

Одной из таких систем является разработка кафедры «Проектирование и строительство дорог» Днепровского национального университета железнодорожного транспорта – комплекс «Стрела», основанный на компьютерной программе «RWPlan», созданный доцентом И. П. Корженевичем. На сегодня комплекс «Стрела» установлен на нескольких машинах серии ВПР-02 и ВПРС (рисунок 2).



Рисунок 2 – Машина ВПР-02 с установленной системой «Стрела»

Во время разработки и настройки данной системы неоднократно проводились эксперименты по сравнению и анализу инструментальной и машинной методов съемки, в том числе с использованием высокоточных тахеометров.

Полученные результаты показали, что определение реального положения пути, даже с использованием современных технологий, остается сложной математической задачей, решение которой может быть получено только в конкретном диапазоне точности.

УДК 625.71.8:621.311

## **ВНЕДРЕНИЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ – ВАЖНЕЙШИЙ ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ**

*В. В. ГОРБАЧЕВ*

*Гомельский областной исполнительный комитет, Республика Беларусь*

*Г. В. АХРАМЕНКО, В. А. ДУДОРГА*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Сегодня тема энергоэффективности актуальна как никогда. Повышение энергоэффективности предполагает повышение конкуренции в промышленности, уменьшение объемов выбросов парниковых газов, снижение затрат на энергопотребление, повышение энергобезопасности как отдельных потребителей, так и отдельно взятых стран в целом. В настоящее время повышение энергоэффективности может стать основным вектором для инновационного развития страны, интеграции в международное экономико-политическое сотрудничество, уменьшения негативного воздействия на природную среду и здоровье населения.

Республика Беларусь относится к странам, не имеющим в достаточном количестве собственных топливно-энергетических ресурсов. Однако опыт таких стран, как Швейцария, Дания, Япония и других показывает, что экономика может динамично развиваться за счет эффективного использования топливно-энергетических ресурсов, внедрения энергосберегающих мероприятий, освоения передовых энергоэффективных технологий.

У дорожной отрасли есть немало резервов повышения энергоэффективности. Это внедрение новых энергосберегающих технологий и материалов при строительстве, содержании и ремонте автомобильных и железных дорог. К новым технологиям при строительстве и содержании автомобильных дорог можно отнести:

– применение различных модификаторов, добавляемых в битум, в результате чего увеличивается стойкость асфальтобетона к растрескиванию в широком интервале температур, уменьшается колееобразование. Применение модифицированных битумов позволяет увеличить сроки их окисления в процессе эксплуатации асфальтобетонного покрытия с 5 до 9 лет;

– применение геосинтетических материалов для армирования земляного полотна и асфальтобетонного покрытия (георешетки, геомембраны, геоматы, геосетки и т. п.). Использование геотекстильного полотна обеспечивает снижение издержек на укладку (экономится до 50 % сыпучих материалов); сокращение времени строительства; уменьшение стоимости технического обслуживания;

– использование метода стабилизации грунта с помощью специальных добавок, «полифилизаторов».

В г. Могилеве (Республика Беларусь) действует предприятие ОАО «Дунгис», выпускающее полотно иглопробивное геотекстильное для транспортного строительства («Дорнит»), которое широко используется в строительстве автомобильных и железных дорог, мостов, тоннелей, для укрепления (армирования) насыпей, а также ремонта автомобильных дорог и сооружений, железных дорог. Экспериментальные исследования по апробированию щебеночного основания дорожной одежды с устройством разделяющей и армирующей прослойки из геосетки двойного ориентирования были проведены БелдорНИИ в 2015 году на дороге Минск – Молодечно – Нарочь. Геосетка укладывалась продольными полосами с нахлестом 20–30 см на всю ширину дорожной одежды по песчаному слою земляного полотна под слоем щебеночного основания проектной толщины (27 см) и уменьшенной толщины (24 см). Сверху устроено асфальтобетонное покрытие и проведены испытания дорожной одежды нагружением колесом расчетного автомобиля с замером прогибов рычажным прогибомером. Результаты замеров показали, что общий модуль упругости дорожной конструкции на поверхности покрытия на секциях с геосеткой составил 300,5–322,5 МПа, в то время как на секции с технологическим слоем толщиной 15 см из асфальтогранулята модуль упругости составил 290,3–298,5 МПа. Таким образом, применение армирующей прослойки позволило снизить толщину щебеночного основания на 3 см и исключить технологический слой из асфальтогранулята, обеспечив при этом требуемый модуль упругости на поверхности дорожной конструкции.

Также в г. Минске работает предприятие по производству геосинтетических материалов из полиэфирных волокон. В линейке материалов присутствует и высокопрочная техническая ткань «Стаббудтекс», представляющая собой полотно, которое по физико-механическим параметрам схоже с европейским аналогом «Stabilenka». «Стаббудтекс» выдерживает большие растягивающие нагрузки при незначительном относительном удлинении, в то время как прочность материала на разрыв составляет от 150 до 1000 Кн/м в зависимости от типа ткани. Кроме того, геоткань отличается высокой устойчивостью к химическим и биологическим воздействиям.

В железнодорожном строительстве одним из методов улучшения эксплуатационных характеристик железнодорожных путей является применение геосинтетических материалов в качестве поверхности раздела между грунтовым основанием и балластным слоем. Геотекстиль используется при строительстве главных и второстепенных путей новых железных дорог, переездов, стрелочных переводов, а также при восстановительном ремонте и может выполнять четыре функции, жизненно важные для сохранения полотна железной дороги:

– разделение между грунтом на местности и новым балластным слоем при строительстве новых железных дорог;

– разделение между старым загрязненным балластным слоем и новым чистым при ремонте железных дорог;

– фильтрация грунтовых поровых вод, возникающих из грунта под геосинтетическим материалом вследствие повышения уровня воды или динамического нагнетания вследствие колесных нагрузок, через всю плоскость геосинтетика;

– армирование по типу поперечного ограничения с целью сдерживания лежащего поверх щебеночного балластного слоя;

– поперечный дренаж воды, поступающей сверху и снизу геосинтетического материала внутри его плоскости, выводя тем самым воду в дренажные каналы.

Как разделитель геотекстиль сохраняет проектную толщину насыпи и ее конструктивную прочность, как дренаж и фильтр – препятствует проникновению частиц почвы в балласт, способствует свободному прохождению воды сквозь свою структуру, направляет ее вдоль своей поверхности в дренажную систему. Что касается укрепления, геотекстиль равномерно перераспределяет напряжение от собственного веса насыпи и веса подвижного состава по всей поверхности насыпи. Таким образом, геотекстиль является экономически эффективным способом продления жизни балласта, тем самым обеспечивая структурную целостность железнодорожного полотна.

В настоящее время во многих странах мира георешетки успешно применяют при строительстве железных дорог. В основном их используют для армирования грунтов земляного полотна и для укрепления откосов. Если в основании железнодорожного пути залегают слабые органические или органоминеральные грунты, остаточные деформации которых накапливаются в течение длительного периода времени, то возникает необходимость периодического проведения ремонтных работ, связанных с подъемом путей. В этом случае для распределения нагрузки от подвижного состава на большую площадь в подбалластный слой помещают георешетки с заполнителем, которые обладают важнейшими свойствами: высокой водопроницаемостью; прочностью; низкой материалоемкостью; устойчивостью к воздействию погодноклиматических факторов; долговечностью и экологической безопасностью; ограничивают сдвиговые деформации и укрепляют грунты, создавая единую структурную массу, которая выдерживает большое давление. Применение георешеток в железнодорожном строительстве в армированном балласте взамен традиционных конструкций позволяет существенно снизить скорость осадки; повысить жесткость конструкций; облегчить ремонтные работы; сократить трудовые затраты по содержанию земляного полотна и пути в целом, его капитальному ремонту, а также сроки строительства.

Как показал опыт использования георешеток за рубежом (Польша, США, Великобритания и др.), при строительстве и эксплуатации земляного полотна на слабых основаниях уменьшились осадки земляного полотна и, как следствие, сократились работы по его выравниванию. Кроме того, увеличились скорости движения поездов.

В Республике Беларусь особое внимание уделяется развитию Припятского Полесья, на территории которого сеть дорог, особенно железных, развита недостаточно. Для успешного развития этого региона потребуется строительство новых дорог. Учитывая особенности данного региона, в частности наличие болотистой местности с различными типами болот, для стабильной работы земляного полотна возникает необходимость разработки специальных мероприятий по укреплению не только земляного полотна, но и оснований. Одним из решений данной проблемы может являться применение синтетических нетканых материалов (геотекстиля в виде георешеток) с целью армирования грунта для повышения несущей способности земляного полотна и отвода воды. Применение данного материала будет способствовать не только сокращению сроков строительства, но и стоимости, так как позволит значительно сократить объемы земляных работ.

УДК 625.143.5

## МОДЕЛИРОВАНИЕ СИЛОВЫХ ФАКТОРОВ В РАБОТЕ ПРУЖИННЫХ КЛЕММ СКРЕПЛЕНИЯ ТИПА СБ-3

*В. М. ГРИБ*

*Белорусская железная дорога, г. Могилев*

*И. И. ЛЕВКОВИЧ*

*Белорусская железная дорога, г. Барановичи*

*А. С. ЛАПУШКИН*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

В условиях совершенствования конструкций рельсовых креплений железнодорожного пути постепенно на смену жестким элементам приходят элементы упругие. Простота монтажа и малодетальность, в отличие от сложных резьбовых узлов с множеством соединений, которые необходимо подвергать смазке и опробованию, обуславливают тенденцию массового использования пружинных элементов. При укладке в путь начинается тяжелая работа пружин в сложных условиях. Эти условия можно охарактеризовать как *статическую* нагрузку, и нагрузку *динамическую* циклической природы, частота приложения которой в зоне крепления зависит от скорости движения подвижного состава, количества осей жесткой базы тележки, расположению узла на внутренней или наружной рельсовой нити и количества поездов в графике движения. Особую значимость при данных условиях представляют значения осевых нагрузок, с которыми подвижной состав действует на путь.

Основной задачей упругих элементов является обеспечение нормативного прижатия рельсов к подрельсовому основанию. При этом для прогноза работоспособности пружинных клемм и других деталей верхнего строения пути можно применять методы компьютерного моделирования.