



УДК 625.08

Габдуллин Талгат Ривгатович

кандидат технических наук, доцент

E-mail: talgat2204@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Совершенствование состава горячего термопластика

Аннотация

Постановка задачи. Цель исследований совершенствование состава горячего термопластика с целью повышения сроков эксплуатации дорожной разметки и снижение финансовых затрат выполнении дорожно-разметочных работ.

Результаты. Основные результаты исследования заключаются в разработке более совершенного термопластика на основе добавления в его типовой состав строго дозированного количества пластификаторов. В результате достигается необходимый уровень пластичности термопластика, исключающее возникновение трещин и сколов от нагрузок при проезде по поверхности разметки транспортных средств.

Выводы. Значимость полученных результатов для строительной отрасли состоит в получении усовершенствованного состава термопластика. Описаны этапы его получения. Установлено, что срок эксплуатации горизонтальных линий дорожной разметки, нанесенные предлагаемым составом, будут повышаться. Соответственно, полученный состав термопластика является наиболее практичным по сравнению с типовыми составами материалов для нанесения дорожной разметки.

Ключевые слова: линия, дорожная разметка, дорожное покрытие, состав, пластификатор, пластичность, нагрузка, пятно контакта, качество, способ, экономичность.

Введение

Основным недостатком горизонтальной дорожной разметки из термопластика, влияющей на срок службы, является износ (рис. 1) [1].



а)

б)

Рис. 1. Износ дорожной разметки:

а) первоначальное состояние разметки; б) разметка после двух месяцев эксплуатации

Основными причинами износа горизонтальной дорожной разметки являются ее отслоение и истирание [2].

Отслоение может происходить:

- по причине плохого сцепления термопластика с асфальтовым покрытием из-за недостаточно строгого соблюдения технологических условий нанесения разметки – не обеспечивается необходимая степень чистоты поверхности нанесения разметки от пыли, грязи, влаги и др.;

- за счет возникновения трещин разметочного материала от осевых нагрузок транспортных средств из-за недостаточной ее пластичности. В трещины попадает влага, которая просачиваясь под разметку, ускоряет ее отслоение.

В случае нанесения термопластика при температуре воздуха ниже рекомендованной происходит ухудшение характеристик линий разметки, и такое ухудшение можно только частично компенсировать повышением температуры материала. Следует отметить, что при повышении температуры начинается термическое разложение термопластика, поэтому превышение рекомендованной температуры неизбежно приводит к ухудшению характеристик материала (уменьшение коэффициента яркости, увеличение желтизны, ухудшение физико-механических характеристик).

Если не удастся компенсировать пониженную температуру асфальтобетона и воздуха в достаточной мере, то происходит частичное или полное отслоение полосы термопластика. При этом наблюдаются трещины на поверхности разметки. При высокой дневной температуре термопластик вновь прилипает к асфальту. Но в любом случае срок службы такой разметки снижается.

Вторым, хорошо известным недостатком, влияющим на срок эксплуатации дорожной разметки, является ее истираемость.

Истираемость – это способность материала изменяться в объёме и массе под действием истирающих воздействий. Истираемость зависит от твердости материала: чем выше твердость, тем меньше истираемость [1].

Пример истираемости горизонтальной разметки из термопластика на дорогах г. Казани представлен на рис. 2.



Рис. 2. Пример истираемости горизонтальной разметки

В статье приведены результаты исследований направленных на повышение пластичности термопластика, как материала, имеющего больший срок эксплуатации и, соответственно, экономически более целесообразного материала для нанесения дорожной разметки.

Постановка задачи

Долговечность разметки (срок ее эксплуатации) зависит от свойств маркировочного материала и величины воспринимаемой эксплуатационной нагрузки.

В целях повышения срока эксплуатации горизонтальной дорожной разметки предлагается усовершенствовать состав термопластика (маркировочного материала) повышением ее характеристик пластичности.

Результаты исследований

Изучение и исследования проблемы истираемости горизонтальной дорожной разметки проводились согласно «Методическим рекомендациям по определению износа горизонтальной дорожной разметки по площади» (Приняты и введены в действие письмом Государственной службы дорожного хозяйства министерства транспорта Российской Федерации (Росавтодор) от 19.11.2003 № ОС-1017-р.) и «Рекомендации по

контролю качества горизонтальной дорожной разметки» (Приняты и введены в действие письмом Государственной службы дорожного хозяйства министерства транспорта Российской Федерации (Росавтодор) от 22.01.2004 г. № ОС-28/352-ис.)

Причинами истираемости являются несовершенный состав материала разметки и осевое давление на разметку преимущественно от большегрузных автомобилей. Допустимые осевые нагрузки транспортных средств, в зависимости от расположения осей транспортного средства (ТС) и расстояния между ними на дорожное покрытие представлены в табл.

Таблица

Осевые нагрузки транспортных средств на дорожное покрытие

Расположение осей ТС	Расстояние между осями, м	Допустимые осевые нагрузки колесных ТС в зависимости от и числа осей и количества колес на оси		
		для АД, рассчитанных на допустимую осевую нагрузку 6 тонн/ось	для АД, рассчитанных на допустимую осевую нагрузку 10 тонн/ось	для АД, рассчитанных на допустимую осевую нагрузку 11,5 тонн/ось
Одиночные	от 2,5 м и более	5,5 (6)	9(10)	10,5 (11,5)
Спаренные оси большегрузных ТС всех категорий при межосевом расстоянии	до 1	8(9)	10(11)	11,5 (12,5)
	от 1 до 1,3	9(10)	13(14)	14 (16)
	от 1,3 до 1,8	10(11)	15(16)	17(18)
Тройные оси большегрузных ТС всех категорий при межосевом расстоянии	от 1,8 до 2,5	11 (12)	17(18)	18 (20)
	до 1	11(12)	15 (16,5)	17(18)
	до 1,3	12(13)	18 (19,5)	20 (21)
	от 1,3 до 1,8	13,5 (15)	21 (22,5**)	23,5 (24)
Ближние оси большегрузных ТС всех категорий с количеством осей более трех при межосевом расстоянии (нагрузка на одну ось)	от 1,8 до 2,5	15 (16)	22 (23)	25 (26)
	до 1	3,5 (4)	5 (5,5)	5,5 (6)
	от 1 до 1,3	4 (4,5)	6 (6,5)	6,5 (7)
	от 1,3 до 1,8	4,5 (5)	6,5 (7)	7,5 (8)
Ближние оси большегрузных ТС всех категорий имеющих на каждой оси по восемь и более колес	от 1,8 до 2,5	5 (5,5)	7 (7,5)	8,5 (9)
	до 1	6	9,5	11
(нагрузка на одну ось)	от 1 до 1,3	6,5	10,5	12
	от 1,3 до 1,8	7,5	12	14
	от 1,8 до 2,5	8,5	13,5	16

В целях минимизации истираемости и, тем самым, продления срока службы дорожной разметки из термопластика предлагается добавление пластификаторов в типовой состав термопластика.

В качестве добавок к типовому составу термопластика были выбраны следующие материалы: пластификатор «Праймер» ЕС и полимер KRATON D-1101 используемых при изготовлении асфальтобетона.

Данные добавки были выбраны на основе хорошо изученности их свойств и широкой применяемости в разработке составов дорожных покрытий.

Пластификатора ЕС представляет собой полимерную систему, применяемую в целях повышения адгезии, устойчивости материала к разрывам, его твердости и стойкости к истиранию, улучшения пластичности, эластичности и удобства к нанесению, а также расширения температурного диапазона эксплуатации.

Полимер KRATON D-1101 применяется, как модифицирующая добавка к термопластичным полимерам и может быть использован при создании различных адгезивов, герметиков и покрытий широкого диапазона применения. Данный полимер также повышает твердость и стойкость к истиранию материала разметки и обеспечивает надежное его сцепление с асфальтобетоном, Полимер становится мягкой и более гибкой при низких температурах и более вязкой при высоких температурах.

Для определения оптимального состава материала разметки был подготовлен и проведен следующий эксперимент.

В лабораторных условиях были изготовлены семь партий (по десять в каждой партии) образцов термопластика с различными составами. Десять образцов первой партии были сделаны из типового состава термопластика. Для второй партии были изготовлены три группы по десять образцов с добавлением в состав термопластика пластификатора «Праимер» ЕС по 0,5 %, 1,0 % и 1,5 % соответственно в каждую группу. Третья партия была изготовлена добавлением полимера KRATON D-1101 аналогично второй партии три группы по десять образцов также по 0,5 %, 1,0 % и 1,5 % соответственно.

Образцы изготавливались следующим образом:

на электрическую плиту устанавливалась металлическая чаша с типовым составом термопластика, которого, тщательно перемешивая, нагревали до 180...200 °С. Затем расплавленный горячий термопластик для получения образцов нужных размеров заливался в заранее подготовленные цилиндрические формы. Чтобы изготовить образцы второй и третьей партий в термопластик при нагреве добавлялись пластификатор «Праимер» ЕС и полимер KRATON D-1101 строго в расчетном количестве.

Испытание образцов на сжатие

Для расчета максимальных осевых нагрузок был выбран автомобиль-самосвал VOLVO FM 400 6×4. Данный выбор обосновывался наиболее распространенной ее массой среди автомобилей-тяжеловозов и характерной осевой нагрузкой на дорожное покрытие. Площадь пятна контакта измерялась на реальном самосвале. Процесс измерений пятна контакта представлен на рис. 3.

Произведенные по результатам практических измерений расчеты пятен контакта колес для выбранного самосвала показали, что дорожная разметка испытывает удельную нагрузку равную $P_{oc} = 18,3 \text{ кг/см}^2$.



Рис. 3. Измерения пятен контакта колес автомобиля VOLVO FM 400 6×4

Под таким давлением изготовленные образцы испытывались на прессе ПСУ 10 на сжатие. После достижения требуемого значения давления в целях определения порога разрушения образца давление сжатия продолжали повышать до появления признаков критических разрушений.

Процесс испытания образцов показан на рис. 4.

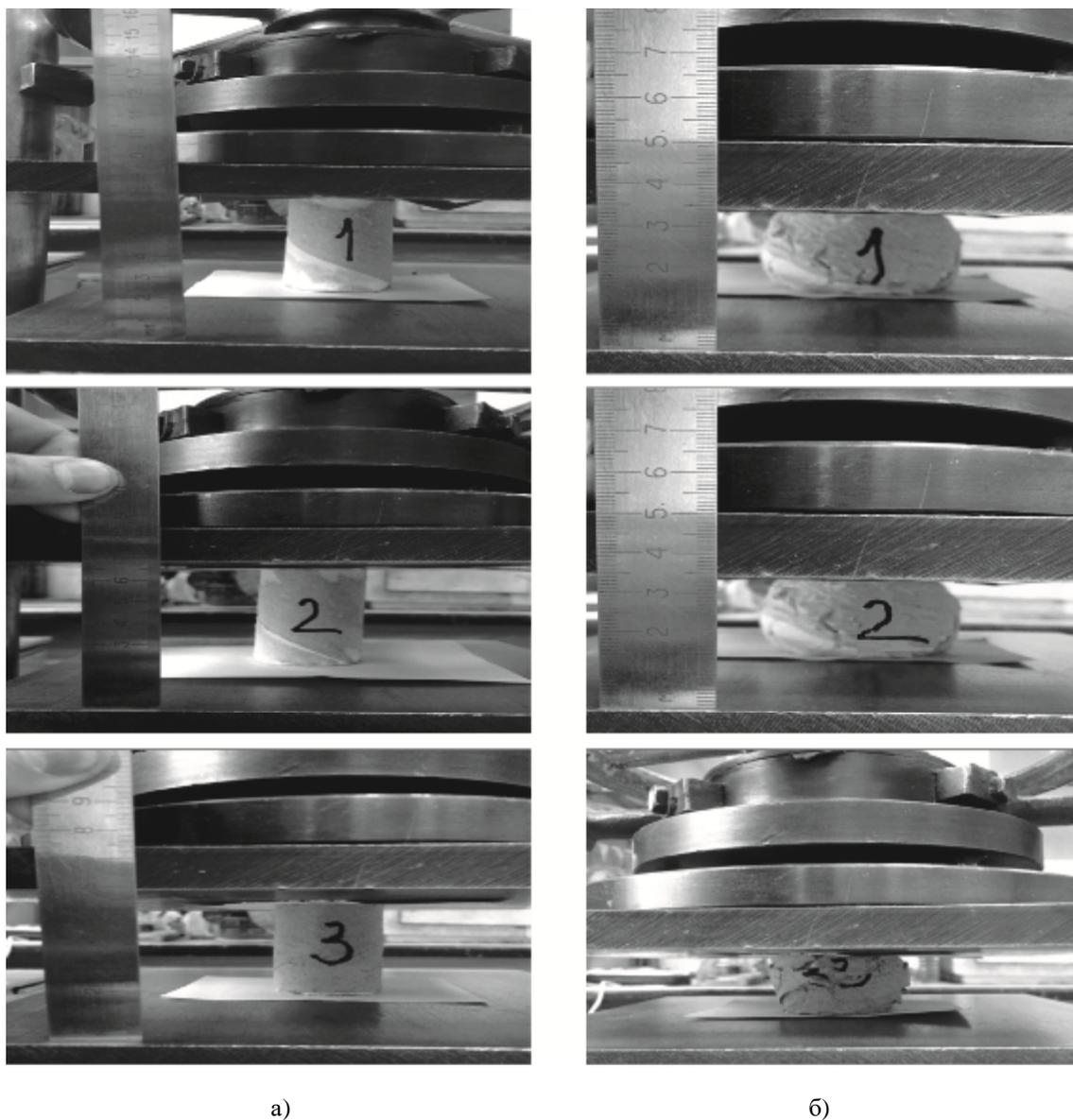


Рис. 4. Испытание образцов:
а) исходное состояние; б) вид крена при достижении требуемого давления

Образцы партии № 1 без добавления пластификатора. В процессе сжатия расчетным давлением в образцах данной партии наблюдается картина потери формы, далее появление трещин и полное разрушение.

Образцы партии № 2 с добавлением полимера KRATON D-1101. Наилучшие результаты показали образцы с добавлением пластификатора в количестве 1% от массы термопластика. Средняя нагрузка, которую выдержали данные образцы, по результатам экспериментов составила 380 кгс или 23,8 кг/см². Выдержанная нагрузка в 1,3 раза превосходит расчетную.

Образцы партии № 3 добавлением пластификатора «Праймер» ЕС. Результаты испытаний показали, что наилучшие показатели имеют образцы с дозировкой полимера в 1,5 %. Средняя нагрузка, которую выдержали образцы данной партии по результатам экспериментов составила 930 кгс или 58,1 кг/см². Выдержанная нагрузка в 3 раза превосходит расчетную.

При испытании образцов с добавлением пластификатора «Праймер» ЕС наблюдались начальные проявления потери формы, незначительные трещины и сжатие образца без критических разрушений. Следовательно, проведенные испытания позволяют сделать вывод о том, что добавление данного пластификатора положительно влияет на рабочие характеристики термопластика, а именно повышает его пластичность без потери прочности, минимизируя тем самым возникновение трещин на поверхности дорожной разметки.

Сравнительный анализ результатов испытаний образцов всех трех партий показал, что лучшие результаты показали образцы термопластика с добавлением пластификатора «Праймер» ЕС в 1 %.

Заключение

Таким образом, добавление небольшого количества пластификатора (1 %) в состав термопластика, на наш взгляд, позволяет достаточно успешно решить задачу повышения истираемости и износостойкости дорожной разметки, так как термопластик становится более пластичным и испытываемые разметкой нагрузки не приводят к образованию трещин с последующим ее отслаиванием от поверхности дорожного покрытия. Соответственно увеличивается срок эксплуатации дорожной разметки и исчезает необходимость ежегодного нанесения (освежения) разметки, тем самым достигается значительная экономия сил и средств.

Список библиографических ссылок

1. Васильев А. П. Эксплуатация автомобильных дорог. М. : Академия, 2010. 320 с.
2. Подольский В. П. Технология и организация строительства автомобильных дорог. Дорожные покрытия. М. : Академия, 2012. 304 с.
3. Лахтин Ю. М., Леонтьева В. П. Материаловедение. М. : Машиностроение, 2009. 528 с.
4. Шарапов Р. Р., Романович А. А., Харламов Е. В. Строительные и дорожные машины и оборудование: лабораторный практикум. Белгород : БГТУ. 2014. 125 с.
5. Габдуллин Т. Р. Нанесение дорожной разметки на влажное дорожное покрытие // Известия КГАСУ. 2016. № 1 (35). С. 240–246.
6. Габдуллин Т. Р., Земдиханов М. М. Разработка демаркировщика с гидродинамическим рабочим органом кавитационного типа // Известия КГАСУ. 2014. № 4 (30). С. 464–469.
7. Абрамов А. Т. Экономическое обоснование инженерных задач в дипломных проектах: методические рекомендации. Барнаул : АГАУ, 2002. 68 с.
8. Габдуллин Т. Р., Загретдинов Р. В. Повышение производительности систем управления дорожно-строительной техникой при использовании систем глобального спутникового позиционирования. // Известия КГАСУ. 2014. № 4 (26). С. 397–402.
9. David J. I. White, Pavana K. R. Vennapusa, Mark J. Thompson «Validation of Intelligent Technology», Department of Transportation Federal Highway Administration. 2012. P. 12.
10. Sakhapov R. L., Nikolaeva R. V., Gatiyatullin M. H., Makhmutov M. M. Modeling the dynamics of the chassis of construction machines. Journal of Physics: Conference Series. 2016. T. 738. № 1. С. 012119.
11. Hunter R. F. Asphalt in road construction. London, United Kingdom : ICE Publishing, 2014. 588 p.

Gabdullin Talgat Rivgatovich

candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: talgat2204@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Improving the composition of hot thermoplastic**Abstract**

Problem statement. The aim of the research is to improve the composition of hot thermoplastics in order to increase the life of the road marking and reduce the financial costs of road marking.

Results. The main results of the research consist in the development of a more advanced thermoplastic on the basis of the addition of a strictly dosed amount of plasticizers to its standard composition. As a result, the necessary level of plasticity of the thermoplastic is attained, which excludes the appearance of cracks and chips from loads when driving through the marking surface of vehicles.

Conclusions. The significance of the results obtained for the road construction industry is to obtain an improved composition of thermoplastic. The stages of obtaining it are described. It is established that the service life of horizontal road marking lines applied by the proposed composition will increase. Accordingly, the obtained composition of thermoplastic is economically more advantageous in comparison with typical compositions of materials for applying road marking.

Keywords: line, road marking, road surface, composition, plasticizer, plasticity, load, contact spot, quality, method, economy.

References

1. Vasilyev A. P. Operation of highways. M. : Academy, 2010. 320 p.
2. Podolsky V. P. Technology and organization of construction of highways. Road coverage. M. : Academy, 2012. 304 p.
3. Lakhtin Yu. M., Leontieva V. P. Material Science. M. : Mashinostroenie, 2009. 528 p.
4. Sharapov R. R., Romanovich R. A., Kharlamov E. V. Building and road machines and equipment: laboratory practical. Belgorod : Baltic State Technical University, 2014. 125 p.
5. Gabdullin T. R. Road marking on wet coating // Izvestiya KGASU, 2016, № 1 (35). P. 240-246.
6. Gabdullin T. R., Zemdihanov M. M. Development of the machine to remove the markup with hydrodynamic cavitation working body type // Izvestiya KGASU. 2014. № 4 (30). P. 464-469.
7. Abramov A. T. Economic justification of engineering problems in the graduation projects: methodological recommendations. Barnaul : ASAU, 2002. 68 p.
8. Gabdullin T.R. Productivity improvement of machine control systems using new global satellite positioning systems // Izvestiya KGASU. 2013. № 4 (26). P. 397-402.
9. David J. I. White, Pavana K. R. Vennapusa, Mark J. Thompson «Validation of Intelligent Technology», Department of Transportation Federal Highway Administration. 2012. P. 12.
10. Sakhapov R. L., Nikolaeva R. V., Gatiyatullin M. H., Makhmutov M. M. Modeling the dynamics of the chassis of construction machines. Journal of Physics: Conference Series. 2016. T. 738. № 1. C. 012119.
11. Hunter R. F. Asphalt in road construction. London, United Kingdom : ICE Publishing, 2014. 588 p.