

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2019, №4, Том 11 / 2019, No 4, Vol 11 <https://esj.today/issue-4-2019.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/59SAVN419.pdf>

Ссылка для цитирования этой статьи:

Бондарев Б.А., Гончарова М.А., Акчурин Т.К. Разработка и испытание химически отверждаемых разметочных материалов на основе полиуретана // Вестник Евразийской науки, 2019 №4, <https://esj.today/PDF/59SAVN419.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

For citation:

Bondarev B.A., Goncharova M.A., Akchurin T.K. (2019). Development and testing of chemically cured marking materials based on polyurethane. *The Eurasian Scientific Journal*, [online] 4(11). Available at: <https://esj.today/PDF/59SAVN419.pdf> (in Russian)

УДК 625.7/.87; 625.7/8:504

Бондарев Борис Александрович

ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет», Липецк, Россия
Профессор
Доктор технических наук, профессор
E-mail: magoncharova777@yandex.ru

Гончарова Маргарита Александровна

ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет», Липецк, Россия
Заведующий кафедрой «Строительное материаловедение и дорожные технологии»
Доктор технических наук, доцент
E-mail: magoncharova777@yandex.ru

Акчурин Талгать Кадимович

ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград, Россия
Заведующий кафедрой «Строительные материалы и специальные технологии»
Кандидат технических наук, профессор
E-mail: info@vgasu.ru

Разработка и испытание химически отверждаемых разметочных материалов на основе полиуретана

Аннотация. В статье поставлена задача разработки и исследования двухкомпонентного материала для дорожной разметки химического отверждения на основе полиуретана отечественного производства. Также поставлена задача исследования процесса химического отверждения реакционно-способного материала для дорожной разметки и проверки его соответствия износостойкости на кольцевом испытательном полигоне.

Авторами представлен разработанный состав полиуретановой реакционно-способной смеси для дорожной разметки, который позволяет повысить однородность вяжущего материала за счет уменьшения размеров пор (пустот), заполненных углекислым газом, являющимся продуктом взаимодействия полиола и изоцианата.

Испытания разметочного материала на основе полиуретана на универсальном комплексе для испытания дорожных покрытий и автомобильных шин «Карусель-2» показали пригодность химически отверждаемого материала на основе полиуретана в качестве материала для дорожной разметки. Объемные изображения плит после испытания сравниваются с объемным изображением плиты до проведения испытаний. Результаты сканирования плиты с

изношенной дорожной разметкой на 3D сканере показывают хорошую износостойкость нового разметочного материала химического отверждения.

Ключевые слова: дорожная разметка; полиуретан; химическое отверждение; изоцианат; полиол; реакционно-способная смесь; спектр; испытание; разработка состава; рецептура; применение; показатели; кольцевой стенд

Введение

В ГОСТ 24026-80 *Исследовательские испытания. Планирование эксперимента. Термины и определения* сказано: «эксперимент – это система операций, воздействий и/или наблюдений, направленных на получение информации об объекте при исследовательских испытаниях».

Во всех практических приложениях следует рассматривать следующие аспекты подготовки испытаний или экспериментальных исследований: определение и, если это необходимо, обоснование целей испытаний; выбор принципов и/или методов испытаний; разработка основ методик испытаний; выбор или проектирование и изготовление необходимого испытательного оборудования (стендов, установок), или целых комплексов; выбор необходимых средств измерений; выбор способов и технических средств регистрации, алгоритмического и программного обеспечения для обработки с целью получения и представления в требуемой форме окончательных результатов испытаний.

При исследовании процессов можно не останавливать внимание на оборудовании и материалах, а достаточно представлять процесс, как последовательное (непрерывное, дискретное или комбинированное) преобразование, определяемое изменяющимися физическими величинами (например, при разметке автомобильных дорог изменениями линейных размеров, формы и качества поверхностей разметки) и соответствующими параметрами. В непрерывных химических производствах, например, разметочных материалов для потоков процесс представляется химическими реакциями, смешиванием или разделением составных частей смесей, а главное – изменениями по определенным законам температур, давлений, агрегатных состояний, а также синтезом или распадом. Эти процессы могут подвергаться экспериментальному исследованию изменений этих параметров по этапам и изменением их протекания во времени [1–4].

В настоящее время экспериментальное исследование процессов можно рассматривать в рамках глобальной концепции так называемого процессного подхода, развиваемого в связи с общей проблематикой менеджмента качества по последним версиям стандартов ИСО серии 9000 (стандарт ИСО 9000:2000 *Система менеджмента качества: основы и словарь*), идеологически связанного с принципами технического регулирования.

Разные экспериментально определяемые показатели имеют различную значимость для определенных технологий изготовления. Например, применительно к нанесению материалов для дорожной разметки важна соединяемость покрытий с основой и прочность таких соединений.

Также необходимо контролировать состояние компонентов приготовления материалов дорожной разметки при их хранении.

В подобных случаях встает проблема правильного отбора проб, для подобных процедур так же существуют стандарты.

Известно, что многие органические материалы характеризуются нестабильностью, прогрессирующим ухудшением свойств и недолговечностью по сравнению с металлами. Это нужно учитывать при планировании и проведении их испытаний.

Для новых материалов (например, пластмасс, композитных на различной основе, специальной керамики, полупроводниковых материалов и т. п.) эксперименты проводятся в больших объемах по мере их появления.

Например, испытания свойств краски и покрытий из нее проводятся по стандартным методикам: определение массовой доли нелетучих веществ – по ГОСТ 6989, определение скорости высыхания краски – по ГОСТ 19007, условия вязкости краски – по ГОСТ 8420, степени перетира – по ГОСТ 6589, укрывистости высушенной пленки – по ГОСТ 8784, адгезии покрытия – по ГОСТ 15140, стойкости покрытия к статическому воздействию воды – по ГОСТ 9.403, солестойкость (путем погружения) и износостойкость при истирании песком – по методике [1].

При проведении научно-технического обзора существующего уровня исследований для данной темы были выявлены близкие зарубежные аналоги по материалам для дорожной разметки на полимерной основе и один близкий аналог, касающийся применения полиуретана в дорожных покрытиях [5–11].

Постановка задачи

Поставлена задача разработки (выбора базового материала и его модификации) двухкомпонентного материала для дорожной разметки химического отверждения на основе полиуретана.

В качестве основы выбрана полиуретановая композиция РТ-КС 001 (РТ-КС) (вяжущего материала на основе двухкомпонентной полиуретановой системы производства ООО «РТ-Полипласт», г. Азов, Ростовская область, Россия). В качестве основного нормативного документа был принят Стандарт этой организации СТО 88902325-01-2014.

Также поставлена задача исследования процесса химического отверждения реакционно-способного материала для дорожной разметки и проверки его соответствия износостойкости на кольцевом испытательном полигоне.

Проведение исследований

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

В процессе исследования на одном из этапов подбора рецептуры разметочного материала была произведена его модификация минеральным порошком МП-1 Балаковского завода минеральных наполнителей.

При участии д.т.н., профессора А.А. Артеменко (СГТУ имени Гагарина Ю.А.) исследован спектр полиуретановой композиции РТ-КС 001 (РТ-КС) после введения доломитового порошка через 24 часа отверждения (таблица 1).

Таблица 1

Спектр полиуретановой композиции РТ-КС 001

Волновое число, см ⁻¹	Отнесение	Пояснение
3422	Валентные колебания N-H	
2927, 1414	Валентные колебания CH ₂	-CH ₂ -CO-

Волновое число, см ⁻¹	Отнесение	Пояснение
2855	Валентные колебания CH ₂	
2280	Изоцианатная группа -N=C=O + CO ₂	
1735–1700	RR'N-COOR	Уретаны (карбаматы)
1608	Деформационные колебания -NH ₃ ⁺	
1529	Валентные колебания NO	Нитросоединения R-NO ₂
1457	Валентные колебания N=O	N-N=O
1379	валентные колебания группы -NO ₂	Алкилнитраты
1314	-SO ₂ N-	Валентные колебания SO ₂ -группы
1223	SiC ₂ H ₅	
1043, 1017	Валентные колебания SiOSi	Si-O-Si
814	Деформационное колебание C—H	

Предоставлена А.А. Артеменко и А.А. Задиракой

Анализ спектра смеси с добавлением доломитового порошка после ее затвердевания показывает наличие углекислого газа.

Однако размеры пузырьков углекислого газа существенно уменьшились.

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

Испытания разметочного материала на основе полиуретана на универсальном комплексе для испытания дорожных покрытий и автомобильных шин «Карусель» выполнены в пять этапов:

1. Сканирование плиты на 3D сканере.
2. Установка плит на легковом модуле КУИДМ Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (Универсальный комплекс для испытания дорожных покрытий и автомобильных шин «Карусель-2»).
3. Проводится 5 000 проходов колеса по одному следу.
4. Повторное сканирование после испытания.
5. Определение показателей износа на основе 3D и цифрового моделирования.

Показатели испытаний приведены в таблице 2.

Таблица 2

Показатели испытаний

№	Параметры	Ед. изм.	Значения
1	Нагрузка на дорожное покрытие	кг	600
2	Давление в шинах	бар	2,4
3	Скорость движения колеса	км/ч	80

Предоставлена Ю.Э. Васильевым, МАДИ

Объемные изображения плит после испытания сравниваются с объемным изображением плиты до проведения испытаний.

На рисунке 1 представлен стандартный образец 30x30 см, предназначенный для испытания на универсальном комплексе «Карусель-2».

Результаты испытаний разметочного материала на основе полиуретана на универсальном комплексе для испытания дорожных покрытий и автомобильных шин «Карусель» представлены на рисунке 2.

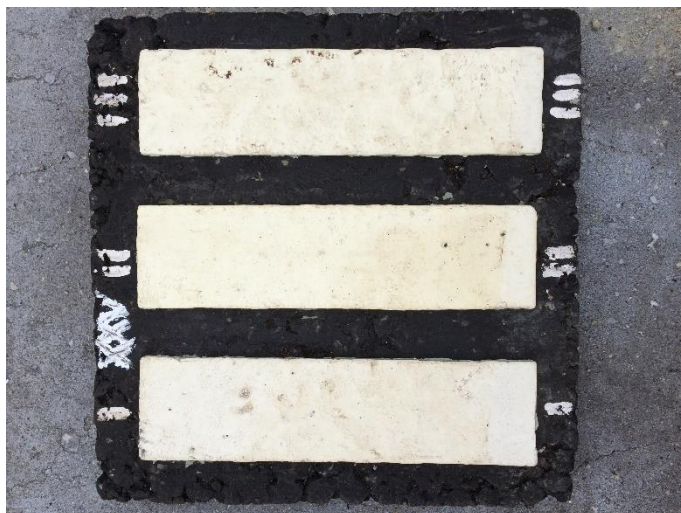


Рисунок 1. Стандартный образец 30x30 см, предназначенный для испытания на универсальном комплексе «Карусель-2» (фото авторов)



а



б



В

Рисунок 2. Результаты испытаний разметочного материала на основе полиуретана на универсальном комплексе для испытания дорожных покрытий и автомобильных шин «Карусель» (фото авторов)

Обсуждение полученных результатов

Результаты сканирования плиты с изношенной дорожной разметкой на 3D сканере показывают хорошую износостойкость нового разметочного материала химического отверждения.

Максимальный разброс разновысотности активных выступов дорожной разметки на основе полиуретана составил 0,5 мм, а разноглубинность впадин макрошероховатости составила 4,0 мм для 5000 проходов колеса по одному следу.

Повышенная износостойкость была достигнута за счет уменьшения выделяемого объема углекислого газа при введении минерального порошка МП-1 и вызванного этим уменьшения пузырьков воздуха в поверхностном слое нанесенной дорожной разметки на основе полиуретана.

Выводы

1. Разработанный состав полиуретановой реакционно-способной смеси для дорожной разметки позволяет повысить однородность вяжущего материала за счет уменьшения размеров пор (пустот), заполненных углекислым газом, являющимся продуктом взаимодействия полиола и изоцианата.
2. Испытания разметочного материала на основе полиуретана на универсальном комплексе для испытания дорожных покрытий и автомобильных шин «Карусель» показали пригодность химически отверждаемого материала на основе полиуретана в качестве материала для дорожной разметки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карякина М.И. Лабораторный практикум по техническому анализу и контролю производств лакокрасочных материалов и покрытий. – М.: Химия, 1989. – С. 160.
2. Возный С.И. Технология долговечных разметочных материалов на полимерной основе. Специальность 05.17.06. Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. канд. техн. наук. – Саратов. 2012. – 20 с.
3. Совершенствование рецептур и технологии производства пластичных материалов для дорожной разметки на полимерной основе: моногр. / А.П. Бажанов, С.М. Евтеева, С.И. Возный, В.К. Крылов, В.В. Талалай. Под ред. А.В. Кочеткова. – Пенза: ПГУАС. – 2015. – 20 с.
4. Technology for the production of thermoplastics for road marking Page / S.I. Voznyi, S.M. Evteeva, V.V. Talalay, A.V. Kochetkov. Range: p.T/43-T/49 File size: Journal: International Polymer Science and Technology Issue Year: ipsat Volume: 42 Issue No: No.11.
5. Research of Influence of Quality of Materials on a Road Marking of Highways. Anastasya V. Filatova, Tatyana V. Dormidontova. Procedia Engineering, Volume 153, 2016, Pages 933–937.
6. Application of mixture experimental design to optimize formulation and performance of thermoplastic road markings. S.M. Mirabedini, S.S. Jamali, M. Haghayegh, M. Sharifi. Progress in Organic Coatings, Volume 75, Issue 4, December 2012, Pages 549–559.
7. Self-cleaning traffic marking paint. Maryam Taheri, Mehdi jahanfar, Kenji ogino. Surfaces and Interfaces, Volume 9, December 2017, Pages 13–20.
8. Yellow pedestrian crossings: from innovative technology for glass beads to a new retroreflectivity regulation. Tomasz E. Burghardt, Anton Pashkevich, Harald Mosböck. Case Studies on Transport Policy, In press, corrected proof, Available online 9 July 2019.
9. A life cycle scenario analysis of different pavement technologies for urban roads. T.M. Gulotta, M. Mistretta, F.G. Praticò. Science of The Total Environment, Volume 673, 10 July 2019, Pages 585–593.
10. The effects of road surface and tyre deterioration on tyre/road noise emission. Ka-Yee Ho, Wing-Tat Hung, Chung-Fai Ng, Yat-Ken Lam, ... Eddy Kam. Applied Acoustics, Volume 74, Issue 7, July 2013, Pages 921–925.
11. Evaluation of durability and functional performance of porous polyurethane mixture in porous pavement. Jun Chen, Xiaojing Yin, Hao Wang, Yangmin Ding. Journal of Cleaner Production, Volume 188, 1 July 2018, Pages 12–19.

Bondarev Boris Alexandrovich

Lipetsk state technical university, Lipetsk, Russia
E-mail: magoncharova777@yandex.ru

Goncharova Margarita Aleksandrovna

Lipetsk state technical university, Lipetsk, Russia
E-mail: magoncharova777@yandex.ru

Akchurin Talgat Kadimovich

Volgograd state technical university, Volgograd, Russia
E-mail: info@vgasu.ru

Development and testing of chemically cured marking materials based on polyurethane

Abstract. In the article the task of development and research of two-component material for road marking of chemical curing on the basis of polyurethane of domestic production is set. The task of studying the chemical curing process of reactive material for road marking and checking its compliance with wear resistance at the ring test site is also set.

The authors present the developed composition of polyurethane reactive mixture for road marking, which allows to increase the homogeneity of the binding material by reducing the size of the pores (voids) filled with carbon dioxide, which is the product of the interaction of polyol and isocyanate.

Tests of marking material on the basis of polyurethane on the universal complex for testing of road coverings and automobile tires «Karusel-2» showed suitability of chemically cured material on the basis of polyurethane as a material for road marking. The volumetric images of the plates after the test are compared with the volumetric image of the plate before the test. The results of scanning the plate with worn road markings on the 3D scanner show good wear resistance of the new marking material of chemical curing.

Keywords: road marking; polyurethane; chemical curing; isocyanate; polyol; reactive mixture; spectrum; testing; composition development; formulation; application; indicators; ring stand