

УДК 625.731.2:624.138.23

УКРЕПЛЕНИЕ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ И ЗОЛОШЛАКОВЫХ СМЕСЕЙ

Малыхин Р.Н., студент магистратуры гр. СДм-171
Научный руководитель: Афиногенов О.П., к.т.н., доцент
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева,
г. Кемерово

Кемеровская область отличается весьма сложными грунтовыми условиями: в земляном полотне автомобильных дорог используются в основном глинистые пучинистые грунты, имеющие низкую несущую способность в теплый период года и существенно меняющие свои свойства при изменении влажности [1, 2]. С учетом постоянного повышения требований к состоянию дорожных покрытий проблема укрепления и стабилизации грунтов земляного полотна весьма актуальна.

В испытательной лаборатории ООО «Кузбасский центр дорожных исследований» (с применением поверенных средств измерений и аттестованного в установленном порядке испытательного оборудования) были проведены опыты по укреплению глинистых грунтов и золошлаковых смесей Новокемеровской ТЭЦ. Для исследований в качестве стабилизаторов грунта использовали полифилизаторы ГС-1 и ГС-2 (ООО "Регион", г. Тольятти), а также цемент М400 ЦЕМ II/A-Ш 32,5Б Топкинского завода.

В испытаниях использовалась мелкозернистая золошлаковая смесь гидроудаления (ЗШС) из отвала Новокемеровской ТЭЦ с оптимальной влажностью 33,35 % (по ГОСТ 22733-2016) и суглинок тяжелый пылеватый (отобран на строительстве автомобильной дороги Ленинск-Кузнецкий – Кемерово, км 255 - км 274). Физико-механические показатели золошлаковой смеси, укрепленной полифилизаторами ГС-1 и ГС-2, приведены в табл. 1. испытания проведены в возрасте 28 сут по ГОСТ 23558-94.

Таблица 1

Наименование пробы	Прочность на сжатие воздушно-сухих образцов, МПа	Прочность образцов на сжатие, подверженных полному водонасыщению в течение 48 ч, МПа	Водостойкость образцов при полном водонасыщении	Водонасыщение образцов при полном водонасыщении, %
1	2	3	4	5
ЗШС	1,11 (М10)	Образцы испытание не выдержали (при полном водонасыщении полностью разрушились)		
ЗШС, укрепленная полифилизаторами ГС-1 и ГС-2 (расход 3% от массы грунта)	0,54			

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
ЗШС, укрепленная полифилизаторами ГС-1 и ГС-2 (расход 6% от массы грунта)	2,35 (М20)	1,90 (М10)	0,81	9,16

Наибольшая эффективность укрепления ЗШС достигнута применением полифилизаторов ГС-1 и ГС-2 в количестве 6% от массы грунта. Снижение содержания стабилизатора в процессе укрепления приводит к значительному снижению прочности на сжатие образцов грунта. Образцы материала, укрепленного 6% стабилизатора, обладают стойкостью к воздействию воды (не теряют форму при полном насыщении водой), в отличие от образцов неукрепленной ЗШС и укрепленной меньшим количеством стабилизатора (при водонасыщении полностью разрушаются).

Суглинок тяжелый пылеватый, укрепленный добавлением ЗШС, показал следующие результаты (испытания выполнены по ГОСТ 23558-94; ГОСТ 22733-2016, возраст образцов 28 сут), табл. 2.

Таблица 2

Наименование пробы	Прочность на сжатие воздушно-сухих образцов, МПа	Прочность образцов на сжатие, подверженных полному водонасыщению в течение 48 ч, МПа	Водостойкость образцов при полном водонасыщении	Водонасыщение образцов при полном водонасыщении, %
Суглинок тяжелый пылеватый, укрепленный ЗШС (расход 15% от массы грунта)	0,54	Образцы испытание не выдержали (при полном водонасыщении полностью разрушились)		
Суглинок тяжелый пылеватый, укрепленный ЗШС (расход 20% от массы грунта)	0,56			
Суглинок тяжелый пылеватый, укрепленный ЗШС (расход 25% от массы грунта)	0,58	0,33	0,66	0,71

В результате испытаний установлено, что применение ЗШС в качестве стабилизатора оказывает незначительное влияние на прочностные показатели грунта. Также образцы не достигли показателей минимальной марки по прочности на сжатие по ГОСТ 23558-94. В то же время, образцы грунта, укрепленного 15% и

20% ЗШС, не обладают стойкостью к воздействию воды (теряют форму и разрушаются при полном насыщении водой), в отличие от образцов грунта, укрепленного 25% ЗШС, которые при водонасыщении незначительно теряют прочностные характеристики и сохраняют форму при воздействии воды.

Таким образом, лабораторным экспериментом установлено, что образцы ЗШС обладают повышенной прочностью и стойкостью к воздействию воды (не теряют форму при полном насыщении водой), только при добавлении двойной дозы стабилизатора (полифилизаторы ГС-1 и ГС-2). Образцы из суглинка с добавлением 25% ЗШС обладают стойкостью к воздействию воды и незначительно улучшают прочностные характеристики. Существенного повышения прочности, по сравнению с добавлением 15% и 20% ЗШС, не обнаружено.

Результаты испытаний суглинка тяжелого пылеватого, укрепленного золошлаковой смесью и цементом марки 400 ЦЕМ II/A-III 32,5Б, приведены в табл. 3 (испытания выполнены по ГОСТ 23558-94; ГОСТ 22733-2016).

Таблица 3

Содержание золошлаковой смеси (ЗШС) и цемента (в % от массы грунта)	Прочность на сжатие воздушно-сухих образцов, МПа	Прочность на сжатие, после водонасыщения в течение 48 ч, МПа	Водостойкость образцов при полном водонасыщении	Водонасыщение образцов при полном водонасыщении, %
ЗШС – 15, цемент - 5	8,59 (M75)	5,09 (M40)	0,59	3,85
ЗШС – 15, цемент - 10	10,52 (M100)	6,34 (M60)	0,60	2,84
ЗШС – 15, цемент - 15	11,34 (M100)	6,84 (M60)	0,60	4,91
ЗШС – 20, цемент - 5	8,17 (M75)	4,58 (M40)	0,56	4,59
ЗШС – 20, цемент - 10	13,79 (M100)	5,91 (M40)	0,43	4,90
ЗШС – 20, цемент - 15	16,66 (M100)	6,91 (M60)	0,41	6,07
ЗШС – 25, цемент - 5	6,79 (M60)	5,10 (M40)	0,75	3,15
ЗШС – 25, цемент - 10	12,26 (M100)	7,35 (M60)	0,60	3,45
ЗШС – 25, цемент - 15	16,22 (M100)	13,89 (M100)	0,86	2,59

Из табл. 3 видно, что применение для укрепления грунтов золошлаковых смесей и цемента в качестве стабилизатора оказывает положительное влияние на прочностные характеристики грунтово-золошлаковой смеси. Все укрепленные образцы суглинка, при использовании цемента, обладают стойкостью к воз-

действию воды (не теряют форму и не разрушаются при полном насыщении водой), в отличие от образцов грунта, укрепленного 15% и 20% ЗШС, которые при воздействии воды теряют форму и прочностные характеристики.

Таким образом, установлено, что применение цемента и ЗШС оказывает положительное влияние на свойства грунта и грунта, укрепленного только золошлаковой смесью в объеме до 20%. Наибольшей прочностью в сухом состоянии обладают образцы, укрепленные 20% ЗШС и 15% цемента, однако эти же образцы обладают наименьшей водостойкостью. Наибольшей водостойкостью и прочностью в водонасыщенном состоянии обладают образцы, укрепленные 25% ЗШС и 15% цемента.

Список литературы:

1. *Афиногенов, О.П.* Совершенствование методов проектирования автомобильных дорог на основе дифференциации районирования [Текст]: монография / О.П. Афиногенов, С.В. Ефименко, А.О. Афиногенов. – Кемерово: ООО «Офсет», 2015. – 364 с.
2. *Ефименко, С.В.* Дорожное районирование территории Западной Сибири [Текст]: монография/ С.В. Ефименко, М.В. Бадина. - Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2014. - 244 с.
3. ОДМ 218.2.031-2013 Методические рекомендации по применению золы-уноса и золошлаковых смесей от сжигания угля на тепловых электростанциях в дорожном строительстве - Москва: Изд-во Росавтодор - 2015. - 64 с.