

УДК 625.814.22

П. А. Лыщик, кандидат технических наук, профессор (БГТУ);
А. И. Науменко, магистр технических наук, аспирант (БГТУ)

ТРЕБОВАНИЯ К УКРЕПЛЕННЫМ ДОРОЖНЫМ ГРУНТАМ

Успешное решение проблем вывозки заготовленной древесины тесно связано с необходимостью значительно увеличить объемы строительства лесных автомобильных дорог, создать опорную сеть магистральных дорог и расширить строительство дорог в местности с труднодоступным лесосечным фондом.

The successful decision of problems of transportation of the prepared wood is closely connected with necessity of substantial growth of volumes of building of wood highways, creations of a basic network of the main roads and expansion of building of roads to districts with remote wood fund.

Введение. В последние годы в лесном комплексе страны намечается тенденция увеличения объемов дорожного строительства. Строятся дороги как постоянного действия – магистральные пути, так и временные лесные дороги. Для их строительства используются и природные, и искусственные строительные материалы. Переход лесной отрасли на вывозку заготовленной древесины в сортаментах повлекло увеличение осевых нагрузок и скоростей движения лесовозных автопоездов. В этой связи к лесным дорогам предъявляются повышенные требования.

Освоение лесных ресурсов и увеличение объемов лесозаготовок обусловлено вводом в эксплуатацию лесов, произрастающих в неблагоприятных условиях, в том числе и на заболоченной местности. В этих районах, как правило, отсутствуют традиционные дорожно-строительные материалы для устройства дорожных одежд и пригодные грунты для возведения земляного полотна.

Одним из направлений увеличения прочности и долговечности дорожных конструкций принято считать улучшение физико-механических свойств грунтов. В данном направлении проводятся исследования на кафедре транспорта леса БГТУ.

Первая задача, которую нужно решить, – это установление основных требований, которые предъявляются к дорожным грунтам.

В результате анализа материалов литературных источников и проведенных исследований представляется возможность установления основных требований и характеристик дорожных грунтов.

Основная часть. Для устройства дорожных оснований и покрытий из укрепленных грунтов, приготовленных в смесительных установках, применяют осадочные нецементированные крупнообломочные и песчаные грунты, супеси всех разновидностей, а при укреплении методом смешения на дороге также применяются и легкие суглинки, подвергаемые при необходимости предварительному рыхлению.

Возможность укрепления тяжелых суглинков и глин зависит от наличия средств механизации, которые могут обеспечить размельчение этих грунтов и равномерное распределение в них вяжущих материалов [1].

При строительстве лесных автомобильных дорог укрепленные различными вяжущими грунты допускается применять:

- для устройства оснований и подстилающих слоев одежд с усовершенствованными покрытиями;

- устройства подстилающих слоев, оснований и покрытий одежд облегченного и переходного типов;

- упрочнения верхней части земляного полотна.

С целью снижения расхода вяжущих, повышения плотности (сдвигоустойчивости) и улучшения физико-механических свойств укрепленных грунтов следует подбирать смеси крупнообломочных грунтов оптимального состава.

Крупнообломочные грунты оптимального или близкого к оптимальному зернового состава, неоднородные пески (гравелистые, крупные, средней крупности), супеси с числом пластичности более 3 (преимущественно супеси легкие крупные, легкие пылеватые), а также легкие суглинки наиболее пригодны для укрепления органическими вяжущими, поскольку не требуют введения гранулометрических добавок.

Крупнообломочные грунты неоптимального состава, однородные пески и супеси с числом пластичности менее 3 целесообразно укреплять органическими вяжущими после улучшения их зернового состава добавками дисперсных материалов: зол уноса, золошлаковых смесей, тонкодисперсных шлаков, цементной пыли, отходов дробления камня, молотых известняков, опок и др., а также легких суглинков. Количество добавок дисперсных материалов составляет 10–30% массы грунта и уточняется при лабораторном подборе состава смесей.

При соответствующем технико-экономическом обосновании допускается укрепление

вышперечисленных грунтов без введения добавок дисперсных и других веществ битумными эмульсиями (или жидкими нефтяными битумами) совместно с неорганическими вяжущими.

Супеси тяжелые пылеватые, суглинки легкие и легкие пылеватые с числом пластичности до 12 допускается укреплять без внесения гранулометрических добавок органическими вяжущими (кроме карбамидоформальдегидных смол) с добавкой извести или других активных и поверхностно-активных веществ в соответствии с ТКП 45-3.03-19-2006 [2].

Глинистые грунты с числом пластичности более 12 до введения в грунт вяжущих материалов необходимо размельчить до требуемой по ТКП 45-3.03-19-2006 степени размельчения [2]. Относительная влажность глинистых грунтов при этом должна составлять 0,3–0,4 влажности границы текучести.

Для укрепления битумными эмульсиями пригодны тяжелые суглинки и тяжелые пылеватые грунты с числом пластичности не более 15.

Суглинки с числом пластичности более 15 следует укреплять битумными эмульсиями после введения в грунт гранулометрических добавок (песков гравелистых, крупных, средней крупности или отходов камнедробления) и извести. Количество этих добавок назначают в пределах 25–50% массы улучшаемого грунта.

При определении пригодности грунтов для укрепления вяжущими необходимо учитывать требования, предъявляемые к грунтам по зерновому (гранулометрическому) составу, происхождению (генезису), степени засоленности, содержанию органического вещества (гумуса),

значению водородного показателя среды (рН), влажности, а также требования и ограничения.

Пригодность грунтов для укрепления вяжущими материалами устанавливают, руководствуясь нормативными документами, такими как СТБ 1521-2005 [3]. При этом дополнительно учитывают следующие требования: нецементированные обломочные грунты, укрепляемые вяжущими, не должны содержать частиц размером от 2 до 50 мм более 50% по весу. В смесях, укладываемых в покрытие или при устройстве основания в один слой, содержание частиц крупнее 50 допускается не свыше 10%. В случае укрепления крупнообломочных грунтов или смесей, содержащих частицы размером до 25 мм, общее количество фракции от 2 до 25 мм допускается не более 70% по весу грунта.

Наиболее пригодными для укрепления являются крупнообломочные щебенистые и гравелистые грунты, супеси легкие и крупные, легкие суглинки, близкие к оптимальному составу, с числом пластичности от 3 до 12.

В табл. 1 указаны основные требования, предъявляемые к грунтам, укрепленным минеральными вяжущими.

Цементогрунтовые основания и покрытия устраивают в один или два слоя в зависимости от расчетной толщины, с учетом, что толщина каждого слоя должна быть не менее 10 см и не более 20 см в плотном теле.

Для предварительных подсчетов необходимого количества цемента для укрепления грунтов допускается принимать ориентировочные нормы расхода, указанные в табл. 2.

Таблица 1

Требования к образцам из грунтоцемента

Наименование испытаний	Единица измерения	Значение показателей		
		для магистралей I и II категории	для магистралей III категории	для веток и усов
Предел прочности при сжатии водонасыщенных образцов в возрасте, сут: 28 7	МПа	Не менее 4 Не менее 2	Не менее 2 Не менее 1,2	– Не менее 0,6
Предел прочности при сжатии водонасыщенных образцов после испытания на замораживание – оттаивание (для образцов в возрасте 28 сут)	МПа	Не менее 3,0	Не менее 1,5	Не менее 3,0
Водонасыщение после испытания на замораживание – оттаивание в % по весу (сверх оптимальной влажности)	%	Не более 2	Не более 4	Не испытывается
Коэффициент уплотнения, определяемый по отношению к оптимальной плотности	–	Не менее 0,98	Не менее 0,98	Не менее 0,95
Влажность смеси при перемешивании и уплотнении	Не должна отличаться от оптимальной влажности более чем на ±2%			

Таблица 2
Расход вяжущих материалов (ориентировочный)

Наименование грунтов	Неорганические вяжущие материалы (цемент, известь)	
	для покрытий	для оснований
Крупнообломочные несцементированные грунты (гравийные, дресвяные), а также грунтогравийные и грунтощебеночные смеси, близкие к оптимальному составу	$\frac{4-6}{80-120}$	$\frac{3-5}{60-100}$
Пески разнообразного состава, в том числе мелкие и пылеватые, а также супеси с числом пластичности менее 3	$\frac{5-8}{100-160}$	$\frac{4-7}{80-140}$
Супеси с числом пластичности 3-7 и легкие суглинки (пылеватые и непывеватые)	$\frac{8-10}{160-200}$	$\frac{6-8}{125-175}$
Суглинки тяжелые и суглинки тяжелые пылеватые	$\frac{11-14}{220-260}$	$\frac{8-11}{160-220}$
Глины песчанистые, глины пылеватые	$\frac{13-15}{225-275}$	$\frac{10-12}{220-240}$

Примечание. В числителе указано количество вяжущего в процентах от массы грунта, в знаменателе в килограммах на 1 т грунта.

Карбонатные разновидности глин с числом пластичности до 22 можно укреплять цементом после введения добавок песка, гравия или отходов камнедробления.

Чистые пески или мелкозернистые гравийные либо щебенистые смеси, не содержащие глинисто-пылеватых фракций, допускается укреплять цементом после предварительного введения в них добавок суглинистых грунтов, отходов камнедробления или же добавок золы-уноса. Добавка в несвязные грунты (пески, гравий) тонких фракций, играющих роль мелкого заполнителя, существенно снижает добавку цемента. Укреплять цементом мелкие одномерные пески (дюнные, барханные и др.) без введения гранулометрических добавок допускается в тех случаях, когда земляное полотно также возводится из песчаных грунтов.

В этом случае дозировка цемента потребует несколько большая, чем для укрепления грунта оптимального состава.

Наибольшая прочность и погодоустойчивость при наименьшем расходе цемента достигается при обработке грунта оптимального гранулометрического состава.

Искусственное улучшение грунта до оптимального состава добавлением гравийных и песчаных или пылевато-глинистых фракций должно быть обосновано технико-экономическим расчетом.

Гумусовые горизонты дерново-подзолистых и полуболотных почв укреплять цементом не разрешается. При проведении земляных работ гумусовые горизонты почв указанных типов следует удалять или отсыпать в нижние слои насыпей.

Грунты, укрепленные известью или известью с различными добавками, характеризуются относительно меньшей морозоустойчивостью, чем цементогрунты.

Заключение. Портландцементы, шлакопортландцементы и другие их разновидности, применяемые для укрепления грунтов, должны удовлетворять требованиям ГОСТ 10178-85 [4].

В целях повышения механической прочности цементогрунта и уменьшения расхода цемента желательно применять тонкомолотые портландцементы с большой удельной поверхностью.

Потери при прокаливании цементов, применяемых при укреплении грунтов, не должны превышать 2%. Содержание свободной извести в цементе, применяемом для укрепления грунтов, является желательным и не нормируется.

Литература

1. Руководство по грунтам и материалам, укрепленным органическими вяжущими / Росавтодор. – М., 2003. – 48 с.
2. Автомобильные дороги. Нормы проектирования: ТКП 45-3.03-19-2006. – Введ. 01.07.06. – Минск, 2006. – 48 с.
3. Материалы, укрепленные неорганическими вяжущими, для покрытий и оснований автомобильных дорог. Технические условия: СТБ 1521-2005. – Введ. 01.07.12. – Минск, 2012. – 24 с.
4. Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия: ГОСТ 10178-85. – Введ. 01.01.87. – Минск, 1987. – 8 с.

Поступила 20.02.2013