

## **ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИУРЕТАНОВОГО ПОКРЫТИЯ ДЛЯ УКРЕПЛЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ.**

*Кавыева Ирина Алексеевна, магистр 1-го курса кафедры  
«Автомобильные дороги и мосты»  
Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет, г. Пермь  
(Научный руководитель – Бартоломей И.Л., канд. техн. наук, доцент)*

В настоящее время одной из важнейших задач в дорожном хозяйстве является повышение эксплуатационных показателей транспортных сооружений и, как следствие, увеличение их срока службы. Актуальность этих задач определяет повышенные требования к конструктивным решениям и качеству материалов. В таком случае альтернативным решением является применение полимерных композитов, а именно полиуретанового вяжущего.

Полиуретан – это общее название целого класса синтетических материалов. Преимуществом является то, что их эластичность может широко изменяться, это зависит от пропорций используемых компонентов. Полиуретаны различаются не только по составу, но и по объему используемых компонентов. Они бывают одно-, двух- и трехкомпонентными.

Главными преимуществами полиуретановых композиций является стойкость к старению, обладание низкой температуры стеклования и высокий уровень стойкости к различным воздействиям окружающей среды.

Предлагаемая двухкомпонентная полиуретановая система, получаемая вследствие смешивания смолы и отвердителя, предназначена для укрепления насыпных конструкций из щебня и гравия. Может применяться при ремонте и новом строительстве откосов автомобильных дорог, конусов насыпей подходов мостовых сооружений, регуляционных сооружений, укрепления оголовков водопропускных труб, укреплении береговых линий рек и насыпи железных дорог. Данный материал обладает способностью выдерживать большие перепады температуры (от -80 до +110°C), а также не терять свои прочностные характеристики и защитные свойства при сильном дожде, граде и снегопаде.

Особенностями транспортных сооружений являются их линейность и протяженность, что, как следствие, предполагает строительство и эксплуатацию большого количества участков дорог в зонах опасного проявления природно-техногенных процессов и явлений. Как правило, для укрепления конструкций транспортных сооружений используют: засев травой

(Рис.1), бетонные плиты (Рис.2), георешетка, габионные конструкции, щебень или комбинированные способы.



Рисунок 1 – Укрепление откоса насыпи травой



Рисунок 2 – Укрепление конуса насыпи бетонными плитами

Для укрепления конструкций новой технологией, основанной на использовании георешетки с заполнением щебнем или гравием, обработанной вяжущим материалом на основе полиуретана (Рис.3), возможны два метода сочетания:

- комбинированный метод – георешетка укладывается на поверхность откоса, по ней равномерно распределяется заполнитель, поверх которого затем проливается вяжущий материал;
- простое сочетание щебня с вяжущим на основе полиуретана – поверхность щебня (гравия), равномерно распределенного по откосу сооружения, проливают вяжущим материалом.

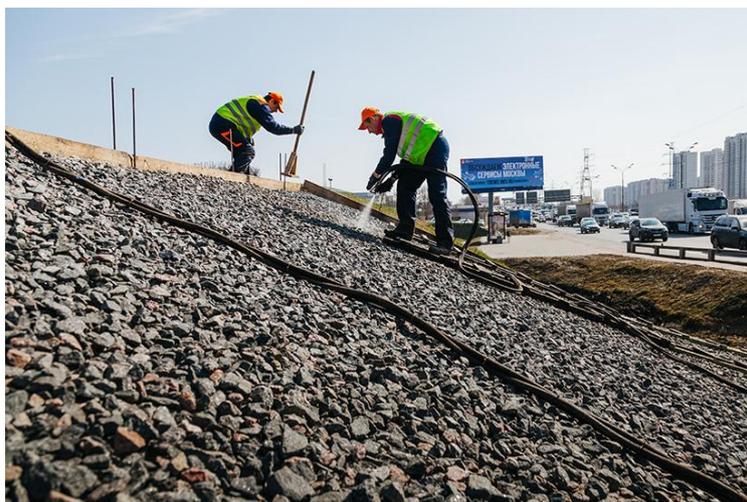


Рисунок 3 – Устройство укрепления откоса щебнем, покрытым вяжущим материалом

После пролива вяжущего по поверхности щебня и его застывания образуется монолитная конструкция, которая препятствует эрозионным деформациям, в результате чего увеличивается устойчивость откосов. Нанесение вяжущего материала может осуществляться одним из двух способов: механизированным или ручным. Оба метода обладают малой трудоемкостью и экономичностью. При применении механизированного метода вяжущее наносится на поверхность щебня при помощи установки (Рис.4), в которой оба компонента вяжущего материала смешиваются в нужном соотношении непосредственно перед нанесением. Образование каркасной структуры осуществляется путем обволакивания оболочками зерновых элементов и формирования вертикальных нитей из вяжущего в случайно распределенных пустотах между контактирующими друг с другом оболочками, последующего отверждения и усадки вяжущего каркасной структуры. Полный цикл затвердевания полиуретанового вяжущего занимает 18 – 20 часов при температуре окружающего воздуха не ниже плюс 10°C. Выбор определенного способа обработки щебня полиуретановой системой зависит от конкретных условий и объемов производства работ в зависимости от требуемой производительности.

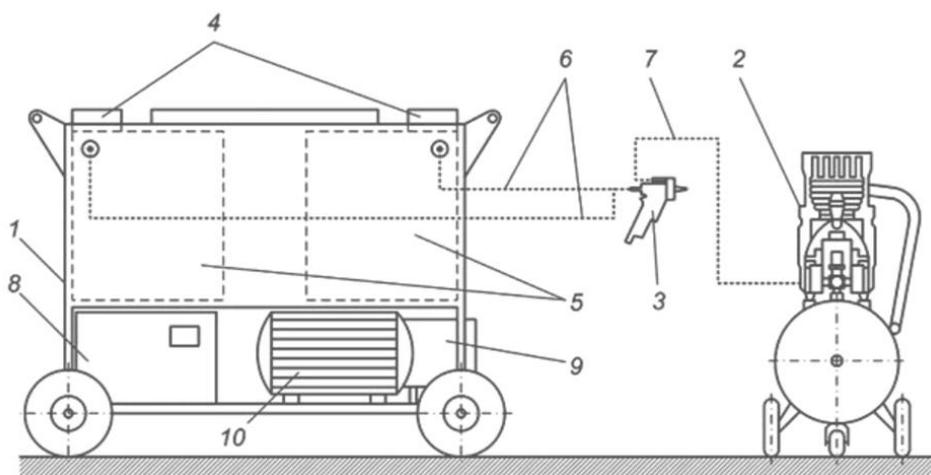


Рисунок 4 – Схема установки для нанесения полиуретанового вяжущего  
 1 – установка для нанесения полиуретанового вяжущего; 2- компрессорная станция; 3 – пистолет-распылитель; 4 – заливочная горловина; 5 – емкость для компонента; 6 – шланг подачи компонента; 7 – шланг подачи воздуха; 8 – системы дозирования и термостатирования; 9 – система насосов для подачи компонентов; 10 – приводные двигатели

В рамках развития новой технологии был проведен расчет угла осыпания склонов при проектировании защитных щебеночно-полиуретановых слоев методом излишних фигур. Программный комплекс расчета угла осыпания склонов разработан на языке Си. Принято, что склон не осыпается, если его угол меньше угла внутреннего трения сыпучего материала. Согласно расчетам программы, при применении щебеночно-полиуретановых слоев можно без риска нарушения устойчивости наклонной поверхности увеличить угол откоса относительно угла внутреннего трения на  $4^\circ$ . Для склонов под углом, больше суммы угла внутреннего трения материала грунта откоса и  $4^\circ$ , рекомендуется применение объемных георешеток. А также при помощи использования нетканого геотекстиля можно обеспечить своевременное, однородное по времени и площади водоотведение, что в свою очередь гарантирует противозерозионные свойства защитного покрытия.

В соответствии со СТО 88902325-01-2014 «Материал вяжущий на основе полиуретана для автомобильных дорог и искусственных сооружений. Технические условия», исключительными правами на внедрение и широкомасштабное применение полиуретанового вяжущего обладает АО «ОргСинтезРесурс». Производство вяжущего для автомобильных дорог и искусственных сооружений осуществляется ООО «РТ-Полипласт», находящимся в г.Азов Ростовской области. Производитель гарантирует срок службы материала до 12 лет, таким образом полностью исключаются 3

промежуточных ремонта, что снижает до минимума затраты на ремонт и содержание в период между капитальными ремонтами.

Технология укрепления щебеночного покрытия транспортных сооружений вяжущим материалом на автомобильных дорогах применяется компанией с 2014 г. Она успешно применена на объектах федеральных магистралей М-4 «Дон» и М-5 «Урал», МКАД, и, в частности, на объектах железных дорог Северо-Кавказской дирекции инфраструктуры.

Конструкции транспортных сооружений, укрепленные полиуретановым вяжущим, обладают такими физико-механическими свойствами, как высокая прочность, повышенная износостойкость поверхности, стабильность прочностных характеристик при частых замерзании и оттаивании, устойчивость к воздействию различных видов противогололедных материалов, высокие термоустойчивость и водонепроницаемость. Также одним из главных преимуществ можно выделить презентабельный внешний вид, что делает возможным его применение для ландшафтного оформления. Сравнивая новую технологию с традиционными методами укрепления, можно сделать выводы, что она более экономичная по отношению к бетонным плитам или габионным конструкциям, имеет срок службы больше в сравнении с георешеткой, заполненной щебнем, или засевом трав и может применяться для укрепления подтопляемых откосов, не разрушаясь под воздействием водного потока.

В качестве вывода можно сказать, что опыт применения данной технологии при ремонте и строительстве транспортных сооружений с использованием вяжущего на основе полиуретана показывает перспективность ее дальнейшего широкого распространения, как в дорожной отрасли, так и во многих других.

#### Литература:

1. А.В. Кочетков, Л.В. Янковский. Использование полиуретановых вяжущих для ремонта откосов, конусов мостов и путепроводов// Вестник ПНИПУ. Транспорт. Транспортные Сооружения. Экология – 2017. – № 3. – С. 106–119.
2. Кочетков А.В., Леонтьев В.Ю. Применение вяжущего материала на основе полиуретана для укрепления и ремонта защитных покрытий транспортных сооружений // Транспортное строительство. – 2016. – № 1. – С. 7–10.
3. ОДМ 218.3.093–2017. Методические рекомендации по применению полиуретанового вяжущего для укрепления откосов, выемок, насыпных сооружений, конусов мостов и путепроводов / ФДА. – М., 2017. – 80 с.

4. Методика расчета угла осыпания склонов методом излишних фигур при проектировании защитных щебеночно-полиуретановых слоев / В.Ю. Леонтьев, А.В. Кочетков, Л.В. Янковский, В.Ю. Задворнов, И.Г. Шашков // Дороги и мосты. – 2016. – № 36. – С. 51–66.
5. Промышленные материалы. Полиуретан [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.aston-balt.ru/print.htm?file=%2Fcat%2Fprom%2Fpoliuretan%2F1.htm>.
6. СТО 88902325-01-2014 Материал вяжущий на основе полиуретана для автомобильных дорог и искусственных сооружений. Технические условия /АО "ОргСинтезРесурс". - М., 2014. - 71 с.