

DOI: 10.12737/article_58e61337c965d4.60850341

Задирака А.А., аспирант

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИУРЕТАНОВЫХ КОМПОЗИТНЫХ СОСТАВОВ ДЛЯ УСТРОЙСТВА ОСНОВАНИЙ И/ИЛИ ПОКРЫТИЙ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

alex.zadiraka@mail.ru

Рассматривается задача повышения транспортно - эксплуатационных показателей оснований и/или покрытий транспортных сооружений. Увеличение срока службы конструкций транспортных сооружений. Подробно рассмотрен и изучен полиуретановый композитный состав для устройства оснований и покрытий транспортных сооружений. Были изучены влияние полиуретанового состава на показатели свойств транспортных сооружений. Какие улучшения происходят с конструкциями транспортных сооружений, какие проблемы это предотвращает. В результате подробного исследования данного состава, выяснили, что значительно повышаются эксплуатационные свойства конструкций автомобильной дороги. Данный состав можно эффективно применять для создания монолитной конструкцией из щебеночных и гравийных материалов.

Ключевые слова: транспортные сооружения, полиуретановый состав, укрепление и повышение свойств.

Введение. Основная задача, которая стоит перед дорожной отраслью - это в первую очередь улучшение транспортно - эксплуатационных показателей оснований и/или покрытий транспортных сооружений (ТС). К таким показателям следует отнести прочность конструкций, которая зависит от сроков их эксплуатации под воздействием транспортных средств и погодно-климатических условий.

Для повышения транспортно-эксплуатационных показателей ТС используют различные технологии пропитки оснований и покрытий связующим составом (вязущим). Данный способ укрепления конструкции опирается на изучение физико-химических и механических свойств полиуретановых композиций. С этой целью важна такая характеристика, как сочетание высокой эластичности с широким диапазоном твердости, которые определяют великоколепные свойства эксплуатации конструкций ТС.

В качестве ТС в рамках предлагаемой разработки могут быть использованы, в частности, автомобильные дороги, откосы, обочины, конуса мостов, аэродромы, промышленные и строительные площадки, водоотводные каналы, береговые линии, русла водоемов и т.п.

Описание состава для устройства оснований и/или покрытий транспортных сооружений. Данный состав хорошо подходит для укрепления и создания устройства откосов насыпей и выемок методом проливки, который представляет собой метод несвязанными струями представляет собой полиуретановую реакционную смесь, содержащую 57–63 % базового вещества на основе полиола, 37–43 % отвер-

ждающего компонента на основе изоцианата и 0,001–5,0 % порошкового дисперсного наполнителя, которую в виде вязущего вещества, равномерно распределяют в пустотах слоя зернового материала основания методом его пролива сверху под действием ее собственной силы тяжести.

Полиуретановая смесь приготавливается на месте производства работ путем смешения компонентов в заданной пропорции в небольших емкостях (до 10 л).

Происходит добавление дисперсного наполнителя который сопровождается непрерывным перемешиванием смеси с установленными технологическими параметрами – время и скорость вращения рабочего органа. [1]

При перемешивании смеси визуально отслеживают процесс образования пузырьков.

При сильном пузырении смеси увеличивают расход наполнителя.

Для регулирования вязкости смеси дополнительно вводят растворитель, например, изопропанол, сольвентом или ксилолом, ацетоном, метилхлоридом, причем он может быть введен в каждый из указанных компонентов.

При этом количество используемого растворителя определяется требуемой вязкостью вязущего, температурой, влажностью окружающей среды и может составлять до 10 % дополнительно по массе реакционной смеси.

В качестве дисперсного наполнителя используют твердые неорганические или органические вещества, естественного (минерального или растительного) и искусственного происхождения.

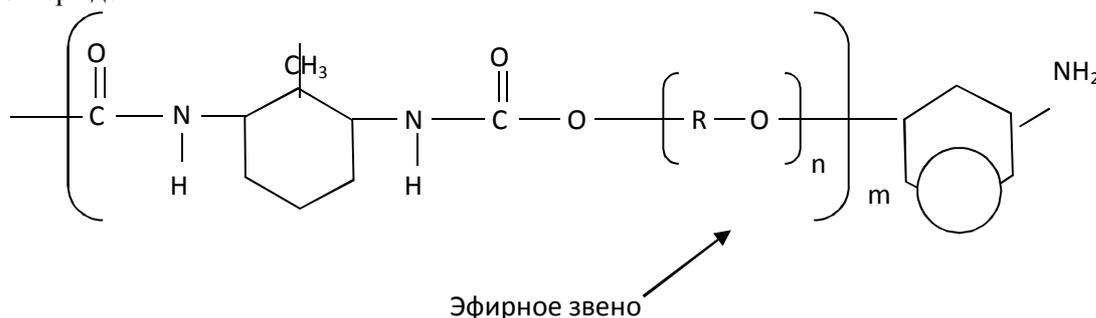
Например, в качестве дисперсных наполнителей используют: минеральные порошкообразные кристаллические оксиды, соли, в т.ч. силикаты и алюмосиликаты, например, мел, известняк, доломит, кварц, каолин, тальк, шунгит, слюда, волластонит и асбест и др.

При смешении базового вещества и отверждающего компонента происходит химическая реакция между полиолом и изоцианатом, в результате которой выделяется побочный углекислый газ.

Порошковый дисперсный наполнитель с заданной массовой долей относительно основных ингредиентов смеси определяет реакцию способность в отношении образовавшегося углекислого газа, после потери «живучести» в процессе суточного отверждения. [2]

При проведении работ отбираются пробы смеси, которые анализируются на спектроанализаторе на наличие углекислого газа.

Описание спектра полиуретановой композиции РТ-КС 001 (РТ-КС) (вяжущего материала на основе двухкомпонентной полиуретановой системы производства ООО «РТ-Полипласт», г. Азов, Ростовская область, Россия) через 40 минут отверждения



Через 24 часа после смешения компонентов системы (по сравнению с состоянием системы через 45 минут после смешения) наблюдаются заметные изменения в ИК-спектрах.

Описание спектра полиуретановой композиции РТ-КС 001 (РТ-КС) (вяжущего материала

Образование полиуретана при применении двухкомпонентной системы осуществляется в результате взаимодействия гидроксильных и изоцианатных групп компонентов с образованием поперечных уретановых связей.

На ИК-спектрах наблюдаются характеристические полосы поглощения изоцианатных групп на длине волны 2266 см^{-1} , а также - полосы поглощения на длинах волн (νNH), 1522 см^{-1} (δNH), 1724 см^{-1} ($\nu\text{C=O}$), характерные для NH – уретановой группы (иллюстрация 1).

В целом ИК-спектр полученной полиуретановой системы соответствует литературным данным для полимеров этого класса: в нем присутствует характерная широкая полоса в области 3412 и 3346 см^{-1} , отвечающая валентным колебаниям NH- и NH₂-групп, а также полосы при 1724 см^{-1} («Амид I»), 1522 см^{-1} («Амид II»), 1219 см^{-1} ($\nu\text{C-O}$) и сильная полоса при $\sim 1120\text{ см}^{-1}$ ($\nu\text{asym(O-C-O)}$). Характеристические полосы поглощения фенильного фрагмента проявляются в области $1420\text{--}1600\text{ см}^{-1}$ (иллюстрация 7).

Ниже приведена структура полимерного звена ППУ:

на основе двухкомпонентной полиуретановой системы производства ООО «РТ-Полипласт», г. Азов, Ростовская область, Россия) через 24 часа отверждения [3]

Композиция полиуретановой системы РТ-КС (РТ-КС) через 24 часа		
Волновое число, см^{-1}	Отнесение	Пояснение
3418	Валентные колебания O-H	Внутри-и межмолекулярные H- связи в димерах и полимерах.
2928	Валентные колебания CH_2 , CH_3	
2280	CN=C=O Изоцианаты + CO_2	
1736, 1720, 1701	Валентные колебания C=O сложноэфирной группы	Уретаны (карбаматы) $\text{RR}'\text{N-COOR}$
1601	Колебания ароматического кольца	
1524	Валентные колебания ароматического кольца	
1412	Деформационные колебания связей C-H в алкенах HRC=CH_2	
1312	Валентные и деформационные колебания в амино- группах NH	
1223	Валентные колебания гидроксильной группы и C-O, C- N связей	
1042	Валентные колебания групп C-O-C	
814	Внеплоскостные деформационные колебания C-H	

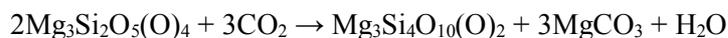
Так, происходит заметное уменьшение интенсивности полосы $2280\text{--}2278\text{ см}^{-1}$, соответствующей валентным колебаниям изоцианатной группы. Имеет место также уменьшение интенсивности полос поглощения в области $1700\text{--}1730\text{ см}^{-1}$. Известно, что полоса 1701 см^{-1} соответствует валентным колебаниям карбонильной составляющей полиизоцианатных групп амидной структуры, а полоса 1728 см^{-1} отвечает колебаниям карбонильной составляющей уретановой группы (иллюстрация 2).

В начальный период времени полоса 1728 см^{-1} является более интенсивной, чем полоса 1701 см^{-1} . По окончании процесса полоса 1701 см^{-1} , напротив, оказывается более интенсивной по сравнению с полосой 1720 см^{-1} .

На фоне полосы 1042 см^{-1} , связанной с колебаниями простой эфирной группы, пропадает полоса 1898 см^{-1} , обусловленная валентными колебаниями N-H связей в аминных катализаторах, присутствующих в смоле (иллюстрация 2).

Реакции в системе «смола – отвердитель» в целом завершаются при комнатной температуре в течение 24 часов после смешения [4, 5].

Наличие пика 2350 на суточном спектре идентифицируется как наличие углекислого газа.



Объем образовавшихся веществ в разы меньше объема углекислого газа, что определяет уменьшение размеров пор и снижения риска разрыва нитей.

Массовая доля порошкового дисперсного наполнителя определена эмпирическим путем и может быть варьирована в зависимости от состояния поверхности обрабатываемого зернового материала, а именно от кислотно-щелочных параметров, шероховатости пористости, влажности, от времени перемешивания, температуры исходных компонентов, влажности воздуха.

Массовая доля менее 0,001 % от массы смеси нецелесообразна по причине технологических проблем дозирования и резкого увеличения времени перемешивания смеси для достижения технического результата, что вызывает необходимость изменения процентного отношения базового состава и отвердителя [9].

Массовая доля более 5,0 % от массы смеси не рекомендуется в силу снижения эластичных свойств и увеличения риска разрыва нитей, например, по причине температурной деформации конструкции транспортного сооружения.

Введение в состав для устройства конструкции оснований и/или покрытий транспортных сооружений минерального порошка в незначительном количестве способствует погло-

Наличие пузырьков (пор, пустот) было видно невооруженным глазом на поверхности и на разрезе.

Анализ показывает, что выделение углекислого газа в основной массе происходит после первичного отверждения и механическим путем они не могут быть удалены.

При этом углекислый газ локализуется в порах образовавшихся нитей, которые связывают зерновой материал, что приводит к возникновению концентраторов напряжения, как источника зарождения зоны разрыва нитей (трещин разрыва).

На иллюстрациях 3 и 4 видно образование воздушных пузырьков в стандартных испытываемых образцах из полиуретана, а также произошедший разрыв образца по пузырьку (ближний левый угол).

Введение в состав смеси порошкового дисперсного наполнителя в количестве 0,001–5,0 % от массы смеси позволяет превратить углекислый газ в воду и минеральное вещество путем химической реакции гашения углекислого газа.

Например, для магнезитов (тальк, доломит, магнезит) известна типовая химическая реакция его взаимодействия с углекислым газом с образованием воды и минерального вещества: [6, 8]

щению углекислого газа, образуемого при вступлении в реакцию при смешении изоцианата и полиола, что приводит к уменьшению пустот в нитях, снижая риск разрыва нитей и повышая прочностные характеристики соединения.

Описание спектра полиуретановой композиции РТ-КС 001 (РТ-КС) (вяжущего материала на основе двухкомпонентной полиуретановой системы производства ООО «РТ-Полипласт», г. Азов, Ростовская область, Россия) после введения диспергированного доломитового порошка через 24 часа отверждения [10].

Анализ спектра смеси (иллюстрация 5) с добавлением диспергированного доломитового порошка после ее затвердевания показывает наличие углекислого газа. Однако размеры пузырьков существенно уменьшились.

Сам спектр не показывает геометрических характеристик пузырьков воздуха, поэтому их наличие и геометрические параметры подтвердились визуально с помощью, например, лупы.

Вывод. Данный состав полиуретановой реакционной смеси для укрепления и ремонта оснований и/или покрытий транспортных сооружений позволяет предотвратить дефектообразование и повысить однородность вяжущего материала в местах соединения зерновых элементов

транспортного сооружения за счет уменьшения размеров пор (пустот), заполненных углекислым газом, являющимся продуктом взаимодействия полиола и изоцианата.

Это объясняется тем, что при проливе вяжущего сверху под действием собственной силы тяжести в слое зернового элемента образуется каркас в виде оболочек вяжущего на зерновых элементах и вертикальных нитей из вяжущего в случайно распределенных пустотах между контактирующими друг с другом оболочками.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СоюздорНИИ. Руководство по строительству оснований и покрытий автомобильных дорог из щебеночных и гравийных материалов, Москва 1999. 234с.
2. Патент № 2479523 Российская Федерация, С04В26/16 E01С7/30. Способ получения содержащих минералы дорожных покрытий для настилов / Момайер НИЛЬС (DE), Реезе Оливер (DE), Айзенхардт Андреа (DE), Леберфингер Маркус (DE), Момайер Хайнрих (DE) ; заявитель и патентообладатель БАСФ СЕ (DE) – заявл. 12.09.2008; опубл. 20.04.2013
3. Методические рекомендации по строительству щебеночных оснований повышенной жесткости. СоюздорНИИ. М., 1978. 127с.
4. ВСН 46-83 Инструкция по проектированию одежд нежесткого типа, с.101.
5. Пособие по строительству покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов из грунтов, укрепленных вяжущими материалами, К СНиП 3.06.06-88.
6. Методы ремонта щебеночных конструкций, армированных объемными георешетками на конусах мостовых сооружений и откосах автомобильных дорог / Леонтьев В.Ю., Кокодеева Н.Е., Чижиков И.А., Кочетков А.В., Задирака А.А. // Дороги. Инновации в строительстве 2015. № 43. С. 74–78.
7. Кокодеева Н.Е., Талалай В.В., Кочетков А.В., Аржанухина С.П., Янковский Л.В. Методологические основы оценки технических рисков // Вестник ВолгГАСУ. Серия Строительство и архитектура. 2012. Вып. 28(47). С. 126–134.
8. Патент № 2492290 Российская Федерация, E01С3/04. Способ строительства автомобильных дорог и конструкция автомобильной дороги / Арсенев Дмитрий Анатольевич, Основин Евгений Владимирович; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью "Центральная транспортная компания" – заявл. 29.12.2011; опубл. 10.09.2013
9. ВСН 04-71 Указания по расчету устойчивости земляных откосов. 97с.
10. АО «ОргсинтезРесурс». «Материал вяжущий на основе полиуретана для автомобильных дорог. Технические условия» // Стандарт организации АО «ОргсинтезРесурс» СТО 88902325-01-2014.23с.

Zadiraka A.A.

THE USE OF POLYURETHANE FORMULATIONS FOR COMPOSITE DEVICES BASES AND / OR COATINGS OF TRANSPORT FACILITIES

The problem of increasing transport - operational performance reasons and / or coatings of transport facilities. Heightening the life of structures of transport constructions. More considered and studied polyurethane composite structure for the device of bases and covers transport facilities. We studied the effect of the polyurethane composition on the performance properties of transport facilities. What improvements occur to the structures of transport constructions, what problems it predotvraschaet. V result of a detailed study of the composition, we found that significantly increased the performance properties of road construction. This composition can be effectively used to create a monolithic structure of the crushed stone and gravel.

Key words: *Transport facilities, the polyurethane composition, the strengthening and improvement of properties.*

Задирака Алексей Анатольевич, аспирант.

Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А.

Адрес: Россия, 410054, Саратов, ул. Политехническая 77к3.

E-mail: alex.zadiraka@mail.ru