

2. Шаламова Е. Н., Чудинов С. А. Внедрение инновационных технологий, конструкций и материалов в дорожном хозяйстве // Фундаментальные и прикладные исследования молодых ученых: материалы III Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2019. – Омск, 2019. – С. 245-248.

УДК 691.542

Бак. А. Г. Власов, Р. А. Ахатова  
Рук. С. И. Булдаков  
УГЛТУ, Екатеринбург

## **МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДОЗИРОВКИ ЦЕМЕНТА ПРИ УКРЕПЛЕНИИ ПЕСЧАНЫХ ГРУНТОВ**

Использование технологии грунтов, укрепленных цементом, с каждым годом набирает популярность. Это связано с тем, что транспортировка дорожно-строительных материалов требует немалых затрат. На территории Российской Федерации месторождения каменных материалов, пригодных для строительства автомобильных дорог, расположены неравномерно, поэтому в местах, где отсутствуют местные каменные материалы, экономически выгодно применять грунты, укрепленные вяжущими [1].

По заданию АО «Свердловскавтодор» были проведены исследования по определению оптимальной дозировки цемента для устройства основания дорожной одежды из укрепленных грунтов на участке автомобильной дороги общего пользования регионального значения Свердловской области «ст. Саранинский завод – п. Октябрьский» КМ 0+000 – КМ 1+000. Главная задача исследования – сравнить два вида цемента и установить преимущество одного из них. В качестве минеральных активных добавок для приготовления смесей и укрепленных грунтов применяют портландцемент и шлакопортландцемент [2]. Шлакопортландцемент устойчив к воздействию как пресных, так и сульфатных вод, но уступает портландцементу в морозостойкости. Менее выраженная экзотермическая реакция при твердении в сравнении с портландцементом – он почти не нагревается, что усложняет работу с ним при температуре ниже +4 °С. У шлакопортландцемента набор прочности протекает медленнее, чем у портландцемента. Несмотря на это, спустя некоторое время, набирает прочность, несущественно отличающуюся от прочности портландцемента. Шлакопортландцемент выигрывает у портландцемента в стоимости, которая гораздо ниже. Это связано с тем, что дорогой клинкер частично заменяется гранулированным шлаком, который является более дешевым материалом. Сравнение характеристик и стоимости этих вяжущих приведено в таблице .

## Характеристики видов цемента

Вид вяжущего	Цемент	
	Портландцемент	Шлакопортландцемент
Вид цемента	Портландцемент	Шлакопортландцемент
Состав	Клинкер из глины (22-25 %) и известняка (75-78 %)	Клинкер (5-64 %), гипс (5 %), шлак (36-95 %)
Плотность цемента	3,05...3,2 г/см <sup>3</sup>	3,0...3,1 г/см <sup>3</sup>
Прочность, марка	400, 500, 550, 600	300, 400, 500
Время начала и конца схватывания	45 мин – 10 ч	1 ч – 12 ч
Цена	4 300,00 руб/т	3 600,00 руб/т

Первостепенной задачей, способствующей подбору подходящего материала для укрепления грунтов и определяющей оптимальную дозировку вяжущего, является проведение лабораторных испытаний на прочность при сжатии и морозостойкость. Образцы для подбора оптимального содержания цемента в грунтовой смеси изготавливаются в соответствии с ГОСТ 23558-94 Смеси щебеночно-гравийно-песчаные и грунты, обработанные неорганическими вяжущими материалами, для дорожного и аэродромного строительства, ГОСТ 10180-2012 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам.

Для определения вида вяжущего и его количества, необходимого для устройства прочного слоя дорожной одежды, были изготовлены образцы из грунта, отобранного на участке автомобильной дороги «ст. Саранинский завод – п. Октябрьский», с содержанием 6 % и 8 % портландцемента и шлакопортландцемента. Прочность исследуемого цементогрунта определяется на 7 и на 28 сутки, при предварительном водонасыщении в соответствии с ГОСТ 10180-2012. Испытания образцов на сжатие проводились на электромеханическом испытательном прессе напольного исполнения ДТС-06-50-50. Результаты представлены на рис. 1.

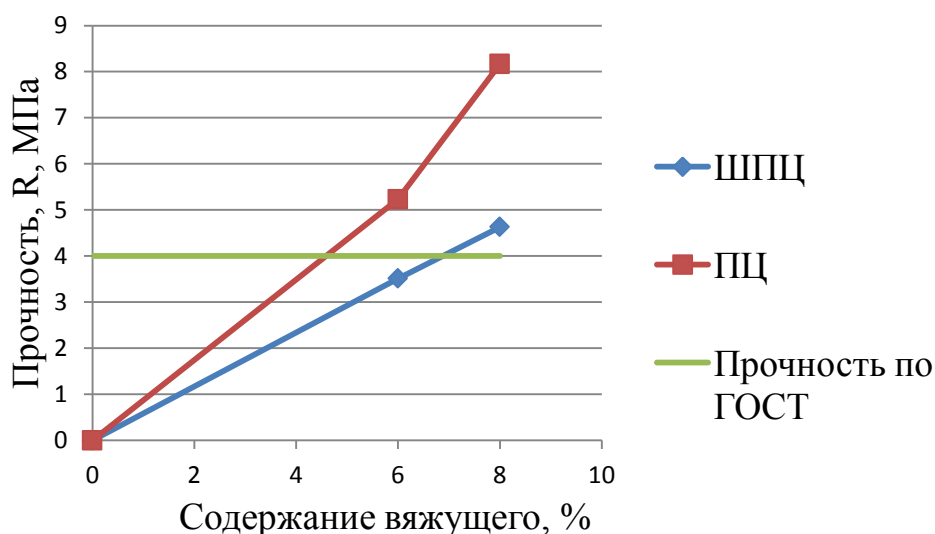


Рис. 1. Предел прочности образцов на 28 сутки

Анализируя график можно сделать вывод, что требуемая прочность по ГОСТ 23558-94, равная 4 МПа, достигается при введении в грунт 6 % портландцемента ( $R=5,23$  МПа) или 8 % шлакопортландцемента ( $R=4,63$  МПа). Применение большего количества цемента может привести к чрезмерной хрупкости укрепленного грунта.

Также главным показателем цементогрунта является морозостойкость. Испытания на морозостойкость проводились в камере тепла-холода КТХ-74-65/165 по ГОСТ 10060-2012 Бетоны. Методы определения морозостойкости. После проведения испытаний показатели прочности образцов осталась на прежнем уровне и соответствуют ГОСТ 23558-94 (рис. 2).

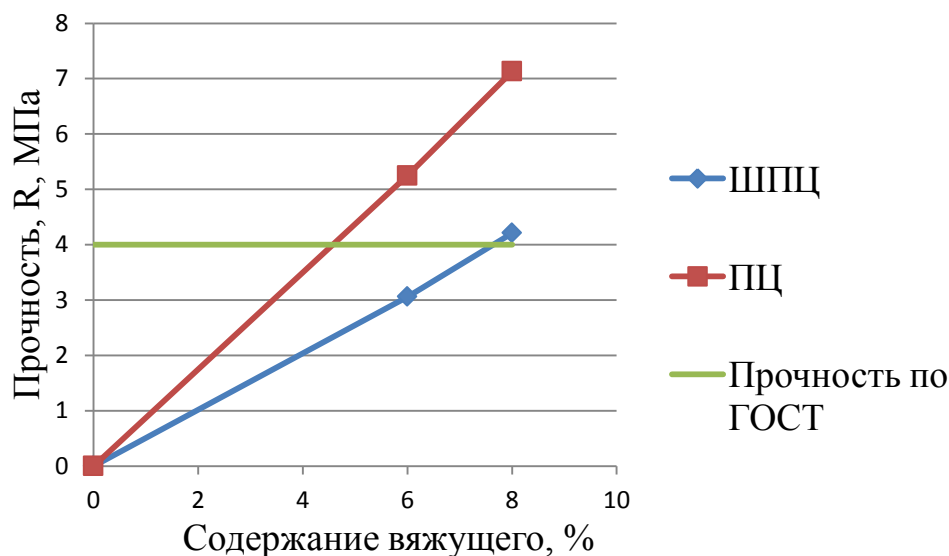


Рис. 2. Предел прочности образцов после 25 циклов замораживания и оттаивания

Согласно экономическим расчетам, для устройства 1 км цементогрунтового основания на автомобильной дороге III категории, толщиной 0,25 м использование в виде армирующего компонента 6 % портландцемента выгоднее на 10 %, чем укрепление грунта 8 % шлакопортландцемента.

Укрепление песчаных грунтов портландцементом позволит добиться требуемой прочности дорожной конструкции и способствует экономии на строительстве автомобильных дорог.

### *Библиографический список*

1. Булдаков С. И. Особенности проектирования автомобильных дорог: учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2016. – 271 с.
2. ГОСТ 30491-2012 Смеси органоминеральные и грунты, укрепленные органическими вяжущими, для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2013.