

Научная статья  
УДК 624.138

## ПОИСК ПУТЕЙ УКРЕПЛЕНИЯ ВЫСОКОПЛАСТИЧНЫХ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ

Сергей Александрович Чудинов<sup>1</sup>, Николай Васильевич Ладейщиков<sup>2</sup>

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

Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> chudinovsa@m.usfeu.ru

<sup>2</sup> uralberg@yandex.ru

**Аннотация.** Традиционные и простые способы укрепления грунтов по схеме «грунт – цемент – вода» морально устаревают, требуется их модернизация, т. е. введение специальных дополнительных композиционных материалов и добавок. Грунты с высоким числом пластичности необходимо отощать. Оптимальной отощающей добавкой в грунтобетонную смесь при строительстве лесных дорог является кварцевый песок.

**Ключевые слова:** лесные дороги, высокопластичные грунты, укрепление грунта, стабилизация грунта, лигносульфонат технический, отощающая добавка из кварцевого песка

Original article

## SEARCHING FOR WAYS TO STRENGTHEN HIGHLY PLASTIC CLAYEY SOILS

Sergey A. Chudinov<sup>1</sup>, Nikolay V. Ladeyschikov<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> chudinovsa@m.usfeu.ru

<sup>2</sup> uralberg@yandex.ru

**Abstract.** Traditional and simple methods of soil reinforcement according to the scheme, soil – cement – water, become obsolete, their modernization is required, i. e. introduction of special additional composite materials and additives. Soils with high plasticity number should be heated. Quartz sand is the optimum desanding additive in the soil-concrete mixture for forest road construction.

**Keywords:** forest roads, highly plastic soils, soil consolidation, soil stabilization, technical lignosulfonate, silica sand stripping additive

Для расширения существующей низко разветвленной транспортной сети лесных дорог необходимы новые технологии и материалы для их строительства. Поиск новых технологий напрямую связан с экономией ресурсов, т. к. строительство лесных дорог с использованием дорогих материалов и дорожной техники не целесообразно. В связи с чем лесные дороги необходимо строить из местных грунтов [1].

Лесные и лесовозные дороги, построенные из местных грунтов, добытых в непосредственной близости от прокладки трассы, и используемые в первоначальном состоянии практически не долговечны под воздействием водных осадков с одновременными механическими нагрузками от колесной техники. Такие дороги обычно эксплуатируются не продолжительно, до первого дождя.

Актуальная проблема лесных и лесовозных дорог заключается в их механической прочности при одновременном воздействии колесной техники и воздействии дождевых осадков, т. е. способности долговременно противостоять этим воздействиям.

Использование местных грунтов вместо каменных материалов, которые хорошо выдерживают воздействия влаги, в конструктивных слоях дорожных одежд возможно лишь при полном изменении физико-механических свойств местных грунтов.

Грунты необходимо укреплять разнообразными вяжущими, самым распространенным вяжущим является портландцемент в количестве до 12 % от массы грунта. Смешение грунта и портландцемента производится на месте строительства дороги различными способами. Оптимальным для лесных дорог считается использование прицепных ресайклеров (смесительных барабанов) или навесных фрез, устанавливаемых на имеющиеся трактора или фронтальные погрузчики (рис. 1) [2].



Рис. 1. Трактор с прицепным смесительным барабаном

Только в этом случае получаются достаточные физико-механические показатели цементогрунтовой смеси и при уплотнении цементогрунтового покрытия.

Грунты в различной местности имеют разный состав. Не все грунты пригодны для укрепления [3]. Большинство лесных грунтов – грунты глинистые, с числом пластичностью от 17 до 27. Согласно ГОСТ Р 70452–2022 укрепление глинистых грунтов возможно при доведении числа пластичности до 17. Понижение пластичности глинистого грунта для лесных дорог оптимально и экономически целесообразно путем добавления кварцевого песка, т. е. отощением.

*Отощающие добавки* – это материалы, снижающие пластичность и усадку глин при высыхании.

Добавление кварцевого песка увеличивает каркасную плотность и прочность грунта и снижает расход портландцемента.

Отсутствие отощающих добавок в грунтах с высокой пластичностью при их укреплении приводит сначала к увеличению расхода портландцемента и удорожанию строительства, а далее при высыхании и твердении в грунтобетонных покрытиях образуются усадочные трещины, являющиеся началом завершения эксплуатации лесной дороги (рис. 2).



Рис. 2. Состояние покрытия дороги

Практика строительства показывает, что одним из перспективных направлений в области укрепления лесных дорог является применение минеральных вяжущих, например портландцемента, в комплексе с различными композиционными материалами и добавками.

На основании проведенных лабораторных исследований на кафедре автомобильных дорог, мостов и тоннелей УГЛТУ при комплексном укреплении глинистого грунта (суглинок тяжелый пылеватый) выявлено, что образцы, запрессованные с водным раствором лигносульфоната [4] в концентрации 0,75 % и испытанные на сжатие по истечении 7 суток после полного 48-ми часового водонасыщения (по ГОСТ Р 70452–2022) показали максимальный предел прочности (рис. 3), при этом водопоглощение не было минимальным, а при дальнейшем увеличении концентрации ЛСТ [5] водопоглощение еще уменьшалось.

Добавлением свободного кварцевого песка в смесь будет снижать пластичность, увеличивать прочность грунтового скелета, уменьшать усадку в процессе дегидратации.

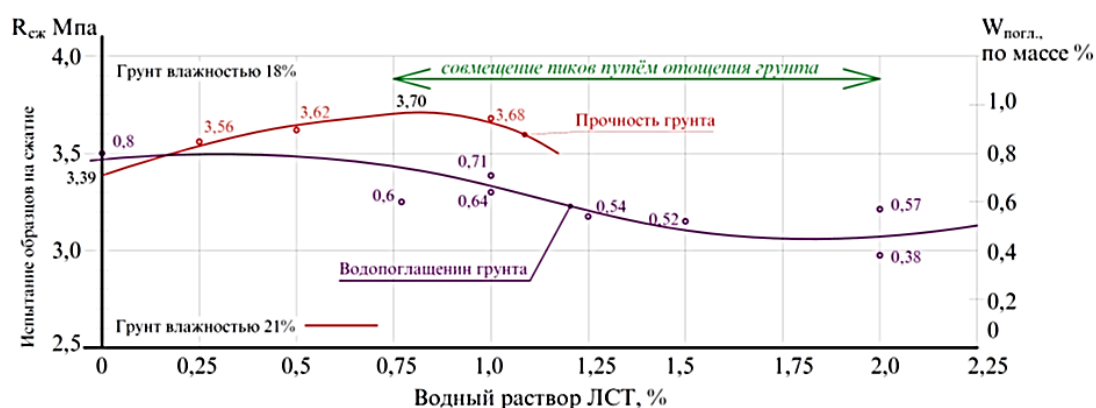


Рис. 3. График изменения прочности и водопоглощения лабораторных образцов от количества воды и ЛСТ

Достижение показателей максимальной прочности на сжатие и минимального водопоглощения образцов укрепленных грунтов происходит в результате добавки в грунтовую смесь кварцевого песка. В результате чего в смеси образуется свой минеральный скелет, а при взаимодействии с цементом возникает еще более прочная кристаллизационная структура. Полученный грунтобетон подвержен меньшей усадке и долговечен.

### Список источников

1. Основные технологические операции при строительстве автомобильных дорог : учебное наглядное пособие / С. И. Булдаков [и др.]. Екатеринбург : УГЛТУ, 2022. 128 с.
2. Чудинов С. А., Ладейщиков Н. В. Укрепление грунтов портландцементом с добавлением комплексной добавки, продлевающей строительный период // Инновационный транспорт. 2022. № 4 (46). С. 48–51. URL: <https://doi.org/10.20291/2311-164X-2022-4-48-51> (дата обращения: 05.09.2023).

3. Чудинов С. А., Ладейщиков Н. В. К вопросу об организации подготовительных работ строительства транспортно-логистических путей освоения лесосырьевых баз // Логистические системы в глобальной экономике. 2023. № 13. С. 149–154.

4. Чудинов С. А., Ладейщиков Н. В. Использование отходов целлюлозно-бумажной промышленности в строительстве лесовозных автомобильных дорог // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XIX Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов (Екатеринбург, 03–13 апреля 2023 года). Екатеринбург : УГЛТУ, 2023. С. 708–711.

5. Чудинов С. А., Ладейщиков Н. В. Применение лигносульфонатов для повышения качества лесовозных автомобильных дорог // Проблемы безопасности на транспорте : материалы XII Международной научно-практической конференции, посвященной 160-летию Белорусской железной дороги (Гомель, 24–25 ноября 2022 года) / под общ. ред. Ю. И. Кулаженко. Гомель : Белорусский государственный университет транспорта, 2022. С. 424–426.