

Научная статья
УДК 624.138

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ИЗ УКРЕПЛЕННЫХ ГРУНТОВ КОМПЛЕКСНЫМИ ВЯЖУЩИМИ

Стефан Михайлович Морозов¹, Алексей Мунирович Миннихметов²,
Сергей Александрович Чудинов³

^{1, 2, 3} Уральский государственный лесотехнический университет,
Екатеринбург, Россия

¹ 24m11s00m@mail.ru

² alexei.minniahmetov@yandex.ru

³ chudinovsa@m.usfeu.ru

Аннотация. В любой части Российской Федерации можно обнаружить природные дисперсные грунты, которые активно используются для создания земляного полотна. Но у таких грунтов имеется основной недостаток – они характеризуются невысокими значениями прочности и деформируемости. Поэтому применение этих грунтов в дорожном строительстве требует их усиления. При этом речь идет об увеличении значений прочности и деформируемости. Представляемая технология позволяет разрабатывать конструкции дорожных одежд для автодорог, используя укрепленные грунты, обладающие заданными характеристиками и имеющими долгий срок эксплуатации.

Ключевые слова: дорожная одежда, укрепленный грунт, лесовозная дорога, комплексное вяжущее

Original article

DESIGN FEATURES OF ROAD CLOTHING STRUCTURES OF LOGGING ROADS MADE OF REINFORCED SOILS WITH COMPLEX BINDERS

Stefan M. Morozov¹, Alexey M. Minniakhmetov², Sergey A. Chudinov³

^{1, 2, 3} Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

¹ 24m11s00m@mail.ru

² alexei.minniahmetov@yandex.ru

³ chudinovsa@m.usfeu.ru

Abstract. In any place of the Russian Federation, you can find natural dispersed soils that are actively used to create an earthen bed. But, as always, such

soils have a major drawback – they are characterized by low values of strength and deformability. In this regard, the use of these soils in road construction requires their reinforcement. At the same time, we are talking about increasing the values of strength and deformability. The presented technology makes it possible to develop roadway structures for highways using reinforced soils with specified characteristics and having a long service life.

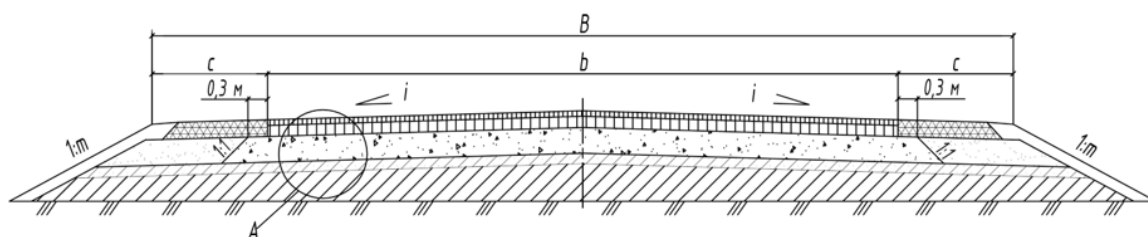
Keywords: road clothing, reinforced soil, logging road, complex binder

На лесовозных автомобильных дорогах I-л и II-л технической категории, в связи с высокими транспортно-эксплуатационными нагрузками, применяют долговечные дорожные одежды капитального типа из сборных железобетонных плит либо нежесткого типа из инертных материалов: щебень, гравий, щебеночно-песчаные смеси, гравийно-песчаные смеси, а также слои из укрепленных грунтов в районах с недостатком каменных материалов. Данные компоненты обладают высокой устойчивостью к возможным трещинам, что позволяет им успешно применяться в верхних слоях дорожного основания. Более того, благодаря своей надежности, они предпочтительно используются на лесовозных дорогах, гарантируя долговечность покрытия и добавляя дополнительные износостойкие слои дорожного полотна.

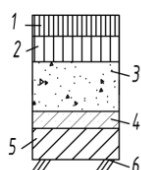
На дорогах III-л и IV-л технической категории, как правило, применяются дорожные одежды облегченного или переходного типов с применением инертных материалов или укрепленных грунтов (рис. ниже). Укрепленные грунты устраивают из различных вяжущих: минеральных (портландцемент, известь, золы-уноса ГРЭС и т. п.), органических (битумная эмульсия, вспененный битум, нефтешлам и т. п.), а также комплексных (совместно с добавками поверхностно-активных веществ, полифилизаторов и т. п.) [1].

Грунты, благодаря внесенным добавкам и сочетанию с портландцементом, отличаются высокой прочностью, устойчивостью к воздействию воды и мороза. Именно поэтому рекомендуется использовать их в основных и дополнительных слоях дорожного покрытия. Вне зависимости от прочностных расчетов следует принимать слой основания или дополнительный слой основания обработанных грунтов в уплотненном состоянии толщиной не менее 20 см.

Пример конструкции дорожной одежды автомобильных дорог общего пользования с дополнительным слоем основания из грунтов, обработанных добавкой совместно с неорганическими вяжущими материалами



Узел А



1. Верхний слой покрытия
2. Нижний слой покрытия
3. Основание (материал, укрепленный вяжущим, определяется проектом)
4. Дополнительный слой основания из грунта, обработанного добавкой совместно с неорганическими вяжущими материалами
5. Грунт земляного полотна
6. Основание земляного полотна

Условные обозначения:

- B - ширина земляного полотна;
 b - ширина проезжей части;
 c - ширина обочины;
 i - поперечный уклон проезжей части;
 t - коэффициент заложения откоса земляного полотна.

Примечания:

1. Толщина слоев конструкции дорожной одежды определяется расчетом в соответствии с ОДН 218.046-01.
2. Необходимость устройства двухслойного покрытия определяется проектом.
3. Необходимость устройства дополнительного слоя основания определяется проектом.

Пример конструкции дорожной одежды лесовозных дорог с дополнительным слоем основания из грунтов, обработанных неорганическими вяжущими материалами

Укрепленные грунты, в зависимости от прочности в проектном возрасте (28 суток), подразделяются на марки. В зависимости от показателей предела прочности на сжатие и растяжение при изгибе устанавливают значение марки по прочности укрепленному грунту в соответствии с ГОСТ 23558-94 [2] (табл. ниже).

Классы прочности обработанных грунтов

Показатели свойств обработанных грунтов	Значения показателя по классам прочности обработанных грунтов		
	I	II	III
Предел прочности на сжатие водонасыщенных образцов, МПа	6,0-4,0	4,0-2,0	2,0-1,0
Предел прочности на растяжение при изгибе водонасыщенных образцов, МПа, не менее	1	0,6	0,2
Коэффициент морозостойкости, не менее	0,75	0,7	0,65

Укрепленные грунты, согласно их морозостойкости, классифицируются на следующие марки: F5, F10, F15, F25, F50, F75. Каждая марка определяется числом циклов замораживания и оттаивания, которые допускают

снижение прочности на сжатие не более чем на 25 % нормируемой прочности при проектном возрасте.

Для приготовления обработанных почв широко применяются разнообразные неорганические связующие вещества. Они могут быть разделены на три категории:

I вид – включает в себя портландцемент и шлакопортландцемент, соответствующие ГОСТ 10178, а также сульфатостойкий и пуццолановый цементы по ГОСТ 22266. Кроме того, в этот вид входят цементы для строительных растворов марок не ниже 400 для покрытий и 300 – для оснований по ГОСТ 25328.

II вид – включает активные материалы с удельной поверхностью не менее 150 м/кг. В данную группу относятся исключительно обработанные шлаки, являющиеся результатом производства черных и цветных металлургических сплавов, а также шлаки, образовавшиеся при фосфорной обработке, бокситовые и нефелиновые шламы с содержанием двухкальциевого силиката не менее 40 % по массе, а также золы-уноса с удельной поверхностью свыше 150 м/кг и содержанием сернистых и сернокислых соединений не более 6 %.

III вид – включает не менее 100 разнообразных вяжущих марок, которые демонстрируют высокую прочность после 90-суточного твердения [3].

Комплексные вяжущие, применяемые для укрепления грунтов, состоящие из основного компонента, обычно это минеральное вяжущее: портландцемент, шлакопортландцемент, зола-уноса ГРЭС, отсева активных шлаков черной металлургии и т. п., и активной добавки из поверхностно-активных веществ, полифизлизаторов, полимерных добавок и т. п. Активные добавки, как правило, взаимодействуя с тонкодисперсной частью грунта, повышают эффективность структурообразования минерального вяжущего, повышая физико-механические характеристики укрепленного грунта и его долговечность [4].

Лесовозные автомобильные дороги эксплуатируются в сложных природных условиях и при высоких транспортных нагрузках. Поэтому проектирование и расчет дорожных одежд должны обеспечивать высокое качество на протяжении всего срока их службы. Использование в дорожных одеждах слоев из укрепленных грунтов позволяет обеспечить нормативные транспортно-эксплуатационные показатели дорожного покрытия и длительный межремонтный срок службы конструкций лесовозных автомобильных дорог.

Список источников

1. Безрук В. М. Укрепление грунтов в дорожном и аэродромном строительстве. М. : Транспорт, 1971. 246 с.
2. Чудинов С. А. Укрепленные грунты в строительстве лесовозных автомобильных дорог : монография. Екатеринбург : УГЛТУ, 2020. 174 с.

3. Чудинов С. А. Совершенствование технологии укрепления грунтов в строительстве автомобильных дорог лесного комплекса : монография. Екатеринбург : УГЛТУ, 2022. 164 с.

4. Чудинов С. А. Повышение эффективности укрепления грунтов портландцементом со стабилизирующей добавкой // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 5. С. 163.