

### Список литературы

- 1 Huang, X. Research status and progress for skid resistance performance of asphalt pavements / X. Huang, B. Zheng // China J. Highw. Transp. – 2019. – № 32 (4). – P. 36–53.
- 2 Азизов, К. Х. Основы организации безопасности движения : учеб. / К. Х. Азизов. – Ташкент : Fan va texnologiya, 2012. – 272 с.
- 3 МКН 45-2007. Инструкция по учету движения транспортных средств на автомобильных дорогах. – Ташкент, 2007. – 40 с.
- 4 ГОСТ 33101–2014. Дороги автомобильные общего пользования. Покрытия дорожные. Методы измерения ровности. – Введ. 2016-08-01. – М. : Стандартинформ, 2016. – 23 с.
- 5 ГОСТ 33078–2014. Дороги автомобильные общего пользования. Методы измерения сцепления колеса автомобиля с покрытием. – Введ. 2015-12-01. – М. : Стандартинформ, 2016. – 15 с.
- 6 ИКН 05-2011. Правила диагностики и оценки состояния автомобильных дорог. ГАК «Узавтойул». – Ташкент, 2011. – 170 с.

УДК 625.84

## ЦВЕТНЫЕ ПОКРЫТИЯ ГОРОДСКИХ УЛИЦ И ДОРОГ: ПОДХОДЫ К РЕАЛИЗАЦИИ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ

*Н. А. МОЛОЧКО*

*Управление Государственного комитета судебных экспертиз Республики Беларусь  
по Гомельской области*

Комплекс мероприятий по обеспечению безопасности дорожного движения в Республике Беларусь включает множество элементов. При этом возможности самого дорожного полотна для информирования водителя о потенциальных опасностях используются в недостаточной степени. Кроме нанесенной разметки лишь иногда на городских улицах и дорогах можно встретить небольшие по протяженности участки покрытия в разном цветовом исполнении (рисунок 1): выделенные в пределах проезжей части велодорожки, остановочные площадки общественного транспорта, пешеходные переходы и пр. Гораздо чаще к цветному исполнению покрытий прибегают при устройстве детских и игровых площадок, велодорожек, тротуаров (рисунок 2), т. е. в тех условиях, где отсутствует интенсивное движение автомобильного транспорта.



Рисунок 1 – Варианты цветового исполнения элементов проезжей части городской улицы



Рисунок 2 – Варианты цветового исполнения элементов пешеходных зон

Устройство полностью цветных покрытий на участках концентрации дорожно-транспортных происшествий, вблизи учреждений образования и здравоохранения, возле зон рекреации и спортивно-оздоровительных комплексов позволило бы акцентировать и сфокусировать внимание водителей на соблюдении правил проезда подобных участков. Определение цветовых решений для конкретных условий является задачей гуманитарных наук [1]. Конкретные же технические решения зависят от структуры материала дорожного покрытия.

Изменять цвет широко распространенного в дорожном строительстве асфальтобетона на сегодняшний день практически невозможно. Черный цвет битумного вяжущего доминирует над любым красителем (жидким или порошковым). Изменить цвета цементобетона гораздо легче ввиду того, что цементный камень имеет серый оттенок.

Возможны три варианта изменения цвета цементобетонного покрытия дорог:

- изменение цвета заполнителя;
- изменение цвета цементного камня;
- устройство сверхтонких цветных защитных слоев или нанесение цветных пропиток.

Первый вариант требует реализации двух технологий. Первая из них – технология производства керамического щебня [2], вторая – оголение каменного заполнителя. Доступные гранитный и базальтовые щебни обладают высокими физико-механическими качествами, но их цветовые вариации серьезно ограничены. В широком диапазоне можно изменять цвет только искусственных заполнителей. При традиционной укладке под действием силы тяжести и вибраторов каменный заполнитель перекрывается тонким защитным слоем из цементного раствора, в котором впоследствии нарежутся бороздки шероховатости. Таким образом он практически не виден на покрытии. Удаление защитного слоя при реализации технологии «мытого бетона» осуществляется механическим способом (щетка) за счет замедления сроков схватывания. Однако технология «мытого бетона» предполагает устройство двухслойного покрытия по методу срачивания, что приводит к увеличению стоимости производства работ [3].

Второй вариант подразумевает использование жидких или порошковых красителей. Красители вводятся в состав смеси в малых количествах на этапе перемешивания. Красители для бетона не оказывают влияния на его физико-механические свойства. Ввиду большой толщины плиты покрытия (18–24 см) и различных условий работы верхнего (воспринимает транспортную и климатическую нагрузку) и нижнего (работает на сжатие и на изгиб) его слоев целесообразно использовать технологию срачивания. В таком случае изменять можно лишь цвет верхнего слоя, а нижний слой – уstraивать из традиционного цементобетона.

Третий вариант имеет значительные преимущества. Дорожный цементобетон подвержен коррозии. Этот недостаток особенно ярко проявляется при зимнем содержании с использованием песко-соляной смеси. Цветные пропитки и сверхтонкие защитные слои закрывают поры и капилляры в поверхностном слое бетона, препятствуют водонасыщению и снижают негативное воздействие термического удара [4]. Так как основу пропиток и защитных слоев составляют органические вяжущие в виде эмульсий или полимерные вещества, изменение их цвета при помощи красителей затруднений не вызывает.

При оценке эффективности принимаемых решений по изменению цвета покрытия и сравнении конкурирующих вариантов необходимо исходить из условия

$$C_{\text{стр.п}} + C_{\text{эскп.п}} + C_{\text{ДТП}} \rightarrow \min,$$

где  $C_{\text{стр.п}}$  – затраты строительного периода,  $C_{\text{эскп.п}}$  – затраты периода эксплуатации (до первого капитального ремонта),  $C_{\text{ДТП}}$  – затраты на преодоление последствий дорожно-транспортных происшествий, в том числе и потенциально возможных,

$$C_{\text{ДТП}} = C_{\text{пр}} + C_{\text{кос}},$$

где  $C_{\text{пр}}$  – прямые потери, которые складываются из затрат на ремонт транспортных средств, расходов на расследование ДТП, пенсий по инвалидности, затрат на лечение пострадавших и пр.,  $C_{\text{кос}}$  – потери валового внутреннего продукта из-за временного отстранения потерпевших от их производственной деятельности, а также потери транспортных средств в результате нарушения дорожного движения во время аварии [5].

#### Список литературы

1 Молочко, Н. А. Психологические особенности цветовосприятия элементов транспортной инфраструктуры / Н. А. Молочко // Молодежь и научно-технический прогресс : сб. докладов XVII междунар. науч.-практ. конф. студентов,

аспирантов и молодых ученых, Губкин, 4 апр. 2024 г. В 2 т. – Губкин : Белгород. гос. технолог. ун-т им. В. Г. Шухова, 2024. – С. 321–323. – EDN VDYLDE.

2 Ковалев, Я. Н. Керамический щебень для автомобильных дорог / Я. Н. Ковалев, В. Н. Яглов // Наука – образованию, производству, экономике : материалы 13-й Междунар. науч.-техн. конф. – Минск : БНТУ, 2015. – Т. 3. – С. 86.

3 Рыжов, К. А. Устройство двухслойного цементобетонного покрытия из бетонов разных марок при капитальном ремонте дороги общего пользования / К. А. Рыжов // Инновационное развитие транспортного и строительного комплексов : материалы междунар. науч.-практ. конф., посв. 70-летию БелИИЖТа–БелГУТа, Гомель, 16–17 нояб. 2023 г. В 2 ч. Ч. 1. – Гомель : БелГУТ, 2023. – С. 419–420.

4 Лисовская, Ю. А. Термический удар при зимнем содержании бетонных покрытий / Ю. А. Лисовская // Бетон и железобетон в современном мире : материалы I Междунар. науч.-практ. конф. студентов и магистрантов (15 марта 2018 г.) / под. общ. ред. А. А. Васильева. – Гомель : БелГУТ, 2019. – С. 43–44.

5 Балбуцкий, И. Г. Структура экономических последствий дорожно-транспортных происшествий / И. Г. Балбуцкий // Молодежь и научно-технический прогресс : сб. докл. XVI междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Губкин, 6 апр. 2023 г. В 2 т. – Губкин – Старый Оскол : Ассистент плюс, 2023. – С. 462–463. – EDN VCRGRX.

УДК 658.5:001.895

## ИННОВАЦИИ В ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ

*В. А. МУСИЛОВИЧ, П. В. КОВТУН, Н. И. СЕМЧЕНКО*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

В процессе производственной деятельности в дистанциях пути накапливаются деревянные шпалы и брусья, негодные для повторной укладки в путь. Одним из решений утилизации данных отходов является использование их в качестве твердого топлива для котельных. Однако для обеспечения такой возможности шпалы и брусья необходимо переработать либо в щепу, либо в брикет. Использование данного вида топлива помогает решить следующие вопросы:

- разрешение проблемы утилизации старогодных шпал и брусьев;
- снижение финансовых издержек, связанных с экологической деятельностью, в частности за счёт снижения уплаты экологического налога;
- экономия импортируемого котельно-печного топлива (каменного угля);
- снижение удельного расхода топлива;
- повышение энергетической эффективности.

Технологическая линия измельчения шпал в щепу состоит из первичного измельчителя (ОЛ-НОВА VB 650 D), оснащенного ленточным магнитным сепаратором для извлечения металлических предметов (костыль и т. д.) и дробления шпал фракционным составом до 500 мм, а также и вторичного измельчителя (ДР 660P), который доводит фракционный состав щепы до 50 мм.

При сжигании древесных отходов более мелких фракций (щепы) процесс горения происходит в «кипящем слое», что повышает КПД котла при выработке тепловой энергии. Удельный расход топлива котельной снизился с 231 до 180,0 кг у. т/Гкал (на 22 %). За счет снижения выбросов котельной снизилась уплата экологического налога. Технологическая линия измельчения шпал в щепу обслуживается одним оператором.

Топливные брикеты являются альтернативным видом твёрдого топлива. По всем параметрам это современный вид топлива, имеющий ряд преимуществ: достаточно большую продолжительность горения, высокую теплоотдачу, высокий показатель по «тлению». Топливными брикетами можно заменять другие виды топлива (уголь, дрова) без соответствующей модернизации котлов отопительного оборудования. Брикетирование происходит по месту нахождения сырья, что обуславливает их экономическую составляющую себестоимости. Брикеты требуют меньше места для складирования и перевозки, топливный брикет весом 1 тонну (около 1 м<sup>3</sup>) эквивалентен 5 м<sup>3</sup> дров. Соответственно существенно снижаются затраты на транспортировку и хранение топлива.

Линия по переработке шпал осуществляет два технологических процесса:

- измельчение шпалы в щепу, которая используется в качестве топлива для котельной и в качестве сырья для производства брикетов;
- производство брикетов топливных.

При производстве брикетов щепы перевозится погрузчиком в накопитель, с последующей транспортировкой по конвейеру в сушильную камеру. Сухая щепы подается на измельчитель, а за-