, отобранных из покрытия, от заданной марки, полученной на лабораторных смесях при подборе составов (табл. 1), что свидетельствует о сходимости результатов эксперимента в лабораторных и производственных условиях.

Конструкция дорожной одежды на экспериментальном участке автомобильной дороги с применением модифицированной ЩПЦС представлена на рис. 3.

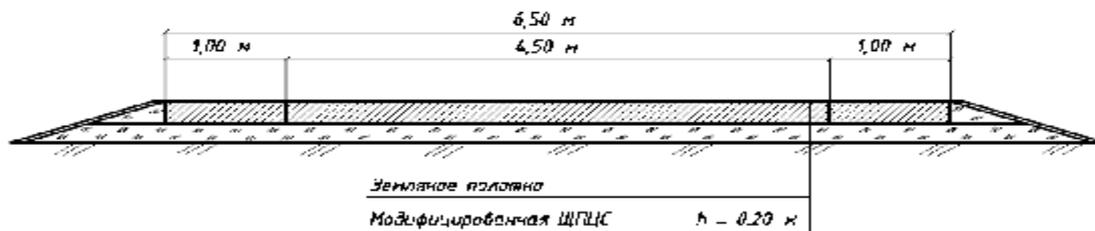


Рис. 3. Конструкция дорожной одежды на экспериментальном участке автомобильной дороги

Таблица 1

Физико-механические свойства образцов лабораторных смесей при подборе составов

Материал	Предел прочности на сжатие, МПа	Предел прочности на растяжение при изгибе, МПа	Марка по прочности	Марка по морозостойкости
Модифицированная ЩПЦС	5,23	1,25	M40	F25
	5,15	1,27	M40	F25
	5,38	1,21	M40	F25

Таблица 2

Физико-механические свойства образцов в возрасте 28 сут., отобранных из конструкции дорожной одежды на экспериментальном участке автомобильной дороги

Материал	Предел прочности на сжатие, МПа	Предел прочности на растяжение при изгибе, МПа	Марка по прочности	Марка по морозостойкости
Модифицированная ЩПЦС	4,68	1,11	M40	F25
	4,56	1,07	M40	F25
	4,59	1,14	M40	F25

Таким образом, проведена производственная проверка результатов исследований при строительстве участка автомобильной дороги. Анализ физико-механических свойств образцов модифицированной ЩПЦС, отобранных из конструкции дорожной одежды на экспериментальном участке автомобильной дороги показал соответствие определяемых показателей нормативным требованиям и области применения в конструкциях дорожных одежд: марка по прочности M40, марка по морозостойкости F25. Установлено отсутствие отклонений марки по прочности и морозостойкости образцов, отобранных из покрытия, от заданной марки, полученной на лабораторных смесях при подборе составов.

Список библиографических ссылок

1. Безрук В.М. Укрепление грунтов в дорожном и аэродромном строительстве. – М.: Транспорт, 1971. – 247 с.
2. Davidson D.T., Pitre G.L., Mateos M., George K.P. Moisture Strength and Compaction Characteristics of Cement- Treated Soil Mixtures // HRB Bulletin, 1962, № 353. – P. 42-63.
3. Матуа В.П., Сизонец С.В. Исследование влияния стабилизирующих добавок на свойства укрепленных минеральными вяжущими щебеночно-песчаных смесей // Новые технологии, 2013, № 1. – С. 50-55.
4. Славущий А.К. Автомобильные дороги: Одежды из местных материалов. – М.: Транспорт, 1987. – 255 с.

5. Веренько В.А. Дорожные композиционные материалы. Структура и механические свойства. – М.: Наука I техника, 1993. – 65 с.
6. Буланов П.Е., Мавлиев Л.Ф., Вдовин Е.А. Оптимизация состава щебеночно-песчаной смеси, обработанной портландцементом в комплексе с пластифицирующей и гидрофобизирующей добавкой // Известия КГАСУ, 2015, № 2 (32). – С. 300-305.
7. Буланов П.Е., Вдовин Е.А., Мавлиев Л.Ф. Влияние пластифицирующих добавок на физико-механические свойства цементогрунта дорожного назначения // Известия КГАСУ, 2015, № 1 (31). – С. 160-164.
8. Вдовин Е.А., Строганов В.Ф., Мавлиев Л.Ф., Буланов П.Е. Исследование влияния кремнийорганических соединений на показатели стандартного уплотнения и физико-механические свойства цементогрунта // Известия КГАСУ, 2014, № 4 (30). – С. 255-261.

Bulanov P.E. – post-graduate student

E-mail: f_lays@mail.ru

Mavliev L.F. – assistant

E-mail: lenarmavliev@yandex.ru

Vdovin E.A. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: vdovin007@mail.ru

Asadullina A.R. – student

E-mail: alinaasadullina@yandex.ru

Garaeva J.B. – student

E-mail: Jemal92@mail.ru

Maksimov V.G. – student

E-mail: f_lays@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

The experimental-industrial introduction of stone-sand mixture treated by portland cement in combination with plasticizer and water-repellent additive for the road construction

Resume

In the department «Road, bridges and tunnels» of the Kazan State University of Architecture and Engineering researches of stone-sand mixture treated by portland cement with different target additives were spent. High rates of physical and mechanical properties were obtained in the laboratory when modifying the stone-sand mixture treated by portland cement and giperplasticizer based on ether of polycarboxylates in combination with organosilicon compounds based on alkilsilikonate potassium.

In order to experimental-industrial testing the results of research on the project «Repair of the road Imenkovo-Meretyaki in Laishevsk municipal district of the Tatarstan Republic» in September of 2015 the experimental plots were built, one of which pavement was made with using of stone-sand mixture treated by portland cement and modified by complex additive based on ether polycarboxylates (Odolit-K) and sodium alkilsilikonate (Tiprom-C).

The analysis of physical and mechanical properties of samples of modified stone-sand mixture treated by portland cement which were taken from the pavement structure in the experimental section of the road has shown compliance with defined indicators of regulatory requirements and applications in pavement structure: M40 of brand strength, brand frost resistance is F25. The absence of abnormalities of the brand strength and frost resistance of samples taken from the coating of a given brand, was obtained early in laboratory mixtures during selecting compositions.

Keywords: stone-sand mixture treated by portland cement, optimization of composition, modification, plasticizer, hydrophobisator, strength, freeze-thaw resistance, pavement design.

Reference list

1. Bezruk V.M. Soil stabilization in road and airfield construction. – M.: Transport, 1971. – 247 p.
2. Davidson D.T., Pitre G.L., Mateos M., George K.P. Moisture Strength and Compaction Characteristics of Cement- Treated Soil Mixtures // HRB Bulletin, 1962, № 353. – P. 42-63.
3. Matua V.P., Sizonec S.V. Influence of stabilizing additives on the properties of hardened mineral binders stone-sand mixtures // Novye tekhnologii, 2013, № 1. – P. 50-55.
4. Slavutsky A.K. Highways: Clothes made of local materials. – M.: Transport, 1987. – 255 p.
5. Verenko V.A. Road composite materials. Structure and mechanical properties. – M.: Nauka I tehnika, 1993. – 65 p.
6. Bulanov P.E., Mavliev L.F., Vdovin E.A. The optimization of stone-sand mixture treated by portland cement in combination with plasticizer and water-repellent additive // Izvestiya KGASU, 2015, № 2 (32). – P. 300-305.
7. Bulanov P.E., Vdovin E.A., Mavliev L.F. Influence of plasticizers on physical and mechanical properties of soil-cement for road purpose // Izvestiya KGASU, 2015, № 1 (31). – P. 160-164.
8. Vdovin E.A. Stroganov V.F., Mavliev L.F., Bulanov P.E. The study of the influence of organosilicon compounds on the performance of standard seals and physico-mechanical properties of soil-cement // Izvestiya KGASU, 2014, № 4 (30). – P. 255-261.