

П. А. Лыщик, проф., канд. техн. наук;  
А. И. Науменко, ст. преп., канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск)

## **УЛУЧШЕНИЕ СВОЙСТВ МЕСТНЫХ ГРУНТОВ КОМПЛЕКСНЫМ ВЯЖУЩИМ**

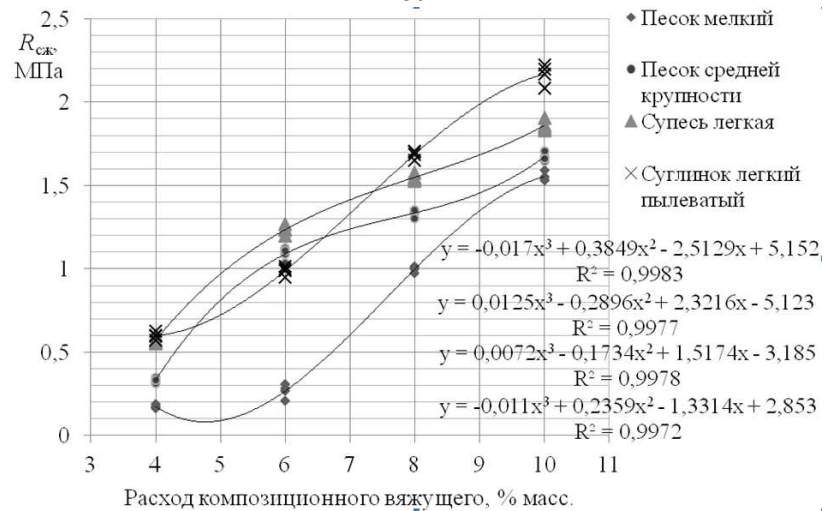
Применение укрепленных грунтов для строительства лесных автомобильных дорог является одним из перспективных направлений решения проблемы дорожного строительства [1, 2].

Местный грунт, укрепленный различными вяжущими реагентами, приобретает водоустойчивость, механическую прочность и может быть использован как полноценный заменитель традиционных каменных дорожно-строительных материалов в лесных районах, где испытывается их острый недостаток.

Разработка практических рекомендаций по укреплению грунтов связана с большим объемом лабораторных исследований для установления оптимальных дозировок вяжущих реагентов, выбора технологических режимов и т. п. Эта работа также связана с изготовлением огромного количества образцов, их испытанием, обработкой и анализом полученных данных [3, 4, 5].

При подборе составов грунтобетонных требовалось установить рациональное количество вводимого композиционного малоцементного вяжущего и выработать оптимальные способы его введения в грунт в зависимости от вида грунта, его физических свойств и необходимых результатов. Подбор составов грунтобетона включает следующие этапы: отбор материалов, определение оптимальной влажности смеси и расчет максимальной плотности образцов; подбор необходимого количества композиционного вяжущего путем приготовления опытных образцов; испытание приготовленных образцов и определение физико-механических показателей укрепленных грунтов при хранении во влажностных условиях; сравнение полученных прочностных показателей с требованиями, предъявляемыми нормативной документацией и выбор оптимальной рецептуры смеси.

Эффективность укрепления местных грунтов минеральными вяжущими в значительной степени зависит от гранулометрического состава укрепляемого грунта. В ходе работы были проведены исследования по изучению влияния добавок композиционных вяжущих (КВ) при укреплении следующих грунтов: песка средней крупности и песка пылеватого, супеси легкой и суглинка легкого пылеватого. На рисунках 1-2 представлены зависимости расхода композиционных вяжущих на предел прочности при сжатии водонасыщенных образцов.



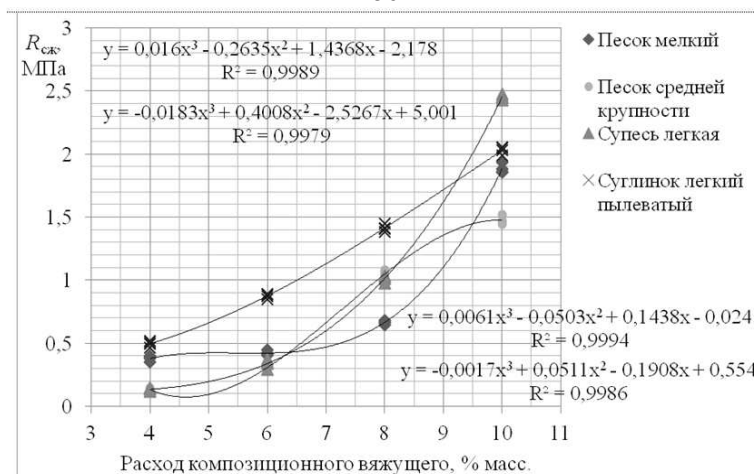
**Рисунок 1 – Влияние расхода КВ № 1 на прочность укрепленного грунта при сжатии**

Из графика на рисунке 1 следует, что предел прочности при сжатии соответствует II и III классу прочности для лесных автомобильных дорог. При укреплении песка пылеватого и песка средней крупности композиционным вяжущим № 1 предел прочности при сжатии водонасыщенных образцов ниже, чем у контрольных, приготовленных на основе портландцемента марки ПЦ 500-Д0, на 22–62%. Отсутствие эффекта укрепления можно объяснить малым содержанием в данных типах грунтов глинистых частиц [1].

При укреплении КВ № 1 супеси легкой и суглинка легкого пылеватого наблюдается тенденция увеличения предела прочности при сжатии. При этом показатели прочности при внесении 10% композиционного вяжущего для супеси отличаются от контрольных образцов всего лишь на 0,8%, а при укреплении суглинка разработанной композицией в количестве 8% от массы грунта существенно увеличивает прочность при сжатии до 35%.

Данное увеличение прочности цементогрунта способствует повышению морозостойкости материала, позволяет сократить расход портландцемента в зависимости от гранулометрического состава грунта на 25–40%, по сравнению с укреплением грунта одним портландцементом [2].

Из графика на рис. 2 видно, что укрепленные грунты имеют показатель прочности II и III класса. Также прослеживается тенденция увеличения предела прочности при сжатии водонасыщенных образцов с увеличением количества глинистых частиц в гранулометрическом составе грунта. При введении добавки золы-уноса в количестве большем, чем 30% от массы портландцемента, снижается предел прочности при сжатии, что негативно сказывается на общей прочности цементогрунта.



**Рисунок 2 – Влияние расхода КВ № 2 на прочность укрепленного грунта при сжатии**

При испытании грунтов, укрепленных композиционными вяжущими, на растяжение при изгибе водонасыщенных образцов показатель прочности составил от 0,3 МПа для песчаных грунтов до 0,89 МПа для суглинистых грунтов, что соответствует I и II классу прочности [5].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Bavbel E.I., Naumenko A.I. Laboratory studies to strengthen the local soils of forest roads /E.I. Bavbel, A.I. Naumenko // Sciences of Europe. 2018. № 31–1 (31). С. 38–42.
2. Bavbel E.I., Naumenko A.I., Zhilinsky M.V. Development of the composition of low-cement composite binder to strengthen the local road soils /E.I. Bavbel, A.I. Naumenko, M.V. Zhilinsky // Sciences of Europe. 2018. № 31–1 (31). С. 43–46.
3. Лыщик П.А., Игнатенко В.В., Бавбель Е.И., Науменко А.И. Обоснование структуры и состава дорожной цементогрунтовой смеси на основе математической модели /П.А. Лыщик, Е.И. Игнатенко, В.В. Бавбель, А.И. Науменко // Труды БГТУ. №2. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. 2015. № 2 (175). С. 39–43.
4. Лыщик П.А., Бавбель Е.И., Науменко А.И. Состав минерального вяжущего для укрепления дорожных грунтов / П.А. Лыщик, Е.И. Бавбель, А.И.Науменко // Труды БГТУ. №2. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. 2014. № 2 (166). С. 33–36.
5. Бавбель Е.И., Науменко А.И. Методика оптимизации дорожных конструкций лесных автомобильных дорог / Е.И. Бавбель, А.И. Науменко // Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. 2019. № 1 (216). С. 107–110.