



УДК 625.08

Габдуллин Т.Р. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: talgat2204@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Нанесение дорожной разметки на мокрое покрытие

Аннотация

В статье автор приводит вариант совершенствования технологии нанесения дорожной разметки на мокрое дорожное покрытие. Для успешной реализации данной технологии предлагается также проект оборудования, выполняющего предварительные работы при нанесении дорожной разметки. Проведен анализ технологий и существующих аналогов известных иностранных производителей широко применяемых в дорожной отрасли РФ. Выявлены их преимущества и недостатки. На основе проведенного анализа предлагается более совершенная технология нанесения дорожной разметки на основе внедрения предлагаемого оборудования. Рассчитана сравнительная экономическая эффективность применения предлагаемых технологии и разработки. Сделаны рекомендации по их внедрению для нанесения дорожной разметки.

Ключевые слова: технология, этап, дорожная разметка, устройство, сушка, погода, дорожное полотно, эффективность.

Введение

В последние годы в связи со значительным увеличением парка автотранспорта страны особо возросла роль обеспечения безопасности дорожного движения. Одна из важнейших ролей здесь принадлежит качеству и функциональности дорожной разметки. Дорожная разметка – это маркировка на покрытии автомобильных дорог и служит для передачи определённой информации участникам дорожного движения [5]. Линии и символы дорожной разметки позволяют точно определять границы полос движения, места остановки транспортных средств, участки, где ограничена и запрещена стоянка автомобилей, расположение пешеходных переходов.

Постановка задачи

Чтобы не усложнять ситуацию на дорогах работы по нанесению дорожной разметки выполняются, как правило, в вечернее и ночное время. Однако усложнить саму работу по нанесению разметки может погода. Как известно [5], разметка наносится только на сухое и чистое покрытие. Следовательно, во время дождя и после его окончания до полной просушки дорожного полотна нанесение разметки становится технологически невозможным. Вызванные этим потери времени приводят к немалым убыткам организациям (фирмам) выполняющим данную работу. Таким образом, возникает необходимость в разработке технологии и оборудования, позволяющих нанесение дорожной разметки во время (если дождь не сильный) или же непосредственно после дождя.

Обзор существующих технологий и оборудования для осушки асфальта

На сегодняшний день для осушки поверхности асфальтобетонного дорожного покрытия перед маркировкой в основном используются 2 метода. Это применение газовой горелки с интенсивным потоком воздуха и технология инфракрасного излучения.

Немецкая компания «CEDIMA» производит высокопроизводительное устройство для сушки дорожных покрытий GST. Устройство предназначено для решения любых задач, связанных с просушиванием в процессе маркирования в любую погоду.

Другая немецкая компания «HOFMANN» выпускает сушилку дорожного покрытия H95-2 (рис. 1). Ширина зоны сушки 30...50 см.

Российская компания «СТиМ УП» производит оборудование «Суховой» (рис. 2), предназначенное для производства потока горячего воздуха, используемого при выполнении дорожно-строительных и разметочных работ. При выполнении дорожно-

строительных работ машина используется для сушки и разогрева, а при выполнении разметочных работ «Суховой» используется для расплавления на дорожных покрытиях готовых форменных изделий из горячего пластика.



Рис. 1. Общий вид сушилки дорожного покрытия Н95-2

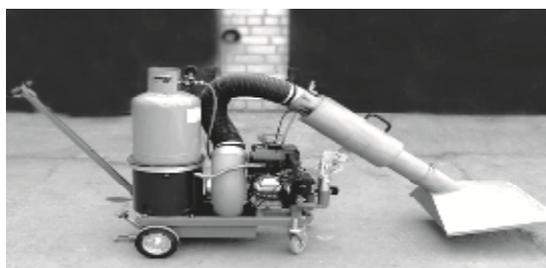


Рис. 2. Общий вид машины «Суховай»

При втором методе сушка асфальта производится инфракрасным излучением. В газовых инфракрасных излучателях для нагрева асфальта вырабатывается производимая инфракрасная энергия, которая проникает в покрытие до 10 см. Инфракрасные лучи имеют способность «производить тепло глубоко внутри материала». По этой причине при ремонте и регенерации асфальта, нагрева для термопластика происходит глубокий нагрев без вскипания, отслаивания и разделения битума от заполнителя. Следовательно, процесс выполнения инфракрасного нагрева не изменяет собственных характеристик асфальтобетона. Дополнительным преимуществам технологии инфракрасной сушки можно выделить следующие:

- оптимальная приспособленность к геометрическим параметрам объекта сушки;
- отсутствие энергетических (тепловых) потерь;
- сокращенная длительность процесса;
- незначительный расход энергии (теплота создается только там, где она необходима);
- низкие инвестиционные издержки;
- высокая экологичность и надежность в работе.

К подобным оборудованию относится переносная установка инфракрасного нагрева асфальта SV-78, SR-20 Border, Ray-Tech Tech 108 и др. Работает от бытового газового пропанового баллона объемами соответственно 12, 27 и 50 литров. Розжиг в ручном режиме от горелки или зажигалки. Уникальная система кратерных отверстий «Turbojet» на керамике предотвращает появление открытого горения.

Существуют более мощные оборудования в виде автономных комплексов для инфракрасного ремонта асфальта на базе грузовых автомобилей типа Mini TMV, Ray-Tech.

Не трудно заметить, что все перечисленное оборудование и машины, в подавляющем большинстве являются продуктами иностранного производства. Покупаются за валюту и, следовательно, имеют в настоящее время весьма высокую стоимость.

Технологическая часть

Рассмотрим работу проектируемого оборудования поэтапно.

Первый этап.

Через сопло из компрессорной установки на дорожное покрытие подается поток воздуха (рис. 3), который выдувает частицы воды, пыли и грязи.

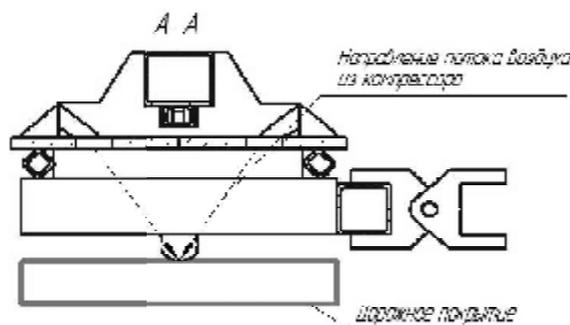


Рис. 3. Направление потока воздуха из компрессора перед сушкой инфракрасными излучением

Второй этап.

От инфракрасных излучателей на дорожное покрытие действует горячий поток воздуха, который высушивает асфальт (асфальтобетон) (рис. 4).

Инфракрасный нагреватель содержит смонтированную в корпусе излучающую перфорированную панель из огнеупорной керамики со сквозными каналами, с наружной стороны закрытую сеткой из жароупорного материала, форсунку, соединенную с газовым баллоном, и воздухозаборник. При этом огнеупорная излучающая панель образует с внутренней полостью корпуса рабочую камеру, в которой расположен распределитель газовой смеси.

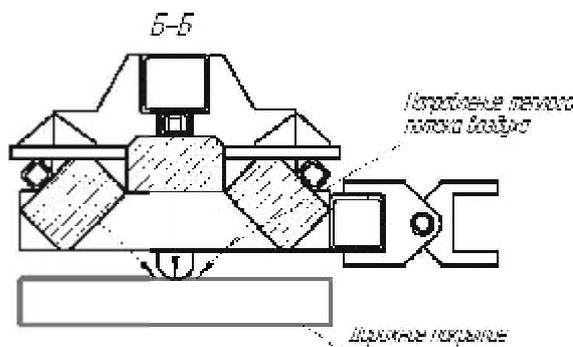


Рис. 4. Направление теплого потока воздуха

Третий этап.

На третьем этапе, как и на первом, на поверхность асфальта (асфальтобетона) действует поток воздуха из компрессорной установки (рис. 5).

Поток воздуха выдувает оставшиеся частицы влаги, пыли и грязи.

В отличие от существующих аналогов иностранного производства проектируемое оборудование имеет следующие преимущества, улучшающие и упрощающие процесс сушки дорожного покрытия. В устройстве для сушки применяется комбинация инфракрасных излучателей и поток горячего воздуха. Благодаря двойному методу сушка получается значительно быстрее и более качественно. Все мельчайшие частицы влаги высыхают и выдуваются из зоны работ. Устройство параллельно сушке дорожного покрытия очищает поверхность дороги от пыли и других загрязняющих частиц.

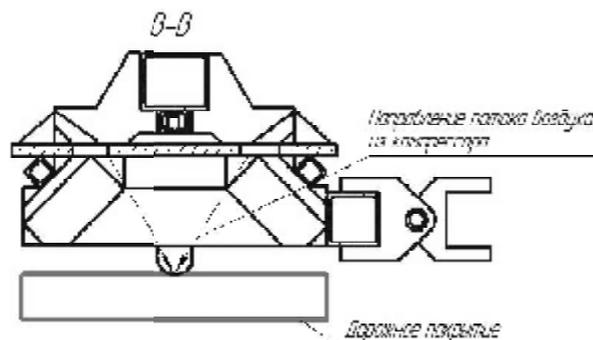


Рис. 5. Направление потока воздуха после сушки (осушки) инфракрасным излучением

Предлагаемое оборудование является быстросъемным и универсальным по креплению. Оно прицепляется к транспортным средствам с помощью проушин (рис. 6).

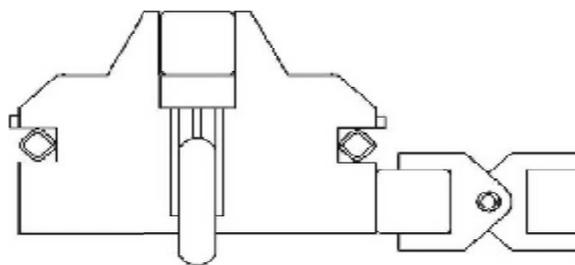


Рис. 6. Способ присоединения оборудования к машине

Может устанавливаться непосредственно перед рабочим органом машины для маркировки дорожных покрытий. Поэтому процесс сушки асфальта и нанесение основной дорожной разметки идет непрерывно, практически параллельно. В связи с этим существенно увеличивается объем выполненных работ за смену. Несомненным дополнительным достоинством данной технологии и оборудования является мощность осушения поверхности, позволяющая нанесение дорожной разметки даже во время умеренного дождя.

Конструкторская часть

Для решения задачи импортозамещения в исследуемой предметной области предлагается оборудование для сушки асфальта перед нанесением дорожной разметки. Основным рабочим органом данного оборудования являются инфракрасные излучатели, работающие от обычного пропанового газового баллона. Кроме этого на дорожное покрытие через сопла подается воздушный поток из компрессора.

Устройство состоит из следующих основных частей (рис. 7).

Расчетная часть

Основная расчетная часть включает расчеты проушины на срез, центральной балки и малой трубы на изгиб.

Исходя из натурной конструкции площадь сечения проушины в месте среза составила $S = 1,5 \text{ см}^2$.

Рассчитываем проушину по формуле [1]:

$$S \geq F_{\text{ср}} / \delta_{\text{ср}}, \quad (1)$$

где S – площадь сечения проушины на срезе, см^2 ; $F_{\text{ср}}$ – сила среза действующая на проушину, $\text{Н} \cdot \text{Ф}_{\text{ср}} = 4 \text{ кН}$; $\delta_{\text{ср}}$ – допустимое напряжение на срез, $\text{Н}/\text{см}^2$. Принимаем $\delta_{\text{ср}} = 12 \text{ кН}/\text{см}^2$.

Проведенные расчеты показали, что действующая площадь сечения проушины натурального образца в 5 раз превышает минимально допустимую площадь сечения.

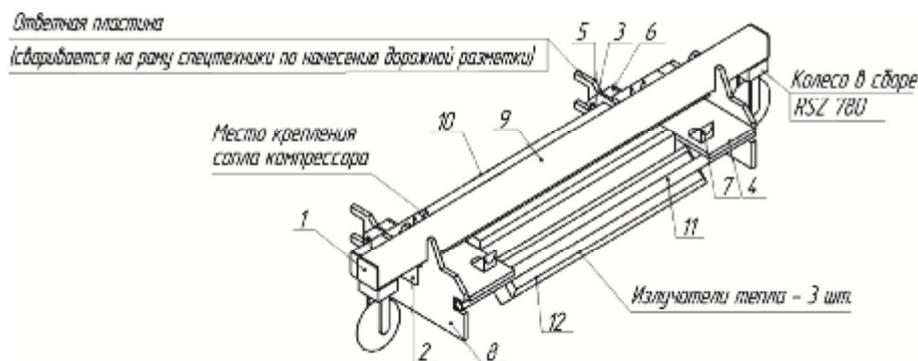


Рис. 7. Общее устройство оборудования для сушки (осушки) асфальта перед нанесением дорожной разметки: 1 – заглушка; 2 – косынка; 3 – ось; 4 – пластина; 5 – проушина; 6 – проушина; 7 – направляющие; 8 – пластина; 9 – основная труба; 10 – малая труба; 11 – малая труба; 12 – инфракрасный излучатель; 13 – колесо в сборе

Расчёт центральной балки на изгиб. Требуемый момент сопротивления изгиба рассчитывается по формуле [2]:

$$W = Mx/\delta, \quad (2)$$

где W – момент сопротивления изгиба, см^3 ; Mx – максимальный изгибающий момент на центральной балке, Нм ; δ – допустимое напряжение на изгиб, Н/см^2 . Принимаем $\delta = 16 \text{ кН/см}^2$.

Найдём максимальный изгибающий момент на центральной балке по формуле [3]:

$$M_{\max} = F \cdot L, \quad (3)$$

где F – сила, действующая на балку, Н . С одного закрепления $F = 2 \text{ кН}$; L – расстояние от колеса до точки закрепления, мм . По конструкции $L = 0,21 \text{ м}$:

Расчеты показали, что балка с заданным сечением удовлетворяет условиям прочности.

Расчёт малой трубы на изгиб. Требуемый момент сопротивления изгиба определяется по формуле [3]:

$$W = M_{\max}/\delta, \quad (4)$$

где W – момент сопротивления изгиба, см^3 ; M_{\max} – максимальный изгибающий момент на малой трубе, Нм ; δ – допустимое напряжение на изгиб, Н/см^2 . Принимаем $\delta = 16 \text{ кН/см}^2$.

Максимальный изгибающий момент на малой трубе по формуле [3]:

$$M_{\max} = F \cdot L, \quad (5)$$

где F – сила действующая на балку, Н . С одного закрепления $F = 2 \text{ кН}$; L – расстояние от колеса до точки закрепления, мм . По конструкции $L = 0,76 \text{ м}$.

Соответственно малая труба выбранным сечением также удовлетворяет условиям прочности.

Экологическая безопасность

В предлагаемом оборудовании в газовых инфракрасных излучателях для нагрева асфальта вырабатывается инфракрасная энергия. Нагрев дорожной поверхности происходит без вскипания, отслаивания и разделения битума от заполнителя. Следовательно, применение в ходе дорожных работ данного оборудования на основе инфракрасных излучателей не наносит вреда окружающей среде.

Экономическое обоснование

При экономическом обосновании данного проекта были учтены затраты на создание проектируемого оборудования и убытки организаций (фирм) из-за дождливых дней.

Расчёт металлоконструкции. Суммарные затраты необходимые на создание металлоконструкции по действующим ценам на июнь 2015 года составили около 9000 рублей.

Расчёт убытков за сезон. За рабочий сезон, который длится обычно 6 месяцев, бывает в среднем до 25 дождливых дней [9].

Убытки организации за один рабочий день были рассчитаны по формуле [6]:

$$Z_y = K + T_c + T_6 + T_r + Z_p + C, \quad (6)$$

где Z_y – убытки за один рабочий день, руб; K – стоимость аренды транспортного средства, руб; T_c – топливо (солярка), руб; T_b – топливо (бензин), руб; T_r – топливо (газ), руб; Z_p – зарплата рабочим, руб; C – аренда специального оборудования.

По данным, представленным для расчетов фирмой ООО «Фирма АВТОГАЗ» убытки организации за один рабочий составили около 50000 руб.

Умножив затраты за один рабочий день на количество дождливых дней в сезоне определяем убытки за сезон в целом Z_c [6]:

$$Z_c = Z_y \cdot 25. \quad (7)$$

Получилось, что за сезон фирма ООО «Фирма АВТОГАЗ» по причине дождливой погоды теряет более 1250000 рублей.

Принимая длительность сезона равным шести месяцам финансовые потери организации за один месяц определяются согласно формуле [6]:

$$Z_m = Z_c / 6, \quad (8)$$

где Z_m – убытки за один месяц, руб.

Таким образом, ежемесячные потери организации из-за простоя в дождливую погоду составили более 200000 рублей.

Расчет затрат на проектируемое оборудование. Расчет примерных затрат на проектируемое оборудование рассчитывается по формуле [6]:

$$Z_o = M + P + И + Н, \quad (9)$$

где Z_o – затраты на проектируемое оборудование, руб; M – затраты на металлоконструкцию, руб; P – затраты на компрессорные установки, руб; $И$ – затраты на инфракрасную установку, руб; $Н$ – затраты на колесо, руб.

При расчете все комплектующие были взяты только отечественных производителей.

При ценах на июнь 2015 года затраты на создание проектируемого оборудования составили примерно 460000 рублей.

Расчет окупаемости проектируемого оборудования. Расчет окупаемости проектируемого оборудования рассчитывается по формуле [6]:

$$\Phi = Z_o / Z_m, \quad (10)$$

где Φ – окупаемость оборудования в месяцах.

Расчеты показали, что внедрение проектируемого оборудования гарантированно окупается в течение двух месяцев.

Определение годового экономического эффекта. Определение годового экономического эффекта основывается на сопоставлении убытков фирмы от простоя и затрат на создание и внедрение предлагаемого оборудования.

Годовой экономический эффект (\mathcal{E} , руб) рассчитывается по формуле [6, 7]:

$$\mathcal{E} = Z_c - Z_o. \quad (11)$$

Заключение

Таким образом, годовая экономия при внедрении технологии двойного осушения поверхности дорожного покрытия на основе применения предлагаемого оборудования при нанесении дорожной разметки уже за первый год может составить более 800000 рублей.

Проведенные экономические расчеты подтвердили рентабельность и быструю окупаемость самого оборудования. Следовательно, внедрение предложенной технологии и вспомогательного оборудования для сушки дорожного покрытия перед нанесением дорожной разметки является экономически более выгодным по сравнению с действующими аналогами иностранного производства.

Список библиографических ссылок

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х т. Под ред. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2001. – 920 с.
2. Мягков В.Д. Допуски и посадки: Справочник. В 2-х томах. – Л.: Машиностроение, 1983. – 385 с.
3. Александров А.В., Потапов В.Д., Державин Б.П. Сопротивление материалов 7-е изд. – М.: Высшая школа, 2009. – 560 с.

4. Кукин П.П., Лапин В.Л., Пономарев Н.П., Сердюк Н.И. Безопасность технологических процессов и производств. – М.: Высшая школа, 2002. – 333 с.
5. Подольский В.П. «Технология и организация строительства автомобильных дорог». Дорожные покрытия. – М.: Изд-во «Академия», 2012. – 304 с.
6. Горфинкель В.Я., Швандар В.А. Экономика предприятия: учебник. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2009. – 670 с.
7. Абрамов А.Т. Экономическое обоснование инженерных задач в дипломных проектах: методические рекомендации. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2002. – 68 с.
8. Габдуллин Т.Р., Зимдеханов М.М. Разработка демаркировщика с гидродинамическим рабочим органом кавитационного типа // Известия КГАСУ, 2014, № 4 (30). – С. 464-469.

Gabdullin T.R. – 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

Road marking on wet coating

The article is devoted to the actual topic – improve the quality and reduce the cost of works on application of road markings. The author offers a more advanced technology that allows to apply road markings on the wet road surface by use of auxiliary equipment. The developed project is also attractive relative cheapness of production, operation and maintenance. The quality of work performed is increased, and the harmful effects on the environment are completely absent. Road marking is a simple task at first look. Requires performance of work in the shortest possible time and without interfering with the natural flow of traffic. This financial cost. Ways to optimize them, especially the way to reduce cash costs and minimize their losses caused great interest at the management of the construction industry of the country. The article describes one of the most promising directions in solving the problem of reducing losses in the course of works on application of road markings. The use of the proposed technology and auxiliary devices entails reducing the time road marking and generally leads to substantial economic benefits.

Keywords: technology, stage, road marking device, drying, weather, road surface, efficiency.

Reference list

1. Anuriev V.I. Reference Design-mechanic. In 3 Vols. Ed. I.N. Zhestkova. – M.: Mechanical Engineering, 2001. – 920 p.
2. Miagkov V.D. Tolerances and landing: Handbook. The 2 vols. – L.: Engineering, 1983. – 385 p.
3. Alexandrov A.V. Potapov V.D., Derzhavin B.P. Strength of Materials 7-th ed. – M.: Higher School, 2009. – 560 p.
4. Kukin P.P., Lapin V.L., Ponomarev N.P., Serdyuk M.I. Safety of technological processes and production. – M.: Higher School, 2002. – 333 p.
5. Kosilova A.G. Directory technologist-mechanic. Volume 2. – M.: Mechanical Engineering, 1985. – 496 p.
6. Gorfinkel V.J., Shvandara V.A. Business Economics: Textbook. – M.: UNITY-DANA, 2009. – 670 p.
7. Abramov A.T. Economic justification of engineering problems in the graduation projects: methodological recommendations. – Barnaul: Publishing house ASAU, 2002. – 68 p.
8. Gabdullin T.R., Zimdehanov M.M. Development of the machine to remove the markup with hydrodynamic cavitation working body type // Izvestiya KGASU, 2014, № 4 (30). – P. 464-469.