

Научная статья  
УДК 624.138.232

## ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ИЗ УКРЕПЛЕННЫХ ГРУНТОВ ДЛЯ УСЛОВИЙ ВЫСОКИХ ТРАНСПОРТНЫХ НАГРУЗОК

**Ксения Вадимовна Забелина<sup>1</sup>, Сергей Александрович Чудинов<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Уральский государственный лесотехнический университет,  
Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> kseniya.zabelina2017@yandex.ru

<sup>2</sup> chudinovsa@m.usfeu.ru

***Аннотация.*** Технология укрепления грунтов позволяет не только увеличить надежность конструкции дорожной одежды, но и снизить затраты на строительство. Авторы считают полезным рассмотреть особенности и эффективность данной технологии, последовательность технических работ, а также исследовать одну из стабилизирующих добавок, позволяющую обеспечить высокое качество дорожных одежд из укрепленных грунтов для условий высоких транспортных нагрузок.

***Ключевые слова:*** укрепленный грунт, стабилизация грунтов, вяжущий материал, лесовозная дорога, дорожная одежда

Original article

## CONSTRUCTION FEATURES OF ROAD CLOTHES OF LOGGING ROADS FROM REINFORCED SOILS FOR CONDITIONS OF HIGH TRANSPORT LOADS

**Kseniya V. Zabelina<sup>1</sup>, Sergey A. Chudinov<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> kseniya.zabelina2017@yandex.ru

<sup>2</sup> chudinovsa@m.usfeu.ru

***Abstract.*** The technology of soil reinforcement allows not only to increase the reliability of the pavement structure, but also to reduce construction costs. The authors consider it useful to consider the features and effectiveness of this technology, the sequence of technical work, as well as to investigate one of the stabilizing additives that makes it possible to ensure high quality of road clothes made of reinforced soils for conditions of high transport loads.

---

© Забелина К. В., Чудинов С. А., 2024

**Keywords:** reinforced soil, soil stabilization, binder, logging road, road clothing

Многие годы перед дорожной отраслью нашей страны стоит задача снизить затраты и ресурсы на строительство и ремонт автомобильных дорог. Это обуславливается очень большими расстояниями между городами. Одна лишь перевозка материала, применяемого для устройства оснований и покрытий, является важнейшим фактором увеличения общей стоимости строительства. При всем этом преследуется цель не только сохранить, но и увеличить надежность конструкции земляного полотна.

Данная проблема особенно актуальна в условиях лесной зоны, где недостаток традиционных инертных каменных материалов для строительства и высокие транспортные нагрузки от лесозаготовительной техники являются характерными особенностями.

Одним из эффективных подходов для решения поставленных инфраструктурных задач является технология укрепления грунтов.

Суть данной технологии состоит в том, что грунт, помимо неорганических вяжущих, снабжают различными добавками. Такие добавки способствуют увеличению прочности грунтовых оснований. Исследуя различные источники, мы пришли к выводу: замена привозных каменных материалов на укрепленные грунты может уменьшить стоимость дорожного покрытия на 20–60 %. Используя технологию укрепления грунтов, отечественные специалисты успешно построили и сдали в эксплуатацию несколько десятков тысяч километров дорог [1].

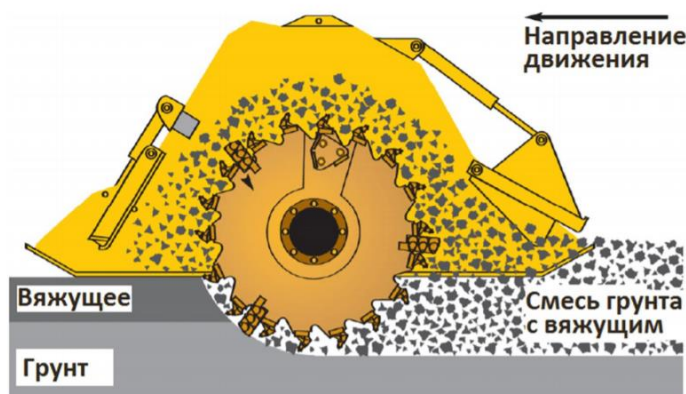
Когда речь заходит о преимуществах дорожных одежд из укрепленных грунтов, необходимо отметить, что они значительно продлевают ровность покрытия в сравнении с дорожными одеждами из зернистых материалов. Такие одежды улучшают водный и тепловой режимы земляного полотна и, как следствие, приводят к снижению расчетной влажности грунта. Поскольку укрепленные грунты обладают высокими прочностными свойствами, общая толщина дорожной одежды может быть уменьшена на 20–50 %. Данный факт позволяет сократить потребление минеральных материалов (щебень, песок) на 15–45 %, что приводит к снижению потребности в автомобильном транспорте в 1,5–3 раза, а также снижению затрат труда в 1,2–2 раза [2].

Исследователи также обращают внимание на модуль упругости, который является общим показателем для участков с различными типами грунтов. Весеннее время характеризуется более высоким модулем упругости на участках с укрепленными грунтами по сравнению с участками, состоящими из зернистых материалов. Это означает, что давление на грунт земляного полотна уменьшается на участках, где используются укрепленные грунты, что, в свою очередь, снижает вероятность появления пластических дефор-

маций. В результате данные факторы позволяют существенно сократить затраты на строительство автомобильных дорог и обеспечить более надежную конструкцию земляного полотна.

Процесс укрепления грунта состоит из нескольких этапов. Первый этап – подготовка полосы грунта. Он подразумевает собой профилирование автогрейдером, разрыхление, а также измельчение грунта. Второй этап – введение и распределение вяжущего материала. Третий этап – перемешивание измельченного грунта с добавкой при помощи дорожного ресайклера (рис. ниже). Четвертый этап – уплотнение готовой смеси при оптимальной влажности. Конечный этап – уход по обеспечению надлежащего температурно-влажностного режима и создания защитного слоя [3].

Контроль над качеством выполненных работ является важнейшим фактором при использовании технологии стабилизации и укрепления грунта. Если грунт измельчается интенсивно, то и смешение с вяжущим материалом происходит эффективно. По итогу мы получаем прочный стабилизированный слой. По требуемым нормам в измельченном грунте количество частиц размером 3–5 мм не должно превышать 3–5 % по весу. Это подтверждается специальными пробами.



Процесс перемешивания грунта с вяжущим материалом ресайклером

Для повышения эффективности технология укрепления грунтов подразумевает собой использование добавок поверхностно-активных веществ (ПАВ) – стабилизаторов грунтов, разных по составу и происхождению. Такие вещества могут использоваться практически на всех технологических этапах в дорожном строительстве. Например, в сооружении земляного полотна или в строительстве конструктивных слоев оснований дорожных одежд [4]. В последнее время отечественные специалисты активно используют современные ПАВ-стабилизаторы, хотя в таких странах, как США, Голландия, Германия и т. д., технология применяется уже много лет.

Обратим внимание на стабилизирующую добавку – «Композит СТМ». Данный химический препарат получен на основе раствора смеси кислот

и поверхностно-активных веществ, имеет вид водянистой темно-оранжевой жидкости. Стабилизатор формирует водостойкие и морозостойкие основания для различных строительных конструкций: автомобильных и железных дорог, площадных объектов.

Выделяют следующие свойства «Композита СТМ»:

- снижение набухания глинистых грунтов;
- увеличение прочности обработанных грунтов во времени;
- увеличение плотности обработанных грунтов;
- уменьшение водопроницаемости глинистых грунтов;
- наглядное уменьшение сроков грунтовых работ [5].

Производитель грунтового стабилизатора «Композит СТМ» убеждает, что его использование позволит заказчику сократить расходы на инертные материалы (щебень и песок) и транспортировку благодаря возможности циклического производства. Кроме того, применение данного стабилизатора позволит снизить расходы цемента на  $1 \text{ м}^3 = 4 \%$ , повысить производительность за счет улучшения сцепки производственных процессов и достичь эффективности до  $30 \%$  по сравнению с традиционными методами. Важно учесть, что рассматриваемый стабилизатор соответствует всем требованиям ГОСТ 23558–94. Он безопасен в использовании и не наносит ущерб окружающей среде.

Производство «Композита СТМ» сосредоточено в Москве. Поскольку производитель использует отечественное сырье, стоимость стабилизатора относительно небольшая. Благодаря оптимальному сочетанию цены и качества «Композит СТМ» стал очень востребованным. Опыт использования этой химической добавки превышает несколько сотен километров дорог в России и Казахстане.

Используя технологию укрепления грунтов, можно значительно сократить затраты на строительство дорожной одежды и повысить ее физико-механические характеристики, что обеспечит более длительный срок эксплуатации.

### *Список источников*

1. Цуканова О. А. Применение химических добавок при укреплении грунтов в конструктивных слоях автомобильных дорог // «Дорожники». 2017. № 2 (10). С. 12–13. URL: <https://dorogniki.com/wp-content/uploads/2017/08/web.pdf> (дата обращения: 10.10.2023).

2. Фурсова С. Г. Современные технологии укрепления грунтов : сообщение канд. техн. наук, зав. лаб. укрепления грунтов ОАО «Союздорнии». URL: <https://rador.ru/activities/totals/2008/program/12131108/03.pdf> (дата обращения: 09.10.2023).

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

4. Чудинов С. А. Укрепленные грунты в строительстве лесовозных автомобильных дорог : монография. Екатеринбург : УГЛТУ, 2020. 174 с.

5. Чудинов С. А. Исследования влияния технологических факторов на прочность цементогрунтов // Вестник Марийского государственного технического университета. 2010. № 1 (8). С. 46–52. (Серия «Лес. Экология. Природопользование»).