



УДК 691:624.138

Буланов П.Е. – аспирант

E-mail: f_lays@mail.ru

Вдовин Е.А. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: vdovin007@mail.ru

Мавлиев Л.Ф. – ассистент

E-mail: lenarmavliev@yandex.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Влияние пластифицирующих добавок на физико-механические свойства цементогрунта дорожного назначения

Аннотация

Анализ зарубежной и отечественной литературы в области технологии дорожных бетонов и строительных материалов показывает целесообразность применения в качестве модификаторов современных пластифицирующих добавок. Широкое распространение такие добавки нашли при устройстве слоев дорожных одежд из бетона и железобетона. Однако, применение их в цементогрунтах остается малоизученным. С целью оценки эффективности использования данных веществ проведены исследования физико-механических свойств цементогрунтов дорожного назначения с добавками гипер- и суперпластификаторов. Установлено положительное влияние пластифицирующих добавок на физико-механические свойства цементогрунта. Данные экспериментов позволяют сделать вывод о целесообразности использования пластифицирующих добавок для повышения прочности цементогрунта.

Ключевые слова: цементогрунт, пластифицирующие добавки, физико-механические свойства.

Введение. На сегодняшний день в Российской Федерации 40 тысяч населенных пунктов не обеспечены постоянной круглогодичной связью с дорожной сетью общего пользования по автомобильным дорогам с твердым покрытием. Кроме того, во многих субъектах Российской Федерации не достаточны запасы прочных каменных материалов для строительства данных покрытий.

В то же время мировой и отечественный опыт доказал эффективность и значительные преимущества применения в конструкциях дорожных одежд цементогрунтов по сравнению с использованием привозных прочных каменных материалов [1, 2].

Согласно ГОСТ 23558-94, цементогрунты дорожного назначения должны отвечать требованиям по прочности на сжатие, прочности на растяжение при изгибе и морозостойкости.

При укреплении портландцементом глинистых разновидностей грунтов, в ряде случаев возникает необходимость повысить их прочность и морозостойкость, используя добавки поверхностно-активных веществ (ПАВ) гидрофобного и гидрофильного типов [1, 3]. Добавки гидрофобного типа были изучены нами ранее и показали высокую эффективность для улучшения морозостойкости цементогрунта [2]. Добавки гидрофильного типа – гипер- и суперпластификаторы, широко распространены в производстве бетона и железобетона [4]. Однако, применение их в цементогрунтах остается малоизученным. Поэтому целью данной работы явилось исследование влияния гипер- и суперпластификаторов на физико-механические свойства цементогрунта дорожного назначения.

Экспериментальная часть. Для проведения исследований использовался суглинок легкий песчанистый по ГОСТ 25100-2010. В качестве вяжущего применялся портландцемент марки ПЦ 400-Д0-Н по ГОСТ 10178-85 в количестве 8, 10, 12 % от массы грунта. В качестве добавок выбраны гиперпластификатор Одолит-К на основе эфиров поликарбоксилатов, суперпластификаторы СП-1 на основе сульфированных нафталинформальдегидных соединений и Melment F10 на основе сульфированных меламинформальдегидных смол с дозировкой 0,01 %, 0,04 %, 0,07 %, 0,10 %, 0,13 % от массы грунта.

На рис. 1-3 показано влияние пластифицирующих добавок на физико-механические свойства ($R_{сж}$ – предел прочности на сжатие (МПа), $R_{изг}$ – предел прочности на растяжение при изгибе (МПа), $K_{мор}$ – коэффициент морозостойкости) цементогрунта в возрасте 28 суток в зависимости от расхода цемента.

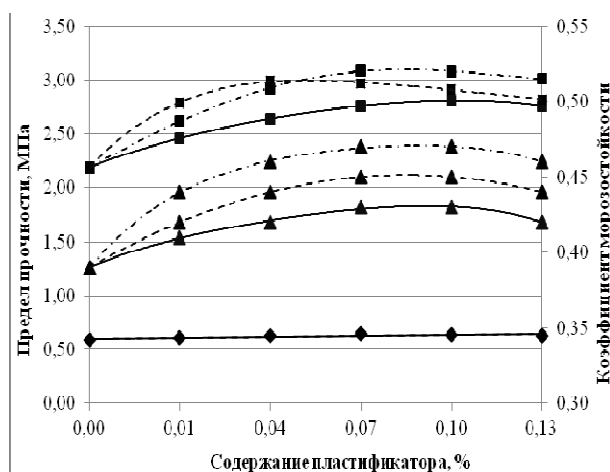


Рис. 1. Зависимость физико-механических свойств цементогрунта от содержания пластификатора при расходе портландцемента 8 % от массы грунта

— — — — — СП-1
 ■ — $R_{сж}$
 — — — — — Melment F10
 ◆ — $R_{изг}$
 · · · · · Одолит-К
 ▲ — $K_{мор}$

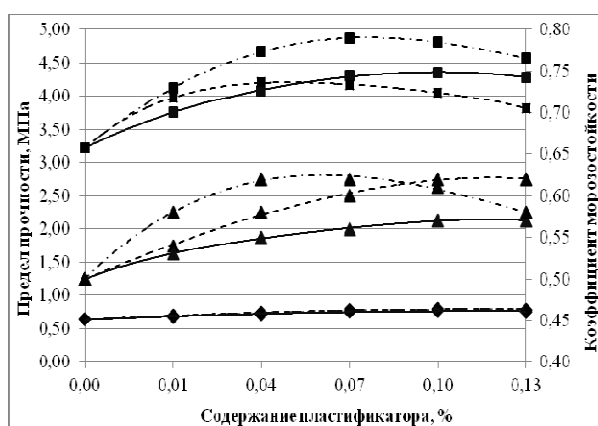


Рис. 2. Зависимость физико-механических свойств цементогрунта от содержания пластификатора при расходе портландцемента 10 % от массы грунта

— — — — — СП-1
 ■ — $R_{сж}$
 — — — — — Melment F10
 ◆ — $R_{изг}$
 · · · · · Одолит-К
 ▲ — $K_{мор}$

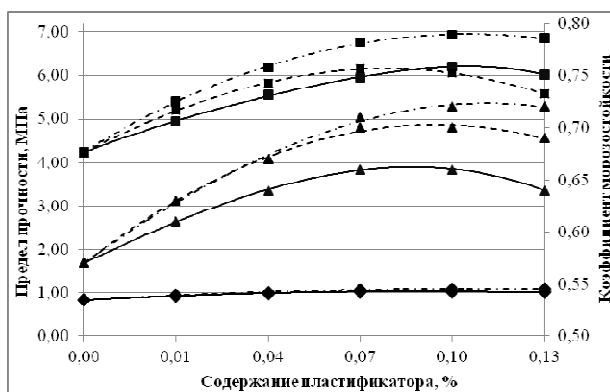


Рис. 3. Зависимость физико-механических свойств цементогрунта от содержания пластификатора при расходе портландцемента 12 % от массы грунта

— — — — — СП-1
 ■ — $R_{сж}$
 — — — — — Melment F10
 ◆ — $R_{изг}$
 · · · · · Одолит-К
 ▲ — $K_{мор}$

Анализ рис. 1-3 показал эффективность введения в состав цементогрунта пластифицирующих добавок Одолит-К, СП-1 и Melment F10.

Введение добавки Одолит-К в количестве от 0,01 % до 0,13 % при расходе цемента 8 %, 10 %, 12 % от массы грунта способствовало увеличению прочности на сжатие материала на 19,6-40,6 %, 28,0-51,2 % и 28,0-63,8 % соответственно. При этом прочность на растяжение при изгибе увеличилась на 3,4-11,9 %, 3,4-11,9 % и 13,1-29,8 %, а морозостойкость на 12,8-20,5 %, 8,0-24,0 % и 10,5-26,3 %. Наибольший эффект в укрепленном грунте с расходом цемента 8 и 10 % достигается при дозировке Одолит-К – 0,07 % от массы грунта, с расходом 12 % – 0,10 %. Цементогрунт с добавкой при расходе цемента 10 % достиг марки по прочности М40, при 12 % – М60.

Добавка СП-1 в количестве от 0,01 % до 0,13 % при расходе цемента 8 %, 10 %, 12 % от массы грунта привела к увеличению прочности на сжатие материала на 12,3-28,3 %, 16,8-35,1 % и 16,8-46,8 % соответственно. При этом прочность на растяжение при изгибе увеличилась на 1,7-8,5 %, 6,3-20,3 % и 8,3-23,8 %, а морозостойкость на 5,1-10,3 %, 6,0-14,0 % и 7,0-15,8 %. Наибольший эффект в укрепленном грунте с расходом цемента 8, 10 и 12 % достигается при дозировке СП-1 – 0,10 % от массы грунта. При введении добавки в цементогрунт с расходом цемента 10 % получена марка по прочности М40, с 12 % – М60.

Суперпластификатор Melment F10 в количестве от 0,01 % до 0,13 % при расходе цемента 8 %, 10 %, 12 % от массы грунта привело к увеличению прочности на сжатие материала на 27,4-36,5 %, 18,3-30,7 % и 22,7-45,4 % соответственно. При этом прочность на растяжение при изгибе увеличилась на 1,7-8,5 %, 6,3-18,8 % и 10,7-22,6 %, а морозостойкость на 5,1-10,3 %, 16,0-24,0 % и 10,5-22,8 %. Наибольший эффект в укрепленном грунте с расходом цемента 8 и 10 % достигается при дозировке Melment F10 – 0,04 % от массы грунта, с расходом 12 % – 0,07 %. С расходом цемента 10 % при введении добавки получена марка цементогрунта по прочности М40, при 12 % – М60.

Требуемая марка по морозостойкости цементогрунта, составляющая F15 для несущего слоя основания или покрытия дорожной одежды в климатических условиях Республики Татарстан, не получена ни в одном из исследуемых составов. Следовательно, требуется дополнительная модификация, например, совместным введением с пластификаторами гидрофобизирующих добавок, изученных нами ранее и показавших значительный эффект в повышении морозостойкости [2].

Обсуждение результатов. Суперпластификаторами принято называть специально синтезируемые олигомеры на основе циклических и гетероциклических соединений. Наибольшее распространение получили сульфированные меламинформальдегидные, анилино- и нафталинформальдегидные смолы, а также модифицированные лигнинсульфонаты [4, 5].

Известно, что применение сульфированной меламинформальдегидной смолы по данным [6] в количествах 1-5 % от массы цемента наряду с повышением прочности бетона на 28 % позволяет повысить его гидрофобность и, соответственно, морозостойкость. В работе [7] также отмечено, что применение суперпластификаторов на основе сульфированной меламинформальдегидной смолы способствует повышению морозостойкости цементных композиций и стойкости их в агрессивных средах. Такой суперпластификатор Melment F10 по сравнению с СП-1, на основе сульфированных нафталинформальдегидных соединений показал больший эффект в повышении физико-механических свойств, что подтверждается данными [6, 7].

На сегодняшний день в технологии бетонов наибольший эффект показывают пластифицирующие добавки нового поколения – гиперпластификаторы на основе эфиров поликарбоксилатов [8]. Эффект обеспечивается адсорбцией гиперпластификаторов на поверхностях цементных зерен с высвобождением иммобилизованной воды и пространственным строением молекул с привитыми боковыми цепями. Последнее обстоятельство способствует более эффективному отталкиванию цементных флоккулов и позволяет обеспечить доступ воды к цементному клинкеру [9, 10], чем, возможно, и объясняется значительное повышение физико-механических свойств цементогрунта.

Выводы:

1. Установлено положительное влияние пластифицирующих добавок на физико-механические свойства цементогрунта. Максимальный эффект достигается при введении гиперпластификатора Одолит-К на основе эфиров поликарбоксилатов. Полученные результаты, возможно, объясняются более эффективным отталкиванием цементных флоккул, что позволяет обеспечить больший доступ воды к цементному клинкеру. Введение пластифицирующих добавок позволило получить цементогрунт дорожного назначения марки по прочности М40 и М60 без увеличения количества вносимого вяжущего.
2. Для достижения требуемой марки по морозостойкости в климатических условиях Республики Татарстан необходима дополнительная модификация цементогрунта, например, введением комплексных добавок на основе кремнийорганических соединений.

Список библиографических ссылок

1. Безрук В.М. Укрепление грунтов в дорожном и аэродромном строительстве. – М.: Транспорт, 1971. – 247 с.
2. Вдовин Е.А., Мавлиев Л.Ф. Повышение качества укрепленных грунтов введением гидрофобизирующих добавок // Известия КГАСУ, 2012, № 2 (14). – С. 373-377.
3. Безрук В.М. Дудкин А.С. Исследование процесса гидратации в цементогрунте, содержащем добавки поверхностно-активных веществ // Тр. Союздорнии, 1973, вып. 66. – С. 4-22.
4. Баженов Ю.М., Бабаев Ш.Т., Груз А.И., Долгополов Н.Н., Иванов Г.С. Высокопрочный бетон на основе суперпластификаторов // Строительные материалы, 1978, № 9. – С. 18-19.
5. Galleia J. Ponorama general de los alitivos // Cem.-hormigon, 1976, № 508. – P. 643-667.
6. Aignesberger A. The use of anionic melamine resin as a concrete additive // Cem., Lime and cravel, 1973, № 9. – P. 188-192.
7. Aignesberger A., Rosenbauer H.G. Fartiger Mortel und beton mit zuzatz von Melaminharzen // Zem-Kalk-Gips, 1971, № 1. – P. 38-42.
8. Ибрагимов Р.А., Изотов В.С. Влияние новой комплексной добавки на основные свойства цементных композиций // Строительные материалы, 2012, № 6. – С. 63-65.
9. Изотов В.С., Соколова Ю.А. Химические добавки для модификации бетона. – М.: Палеотип, 2006. – 244 с.
10. Chen Y.L., You W.L. The Composite Effect of Mineral Additives to the Performances of Concrete. // Proceedings of the 12th International Congress on the Chemistry of Cement, 2007. – P. 289-301.

Bulanov P.E. – post-graduate student

E-mail: f_lays@mail.ru

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

E-mail: vdovin007@mail.ru

Mavliev L.F. – assistant

E-mail: lenarmavliev@yandex.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

**Influence of plasticizers on physical and mechanical properties
of soil-cement for road purpose****Resume**

Today one of the popular tasks for Russian Federation road-transport complex is the development of the road network, including the connection of rural settlements with public roads. The replacing of imported crushed stone in the construction of highways by soil-cement regional network is one of the advanced areas of intensification and reducing of road construction's costs.

When clay varieties of soils are strengthened by Portland cement, sometimes it is necessary to increase the strength and frost resistance by using surfactant additives of hydrophobic and hydrophilic types. Hydrophobic additives have been studied previously and showed high efficiency with improved properties soil-cement. Hydrophilic plasticizers are widespread in the production of concrete and reinforced concrete, but their application in soil-cement is poorly known. Therefore the aim of this work was to study the influence of hyper- and superplasticizers on the physico-mechanical properties soil-cement road purpose.

The positive influence of plasticizers on mechanical properties soil-cement was estimated. The maximum effect is achieved when polycarboxylate hyperplasticizer Odolit-K was applied. The obtained results were received due to more effective repulsion cement flocculation, which allows water move nearer to cement clinker particles. This feature of plasticizers is allows to get soil-cement M40 and M60 without increasing the amount of binder. Required resistance to frost F15 is not obtained in any of the studied compounds, however, it is possible to achieve using complex administered hydrophobic silicone compounds.

Keywords: soil-cement, plasticizers, physical and mechanical properties.

Reference list

1. Bezruk V.M. Soil stabilization in road and airfield construction. – M.: Transport, 1971. – 247 p.
2. Vdovin E.A., Mavliev L.F. Improving the quality of soil stabilization by introducing hydrophobic additives // News of the KSUAE, 2012, № 2 (14). – P. 373-377.
3. Bezruk V.M., Doudkin A.S. Investigation of the hydration process in tsementogrunte containing additives surfactants // Tr. Soyuzdornii, 1973, ed. 66. – P. 4-22.
4. Bazhenov Y.M., Babaev Sh.T., Cargo A.I., Dolgoplov N.N., Ivanov G.S. High-strength concrete-based superplasticizers // Building materials, 1978, № 9. – P. 18-19.
5. Galleia J. Ponorama general de los alitivos // Cem.-hormigon, 1976, № 508. – P. 643-667.
6. Aignesberger A. The use of anionic melamine resin as a concrete additive // Cem., Lime and cravel, 1973, № 9. – P. 188-192.
7. Aignesberger A., Rosenbauer H.G. Fartiger Mortel und beton mit zuzatz von Melaminharzen // Zem-Kalk-Gips, 1971, № 1. – P. 38-42.
8. Ibragimov R.A., Izotov V.S. Effect of Additives on the new integrated basic properties of cement compositions // Building materials, 2012, № 6. – P. 63-65.
9. Izotov V.S., Sokolova Y.A. Chemical additives for modifying concrete. – M.: paleotypes, 2006. – 244 p.
10. Chen Y.L., You W.L. The Composite Effect of Mineral Additives to the Performancesof Concrete. Proceedings of the 12th International Congress on the Chemistry of Cement, 2007. – P. 289-301.