

СТРОИТЕЛЬНОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

УДК 693.78

Б.И. Гиясов, Р.В. Куприянов*, К.А. Андрианов*, А.Ф. Зубков*
ФГБОУ ВПО «МГСУ», *ФГБОУ ВПО «ТГТУ»

РАСЧЕТ ТЕМПЕРАТУРЫ АСФАЛЬТОБЕТОНА
ПРИ УСТРОЙСТВЕ СТЫКОВ МНОГОПОЛОСНЫХ
ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ НЕЖЕСТКОГО ТИПА

Дан анализ применения технологии устройства многополосных дорожных покрытий одним асфальтоукладчиком с возможностью нагрева края полосы покрытия за счет температуры смежной полосы. Представлены результаты исследований влияния условий производства работ на температуру нагрева края ранее уложенной полосы, а также время, требуемое для достижения максимальной температуры нагрева в зависимости от относительной толщины слоев покрытия.

Ключевые слова: асфальтобетонная смесь, температура, полоса, слой, дорожное покрытие, относительная толщина.

Качество строительства дорожных покрытий нежесткого типа в значительной степени зависит от обеспечения температурных режимов при укладке и уплотнении горячих асфальтобетонных смесей [1—10]. В зависимости от принятой технологии устройства многополосных дорожных покрытий укладка горячей смеси может производиться одним асфальтоукладчиком, при последовательной укладке полос на захватке, или несколькими асфальтоукладчиками, смещенными относительно друг друга на определенное расстояние. Для обеспечения требуемых характеристик асфальтобетона по ширине покрытия необходимо обеспечить температурные режимы горячей асфальтобетонной смеси в зоне сопряжения полос. Нарушение этого условия не позволяет достичь требуемых параметров уплотнения (коэффициент уплотнения, водонепроницаемость, плотность), что в процессе эксплуатации дороги способствует образованию дефектов в виде трещин, выкрашивания, образования выбоин. Установлено, что распределение температуры по ширине полосы покрытия неравномерно. В крайних точках полосы покрытия охлаждение горячей смеси происходит более интенсивно, чем в центре (рис. 1).

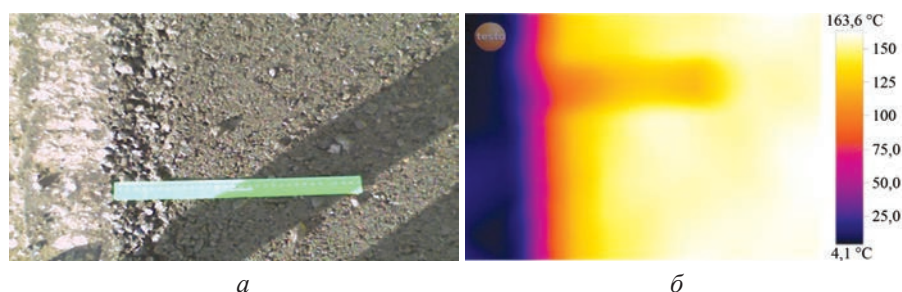


Рис. 1. Внешний вид стыка полос дорожного покрытия (а) и тепловизионная съемка распределения температуры горячей смеси по ширине на стыке полос покрытия (б)

При укладке горячей асфальтобетонной смеси на основание происходит понижение ее температуры во времени за счет отдачи тепла в окружающую среду и нижележащий слой на счет коэффициента теплопередачи материала. Наиболее интенсивно охлаждение горячей смеси происходит сразу после укладки в течение нескольких минут, что способствует, в зависимости от принятой технологии строительства покрытия и конкретных условий производства работ, нарушению температурных режимов смеси на стыке смежных полос при уплотнении.

При устройстве многополосного дорожного покрытия одним укладчиком температура смеси на стыке полос зависит от конкретных условий производства работ (погодные условия, конструкция дорожной одежды, условия работы и т.д.). Поэтому для обеспечения температурных режимов горячей смеси предусматривается дополнительный нагрев края уложенной ранее полосы разогревателями асфальтобетона (типа КР-53А или КР-10), а также допускается нагрев за счет температуры слоя горячей смеси смежной полосы покрытия [11—17]. С этой целью при укладке сопряженной полосы покрытия горячую смесь новой полосы накладывают на уложенный ранее слой первой полосы. За счет теплопередачи от верхнего слоя горячей смеси происходит нагрев ранее уложенного слоя смеси. Согласно существующим рекомендациям, при такой технологии, остывшую кромку ранее уложенной полосы обрубают в вертикальной плоскости по высоте слоя, обмазывают жидким битумом и сверху укладывают горячую смесь шириной 10...20 см. После разогрева кромки полосы смесь сдвигают на укладываемую полосу [13, 15]. Следует заметить, что применение такой технологии научно не обосновано, так как не выяснено влияние различных факторов на процесс нагрева ранее уложенного слоя покрытия, отсутствуют рекомендации по применению технологии. Процесс нагрева края ранее уложенной полосы асфальтобетонной смеси можно представить моделью, изображенной на рис. 2.

Значение коэффициента теплоотдачи α может быть определено из выражения [18, 19]:

$$\alpha = 4,23v + 3,25 \exp(-1,28v) \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{С}, \quad (1)$$

где v — скорость ветра, м/с, с увеличением скорости ветра на величину 1 м/с величина α увеличивается на 2,236 Вт/м²·град [19].

Коэффициент теплопередачи асфальтобетонной смеси λ зависит от температуры горячей смеси и объемной массы. При расчете температурных режимов использовалась зависимость, полученная на основании экспериментальных данных, представленная в [19]:

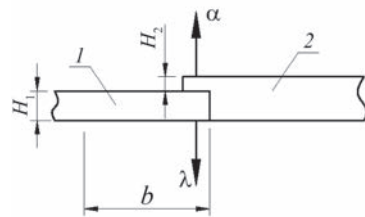


Рис. 2. Модель передачи тепла от слоя горячей смеси ранее уложенной асфальтобетонной смеси в полосу покрытия: 1 — асфальтобетонная смесь, уложенная в первую полосу дорожного покрытия; 2 — асфальтобетонная смесь сопряженной полосы дорожного покрытия; H_1 , H_2 — толщина слоя асфальтобетонной смеси, м; λ — коэффициент теплопередачи асфальтобетонной смеси; α — коэффициент теплоотдачи, численное значение которого зависит от скорости перемещения воздушных масс; b — ширина полосы

$$\lambda = K_{\lambda} (0,649\rho - 0,229) / ^{\circ}\text{C} \quad (2)$$

где K_{λ} — безразмерный коэффициент, зависящий от температуры горячей смеси; ρ — плотность смеси, т/м³.

Численное значение K_{λ} можно определить из выражения

$$K_{\lambda} = 0,895e^{(0,0898t/100)} \text{Вт/м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}, \quad (3)$$

где t — температура горячей смеси.

При разработке математической модели приняты следующие допущения:

температурные режимы укладки и уплотнения горячей смеси при производстве работ зависят от типа смеси, марки битума и ограничены во времени температурным интервалом 180...50 °C;

ширина перекрываемого слоя сопряженных полос зависит от толщины слоя покрытия и находится в пределах 0,3...0,5 м;

в начальный момент времени температура горячей смеси по толщине слоя имеет одинаковую величину;

укладываемый материал в выбоину однородный;

потери тепла происходят через верхнюю поверхность слоя за счет теплового излучения и конвективного обмена в атмосферу, а также через боковую поверхность полосы за счет теплопроводности материала;

направление тепловых потоков принимается перпендикулярно к поверхности выбоины;

потери тепла в основание выбоины происходят через нижнюю поверхность слоя за счет теплопроводности материала;

сцепление слоев обеспечивает достаточный термоконтакт;

температура окружающей среды и скорости воздушных масс с момента укладки слоя смеси и до окончания процесса уплотнения остаются постоянными.

При моделировании тепловых процессов приняты граничные условия на основе следующих допущений:

соблюдается условие конвективного теплообмена на границе верхнего слоя с окружающей средой:

$$\lambda_1 \partial t / \partial y|_{y=0} = \alpha [t(0; \tau) - t] \quad (4)$$

условие равенства тепловых потоков на границах контакта сопряженных полос покрытия имеют вид

$$\lambda_i \partial t_i / \partial y_i|_{y_i=h_i} = \lambda_{i+1} \partial t_{i+1} / \partial y_{i+1}|_{y_i=y_{i+1}=0}; \quad \tau > 0; \quad i = 1, 2, 3, 4, 5; \quad (5)$$

$$\lambda_i \partial t_i / \partial y_i|_{x_i=b_i} = \lambda_{i+1} \partial t_{i+1} / \partial x_{i+1}|_{x_i=x_{i+1}=0}; \quad \tau > 0; \quad i = 1, 2, 3, 4, 5, \quad (6)$$

где α — суммарный коэффициент теплоотдачи, Вт/м²·град.; $t(0; \tau)$ — температура смеси в момент укладки, °C; τ — время, с; t_b — температура воздуха, °C; h_i — толщины слоев дорожной конструкции, м; b — ширина полосы покрытия, м.

Температура асфальтобетонной смеси, уложенной в первую полосу дорожного покрытия, нагревается за счет теплопередачи от горячей смеси второй полосы. Интенсивность нагрева, а также температура нижнего слоя смеси зависит от температуры и толщины верхнего накладываемого слоя горячей смеси, температуры окружающего воздуха, температуры смеси первой полосы, толщины уложенного ранее слоя полосы, скорости ветра и теплофизических свойств смеси и общем виде могут быть представлены выражением

$$t_{\text{нагр}} = f(t_{\text{смеси}}; t_{\text{возд}}; h_{\text{слоя}}; h_{\text{од}}; t_{\text{осн}}; v_{\text{в}}; \tau_{\text{нагр}}), \quad (7)$$

где $t_{\text{смеси}}$ — температура горячей смеси при укладке на дорожное покрытие; $t_{\text{возд}}$ — температура воздуха; $h_{\text{слоя}}$ — толщина слоя горячей смеси при распределении по краю первой полосы; $h_{\text{од}}$ — толщина слоя первой полосы покрытия; $t_{\text{осн}}$ — температура края первой полосы покрытия; $v_{\text{в}}$ — скорость ветра, м/с; $\tau_{\text{нагр}}$ — время нагрева края полосы до максимальной температуры смеси, мин.

Моделирование тепловых процессов осуществлялось с помощью программы для расчета температурных режимов асфальтобетонных покрытий, разработанной на кафедре городского строительства и автомобильных дорог ТГТУ [20, 21]. Температура нагрева края полосы покрытия при распределении горячей смеси поверху слоя зависит от количества тепла, передаваемого от температуры массы распределенной горячей смеси. В табл. 1 приведены результаты моделирования тепловых процессов при наложении горячей смеси на нижележащий слой покрытия.

Табл. 1. Влияние температуры накладываемого слоя горячей смеси на температуру нагрева нижнего слоя покрытия (при относительной толщине слоев 0,4 и температуре воздуха +20 °С)

| Температура смеси, °С | Температура смеси по оси сопряженной полосы, °С | Температура поверхности нагреваемой полосы, °С | Время достижения максимальной температуры слоя, мин | Температура нагрева нижней части полосы, °С |
|-----------------------|---|--|---|---|
| 180 | 129 | 79 | 16...23 | 21...25 |
| 160 | 121 | 71 | 14...27 | 21...26 |
| 150 | 109 | 68 | 16...22 | 21...23 |
| 140 | 104 | 64 | 15...25 | 21...24 |
| 120 | 85 | 57 | 18...20 | 20...21 |
| 100 | 79 | 49 | 13...27 | 19...22 |

В табл. 2 представлено влияние относительной толщины накладываемого слоя горячей асфальтобетонной смеси на край полосы покрытия. В табл. 2 за единицу условно принята толщина слоя, равная 5 см. По результатам моделирования получены также значения температуры при относительной толщине слоев 0,4, 1,5 и 2,0, (рис. 3).

Табл. 2. Влияние толщины накладываемого слоя горячей смеси на температуру нагрева нижнего слоя покрытия (температура воздуха +20 °С)

| Температура смеси, °С | Относительная толщина h_2/h_1 слоев | | | |
|-----------------------|---------------------------------------|-----|-------|-------|
| | 0,4 | 1,0 | 1,5 | 2,0 |
| 100 | 1,256 | 1,0 | 0,907 | 0,942 |
| 120 | 1,295 | 1,0 | 0,966 | 0,950 |
| 140 | 1,333 | 1,0 | 0,955 | 0,910 |
| 160 | 1,339 | 1,0 | 0,959 | 0,922 |
| 180 | 1,362 | 1,0 | 0,963 | 0,929 |
| $\Sigma n/n$ | 1,317 | 1,0 | 0,950 | 0,93 |

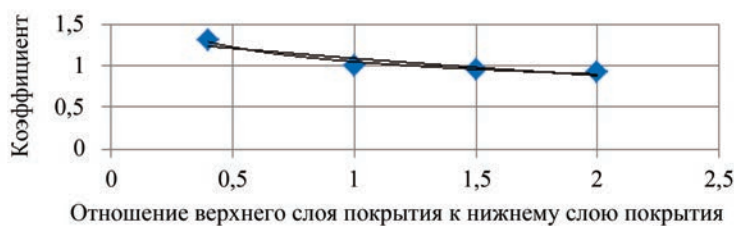


Рис. 3. Зависимость значения коэффициента влияния относительной толщины слоя K_h на нагрев нижнего слоя полосы покрытия в зависимости от толщины слоя полосы покрытия

Численное значение коэффициента K_h можно определить из выражения

$$K_h = 1,049(h_2/h_1)^{0,22}. \quad (8)$$

Коэффициент корреляции равен 0,95.

Известно, что темп охлаждения горячей асфальтобетонной смеси зависит от температуры окружающего воздуха. В табл. 3, 4 приведены значения температуры нагрева нижнего слоя дорожного покрытия при постоянной относительной толщине слоя и температуре воздуха 5 и 30 °C соответственно.

Табл. 3. Влияние температуры смеси на температурные режимы края полосы (температура воздуха 5 °C)

| Температура смеси при укладке, °C | Температура смеси по оси сопряженной полосы, °C | Температура нагрева поверхности первой полосы, °C | Время достижения максимальной температуры нагреваемого слоя, мин | Температура нагрева нижней части полосы, °C |
|-----------------------------------|---|---|--|---|
| 180 | 113 | 78 | 53 | 23 |
| 160 | 100 | 69 | 54 | 21 |
| 140 | 88 | 62 | 54 | 19,6 |
| 120 | 75 | 53 | 55 | 18 |
| 100 | 65 | 45 | 49 | 15 |

Табл. 4. Влияние температуры смеси на температурные режимы края полосы (температура воздуха 30 °C)

| Температура смеси при укладке, °C | Температура смеси по оси сопряженной полосы, °C | Температура нагрева поверхности первой полосы, °C | Время достижения максимальной температуры нагреваемого слоя, мин | Температура нагрева нижней части полосы, °C |
|-----------------------------------|---|---|--|---|
| 180 | 131 | 90 | 39 | 30 |
| 160 | 117 | 82 | 40 | 29 |
| 140 | 104 | 74 | 38 | 27 |
| 120 | 92 | 65 | 35 | 26 |
| 100 | 79 | 57 | 32 | 24 |

Из представленных данных видно, что температура воздуха влияет на температурные режимы горячей смеси, следовательно и на нагрев нижнего слоя покрытия. Исследуя влияние температуры воздуха на температурные режимы в диапазоне 5...40 °С, получены значения температуры нагрева края полосы покрытия под слоем горячей смеси при относительной толщине слоев равной единице. Принимая значения температуры нагрева нижнего слоя покрытия при температуре воздуха 20 °С за единицу, установлено значение коэффициента влияния температуры воздуха на процесс нагрева ранее уложенной полосы асфальтобетонной смеси при укладке на нее горячей смеси, которая имеет вид

$$K_t = 0,862e^{0,007t_a}, \quad (9)$$

где K_t — коэффициент влияния температуры воздуха на нагрев края полосы дорожного покрытия, безразмерная величина. Коэффициент корреляции равен 0,99.

Известно, что в зависимости от времени укладки сопряженной полосы покрытия температура смеси ранее уложенной полосы будет иметь разное значение. С целью выявления закономерности влияния температуры края ранее уложенной полосы на ее нагрев за счет температуры смеси при распределении второй полосы произведено моделирование тепловых процессов, результаты которых приведены в табл. 5.

Табл. 5. Влияние температуры края полосы на нагрев от слоя горячей смеси (температура смеси при укладке 160 °С; температура воздуха 20 °С)

| Температура края полосы, °С | Температура смеси по оси сопряженной полосы, °С | Температура нагрева поверхности первой полосы, °С | Время достижения максимальной температуры нагреваемого слоя, мин | Температура нагрева нижней части полосы, °С |
|-----------------------------|---|---|--|---|
| 5 | 104 | 63 | 13 | 19 |
| 10 | 108 | 65 | 14 | 19 |
| 20 | 121 | 71 | 18 | 14...27 |
| 40 | 125 | 83 | 25 | 13...20 |
| 60 | 131 | 95 | 32 | 11 |
| 80 | 136 | 107 | 39 | 9 |

Из данных табл. 5 видно, что с повышением температуры смеси края полосы нагрев за счет горячей смеси достигает более высокой температуры. Для уточнения влияния на нагрев ранее уложенной полосы покрытия за счет температуры горячей смеси при распределении по краю полосы покрытия горячей смеси сопряженного слоя представим данные таблицы в относительных величинах, приняв величину нагрева смеси при температуре воздуха за единицу (рис. 4). Обозначим величину, характеризующую влияние температуры края полосы на нагрев смеси через коэффициент влияния температуры асфальтобетона на краю полосы K_t .

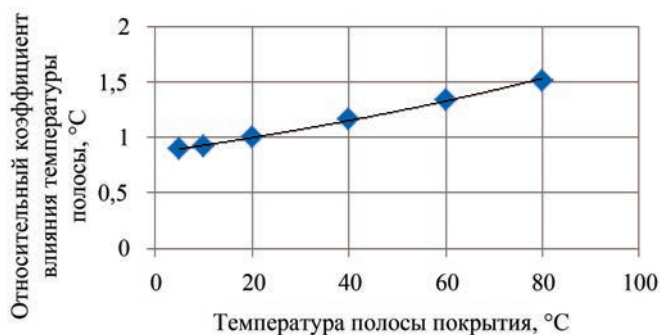


Рис. 4. Зависимость коэффициента K_t температуры края полосы на нагрев от слоя горячей смеси

Численное значение коэффициента K_t определяется зависимостью

$$K_t = 0,864e^{0,007t_{\text{пок}}}, \quad (10)$$

где K_t — коэффициент влияния температуры асфальтобетона ранее уложенной полосы покрытия, безразмерная величина. Коэффициент корреляции равен 0,99.

Нагрев ранее уложенной полосы покрытия в значительной степени зависит от температуры распределяемой горячей смеси сопряженной полосы. Результаты моделирования влияния температуры горячей смеси при ее распределении по поверхности ранее уложенной полосы покрытия приведены на рис. 5. Из представленных результатов видно, что с повышением температуры смеси при распределении поверх слоя покрытия нагрев осуществляется более интенсивно.

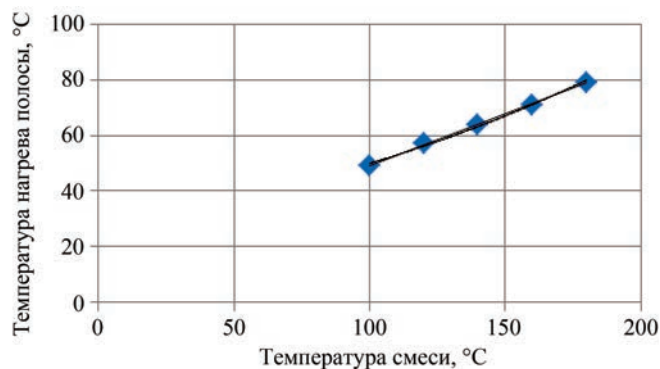


Рис. 5. Влияние температуры горячей смеси на нагрев ранее уложенной полосы покрытия

По результатам моделирования установлена связь между температурой горячей смеси при распределении по ранее уложенной полосе покрытия и температурой нагрева края полосы, которая имеет вид

$$t_{\text{нагр}} = 27,73e^{0,005t_{\text{см}}} \text{ °C}, \quad (11)$$

где $t_{\text{см}}$ — температура горячей смеси второй полосы дорожного покрытия, °C. Коэффициент корреляции равен 0,95.

Установлено, что скорость ветра незначительно влияет на нагрев края ранее положенной полосы и при определении температуры нагрева ее можно не учитывать.

В общем виде зависимость для определения нагрева края полосы за счет температуры горячей смеси сопряженной полосы при строительстве многополосных покрытий имеет вид

$$t_{\text{нагр}} = 20,63 K_{\text{н}} e^{0,005 t_{\text{см}} + 0,007 t_{\text{в}} + 0,007 t_{\text{осн}}} \text{ } ^\circ\text{C}. \quad (12)$$

Выводы. 1. Время достижения максимальной температуры нагрева полосы покрытия зависит от относительной толщины нагреваемого слоя и не зависит от температуры укладываемой смеси на вторую полосу.

2. Температура низшей точки полосы покрытия, независимо от температуры горячей смеси верхнего слоя, не соответствует температурным режимам асфальтобетонной смеси при уплотнении сопрягаемых слоев.

3. Неравномерность распределения температуры нагреваемой смеси сопрягаемых полос дорожного покрытия способствует образованию некачественного стыка при сопряжении полос покрытия, что приводит в процессе эксплуатации к разрушению дорожного покрытия в местах сопряжения полос.

4. Для достижения максимальной температуры нагрева края полосы необходим перерыв между процессом нагрева при укладке и уплотнении, который зависит от толщины укладываемых слоев и составляет порядка 5...15 мин.

5. При высокой температуре смеси (160...180 °С) и температуре воздуха более 30 °С возможно обеспечить качественный стык полос дорожного покрытия.

6. Для обеспечения качества строительства многополосных покрытий при раздельной укладке полос необходимо осуществлять разогрев стыка с помощью разогревателей асфальтобетона.

7. Установлена закономерность между температурой смеси при устройстве стыка покрытий многополосных дорог и температурой нагрева края ранее уложенной полосы, позволяющая контролировать температуру нагрева края полосы для обеспечения качественного стыка полос.

8. Скорость перемещения воздушных масс не влияет на процесс нагрева края полосы покрытия.

Библиографический список

1. *Зубков А.Ф., Андрианов К.А., Любимова Т.И.* Рекомендации по разработке технологических процессов строительства покрытий из горячих асфальтобетонных смесей // Современные методы строительства автомобильных дорог и обеспечение безопасности движения : мат. Междунар. науч.-практ. Интернет-конф. М., 2007. С. 132—137.
2. *Апестин В.К.* О расхождении проектных и нормативных межремонтных сроков службы дорожных одежд // Наука и техника в дорожной отрасли. 2011. № 1 (56). С. 18—20.
3. *Алексиков С.В., Абдулжалилов О.Ю., Карпушко М.О.* Укладка горячих асфальтобетонных смесей при ремонте покрытий городских дорог // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2010. Вып. 17 (36). С. 35—42.

4. Алексиков С.В., Абдулжалилов О.Ю., Карпушко М.О. Транспортное обеспечение строительства дорожных покрытий // Прогресс транспортных средств и систем : мат. Междунар. науч.-практ. конф. (г. Волгоград, 13—15 октября 2009 г.). Волгоград : ВолгГАСУ, 2009. Ч. 2. С. 95—96.
5. Büchler S., Wistuba M.P. Modellierung des Kälteverhaltens von Asphalten // Strasse und Autobahn. 2012. No. 4. Pp. 233—240.
6. Wellner F., Werkmeister S., Ascher D. Auswirkung der Alterung und des Schichtenverbundes auf den Beanspruchungs zustand von Asphaltbefestigungen // Strasse und Autobahn. 2012. No. 7. Pp. 430—437.
7. Evdorides H.T., Snaitin M.S. A knowledge-based analyses process for road pavement condition assesment // Proc. Insin. Civ. Engrs. Transp. 1996. Vol. 117. No. 3. Aug. Pp. 202—210.
8. Snyder R.W. Asphalt Paving: Smoothing nerves // Roads & Bridges. 2014. Vol. 52. No. 3. P. 42.
9. Fort L. Massive impact // Roads & Bridges. October 2014. P. 28.
10. Hofko B., Blab R. Einfluss der Verdichtungsrichtung auf das mechanische Verhalten von Asphaltprobekörpern aus walzsegmentverdichteten Platten // Straße und Autobahn. 2013. Vol. 64. No. 7. Pp. 522—530.
11. Справочная энциклопедия дорожника. Т. 2: Ремонт и содержание автомобильных дорог / под ред. А.П. Васильева. М. : Информавтодор, 2004. 507 с.
12. Справочная энциклопедия дорожника. Т. 1: Строительство и реконструкция автомобильных дорог / под ред. А.П. Васильева. М. : Информавтодор, 2005. 646 с.
13. Справочник дорожного мастера. Строительство, эксплуатация и ремонт автомобильных дорог / под ред. С.Г. Цупикова. М. : Инфра-Инженерия, 2009. 924 с.
14. Алексиков С.В., Абдулжалилов О.Ю., Карпушко М.О. Укладка горячих асфальтобетонных смесей при ремонте покрытий городских дорог // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2010. № 17 (36). С. 35—42.
15. Бондарев Б.А., Корнеев А.Д., Штефан Ю.В., Сошин П.В. Оптимизация межремонтных сроков службы городских автомобильных дорог. Липецк : ЛГТУ, 2006. 203 с.
16. Куприянов Р.В., Евсеев Е.Ю. Анализ технологий для ремонта выбоин на покрытиях нежесткого типа // Дороги России 21 века. 2010. № 4. С. 84—87.
17. Состояние автомобильных дорог в России // Авто : электронный журнал / Клинцы.ру. Режим доступа: http://www.klintsy.ru/auto/sostojanie-avtomobilnykh-dorog-v-rossii_2014.html. Дата обращения: 19.09.2014.
18. Зубков А.Ф., Матвеев В.Н., Евсеев Е.Ю. Разработка теплофизической модели при производстве ремонтных работ покрытий нежесткого типа // Вестник центрального регионального отделения российской академии архитектуры и строительных наук. Тамбов — Воронеж, 2012. Вып. 11. С. 303—309.
19. Зубков А.Ф., Однолько В.Г. Технология строительства асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог. М. : Машиностроение, 2009. 223 с.
20. Зубков А.Ф. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2006613129. Моделирование и расчет температурных режимов дорожных одежд нежесткого типа в нестационарных условиях. Опубл. 05.09.2006.
21. Зубков А.Ф., Хребтова О.А., Матвеев В.Н., Евсеев Е.Ю. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013661215. Расчет температуры горячего асфальтобетона в ограниченном объеме выемки дорожного покрытия. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 02.12.2013 г.

Поступила в редакцию в декабре 2014 г.

Об авторах: **Гиясов Ботир Иминжонович** — кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой архитектурно-строительного проектирования, **Московский государственный строительный университет (ФГБОУ ВПО «МГСУ»)**, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, 8 (495) 287-49-14, dandy@mail.ru;

Куприянов Роман Валерьевич — аспирант кафедры городского строительства и автомобильных дорог, **Тамбовский государственный технический университет (ФГБОУ ВПО «ТГТУ»)**, 392032, г. Тамбов, ул. Мичуринская, д. 112, корп. Е, 8 (4752) 63-09-20, 63-03-72, gsiad@mail.tambov.ru;

Андрианов Константин Анатольевич — кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры городского строительства и автомобильных дорог, **Тамбовский государственный технический университет (ФГБОУ ВПО «ТГТУ»)**, 392032, г. Тамбов, ул. Мичуринская, д. 112, корп. Е, 8 (4752) 63-09-20, 63-03-72, gsiad@mail.tambov.ru;

Зубков Анатолий Федорович — доктор технических наук, доцент, профессор кафедры городского строительства и автомобильных дорог, **Тамбовский государственный технический университет (ФГБОУ ВПО «ТГТУ»)**, 392032, г. Тамбов, ул. Мичуринская, д. 112, корп. Е, 8 (4752) 63-09-20, 63-03-72, gsiad@mail.tambov.ru.

Для цитирования: *Гиясов Б.И., Куприянов Р.В., Андрианов К.А., Зубков А.Ф.* Расчет температуры асфальтобетона при устройстве стыков многополосных дорожных покрытий нежесткого типа // Вестник МГСУ. 2015. № 3. С. 17—28.

B.I. Giasov, R.V. Kupriyanov, K.A. Andrianov, A.F. Zubkov

CALCULATION OF THE TEMPERATURE OF ASPHALT CONCRETE AT MAKING THE JOINTS OF MULTILANE ROAD PAVEMENT OF NON-RIGID TYPE

The construction quality of road surface of non-rigid type essentially depend on providing the temperature regimes in the process of laying and packing of hot asphalt concrete mixtures. In order to provide the required characteristics of asphalt concrete due to the surface width it is necessary to provide the temperature regimes of hot asphalt concrete mixture in the zones of lane connection. The hot mixture is promptly cooling right after laying within several minutes, which results, according to the construction technology and the specific conditions of work production, in temperature abuse of the mixture at joints of the lanes at packing.

The authors present the analysis of the technology of arranging multilane road surface by one paver with the possibility of heating the surface lane edge with the temperature of the adjacent lane. The results of the studies of the production conditions effect on the temperature of edge heating of the previously laid lanes, and the time required to achieve the maximum heating temperature depending on the relative thickness of coating layers.

Key words: asphalt concrete mix, temperature, lane, layer, road pavement, relative thickness.

References

1. Zubkov A.F., Andrianov K.A., Lyubimova T.I. Rekomendatsii po razrabotke tekhnologicheskikh protsessov stroitel'stva pokrytiy iz goryachikh asfal'tobetonnykh smesey [Recommendations on Technological Processes Development for Constructing Road Pavement of Hot Asphalt Concrete Mixes]. *Sovremennye metody stroitel'stva avtomobil'nykh dorog i obespechenie bezopasnosti dvizheniya : materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy Internet-konferentsii* [Modern Construction Methods of Automobile Roads and Providing Traffic Safety : Materials of the International Science and Practice Internet Conference]. Moscow, 2007, pp. 132—137. (In Russian)
2. Apestin V.K. O raskhozhdenii proektnykh i normativnykh mezhremontnykh srokov sluzhby dorozhnykh odezhd [On the Discrepancy of Design and Normative Overhaul Periods of Road Pavement]. *Nauka i tekhnika v dorozhnoy otrasli* [Science and Technology of Road Branch]. 2011, no. 1 (56), pp. 18—20. (In Russian)

3. Aleksikov S.V., Abdulzhalilov O.Yu., Karpushko M.O. Ukladka goryachikh asfal'tobetonnykh smesey pri remonte pokrytiy gorodskikh dorog [Laying Hot Asphalt Concrete Mixes in the Process of City Road Pavement Construction]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arkhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Construction and Architecture]. 2010, no. 17 (36), pp. 35—42. (In Russian)
4. Aleksikov S.V., Abdulzhalilov O.Yu., Karpushko M.O. Transportnoe obespechenie stroitel'stva dorozhnykh pokrytiy [Transport Support of Road Pavement Construction]. *Progress transportnykh sredstv i sistem : materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (g. Volgograd, 13—15 oktyabrya 2009 g.)* [Progress of Transport Means and Systems : Materials of the International Science and Practice Conference (Volgograd, October 13—15, 2009)]. Volgograd, VolgASU Publ., 2009, part 2, pp. 95—96. (In Russian)
5. Büchler S., Wistuba M.P. Modellierung des Kälteverhaltens von Asphalten. *Strasse und Autobahn*. 2012, no. 4, pp. 233—240.
6. Wellner F., Werkmeister S., Ascher D. Auswirkung der Alterung und des Schichtenverbundes auf den Beanspruchungs zustand von Asphaltbefestigungen. *Strasse und Autobahn*. 2012, no. 7, pp. 430—437.
7. Evdorides H.T., Snaitin M.S. A Knowledge-Based Analysis Process for Road Pavement Condition Assessment. *Proc. Insin. Civ. Engrs. Transp.* 1996, vol. 117, no. 3, Aug., pp. 202—210. DOI: <http://dx.doi.org/10.1680/itrans.1996.28631>.
8. Snyder R.W. Asphalt Paving: Smoothing Nerves. *Roads & Bridges*. 2014, vol. 52, no. 3, p. 42.
9. Fort L. Massive Impact. *Roads & Bridges*. October 2014, p. 28.
10. Hofko B., Blab R. Einfluss der Verdichtungsrichtung auf das mechanische Verhalten von Asphaltprobekörpern aus walzsegmentverdichteten Platten. *Straße und Autobahn*. 2013, vol. 64, no. 7, pp. 522—530.
11. Vasil'ev A.P., editor. *Spravochnaya entsiklopediya dorozhnika. T. 2: Remont i sodержanie avtomobil'nykh dorog* [Reference Book of a Road Worker. Vol. 2. Repair and Maintenance of Automobile Roads]. Moscow, Informavtodor Publ., 2004, 507 p. (In Russian)
12. Vasil'ev A.P., editor. *Spravochnaya entsiklopediya dorozhnika. T. 1: Stroitel'stvo i rekonstruktsiya avtomobil'nykh dorog* [Reference Book of a Road Worker. Vol. 1. Construction and Reconstruction of Automobile Roads]. Moscow, Informavtodor Publ., 2005, 646 p. (In Russian)
13. Tsupikov S.G. *Spravochnik dorozhnogo мастера. Stroitel'stvo, ekspluatatsiya i remont avtomobil'nykh dorog* [Guide of a Road Master. Construction, Operation and Repairs of Automobile Roads]. Moscow, Infra-Inzheneriya Publ., 2009, 924 p. (In Russian)
14. Aleksikov S.V., Abdulzhalilov O.Yu., Karpushko M.O. Ukladka goryachikh asfal'tobetonnykh smesey pri remonte pokrytiy gorodskikh dorog [Laying of Hot Asphalt Concrete Mixes during Repairs of City Roads]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arkhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Construction and Architecture]. 2010, no. 17 (36), pp. 35—42. (In Russian)
15. Bondarev B.A., Korneev A.D., Shtefan Yu.V., Soshnin P.V. *Optimizatsiya mezhremontnykh srokov sluzhby gorodskikh avtomobil'nykh dorog* [Optimization of Overhaul Periods of City Roads]. Lipetsk, LGTU Publ., 2006, 203 p. (In Russian)
16. Kupriyanov R.V., Evseev E.Yu. Analiz tekhnologiy dlya remonta vyboin na pokrytiyakh nezhestkogo tipa [Analyzing the Technologies Potholes Repair on Paving of Non-Rigid Type]. *Dorogi Rossii 21 veka* [Roads of Russia of the 21st Century]. 2010, no. 4, pp. 84—87. (In Russian)
17. Sostoyanie avtomobil'nykh dorog v Rossii [State of Automobile Roads in Russia]. *Avto : elektronnyy zhurnal / Klinty.ru* [Auto: Electronic Journal / Klinty.ru]. Available at: http://www.klinty.ru/auto/sostojanie-avtomobilnykh-dorog-v-rossii_2014.html. Date of access: 19.09.2014. (In Russian)
18. Zubkov A.F., Matveev V.N., Evseev E.Yu. Razrabotka teplofizicheskoy modeli pri proizvodstve remontnykh rabot pokrytiy nezhestkogo tipa [Development of Thermophysical Model at Repairs of Non-Rigid Type Pavements]. *Vestnik tsentral'nogo regional'nogo otdeleniya rossiyskoy akademii arkhitektury i stroitel'nykh nauk* [Proceedings of the Central Regional Branch of The Russian Academy of Architecture and Construction Sciences]. Tambov — Voronezh, 2012, no. 11, pp. 303—309. (In Russian)

19. Zubkov A.F., Odnol'ko V.G. *Tekhnologiya stroitel'stva asfal'tobetonnykh pokrytiy avtomobil'nykh dorog* [Construction Technology of Asphalt Concrete Pavements of Automobile Roads]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 2009, 223 p. (In Russian)

20. Zubkov A.F. *Svidetel'stvo o registratsii programmy dlya EVM № 2006613129. Modelirovanie i raschet temperaturnykh rezhimov dorozhnykh odezhd nezhestkogo tipa v nestatsionarnykh usloviyakh* [Registration Certificate of the Computer Program no. 2006613129. Simulation and Calculation of Temperature Modes of Road Pavements of Non-Rigid Type in Nonstationary Conditions]. Published 05.09.2006. (In Russian)

21. Zubkov A.F., Khrebtova O.A., Matveev V.N., Evseev E.Yu. *Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii programmy dlya EVM № 2013661215. Raschet temperatury goryachego asfal'tobetona v ogranichenom ob'eme vyemki dorozhnogo pokrytiya* [Registration Certificate of the Computer Program no. 2013661215. Calculation of the Temperature of Hot Asphalt Concrete in a Limited Hole Value in a Road Pavement]. Registered in Computer Programs Register 02.12.2013. (In Russian)

About the authors: **Giyasov Botir Iminzhonovich** — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, chair, Department of Architectural and Construction Design, **Moscow State University of Civil Engineering (MGSU)**, 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; +7 (495) 287 -49-14; dandyr@mail.ru;

Kupriyanov Roman Valer'evich — postgraduate student, Department of Urban Construction and Automobile Roads, **Tambov State Technical University (TSTU)**; 112 E Michurinskaya str., Tambov, 392032, Russian Federation; +7 (4752) 63-09-20, 63-03-72; gsiad@mail.tambov.ru;

Andrianov Konstantin Anatol'evich — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Urban Construction and Automobile Roads, **Tambov State Technical University (TSTU)**; 112 E Michurinskaya str., Tambov, 392032, Russian Federation; +7 (4752) 63-09-20, 63-03-72; gsiad@mail.tambov.ru;

Zubkov Anatoliy Fedorovich — Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Urban Construction and Automobile Roads, **Tambov State Technical University (TSTU)**; 112 E Michurinskaya str., Tambov, 392032, Russian Federation; +7 (4752) 63-09-20, 63-03-72; gsiad@mail.tambov.ru.

For citation: Giyasov B.I., Kupriyanov R.V., Andrianov K.A., Zubkov A.F. Raschet temperatury asfal'tobetona pri ustroystve stykov mnogopolosnykh dorozhnykh pokrytiy nezhestkogo tipa [Calculation of the Temperature of Asphalt Concrete at Making the Joints of Multilane Road Pavement of Non-Rigid Type]. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2015, no. 3, pp. 17—28. (In Russian)