

К.Г. Пугин, В.С. Юшков

Пермский национальный исследовательский политехнический университет,
Пермь, Россия

РАЗДЕЛЕНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦВЕТНОГО АСФАЛЬТОБЕТОНА

Представлен разработанный состав асфальтобетона с использованием отходов черной металлургии, позволяющий осуществлять разделение транспортного потока за счет цветовой гаммы, что, в свою очередь, приводит к снижению частоты дорожно-транспортных происшествий. Рассматривается горизонтальная дорожная разметка с использованием красок и термопластика, их недостатки и достоинства.

Ключевые слова: безопасность дорожного движения, цветной асфальтобетон, пыль, термопластик, краска, автомобильная дорога.

K.G. Pugin, V.S. Iushkov

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russian Federation

SEPARATION OF TRAFFIC FLOWS THROUGH THE USE OF COLORED ASPHALT

In the article the possibility of applying the color of asphalt for the separation of traffic flows, which in turn leads to the reduction of traffic accidents. Discusses the horizontal road marking with the use of paints and thermoplastic their advantages and disadvantages.

Keywords: road safety, color asphalt, dust, thermoplastic, paint, motor road.

Разметка автомобильных дорог является одним из важнейших элементов безопасности, организации и упорядочения дорожного движения [1]. Дорожная горизонтальная разметка может наноситься с помощью красок, термопластика, а также в виде цветного асфальтобетона. Основным способом нанесения разметки на поверхности дорожной одежды является использование краски. Применение красок для разметки автомобильной дороги по сравнению с пластичными материалами характеризуется более низкой стоимостью единицы площади разметки, самого материала и технологического оборудования для его нанесения; также преимуществами являются короткое время высыхания краски и наличие возможности трафаретного нанесения сложных по конфигурации элементов разметки. К недостаткам относится низкая долговечность горизонтальной разметки.

Другим широко распространенным материалом для нанесения горизонтальной дорожной разметки является горячий и холодный термопластик. Горизонтальная дорожная разметка из термопластика обладает гораздо большей функциональной долговечностью, чем выполненная с использованием красок. Основные недостатки термопластиков: необходимость разогрева материала перед применением, высокая стоимость термопластика и технологического оборудования, низкий коэффициент сцепления, неустойчивость в зимний период (особенно при очистке снега коммунальными машинами).

В качестве альтернативы термопластикам следует применять холодные пластики, которые не требуют разогрева, а в исходном виде представляют собой текучую смесь основных компонентов и отдельно прилагаемый отвердитель. В результате их смешения образуется материал, создающий элементы горизонтальной дорожной разметки [2].

Полимерные ленты относятся к изделиям для дорожной разметки и применяются в экспериментальном порядке. Изготовление полимерных лент в заводских условиях позволяет добиться стабильного качества, но для достижения высоких результатов необходимо тщательное соблюдение технологии нанесения разметки. Стоимость горизонтальной дорожной разметки из полимерных лент весьма высока и превышает стоимость разметки, выполненной холодным пластиком, также им присущи недостатки термопластика.

Одним из перспективных способов повышения безопасности дорожного движения является использование цветного асфальтобетона, который является разновидностью горячего асфальтобетона и может иметь разнообразную окраску, в его состав входят красящие пигменты. Как правило, асфальтобетонная смесь состоит из мелкозернистого щебня (фракция 5–10 мм), гранитной крошки, мраморного песка, известняка.

Окрашивание асфальтобетонной смеси производится путем добавления цветного щебня и пигментирующих составляющих. Содержание битума в этом виде дорожного покрытия минимально, поскольку он может повлиять на равномерность окрашивания или сделать цвет более темным. Для светлых оттенков асфальтобетона в качестве связующего компонента применяют: канифоль, светлый битум или кумароновый полимер. Цветной асфальт используют в виде покрытия обычного асфальтобетона толщиной всего 10 мм [3, 4].

Исследованиями цветного асфальтобетона также занимаются в европейских технических университетах. В Итальянском техническом университете в Сан-Марино учеными Maurizio Boccia, Andrea Grillib, Fabrizio Cardonea, Amedeo Virgilia был проведен ряд опытов по созданию цветного асфальтобетона.

Для изготовления асфальтобетонной смеси в качестве крупного заполнителя был использован диорит (40 % совокупного веса), в качестве мелкого – ракушечник (52 % совокупного веса) и специальный наполнитель (8 % совокупного веса), а также связующее (5 % от общего веса). В частности, наполнитель, состоящий из 97 % CaCO_3 и 0,2 % Fe_2O_3 , был получен из мраморного карьера и характеризуется отчетливой белизной. Чтобы подчеркнуть белизну асфальтобетонной смеси дополнительно был использован порошкообразный диоксид титана (1 % от общего веса). Связующее было получено в результате изменения процесса производства битума. Он представляет собой систему последовательных этапов и включает добычу асфальтенов и смешение с полимерами. Асфальтены, отвечающие за черный цвет битума, удаляют, оставляя связующий компонент, который в основном состоит из ароматических углеводородов и смол. Затем смешивают с полимерами, чтобы получить соответствующую консистенцию и механическую устойчивость.

Экспериментальные исследования были направлены на оценку механических, объемных и фотометрических характеристик асфальтобетонной смеси. Была доказана хорошая устойчивость к истиранию, водостойкость и прочностные характеристики полученной асфальтобетонной смеси [5–8]. Она рекомендована для широкого использования в туннелях в качестве дорожной разметки.

На кафедре «Автомобили и технологические машины» в Пермском национальном исследовательском политехническом университете были проведены исследования по созданию цветной асфальтобетонной смеси на основе отходов производства черных металлов.

В качестве красящего пигмента была использована пыль системы газоочистки электропечи ДСП-60 завода «Камасталь» г. Перми. Состав пыли, отходящей от печи, состоит из оксидов металлов и силикатов. Пыль газоочистки представляет тонкодисперсный порошок с высокой удельной поверхностью (1,2–2,5 тыс. $\text{см}^2/\text{г}$) и объемной массой 3,7–4,2 $\text{г}/\text{см}^3$. Цвет порошка темно-коричневый [9–11].

В качестве минеральной составляющей был применен песок, щебень и отсев дробления щебня Теплогорского карьера Пермского края при следующем соотношении компонентов, мас. %: щебень – 40,5–45,5; песок – 29,0–30,0; отсев дробления щебня – 15,0–18,5; пыль системы газоочистки электропечи ДСП-60 производства стали 4,0–5,0. Исследования прочности проводились на стенде представленном на рис. 1. Полученная плотность образцов готового цветного асфальтобетона составляет $2,47\text{--}2,49\text{ г/см}^2$, а водонасыщение – 3,50–3,55 % (рис. 2).



Рис. 1. Стенд для испытания образцов



Рис. 2. Образцы асфальтобетона (цветной асфальтобетон в центре)

В качестве связующего применялся битум БНД 90/130. Содержание битума в смеси 6,5 % (сверх 100 %); предел прочности при сжатии: при температуре 20 °С – 3,44 МПа; при температуре 50 °С – 0,93 МПа [12], что соответствует типу Б марки III ГОСТ 9128–97.

Срок службы цветного асфальтобетона достигает 3–5 лет, что значительно снижает затраты на эксплуатацию автомобильной дороги и повышает безопасность дорожного движения (рис. 3, 4).



Рис. 3. Дорожное покрытие без горизонтальной разметки



Рис. 4. Разделение по полосам движения цветом на мосту

Разработанная асфальтобетонная смесь позволяет визуально разделять полосы движения на автомобильной дороге, при этом обладает соответствующей нормативным требованиям прочностью и водостойкостью. Дополнительная эколого-социальная привлекательность представленной технологии заключается в использовании отходов черной металлургии как вторичного продукта для создания горизонтальной разметки на автомобильной дороге. При этом снижается негативная нагрузка металлургического предприятия на окружающую среду за счет утилизации отходов производства и исключения их размещения в окружающей среде.

Список литературы

1. Юшков В.С. Новые подходы по нанесению горизонтальной дорожной разметки // Приволжский научный вестник. – 2012. – № 2. – С. 17–19.
2. Пугин К.Г., Юшков В.С. Повышение безопасности дорожного движения за счет применения цветного асфальтобетона // Сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч.-практ. конф. «Альтернативные источники энергии на автомобильном транспорте: проблемы и перспективы рационального использования». – Т. 2. – Воронеж, 2014. – С. 150–153.

3. Пугин К.Г., Юшков В.С. Использование вторичных материалов для цементобетонных покрытий // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Охрана окружающей среды, транспорт, безопасность жизнедеятельности. – 2013. – № 1. – С. 144–151.

4. Пугин К.Г., Юшков В.С. Использование твердых отходов черной металлургии в материалах для строительства автомобильных дорог // В мире научных открытий. – 2010. – № 5, ч. 4. – С. 53–57.

5. Lee H., Kim Y. Laboratory Evaluation of Color Polymer Concrete Pavement with Synthetic Resin Binder for Exclusive Bus Lanes // Transportation Research Record. – 2007. – P. 124–132.

6. Experimental testing of cool colored thin layer asphalt and estimation of its potential to improve the urban microclimate / A. Synnefa, T. Karlessi, N. Gaitani, M. Santamouris, D.N. Assimakopoulos, C. Papakatsikas // Building and Environment. – 2011. – Vol. 46. – P. 38–44.

7. Rheological characterization of synthetic binders and unmodified bitumens / P. Partal, F.J. Martinez-Boza, B. Conde, C. Gallegos. – 1999. – Fuel 78. P. 1–10.

8. Raouf M.A., Williams R.C. General physical and chemical properties of bio-binders derived from fast pyrolysis bio-oils. Proceedings of the 2010 Mid-Continent Transportation Research Forum, Madison (WI), USA. – 2010.

9. Пугин К.Г., Юшков В.С. Строительство автомобильных дорог на основе вторичных материалов // Приволжский научный вестник. – 2012. – № 4. – С. 25–30.

10. Пугин К.Г., Юшков В.С. Строительство автомобильных дорог с использованием техногенных материалов // Вестник Пермского государственного технического университета. Охрана окружающей среды, транспорт, безопасность жизнедеятельности. – 2011. № 1. – С. 35–43.

11. Пугин К.Г., Юшков В.С. Отходы черной металлургии для дорожных одежд жесткого типа // Молодой ученый. – 2012. – № 6. – С. 45–49.

12. Юшков В.С., Пугин К.Г., Юшков В.С. Применение цветного асфальтобетона на основе отходов металлургии в качестве дорожной разметки // Вестник Пермского государственного технического университета. Урбанистика. – 2011. – № 1. – С. 68–73.

References

1. Iushkov V.S. Novye podkhody po naneseniiu gorizontal'noi dorozhnoi razmetki [New approaches for applying road marking]. *Privolzhskii nauchnyi vestnik*, 2012, no. 2, pp. 17-19.
2. Pugin K.G., Iushkov V.S. Povyshenie bezopasnosti dorozhnogo dvizheniia za schet primeneniia tsvetnogo asfal'tobetona [Improving road safety through the use of colored asphalt]. *Sbornik nauchnykh trudov po materialam Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii "Al'ternativnye istochniki energii na avtomobil'nom transporte: problemy i perspektivy ratsional'nogo ispol'zovaniia"*, 2014, vol. 2, pp. 150-153.
3. Pugin K.G., Iushkov V.S. Ispol'zovanie vtorichnykh materialov dlia tsementobetonnykh pokrytii [The use of secondary materials for cement concrete pavements]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Okhrana okruzhaiushchei sredy, transport, bezopasnost' zhiznedeiatel'nosti*, 2013, no. 1, pp. 144-151.
4. Pugin K.G., Iushkov V.S. Ispol'zovanie tverdykh otkhodov chernoi metallurgii v materialakh dlia stroitel'stva avtomobil'nykh dorog [The use of solid waste ferrous metallurgy in materials for the construction of roads]. *V mire nauchnykh otkrytii*, 2010, no. 5, part 4, pp. 53-57.
5. Lee H., Kim Y. Laboratory Evaluation of Color Polymer Concrete Pavement with Synthetic Resin Binder for Exclusive Bus Lanes. *Transportation Research Record*, 2007, pp. 124-132.
6. Synnefa A., Karlessi T., Gaitani N., Santamouris M., Assimakopoulos D.N., Papakatsikas C. Experimental testing of cool colored thin layer asphalt and estimation of its potential to improve the urban microclimate. *Building and Environment*, 2011, vol. 46, pp. 38-44.
7. Partal P., Martinez-Boza F.J., Conde B., Gallegos C. Rheological characterization of synthetic binders and unmodified bitumens. 1999. *Fuel* 78, pp. 1-10.
8. Raouf M.A., Williams R.C. General physical and chemical properties of bio-binders derived from fast pyrolysis bio-oils. *Proceedings of the 2010 Mid-Continent Transportation Research Forum, Madison (WI), USA, 2010*.
9. Pugin K.G., Iushkov V.S. Stroitel'stvo avtomobil'nykh dorog na osnove vtorichnykh materialov [Construction of roads on the basis of secondary materials]. *Privolzhskii nauchnyi vestnik*, 2012, no. 4, pp. 25-30.
10. Pugin K.G., Iushkov V.S. Stroitel'stvo avtomobil'nykh dorog s ispol'zovaniem tekhnogennykh materialov [Construction of roads using tech-

nogenic materials]. *Vestnik Permskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Okhrana okruzhaiushchei sredy, transport, bezopasnost' zhiznedeiatel'nosti*, 2011, no. 1, pp. 35-43.

11. Pugin K.G., Iushkov V.S. Otkhody chernoi metallurgii dlia dorozhnykh odezhd zhestkogo tipa [Waste of ferrous metallurgy for the pavement hard type]. *Molodoi uchenyi*, 2012, no. 6, pp. 45-49.

12. Iushkov B.S., Pugin K.G., Iushkov V.S. Primenenie tsvetnogo asfal'tobetona na osnove otkhodov metallurgii v kachestve dorozhnoi razmetki [Use colored asphalt-based waste metallurgy as road marking]. *Vestnik Permskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Urbanistika*, 2011, no. 1, pp. 68-73.

Получено 13.08.2014

Об авторах

Пугин Константин Георгиевич (Пермь, Россия) – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Автомобили и технологические машины» Пермского национального исследовательского политехнического университета (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: 123zzz@rambler.ru).

Юшков Владимир Сергеевич (Пермь, Россия) – аспирант, старший преподаватель кафедры «Автомобили и технологические машины» Пермского национального исследовательского политехнического университета (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: vova_84_07@mail.ru).

About the authors

Pugin Konstantin Georgievich (Perm, Russian Federation) – Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor, Head of Department of Automobiles and technological machines, Perm National Research Polytechnic University (29, Komsomolsky av., Perm, 614990, Russian Federation, e-mail: 123zzz@rambler.ru).

Iushkov Vladimir Sergeevich (Perm, Russian Federation) – Doctoral student, Senior lecturer, Department of Automobiles and technological machines, Perm National Research Polytechnic University (29, Komsomolsky av., Perm, 614990, Russian Federation, e-mail: vova_84_07@mail.ru).