

Научная статья
УДК 624.138.4

**ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УКРЕПЛЕНИЯ
ГРУНТОВ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ
КОМПЛЕКСНОЙ ДОБАВКОЙ**

Дмитрий Михайлович Маринских¹, Сергей Александрович Чудинов²

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

¹ dimkamar694@yandex.ru

² chudinovsa@m.usfeu.ru

Аннотация. Статья посвящена вопросу эффективности применения комплексной добавки на основе портландцемента и полифилизатора при укреплении грунтов лесовозных автомобильных дорог. Рассматриваются свойства полифилизатора с описанием принципа действия и эффективности в процессе структурообразования цементогрунтовой матрицы.

Ключевые слова: укрепление грунтов, цементогрунт, лесовозная дорога, полифилизатор, полимерная добавка

Original article

**JUSTIFICATION OF THE EFFECTIVENESS OF STRENGTHENING
SOILS OF TIMBER HIGHWAYS WITH
A COMPLEX ADDITIVE**

Dmitry M. Marinskikh¹, Sergey A. Chudinov²

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

¹ dimkamar694@yandex.ru

² chudinovsa@m.usfeu.ru

Abstract. The article is devoted to the issue of the effectiveness of using a complex additive based on Portland cement and a polyfilizer when strengthening the soil of logging roads. The properties of the polyfilizer are considered with a description of the principle of action and effectiveness in the process of structure formation of the cement-soil matrix.

Keywords: soil strengthening, cement soil, logging road, polyfilizer, polymer additive

В современной практике строительства лесовозных автомобильных дорог широкое применение нашла технология укрепления местных грунтов, которая помогает сократить расходы на создание прочных дорожных одежд. Для укрепления грунта чаще всего используют минеральное вяжущее – портландцемент, а также для повышения эффективности укрепления применяют различные активные добавки [1].

Для повышения прочности, водо- и морозостойкости цементогрунтовых слоев из глинистых грунтов, укрепленных портландцементом, актуальным является использование стабилизирующих добавок – полифизикаторов (далее – добавок). Одной из эффективных является добавка полиэлектролита. В цементогрунт добавка вводится в виде водного раствора. При введении добавки в цементогрунтовую смесь образуются сложные полимерные органические катионы, которые активно взаимодействуют с ацидоидами грунта.

Действие добавки на глинистые частицы грунта основано на принципе адсорбции макромолекул на поверхности твердых частиц. Катионный полиэлектролит (добавка) способен закрепляться на поверхности частиц с помощью электростатических сил, а также удерживаться водородными и молекулярными силами за счет отрицательного заряда кристаллической структуры глинистых минералов. Вместе с процессом адсорбции также происходит вытеснение ионов простых электролитов. Кроме того, более прочной связи между пакетами кристаллической структуры минералов способствует возможность полиэлектролита проникать внутрь пакетов. Результатом адсорбции макромолекул полиэлектролита на глинистые частицы является нейтрализация их поверхностного отрицательного заряда и уменьшение электрокинетического потенциала [2].

Опираясь на вышеизложенное, опишем особенности действия добавки на структурообразование цементогрунта с разделением на характерные этапы твердения.

На начальной стадии твердения добавка позволяет изменить структуру укрепляемого грунта, увеличивая его дисперсность и однородность, создавая условия для формирования прочной и однородной структуры цементогрунта путем равномерного распределения вяжущего.

Характерными чертами индукционного периода твердения являются начало процесса срастания кристаллических новообразований с нейтрализацией зарядов глинистых частиц и прекращение сорбционных процессов воды на их поверхностях. Структура и свойства грунтовой воды в целом значительно подвержены влиянию добавки. Исходя из вышеуказанного, можно сказать, что добавка значительно уменьшает скорость индукционного периода, что, в свою очередь, увеличивает время между технологическими операциями перемешивания и уплотнения цементогрунтовых смесей [3].

В период развития и упрочнения кристаллизационной структуры происходит прораствание возникающих ранее дендритных образований друг в друга и появление новых кристаллизационных контактов. На данном

этапе формируется прочная дисперсная структура цементогрунта. В результате действия добавки создаются оптимальные условия для возникновения прочных кристаллизационных контактов срастания, а значит и формирования прочной дисперсной структуры цементогрунта, а также существенно повышается реакционная способность грунта, в состав которого входит диоксид кремния и глинозема.

Растворившийся материал может соединяться с ионами кальция и образовывать дополнительное цементирующее вяжущее, которое скрепляет между собой частицы грунта. Кроме того, добавка благоприятно влияет на ход гидратации портландцемента, что способствует образованию устойчивых высокоосновных гидросиликатов кальция, участвующих в формировании более прочного, водо- и морозоустойчивого кристаллизационного каркаса цементогрунта.

С учетом вышеизложенного, на рис. 1 представлена схема структурообразования цементогрунта с добавкой полифилизатора.

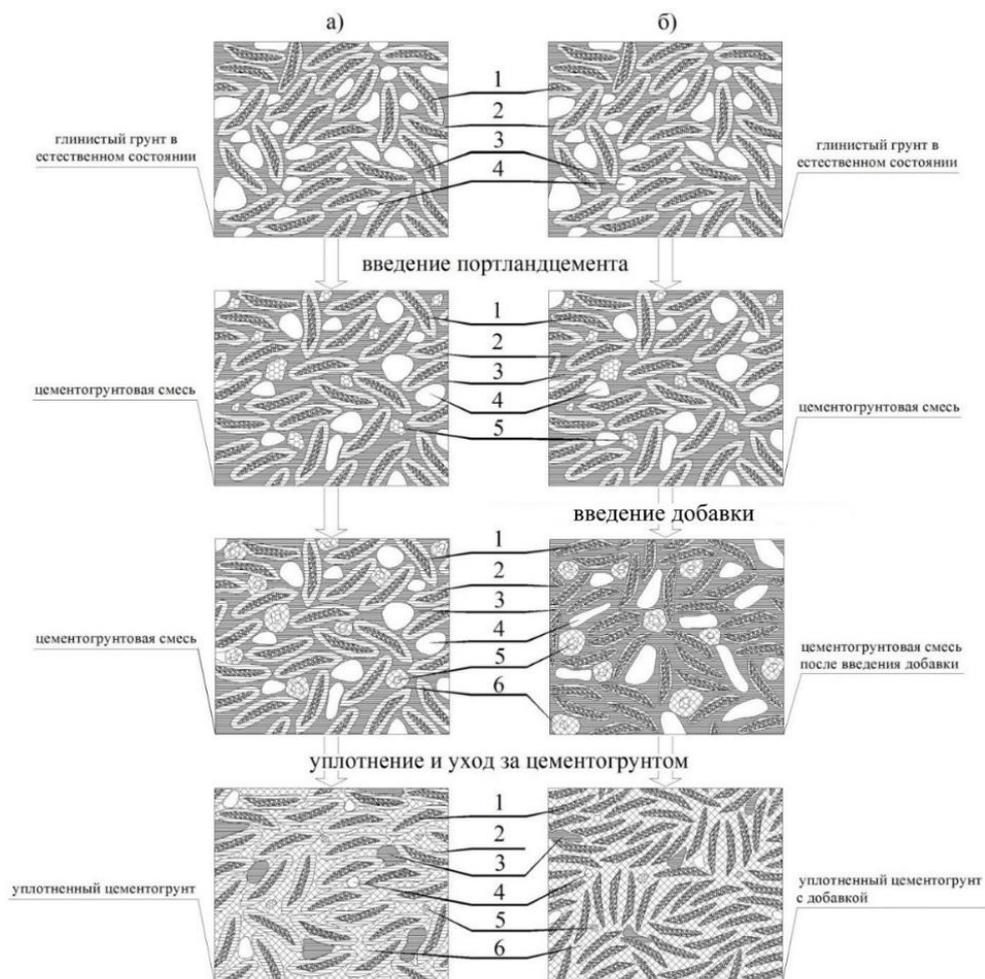


Рис. 1. Схема структурообразования цементогрунта:
а – без добавки полифилизатора; *б* – с добавкой полифилизатора;
 1 – частица глинистого грунта; 2 – слой сорбированной воды;
 3 – вода капиллярной конденсации; 4 – воздушная пора;
 5 – зерно портландцемента; б – гидратные новообразования

Стоит отметить, что данные процессы будут проходить наилучшим образом в грунтах с большой удельной поверхностью, имеющих мощные оболочки связанной воды. Следовательно, эффективность применения добавки будет выше в глинистых грунтах, а снижаться будет при переходе к суглинистым и супесчаным грунтам. Также можно предположить, что добавка не возымеет действие при применении в песчаных, гравийных и щебеночных грунтах [4].

Для получения необходимого результата количество добавки, вводимой в цементогрунтовую смесь, должно быть оптимальным. Оптимальная доза добавки в цементогрунте соответствует нулевым значениям электрокинетического потенциала глинистых частиц грунта. При введении добавки в более оптимальной дозе она негативно повлияет на процессы структурообразования цементогрунта по причине ее адсорбции, которая приведет к понижению взаимосвязи между частицами. Для уточнения теоретических данных об оптимальных дозах добавки в грунтах, укрепленных портландцементом, необходимо проведение специальных экспериментальных исследований.

Введение добавки в грунт, укрепленный портландцементом, повышает физико-механические показатели конечного материала и технико-эксплуатационные показатели дорожной одежды с увеличением ее межремонтного периода. Также добавка создает условия для уменьшения расхода минерального вяжущего при получении дорожно-строительного материала с требуемыми физико-механическими свойствами.

Список источников

1. Чудинов С. А., Булдаков С. И. Теоретические исследования процессов структурообразования глинистых грунтов, укрепленных портландцементом с добавкой полиэлектролита // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2010. № 5. С. 82–88.

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. URL: <http://www.science-education.ru/119-14565> (дата обращения: 08.02.2024).