

3. Тур, Э. А. Исследование эксплуатационных свойств экологичного разметочного противоскользящего акрилового материала / Э. А. Тур, Н. М. Голуб // *Вестн. Брест. гос. техн. ун-та.* – 2014. – № 2 : Водохоз. строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – С. 123–125.

4. Брок, Т. Европейское руководство по лакокрасочным материалам и покрытиям / Т. Брок, М. Гротеклаус, П. Мишке ; пер. с англ. под ред. Л. Н. Машляковского. – М. : Пэйнт-Медиа, 2004. – 548 с.

5. Скороходова, О. Н. Неорганические пигменты и их применение в лакокрасочных материалах / О. Н. Скороходова, Е. Е. Казакова. – М. : Пэйнт-Медиа, 2005. – 264 с.

6. Охрименко, И. С. Химия и технология пленкообразующих веществ / И. С. Охрименко, В. В. Верхованцев. – Л. : Химия, 1978. – 392 с.

7. Материалы для горизонтальной разметки автомобильных дорог. Технические условия : СТБ 1520-2008. – Введ. 01.01.2009. – Минск, 2008.

8. Карякина, М. И. Испытание лакокрасочных материалов и покрытий / М. И. Карякина. – М. : Химия, 1988. – 272 с.

9. Европейское руководство по качеству / под ред. У. Цорля ; пер. с англ. под ред. проф. Л. Н. Машляковского. – М. : Пэйнт-Медиа, 2004. – 578 с.

УДК 667.637.222:625.75

Э. А. ТУР, А. В. ТУР
Беларусь, Брест, БрГТУ

ИССЛЕДОВАНИЕ И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СВЕТОВОЗВРАЩАЮЩИХ СТЕКЛОШАРИКОВ

Применение горизонтальной разметки в настоящее время признано одной из эффективных и широко внедряемых в Республике Беларусь мер обеспечения безопасности дорожного движения низкой стоимости, позволяющих в результате относительно небольших капиталовложений способствовать повышению безопасности на дорогах. В определенной степени эффективность дорожной разметки можно оценивать по статистическим данным анализа причин дорожно-транспортных происшествий. Отсутствие или неудовлетворительное состояние разметки является прямой или косвенной причиной около 4–5 % дорожно-транспортных происшествий в Республике Беларусь.

Разметка может быть признана эффективной в том случае, если обеспечивается ее видимость в различных, в том числе и неблагоприятных, условиях эксплуатации. При этом еще несколько лет назад качество горизонтальной дорожной разметки оценивалось исключительно визуально. Как правило, даже геометрические параметры разметки, такие как длина штрихов и разрывов, контролировалось «на глаз». Что касается прочих параметров, то их субъективная оценка объяснялась прежде всего отсутствием необходимых измерительных приборов [1].

К одной из фотометрических характеристик, подлежащих контролю, относится коэффициент световозвращения. Видимость разметки в темное время суток и в отсутствие искусственного освещения автомобильных дорог характеризуется именно коэффициентом световозвращения. Видимость разметки в светлое время или в темное при наличии искусственного освещения оценивается коэффициентом яркости при диффузном освещении поверхности дорожной разметки (коэффициента светотражения при диффузном дневном или искусственном освещении). Для определения этих параметров используются ретрорефлектометры или иные приборы, моделирующие видимость горизонтальной дорожной разметки из автомобиля при ее освещении светом фар на расстоянии 30 м при уровне расположения глаз водителя над поверхностью дороги 1,2 м и высоте расположения фар автомобиля 0,65 м [2]. Проведение инструментального контроля качества на всех этапах устройства горизонтальной дорожной разметки позволяет не только принимать обоснованное решение о приемке выполненных работ и о состоянии разметки в процессе эксплуатации, но также и выявлять причины брака.

Световозвращение происходит благодаря стеклянным микрошарикам, которые, являясь частью разметочной полосы, возвращают свет от фар в источник его возникновения. Именно световозвращающие стеклошарики создают эффект «свечения» разметки, делают ее видимой для водителей и, следовательно, снижают аварийность. Для достижения наибольшего эффекта стеклянные микрошарики должны быть абсолютно прозрачными и (в идеальном случае) не содержать пузырьков газа. Чтобы свет фар, преломленный шариком и отраженный от его внутренней поверхности, попал в наибольшем объеме обратно, шарик должен возвышаться над поверхностью дорожной разметки наполовину, а его поверхность должна быть свободна от маркировочного материала [1].

Чтобы прочно удерживаться в материале разметки, стеклошарики должны обладать хорошим сцеплением с ним. Для этого поверхность шариков обрабатывают специальными составами для придания им гидрофобных, флотационных и адгезионных свойств.

Лабораторные исследования стеклошариков различных производителей производили стандартными методами [2; 3]. Определяли гранулометрический состав, коэффициент преломления, присутствие дефектных стеклошариков и наличие поверхностной обработки.

Исследуемые стеклошарики представляли собой прозрачные круглые стеклянные сферы диаметром от 0,1 до 2 мм. Содержание несферических частиц составляло менее 20 %, содержание инородных частиц – менее 3 %. Коэффициент преломления всех исследованных стеклошариков находился в пределах 1,5–1,65.

Сущность метода определения гранулометрического состава заключалась в определении минимального и максимального процентного содержания стеклошариков, оставшихся при сухом расसेве на контрольных ситах. Просеивание производили интенсивным ручным встряхиванием каждого сита. По результатам просеивания определяли частный остаток на каждом сите.

Метод определения наличия адгезионной поверхностной обработки стеклошариков основан на изменении их цвета при воздействии 0,01 %-го раствора марганцовокислого калия. В стеклянный стакан емкостью 100 мл помещали 70 г испытываемых стеклошариков, добавляли 5 мл 0,01 %-го раствора марганцовокислого калия, перемешивали стеклянной палочкой. Параллельно подвергали испытаниям контрольную пробу (70 г стеклошариков, не имеющих адгезионной обработки). Контрольная проба имела розовую окраску. Если через 20–30 мин. начинался процесс обесцвечивания испытываемых стеклошариков по сравнению с контрольной пробой, делали вывод, что адгезионная обработка присутствует. Оценка результатов производилась визуально [3; 4].

Метод определения наличия гидрофобной обработки стеклошариков состоял в следующем. Для анализа отбирали фракцию стеклошариков размером 180–300 мкм. В стеклянный стакан емкостью 50–100 мл наливали дистиллированную воду и высыпали навеску 2–3 г стеклошариков с высоты 5 мм. Визуально оценивали наличие стеклошариков, плавающих на поверхности воды. При положительном результате испытания делали вывод о присутствии гидрофобной обработки [3].

Наличие флотационной обработки определяли присутствием стеклошариков, плавающих на поверхности ксилола или *n*-гептана. Для анализа отбирали фракцию стеклошариков размером 180–300 мкм. На чистое часовое стекло диаметром 50–75 мм выкладывали один слой стеклошариков. При помощи пипетки емкостью 5 мл медленно добавляли по краям часового стекла ксилол до тех пор, пока шарики не всплывут. Во время добавления ксилола шарики находились в состоянии покоя. Анализ повторяли, используя новый образец шариков и *n*-гептан вместо ксилола. Оценку

результатов производили визуально. Испытание считалось положительным, если на поверхности ксилола и п-гептана присутствовали плавающие стеклошарики (причем на поверхности ксилола находилось не менее 90 %, а на поверхности п-гептана – не менее 75 % от общего количества испытуемых стеклошариков) [3; 4].

Дефектность определяли подсчетом процентного содержания дефектных стеклошариков (овальной формы, сплавленных, в форме капли, мутных, с газовыми включениями и т. д.) и инородных частиц в представленной пробе [3].

Результаты лабораторных исследований световозвращающих стеклошариков представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты лабораторных исследований

| Наименование показателя | Типы стеклошариков по размерам частиц, мкм, и видам обработки | | | | | |
|--|---|--------------|--------------|----------------------|-----------------------------|----------------------|
| | 125–600 гидр | 125–630 флот | 425–850 гидр | 125–710 флот + адгез | 125–710 флот + гидр + адгез | 150–710 гидр + адгез |
| Внешний вид | Прозрачные стеклянные сферы, содержание не более 5 % газовых включений и не слипшиеся друг с другом | | | | | |
| Гранулометрический состав, мкм | 125–600 | 125–630 | 425–850 | 125–710 | 125–710 | 150–710 |
| Содержание инородных частиц в виде осколков не более 3 % | | | | | | |
| Содержание основных фракций не менее 50 % | | | | | | |
| Коэффициент преломления | 1,55 | 1,6 | 1,55 | 1,6 | 1,65 | 1,6 |
| Наличие поверхностной обработки | флот | гидр | гидр | флот + гидр | флот + гидр + адгез | адгез |
| Устойчивость к воздействию воды и водного раствора хлорида кальция | Устойчивы (отсутствуют разрушение, помутневшие и потемневшие участки) | | | | | |

Вторым этапом исследования световозвращающих стеклошариков являлись натурные испытания. Специализированной разметочной техникой на асфальтобетон наносили краску для горизонтальной разметки автомобильных дорог (осевые линии) с расходом 900 г/м² и расходом стеклошариков (посыпка механизированным способом поверх свеженанесенной краски) 300 г/м².

Коэффициент световозвращения разметки для ночного времени суток R_n и дневного времени суток Q_d измеряли с использованием ретро-рефлектометра со следующей геометрией оптики: угол освещения $\epsilon = 1,240$, угол наблюдения $\alpha = 2,290$, освещенная поверхность более 50 см².

Измерения производили после проведения калибровки прибора и градуировки. Условия измерения предполагали 30-метровую отдаленность водителя автомобильного транспорта при высоте его глаз от поверхности земли 1,2 м и удаленности от фар 0,65 м. Измерения выполняли на сухой поверхности при температуре (18–20) °С [5]. Результаты натурных испытаний приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты натурных испытаний

| № п/п | Типы стеклошариков (по размерам частиц, мкм, и видам обработки) | Коэффициент световозвращения, мкд•лк ⁻¹ | |
|-------|---|--|----------------|
| | | R ₁ | Q _d |
| 1 | 125–600 (гидр) | 159 | 280 |
| 2 | 125–630 (флот) | 395 | 252 |
| 3 | 425–850 (гидр) | 220 | 249 |
| 4 | 125–710 (флот + адгез) | 351 | 255 |
| 5 | 125–710 (флот + гидр + адгез) | 453 | 262 |
| 6 | 150–710 (гидр + адгез) | 342 | 255 |

В ходе анализа результатов комплексных испытаний (лабораторных и натурных) установлено, что лучшие показатели принадлежат световозвращающим стеклошарикам гранулометрического состава 125–710 мкм с тройной (флот + гидр + адгез) обработкой. Хорошие показатели имеют стеклошарики гранулометрического состава 125–630 мкм с флотационной, а также гранулометрического состава 125–710 мкм и 150–710 мкм с двойной (флот + адгез) и (гидр + адгез) обработкой соответственно.

Таким образом, правильный выбор стеклошариков с учетом вида разметочного материала повысит значение коэффициента световозвращения. Отсутствие поверхностной посыпки стеклошариками линий, несмотря на их наличие в составе материала, может привести к отсутствию видимости горизонтальной дорожной разметки в темное время суток, особенно при дожде и мокром состоянии покрытия в течение длительного времени.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Костова, Н. З. Правила выбора материалов для горизонтальной разметки автодорог в зависимости от условий эксплуатации / Н. З. Костова // Пром. окраска. – 2005. – № 2. – С. 9–11.
2. Европейское руководство по качеству / под ред. У. Цорлля ; пер. с англ. под ред. проф. Л. Н. Машляковского. – М. : Пэйнт-Медиа, 2004. – 578 с.
3. Стеклошарики световозвращающие для дорожной разметки. Технические условия : СТБ 1750-2007. – Введ. 01.08.2007. – Минск, 2007.

4. Тур, Э. А. Исследование физико-химических и эксплуатационных свойств световозвращающих стеклошариков для горизонтальной разметки автомобильных дорог / Э. А. Тур, С. В. Басов, А. В. Тур // Актуальные научно-технические и экологические проблемы сохранения среды обитания : сб. науч. статей Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 6–8 апр. 2016 г. : в 2 ч. / БрГТУ ; редкол.: А. А. Волчек [и др.]. – Брест : БрГТУ, 2016. – Ч. 1. – С. 304–309.

5. Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Общие технические условия : СТБ 1231-2012. – Введ. 01.01.2013. – Минск, 2012. – 68 с.

УДК 577.19

Д. П. ФИЛИППОВА, Н. Ю. КОЛБАС

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ ЛИСТЬЕВ ПОЛИСЦИАСА (*POLYSCIAS* J. R. Forst)

Полипсиас (*Polyscias* J. R. Forst) – род растений семейства Аралиевых (*Araliaceae* Juss.), произрастающих в Юго-Восточной Азии и на островах Индийского и Тихого океанов. Согласно контрольному списку представителей семейства Аралиевых, к роду *Polyscias* причисляют более 100 видов [1].

Представители вышеназванного рода издавна являются объектами изучения как традиционной, так и нетрадиционной медицины и фармакологии в виду высокой биологической активности веществ, накапливаемых в вегетативных органах. Вследствие этого выращивание отдельных представителей рода *Polyscias* с последующим наращиванием опыта в плане создания культур клеток и тканей является одним из перспективных направлений развития тандема биотехнологии и фармакологии на территории Республики Беларусь. Самым крупным носителем коллекции растений полипсиаса в Республике Беларусь является Центральный ботанический сад НАН Беларуси [2].

Исследование полипсиаса в качестве нового объекта лекарственного рынка показало его перспективность выращивания в Беларуси с целью получения источника биологически активных веществ. Ввиду довольно щадящих климатических условий на юго-западе Республики, схожих с условиями коренных мест произрастания той же широты, возможно культивирование полипсиаса в оранжерейных и тепличных условиях.