

но, что в наполненных композиционных строительных материалах наполнитель оказывает структурообразующее и упрочняющее действие. При введении в цементно-водную суспензию минеральных наполнителей (шлаковых, кварцевых и других, в объеме до 30 % взамен портландцемента) проявляется в большой степени их структурообразующая способность. В полимерцементном композите образуются смешанные кластерные структуры типа «вяжущее – наполнитель» (независимо от активности минерального компонента) и наблюдается упрочнение оптимально наполненной полимерцементной системы [1].

В исследованиях оптимальные параметры составов и процессов их приготовления определялись математическим методом планирования эксперимента. По уравнениям регрессии и изолиниям поверхности были установлены оптимальное количество наполнителя и его дисперсность (при которой достигалась максимальная прочность образцов). Применение гиперпластификаторов позволяло скорректировать падение подвижности смесей из-за значительного увеличения удельной поверхности микронаполнителей. Чем выше эффект пластификации и гиперпластификации, тем эффективнее введение тонкодисперсных наполнителей. Наполнение позволяет снижать стоимость полимерцементных растворов и бетонов, способствует утилизации отходов и защите окружающей среды от загрязнений и безопасности для человека [2].

Свойства полимерцементных растворов и бетонов зависят существенно от технологии их приготовления. Анализ способов приготовления композитов показал перспективность применения раздельной интенсивной технологии, сочетающей в себе турбулентное перемешивание компонентов связующего (с минеральными добавками-наполнителями и химическими модификаторами реологических и прочностных свойств). По такой технологии создаются наиболее благоприятные условия и для гидратации портландцемента в полимерцементных составах и для формирования их микро- и макроструктуры. Испытания разных составов показали, что продолжительность перемешивания оказывает существенное влияние на однородность и прочность материала, а заметного влияния на подвижность не оказывает. Комплексные исследования по влиянию продолжительности и скорости перемешивания составов показали, что наилучших результатов по прочности и подвижности можно достичь при скорости перемешивания (около 20 м/с) и продолжительности перемешивания смеси от 60 до 120 с. Краткосрочная активация цементного связующего в смесителе турбулентного типа достаточна для организации оптимальной структуры в более короткие сроки и приводит к наибольшему увеличению прочностных показателей и строительно-технических свойств бетонов.

Применение полимерцементных бетонов и растворов способствует улучшению их строительно-технических и технологических свойств, способствует увеличению межремонтных периодов, сокращению трудоемкости работ и сроков их выполнения, увеличению долговечности конструкций и надежности зданий и сооружений на транспорте.

Список литературы

1 Яшина, Т. В. Наполненные полимерцементные композиты строительного назначения / Т. В. Яшина, В. И. Соломагов // Известия вузов. Архитектура и строительство. – 1991. – № 12. – С. 46–50.

2 Яшина, Т. В. Модификация бетонов для транспортного строительства / Т. В. Яшина, А. А. Алексеева // Проблемы современного строительства : материалы Междунар. науч.-техн. конф. – Минск : БНТУ, 2018. – С. 231–233.

УДК 624.138.232

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

С. А. ЧУДИНОВ, О. Н. БАЙЦ

*Уральский государственный лесотехнический университет,
г. Екатеринбург, Российская Федерация*

Строительство лесовозных дорог из укрепленных грунтов является наиболее надежной, экономичной и ресурсосберегающей технологией, поскольку позволяет использовать имеющиеся грунты в качестве конструкционных материалов дорожной одежды. Однако вызванные изменением клима-

та тяжелые погодные проявления (увеличение числа суток с попеременным переходом температуры воздуха через ноль, увеличение количества осадков, уменьшение максимальной продолжительности сухих периодов, повышение уровня грунтовых вод и т. п.) ограничивают использование традиционных дорожно-строительных материалов, требуя реализации адаптационных технологий в данной сфере [1].

Одной из таких технологий является обработка грунтов путем их комплексного укрепления. В каждом конкретном случае оптимальный состав определяется комплексом, учитывающим как процессы структурообразования при их твердении, так и физико-механические свойства [2]. При этом целесообразно установить оптимальную дозу органических и неорганических добавок, снижающих трещинообразование укрепленных грунтов [3].

Для изучения физико-механических показателей укрепленных грунтов в условиях экстремальных климатических воздействий был проведен ряд лабораторных исследований. Для испытаний был взят суглинистый грунт (суглинок тяжелый с числом пластичности $I_p = 15$), портландцемент марки 400 и стабилизирующая добавка.

Стабилизирующая добавка представляет собой многокомпонентную систему, которая включает комплекс химических компонентов, оказывающих, в конечном итоге, коренное изменение структуры и свойств укрепленных грунтов с улучшением их физико-механических характеристик.

Оценка морозостойкости грунтов, укрепленных комплексным методом, проводилась согласно требованиям ГОСТ 23558-94 [4]. Образцы были изготовлены с добавкой портландцемента (7 %) и стабилизирующей добавкой (0,35 %) от массы грунта.

С целью создания равных начальных условий проведения эксперимента, контрольные образцы укреплялись одним портландцементом в количестве 9 % от массы грунта. В опытах было принято: количество циклов замораживания-оттаивания – 25; температура замораживания -18 ± 2 °С; степень водонасыщения – полное.

Результаты исследований представлены на рисунке 1.

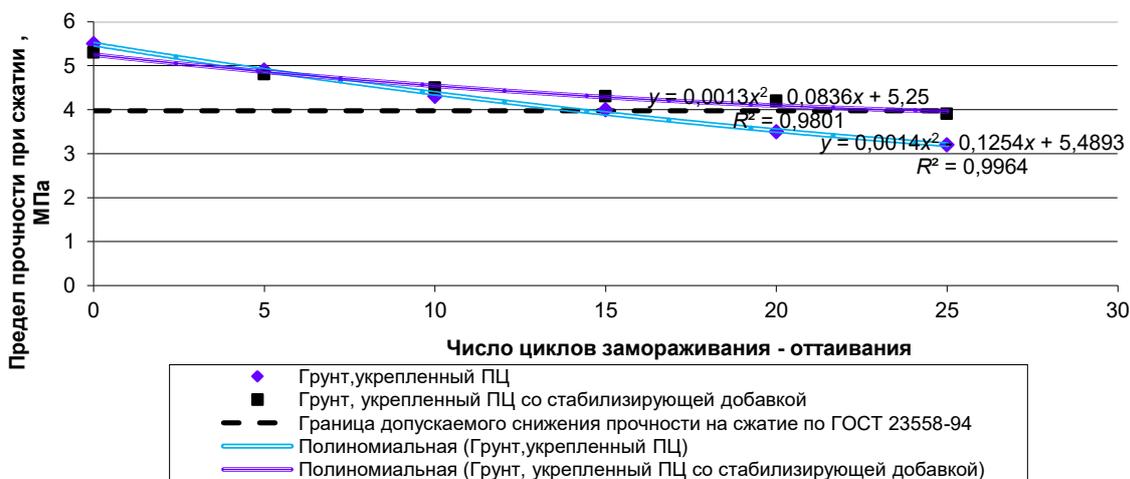


Рисунок 1 – Изменение прочности при сжатии цементогрунтовых образцов в зависимости от числа циклов замораживания-оттаивания

Из графика, представленного на рисунке 1, видно, что введение стабилизирующей добавки позволяет значительно повысить морозостойкость цементогрунтовой смеси при снижении необходимого содержания минерального вяжущего. Так грунт, укрепленный 9 % портландцемента, соответствует марке по морозостойкости F10, а введение 7 % портландцемента и 0,35 % стабилизирующей добавки позволяет достичь марки по морозостойкости F20. С учетом того, что укрепленные грунты с более низкой маркой по морозостойкости F15 рекомендованы для строительства слоев оснований в районах со среднемесячной температурой воздуха наиболее холодного месяца от -15 до -30 °С, а также для строительства покрытий со слоем износа в районах со среднемесячной температурой воздуха наиболее холодного месяца от -5 до -15 °С, использование цементогрунта, укрепленного портландцементом со стабилизирующей добавкой во II дорожно-климатической

зоне, где расположены основные запасы леса, оправдывается не только высокой технической гарантией, но и экономической выгодой. Кроме этого, повышение морозостойкости цементогрунтов с использованием стабилизирующей добавки может обеспечить надежность конструкции дорожной одежды с учетом одной из важных тенденций изменяющегося климата – увеличения числа суток с попеременным переходом температуры воздуха через ноль.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Министерства науки и высшего образования РФ FEUG-2021-0011.

Список литературы

1 Чудинов, С. А. Адаптационные технологии в строительстве лесовозных дорог в условиях изменения климата / С.А. Чудинов // Вестник Марийского государственного технического университета. – Серия «Лес. Экология. Природопользование». – 2010. – № 2 (9). – С. 76–81.

2 Чудинов, С. А. Повышение эффективности укрепления грунтов портландцементом со стабилизирующей добавкой / С. А. Чудинов // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5. – С. 163.

3 Чудинов, С. А. Укрепленные грунты в строительстве лесовозных автомобильных дорог : [монография] / С. А. Чудинов. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2020. – 174 с.

4 ГОСТ 23558-94. Смеси щебеночно-гравийно-песчаные и грунты, обработанные неорганическими вяжущими материалами, для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия. – Введ. 1995-01-01. – М. : Стандартинформ, 2005. – 8 с.

УДК 692.67

РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ ПРОЕКТИРУЕМЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИВОДОВ ЭСКАЛАТОРОВ МЕТРОПОЛИТЕНА

А. О. ШИМАНОВСКИЙ¹, Д. В. ДЬЯКОВ^{1,2}, П. П. ЧИРТА^{1,2}

¹Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

²Солигорский институт проблем ресурсосбережения с опытным производством, Республика Беларусь

Существующие в настоящее время системы эскалаторов основаны на традиционных конструкциях 100-летней давности. Современный уровень развития техники требует создания машин, обеспечивающих высокую производительность и безопасность эксплуатации, но при этом отличающихся экономичностью по сравнению с традиционно используемыми [1]. Изготовление конструкции и последующая доводка натуральных объектов требует значительных экономических и временных затрат. Использование имитационных моделей и автоматизация расчетов позволяют уже на стадии разработки добиться получения достаточно эффективной конструкции, которая потребует относительно небольших затрат на стадии доводки. Целью представленной работы является создание моделей конструкции эскалатора, позволяющих оценить динамические эффекты, возникающие при различных режимах работы, и предложить варианты усовершенствования узлов и деталей.

Для создания динамических моделей использованы массовые и инерционные характеристики деталей привода, которые были получены на основе моделей САПР. Характеристики связей между деталями конструкций принимались с учетом рекомендаций, представленных в работе [2].

При анализе кинематики и нагруженности эскалатора рассматривались несколько режимов его работы, отличия которых состояли в следующем:

- линейная скорость роликовой цепи – низкая и высокая;
- направление перемещения пассажиров – вверх и вниз;
- пустой и полностью загруженный эскалатор;
- предварительное натяжение цепи – низкое и высокое.

Даже при учете только двух возможных состояний каждого из четырех указанных параметров следует рассмотреть 16 возможных вариантов работы конструкции.

Оценка динамического поведения большинства эскалаторов связана с анализом четырех основных параметров: силы натяжения звеньев роликовой цепи, силы контакта роликов с направляющей, которая определяет форму цепи, перемещения натяжного элемента, ускорений ступеней эскалаторов.