



Рис. 3. Организация передвижных дорожных ограждений парапетного типа

Список источников

1. Чудинов С. А., Кочеткова А. В. Обустройство разделительной полосы автомобильных дорог зелеными насаждениями // Лесная наука в реализации концепции уральской инженерной школы: социально-экономические и экологические проблемы лесного сектора экономики : матер. XII Междунар. науч.-техн. конф. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2017. С. 118–120. 14,2 Мб. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

2. Справочник лучших практик проведения работ по совершенствованию дорожных условий и устранению мест концентрации ДТП на дорожной сети городских агломераций в рамках реализации ПКРТИ. М. : ФАУ «РОСДОРНИИ», 2018. 84 с.

Научная статья
УДК 630.383.6

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БИОПОЛИМЕРОВ В ЛЕСНОМ ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Вадим Витальевич Силецкий¹, Оксана Викторовна Зубова²

^{1,2}Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова, г. Санкт-Петербург, Россия.

¹ lol.spairo@yandex.ru

² ok_z19@mail.ru

Аннотация. Проведен анализ исследований в сфере укрепления грунтов биополимерами, такими как геллановая камедь и глюкан. Сделан вывод о применимости биополимеров в строительстве лесных дорог. Предложены рекомендации по взаимодействию нефелинового шлама и биополимеров с целью повышения несущей способности грунтов лесной зоны.

Ключевые слова: лесное дорожное строительство, биополимеры, нефелиновый шлам, геллановая камедь, глюкан

Scientific article

POSSIBILITIES OF APPLICATION OF BIOPOLYMERS IN FOREST ROAD CONSTRUCTION

Vadim V. Siletskiy¹, Oksana V. Zubova²

^{1,2} Saint Petersburg State Forest Technical University named after S. M. Kirov, Saint Petersburg, Russia

¹ lol.spairo@yandex.ru

² ok_z19@mail.ru

Abstract. The analysis of research in the field of soil reinforcement with biopolymers, such as gellan gum and glucan, has been carried out. The conclusion is made about the applicability of biopolymers in the construction of forest roads. Recommendations on the interaction of nepheline sludge and biopolymers in order to increase the bearing capacity of soils in the forest zone are proposed.

Keywords: forest road construction, biopolymers, nepheline sludge, gellan gum, glucan

Использование дорогостоящих дорожно-строительных материалов при строительстве лесных дорог негативно сказывается на их себестоимости. В связи с этим был проведен ряд исследований по изучению вопроса снижения стоимости применения материалов за счет использования отходов промышленности, например нефелинового шлама [1]. Полученные результаты позволяли значительно повысить рентабельность, но имели определенные недостатки, такие как доставка больших объемов отходов, а также низкой прочности смесей без использования минеральных вяжущих. Полученные материалы было допустимо применять только в основании, а для использования в слоях покрытий необходимо было значительно повысить дозировки отхода промышленности и(или) добавлять дополнительно минеральные вяжущие, что приводило к повышению стоимости. С целью решения проблемы был проведен обзор имеющихся разработок по направлению укрепления грунтов, и одним из перспективных векторов стало использование биополимеров.

Исследования микробных биополимеров [2], получаемых в культуральных резервуарах, таких как полисахариды, продемонстрировали высокую эффективность укрепления грунтов. Полученные авторами результаты позволяют предположить потенциальную полезность этих биополимеров в качестве нового строительного материала для экологически чистого геотехнического проектирования.

Экспериментальное исследование, направленное на изучение упрочняющего поведения обработанных геллановой камедью грунтов [3], дало определенные результаты. Физико-механические характеристики экспериментального материала определялись по такому показателю, как прочность на сдвиг для смесей с различными дозировками. Полученные результаты подтверждают, что обработка геллановой камедью значительно повышает прочность исследуемых грунтов и что упрочняющее поведение обработанных геллановой камедью грунтов включает определенную комбинацию явлений. Укрепление возможно за счет конденсации геллановой камеди или смеси геллановой камеди – глинистой матрицы с сушкой.

Исследования по изучению влияния молекулы полисахарида глюкана на поведение грунтов и определение геотехнического поведения слабых грунтов после обработки бета-1,3/1,6-биополимером глюкана [4] показали следующие результаты:

- биополимеры глюкана являются гидрофильными и имеют отрицательно заряженные поверхности;
- сцепление грунта и трение между частицами улучшаются за счет частиц грунта, прикрепленных к волокнам биополимера.

Обработка данным биополимером показывает значительный потенциал для решения некоторых инженерно-геологических проблем в виде быстрых кондиционеров, водорастворимых добавок, временных стабилизаторов и шламовых стеновых смесей. Кроме того, обработка грунтов биополимером (т. е. менее 1,0 % от массы грунта) является полезным применением для возведения насыпей, засыпок и других конструкций, требующих улучшения физико-механических характеристик грунтов.

В сфере укрепления грунтов с использованием биополимеров были достигнуты определенные результаты. По изучению трудов зарубежных коллег можно отметить, что значительное повышение прочности на сдвиг и жесткости обработанных геллановой камедью песчаных грунтов при низких нагрузках на исследуемые смеси свидетельствует о значительном потенциале применения геллановой камеди. С учетом экологического аспекта обработка геллановой камедью может быть применена для различных геотехнических инженерных целей, таких как стабилизация грунта, глубокое перемешивание, уменьшение поверхностной эрозии, временные структуры грунта и т. д. Кроме того, быстро растущий мировой рынок биополимеров и рынок торговли выбросами углерода повышают экономическую целесообразность комплекса геллановая камедь – грунт.

Анализ исследований показал, что использование биополимеров при укреплении грунтов имеет большой потенциал, но применение незначительных дозировок биополимеров при строительстве лесных дорог недопустимо, так как на конструктивные слои оказываются значительные динамические нагрузки, связанные с высокими осевыми нагрузками лесовозов, в свою очередь, повышение дозировок биополимеров значительно увеличит стоимость материала. Решением данной проблемы может стать комбинирование нефелинового шлама и биополимеров в смеси, это связано с низкой стоимостью отхода промышленности, а также его физико-механическими свойствами, изученными в работе [5]. Сочетание рассмотренных биополимеров в правильно подобранных соотношениях с нефелиновым шламом может позволить достигнуть требуемых проектных прочностей.

Список источников

1. Исследования дорожных смесей на основе грунтов лесной зоны и нефелинового шлама с добавками минеральных вяжущих / О. В. Зубова, В. В. Силецкий, А. П. Козлов, К. В. Кузнецов // Изв. СПб. лесотехн. акад. 2018. №. 223. С. 187–200.
2. Chang I, Jeon M, Cho G.-C. (2015) Application of microbial biopolymers as an alternative construction binder for earth buildings in underdeveloped countries. *Int J Polym Sci* 2015:9.
3. Im J, Tran ATP, Chang I, Cho G.-C. (2017) Dynamic properties of gel-type biopolymer-treated sands evaluated by Resonant Column (RC) tests. *Geomech Eng* 12(5):815–830.
4. Chang I, Im J, Cho G.-C. (2016) Introduction of microbial biopolymers in soil treatment for future environmentally-friendly and sustainable geotechnical engineering. *Sustainability* 8(3):251.
5. Increase sludge-ground and ash-ground mixtures crystal lattice strength by lowering the pH environment / O. V. Zubova, V. V. Siletskiy, S. Y. Kukanov, T. V. Kovalenko // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2019 316 12085. DOI: 10.1088/1755-1315/316/1/012085.