

Чудова Тамара Михайловна (Россия, Омск) – аспирантка кафедры «Эксплуатация и сервис транспортно-технологических машин и комплексов в строительстве» ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира 5, e-mail: annavalleri@mail.ru).

Валиев Рустам Рашитович (Россия, Омск) – директор ООО «СУ-2012» (644079, г. Омск, ул. 2-я Брянская, 26, e-mail: suv1667@rambler.ru).

Salikhov Rinat Fokilevich (Russian Federation, Omsk) – candidate of technical science, docent of department «Operation and service of transport and technological machines and systems in construction»

of The Siberian Automobile and Highway Academy (SibADI) (644088, Omsk, Prospect Mira 5, e-mail: salikhorinat@yandex.ru).

Chudova Tamara Mikhailovna (Russian Federation, Omsk) – post graduate of department «Operation and service of transport and technological machines and systems in construction» of The Siberian Automobile and Highway Academy (SibADI) (644088, Omsk, Prospect Mira 5, e-mail: annavalleri@mail.ru).

Valiev Rustam Rashitovich (Russian Federation, Omsk) – director of the limited liability company «SU-2012» (644079, Omsk, street second Bryanskaya 26, e-mail: suv1667@rambler.ru).

УДК.629.084

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ СТРОИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ, СНИЖАЮЩЕЙ СЕГРЕГАЦИЮ АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ СМЕСИ

С.В. Савельев¹, И.К. Потеряев¹, А.Б. Летопольский¹, В.В. Михеев²
¹ФГБОУ ВПО «СибАДИ», Россия, г. Омск;

² Омский государственный технический университет (ОмГТУ), Россия, г. Омск.

Аннотация. В данной статье исследовано влияние условий транспортирования на температурную сегрегацию асфальтобетонной смеси. Проведены экспериментально-статистические исследования при строительстве асфальтобетонного покрытия в Республике Алтай. На основании исследований определены температура и объемы асфальтобетонной смеси при транспортировании на расстояние 34 км. Разработано техническое решение конструкции машины с целью снижения сегрегации асфальтобетонной смеси.

Ключевые слова: сегрегация, асфальтобетонная смесь, температура, асфальтоукладчик, самосвал.

Введение

Долгосрочные программы освоения Восточной Сибири и Дальнего Востока предусматривают строительство автомобильных дорог, в том числе, асфальтобетонных покрытий в неблагоприятных природно-климатических условиях. Как показывает практика, сроки и темпы строительства асфальтобетонных покрытий в неблагоприятных природно-климатических и производственных условиях не выполняются. Графики строительства нарушаются, смещаются по срокам начало выполнения и завершение работ. Сроки завершения работ переносятся на осенние месяцы.

Транспортирование асфальтобетонных смесей в практике зачастую осуществляется на недопустимо большие расстояния в непригодных для этого автосамосвалах, что ухудшает свойства смеси.

Влияние условий транспортирования на температурную сегрегацию асфальтобетонной смеси

В транспортных операциях процесс охлаждения асфальтобетонной смеси (АБС) определяется следующими факторами: температурой смеси при ее загрузке, массой смеси в кузове транспортного средства, температурой окружающего воздуха, скоростью ветра, теплофизическими свойствами смеси, эффективностью теплоизоляции смеси и временем выполнения транспортных операций [1,2,3].

Однородность структуры и плотность дорожного покрытия являются параметрами, которые в наибольшей степени обеспечивают долговечность дорожного покрытия [4,5]. Для высококачественного устройства асфальтобетонного покрытия необходимо, чтобы укладываемая асфальтобетонная смесь была температурно однородной. В результате неоднородности укладываемой

асфальтобетонной смеси ее плотность будет значительно различаться. Уплотняется такое дорожное покрытие неравномерно. Переохлажденная смесь оказывается недоуплотненной, склонной к повышенному влагонасыщению и характеризуется пониженной прочностью и сдвигоустойчивостью.

При переходе температуры окружающего воздуха через 0 °С такие участки разрушаются значительно быстрее, чем основная часть покрытия, т.к. влага, находящаяся в слое асфальта, переходит в твердое состояние – лед. Переход из жидкого состояния в твердое сопровождается увеличением занимаемого объема и разрушением покрытия изнутри. При интенсивном движении автотранспорта под воздействием нагрузок от его колес быстрее разрушаются именно эти участки. Отсюда выбоины и локальные трещины покрытия, существенно понижающие его общую

долговечность и проявляющиеся зачастую через 1-2 года эксплуатации.

Эффективным способом для выполнения исследований температурной сегрегации и теплопотерь в зависимости от дальности транспортирования является использование инфракрасной камеры Thermo View Ti-30.

Выполненные в ряде работ [6,7] исследования показывают, что при транспортировании АБС (температура при загрузке в кузов автосамосвала составляла 152-157 °С) на расстояние 40-45 км снижение температуры смеси происходит в верхней части кузова самосвала и по его бортам – в местах его максимального теплообмена (рис. 1, 2):

- в самосвале с пологом, температура поверхности АБС 85 °С;
- в самосвале с металлической крышкой, температура поверхности АБС 106 °С;
- в самосвале без металлической крышки и полога, температура поверхности АБС 53 °С.

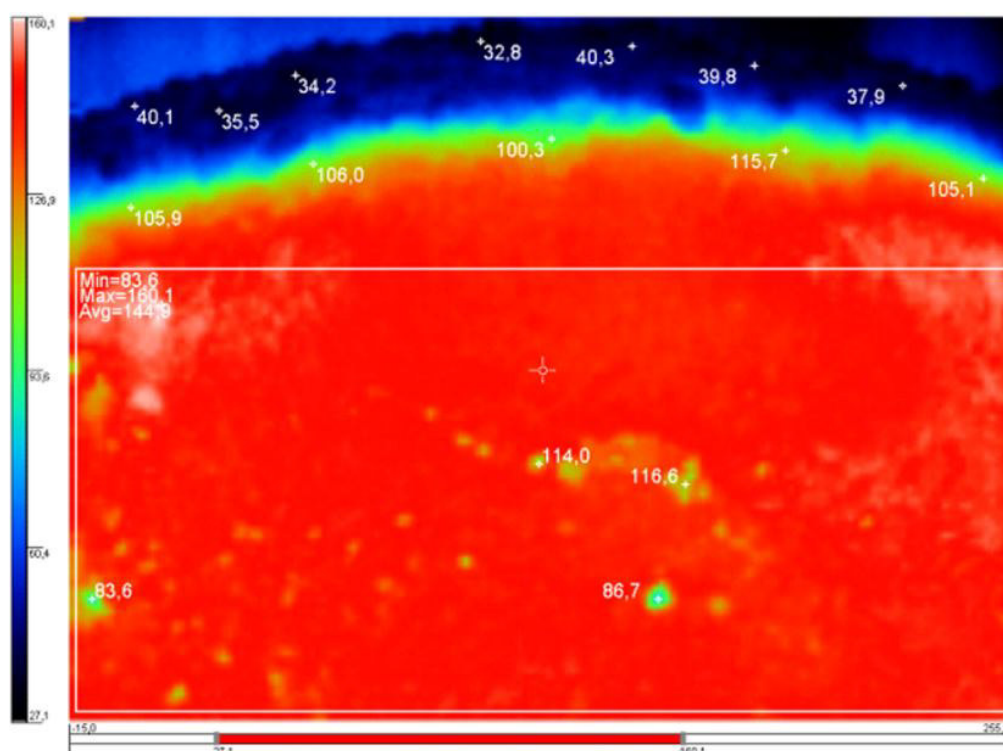


Рис. 1. Распределение температуры АБС в кузове самосвала после транспортных операций

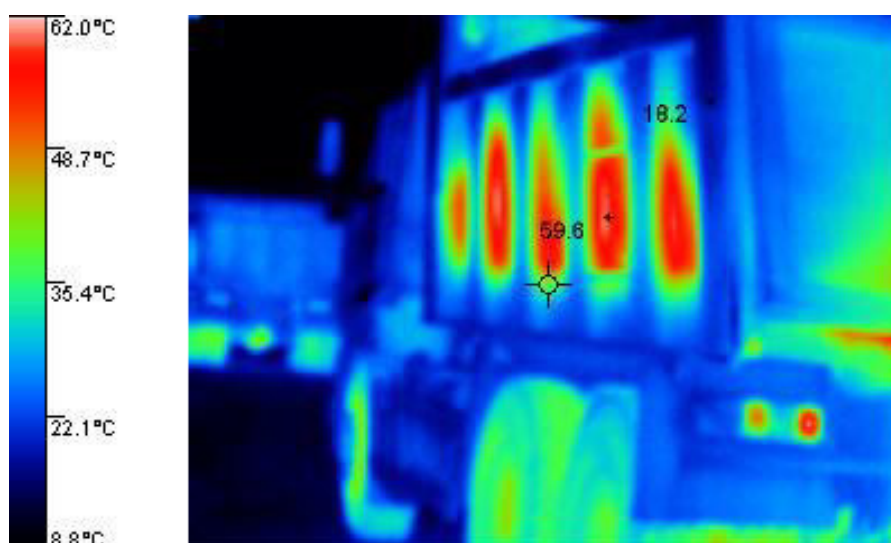


Рис. 2. Распределение температуры слоев АБС, прилегающих к бортам

При выгрузке АБС из кузова самосвала без полога в бункер асфальтоукладчика попадает сильно сегрегированная АБС. Перепад температур в смеси по объему достигает 90 °С [6].

В целях обоснования технических решений, направленных на обеспечение теплофизической надежности доставки АБС и снижение ее температурной сегрегации на этапе транспортных операций, были проведены экспериментально-статистические исследования в ходе строительства асфальтобетонных покрытий к мостовому переходу через р. Катунь у с. Усть-Сема и автомобильной дороги М-52 «Чуйский тракт» от Новосибирска через Бийск до границы с Республикой Монголия км 585+000 – км 595+000 закрытым акционерным обществом «Научно-производственная компания «Дорожно-Строительные Технологии». Исследования проводились в летние и осенние месяцы (июнь-октябрь) при

производстве и укладке горячей пористой асфальтобетонной смеси марки I (нижний слой основания). Асфальтобетонная смесь изготавливалась на асфальтосмесительной установке Milemaker 160 (техническая производительность 160 тонн/час), укладывалась асфальтоукладчиком Titan 7820 (техническая производительность 700 тонн/час), дальность транспортирования асфальтобетонной смеси составляла 34 километра. Средняя скорость транспортирования АБС с учетом рельефа местности составляла 32 км/ч. Средняя сменная температура окружающего воздуха при строительстве составляла 9 °С. В исследованиях использовался термометр ТБП-40 (диапазон показаний 0-200 °С; класс точности 2,5; длина хвостовика (иглы) 150 мм) (рис.3). Выполнялись замеры температуры смеси в кузовах автосамосвалов по слоям в соответствии с расчетной схемой (рис.4).



Рис. 3. Измерение температуры асфальтобетонной смеси термометром ТБП-40

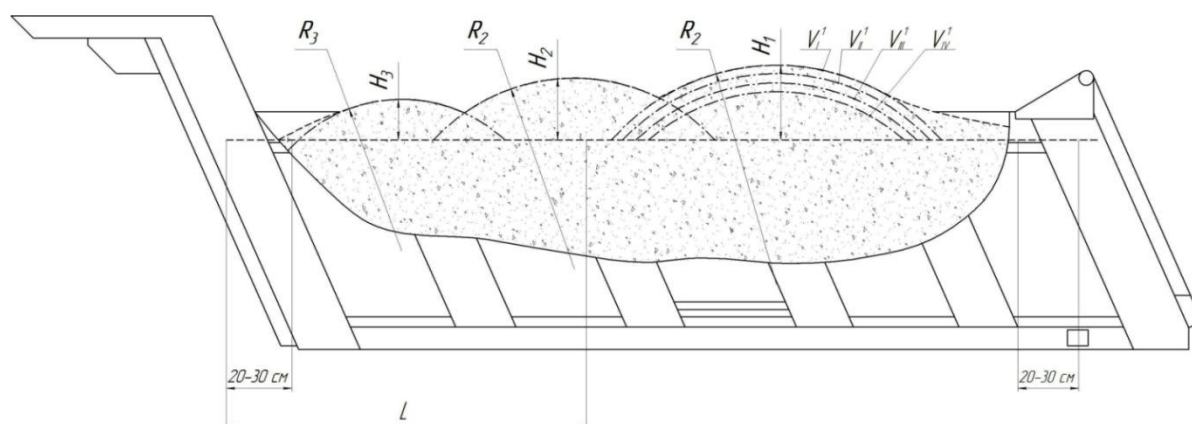


Рис. 4. Расчетная схема контроля температуры АБС в кузове самосвала перед разгрузкой в бункер асфальтоукладчика

По результатам выполненных замеров были рассчитаны объемы АБС с разной температурой по слоям, а также определены значения средней температуры смеси при ее выгрузке в приемный бункер асфальтоукладчика и после ее перемешивания [8].

В таблице 1 и на рисунке 5 представлены основные результаты измерений и расчетов объемов АБС для дальности транспортирования 34 км со средней скоростью 32 км/ч и средним временем транспортирования 62 мин.

Таблица 1 – Температура и объемы АБС в кузове самосвала перед ее выгрузкой в приемный бункер асфальтоукладчика

Глубина погружения иглы ТБП-40, мм	Температура смеси, °С	Объем смеси в сегментах, м ³	Объем смеси в кузове, м ³	Всего, м ³
$L_{тр}=34$ км, $t_{ср}^{см}=9$ °С, $t_{усе}^{абс}=155$ °С				
поверхностный слой	40-80	–	–	–
4-8	80-110	1,0	1,4	2,4
8-12	110-152	0,4	1,3	1,7
12-15	152-155	0,1	7,4	7,5

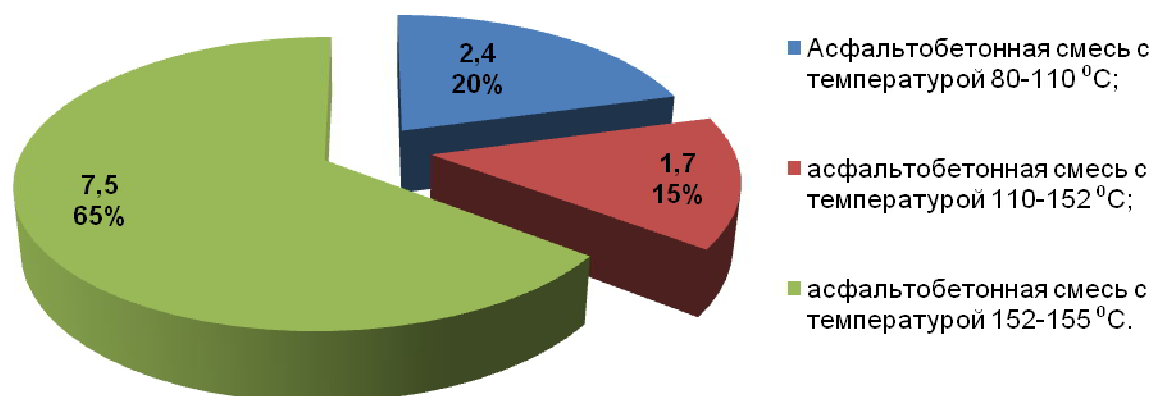


Рис. 5. Объемы АБС в кузове самосвала различной температуры

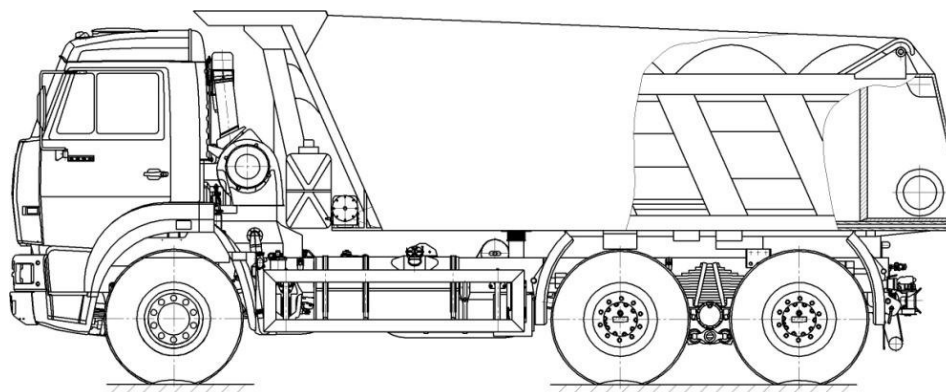
Разработка технического решения конструкции машины с целью снижения сегрегации асфальтобетонной смеси

Для снижения температурной сегрегации АБС необходимо применять антисегрегационные перегружатели или устройства для перевозки и выгрузки асфальтобетонных смесей [9, 10].

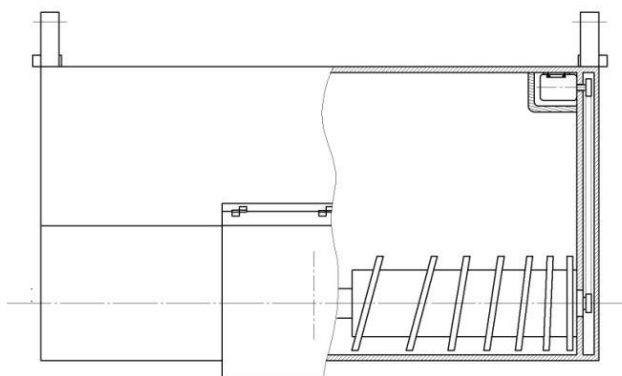
Расчетное значение температуры АБС при условии ее перемешивания перед

выгрузкой в приемный бункер асфальтоукладчика составит 136,6 °С.

Одним из недостатков антисегрегационных перегружателей является высокая первоначальная стоимость и значительные затраты на эксплуатацию. Эти недостатки устраняет устройство для перевозки и выгрузки асфальтобетонных смесей (рис. 6).



а



б

Рис. 6. Устройство для перевозки и выгрузки асфальтобетонных смесей:
а – общий вид; б – съемное перегружающее устройство

Съемное перегружающее устройство, установленное в задней части кузова самосвала, перемешивает АБС трехшаговым шнеком перед ее выгрузкой через люк в приемный бункер асфальтоукладчика.

Рассчитанная техническая производительность съемного перегружающего устройства не увеличивает время разгрузки самосвала.

Заключение

Приведенные в таблице 1 и на рисунке 5 результаты исследований, расчетные значения температур смеси, а также исследования российских и зарубежных

ученых [5,6,7,11,12,13,14] свидетельствуют о необходимости перемешивания АБС перед ее выгрузкой в приемный бункер асфальтоукладчика при дальностях транспортирования от 30 км в условиях строительства Республики Алтай (гористая местность, резко континентальный климат). При таких условиях транспортирования асфальтобетонной смеси происходит температурная сегрегация. Для снижения уровня температурной сегрегации необходимо применение антисегрегационных перегружателей или устройств для перевозки и выгрузки асфальтобетонных смесей.

Библиографический список

1. Технологическое обеспечение качества строительства асфальтобетонных покрытий: Методические рекомендации / Сост.: В.Н. Шестаков, В.Б. Пермяков, В.М. Ворожейкин, Г.Б. Старков. – 2-е изд., с доп. и изм. – Омск: ОАО «Омский дом печати», 2004. – 256 с.
2. Технологические машины и комплексы в дорожном строительстве (производственная и техническая эксплуатация): учебное пособие для вузов / В.Б. Пермяков, В.И. Иванов, С.В. Мельник и др. / под. ред. В.Б. Пермякова. – М.: «ИД «БАСТЕТ», 2014 – 752 с.
3. Потеряев, И.К. Оптимизация системы «асфальтоукладчик – транспортные средства – асфальтосмесительная установка» при строительстве асфальтобетонных покрытий: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.04 / Потеряев Илья Константинович. – Омск, 2013. – 195 с.
4. Highways Belarus: The encyclopedia (Автомобильные дороги Беларуси: Энциклопедия) / Ed. A.V. Minin. – Minsk: BelEN, 2002. – 672 p.
5. Leonovic et al. // UKIO TECHNOLOGINIS IR EKONOMINIS VYSTYMAS. – 2005. – Vol. XI. – № 4. – P. 297–301.
6. Кудяков, А.И. Температурная сегрегация асфальтобетонных смесей при строительстве дорожных покрытий / А.И. Кудяков // Вестник ТГАСУ. – 2009. – № 1. – С. 116-122.
7. Кудяков, А.И. Новые подходы в нормировании свойств компонентов и технологии приготовления асфальтобетона / А.И. Кудяков, А.К. Эфа, И.Н. Трофимов, А.Л. Базилевич // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2009. – № 1. – С. 18-21.
8. Туякова А.К. Прогнозирование организационно-технологических рисков в процессе строительства дорожных асфальтобетонных покрытий: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.11 / Туякова Айман Кайржановна. – Омск, 2008. – 146 с.
9. Пат. № 108048 Р.Ф. Устройство для перевозки и выгрузки асфальтобетонных смесей / В.И. Иванов, И.К. Потеряев; СИБАДИ. – 2011118602/03, заявл. 11.05.2011; опубл. 10.09.2011, Бюл. № 25.
10. Пат. № 2406793 Р.Ф. Устройство для перевозки и выгрузки термопластичных материалов / В.И. Иванов, И.К. Потеряев; СИБАДИ. – № 2009146392/03; заявл. 14.12.2009; опубл. 20.12.2010, Бюл. № 35.
11. Cross S.A., Brown E. R. Effect of Segregation on Performance of Hot Mix Asphalt // Highway Research Center, Auburn University, 1992.
12. Stroup-Gardiner M., Brown E. R. Segregation in Hot-Mix Asphalt Pavements // National Cooperative Highway Research Program Report 441. Transportation Research Board, National Research Council. – Washington, D.C., 2000. – 96 p.
13. Honghai Liu, Ran Yin, Shaopeng Wu. Reducing the Compaction Segregation of Hot Mix Asphalt // Journal of Wuhan University of Technology-Mater. Sci. Ed, 2007. no 1. – 132-135 pp.

14. Rowe G.M., Meegoda J.N., Jumikis A.A. etc. Detection of Segregation in Asphalt Pavement Materials using the ARAN Profile System // Northeast asphalt user, Producer Group Newport Marriott, Newport, Rhode Island, 30.10.2002.

15. Detecting thermal segregation in asphalt pavements [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.asphaltroads.org/assets/_control/content/files/ir_bar.pdf/, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения к ресурсу: 19.01.2016).

DEVELOPMENT OF NEW TECHNICAL SOLUTIONS DESIGN CONSTRUCTION MACHINERY REDUCES THE SEGREGATION OF ASPHALT MIXES

S.V. Saveliev, I.K. Poteryaev,
A.B. Letopolski, V.V. Miheev

Abstract. In this paper the influence of transport on the environment temperature asphalt mix segregation. The experimental and statistical studies in the construction of asphalt pavement in the Republic of Altai. On the basis of studies to determine the temperature and volume of asphalt mix during transportation to a distance of 34 km. Developed technical solution design of the machine to reduce the segregation of asphalt mixture.

Keywords: segregation, asphalt mixture, temperature, paver, dumper.

References

1. Shestakov V.N., Permjakov V.B., Vorozhejkin V. M., Starkov G. B. *Tehnologicheskoe obespechenie kachestva stroitel'stva asfal'tobetonnyh pokrytij* [Technological security of quality of asphalt concrete pavement construction]. Omsk: ОАО «Омский дом печати», 2004. 256 p.
2. Permjakov V.B., Ivanov V.I., Mel'nik S.V. *Tehnologicheskie mashiny i komplekсы v dorozhnom stroitel'stve (proizvodstvennaja i tehničeskaja jekspluatacija)* [Technological machines and systems in road construction (production and technical maintenance)]. Moscow: «ИД «БАСТЕТ», 2014. 752 p.
3. Poterjaev I.K. *Optimizacija sistemy «asfal'toukladčik – transportnye sredstva – asfal'tosmesitel'naja ustanovka» pri stroitel'stve asfal'tobetonnyh pokrytij* cand, diss. [System optimization "paver - vehicles -asfaltosmesitelnaya installation" in the construction of asphalt-concrete coatings]. Omsk, 2013. 195 p.
4. Minin A.V. *Avtomobil'nye dorogi Belarusi: Jenciklopedija* [Highways Belarus: The encyclopedia]. Minsk: BelEN, 2002. 672 p.
5. Leonovic. *Ukio technologinis ir ekonominis vystymas*. 2005, vol. 11, no. 4, pp. 297–301.
6. Kudjakov A.I. *Temperaturnaja segregacija asfal'tobetonnyh smesej pri stroitel'stve dorozhnyh pokrytij* [Thermal segregation of asphalt mixtures in the construction of pavements]. *Vestnik TGASU*, no. 1, 2009, pp. 116-122.
7. Kudjakov A.I., Jefa A.K., Trofimov I.N., Bazilevich A.L. *Novye podhody v normirovanii svojstv komponentov i tehnologii prigotovlenija asfal'tobetona*

[New approaches to the normalization of the components and production technology of asphalt concrete]. *Nauka i tehnika v dorozhnoj otrasli*, no. 1, 2009, pp. 18-21.

8. Tujakova A.K. *Prognozirovanie organizacionno-tehnologicheskikh riskov v processe stroitel'stva dorozhnyh asfal'tobetonnyh pokrytij* cand. diss. [Prediction of organizational and technological risks during construction of road asphalt concrete pavement]. Omsk, 2008, 146 p.

9. Ivanov V.I., Poterjajev I.K. *Ustrojstvo dlja perevozki i vygruzki asfal'tobetonnyh smesej* [A device for transporting and unloading of asphalt mixtures]. Patent RF, no. 108048, 2011.

10. Ivanov V.I., Poterjajev I.K. *Ustrojstvo dlja perevozki i vygruzki termoplastichnykh materialov* [Apparatus for transporting and unloading of thermoplastic materials]. Patent RF, no. 2406793.

11. Cross S.A., Brown E.R. *Effect of Segregation on Performance of Hot Mix Asphalt*. Auburn University, 1992.

12. Stroup-Gardiner M., Brown E. R. *Segregation in Hot-Mix Asphalt Pavements*. Transportation Research Board, National Research Council. Washington, D.C., 2000, 96 p.

13. Honghai Liu, Ran Yin, Shaopeng Wu. *Reducing the Compaction Segregation of Hot Mix Asphalt*. Sci. Ed, 2007, pp. 132-135.

14. Rowe G. M., Meegoda J. N., Jumikis A. A. *Detection of Segregation in Asphalt Pavement Materials using the ARAN Profile System*. Newport, Rhode Island, 2002.

15. Detecting thermal segregation in asphalt pavements. 2016. Available at: http://www.asphaltroads.org/assets/_control/content/files/ir_bar.pdf/ (Accessed 19 January 2016).

Савельев Сергей Валерьевич (Омск, Россия) – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Эксплуатация и сервис транспортно-технологических машин и комплексов в строительстве» ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: saveliev_sergval@mail.ru).

Потеряев Илья Константинович (Омск, Россия) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Эксплуатация и сервис транспортно-технологических машин и комплексов в строительстве» ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: poteryaev_ik@mail.ru).

Михеев Виталий Викторович (Омск, Россия) – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Комплексная защита информации» ФГБОУ ВПО «ОмГТУ» (644050, г. Омск, пр. Мира, 11, e-mail: vvm125@mail.ru).

Летопольский Антон Борисович (Омск, Россия) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Техника для строительства и сервиса нефтегазовых комплексов и инфраструктур» ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: antooooon-85@mail.ru).

Sergey V. Saveliev (Omsk, Russian Federation) – doctor of sciences, Ass. Professor, Department of Operation and service of transport - technological machines and systems in construction, The Siberian State Automobile and Highway Academy (644080, Omsk, Mira, 5, e-mail: saveliev_sergval@mail.ru).

Ilya K. Poteryaev (Omsk, Russian Federation) – candidate of technical sciences, Ass. Professor, Department of Operation and service of transport - technological machines and systems in construction, The Siberian State Automobile and Highway Academy (644080, Omsk, Mira, 5, e-mail: poteryaev_ik@mail.ru).

Anton B. Letopolski (Omsk, Russian Federation) – candidate of technical sciences, Ass. Professor, Department of Engineering for construction and service of oil and gas facilities and infrastructures, The Siberian State Automobile and Highway Academy (644080, Omsk, Mira, 5, e-mail: antooooon-85@mail.ru).

Vitali V. Miheev (Omsk, Russian Federation) – candidate of physical and Mathematical Sciences, Ass. Professor, Department of Integrated data protection Omsk state technical university (644050, Omsk, Mira, 11, e-mail: vvm125@mail.ru).