

Научная статья  
УДК 629.08

## Взаимодействие приемного бункера перегружателя со средой: пути минимизации температурной сегрегации

Михаил Александрович Яковлев<sup>1</sup>, Александр Владимирович Ушков<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ),  
Москва, Россия

<sup>1</sup>ykov00@yandex.ru

<sup>2</sup>ushkov.av@yandex.ru

**Аннотация.** Транспортная инфраструктура в нашей стране активно развивается: реконструируются существующие и строятся новые городские дороги, современные хорды и высокоскоростные автомагистрали. В процессе укладки покрытия из асфальтобетонной смеси при строительстве дорог все чаще используются перегружатели. В данной статье рассматриваются изменение температуры асфальтобетонной смеси при взаимодействии с приемным бункером перегружателя. Описываются теоретические аспекты изменения температуры при использовании перегружателя, а также предлагается натурная модель для подтверждения теоретических аспектов о повышении температуры асфальтобетонной смеси при взаимодействии с перегружателем в процессе укладки асфальтобетонных покрытий. Произведены экспериментальные исследования, для которых были подготовлены программа и методика испытаний, изготовлена натурная модель приемного бункера. По результатам исследования авторами предложены рекомендации по перегрузке асфальтобетонной смеси из кузова автосамосвала в приемный бункер асфальтоукладчика. Соблюдение технологии перегрузки асфальтобетонной смеси перегружателем является ключевым фактором, способствующим сохранению температурного режима и качества укладки дорожного покрытия.

**Ключевые слова:** перегружатель, технология, дорожное покрытие, приемный бункер, качество покрытия, асфальтобетонная смесь.

**Для цитирования:** Яковлев М.А., Ушков А.В. Взаимодействие приемного бункера перегружателя со средой: пути минимизации температурной сегрегации // Автомобиль. Дорога. Инфраструктура. 2024. №4 (42).

Original article

## Interaction of the receiving hopper of the loader with the medium: ways to minimize temperature segregation

Mihail A. Yakovlev<sup>1</sup>, Alexander V. Ushkov<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI),  
Moscow, Russia

<sup>1</sup>ykov00@yandex.ru

<sup>2</sup>ushkov.av@yandex.ru

**Abstract.** In recent years, the transport infrastructure and road networks in our country have been rapidly developing: existing city roads, modern chords and high-speed highways are being reconstructed and new ones are being built. In the process of building roads from asphalt concrete mixture, material handlers are increasingly used. This article considers the change in the temperature of the asphalt concrete mixture when interacting with the receiving hopper of the material handler. The theoretical aspects of increasing the temperature when using a material handler are considered, and a full-scale model is proposed to confirm the theoretical aspects of increasing the temperature of the asphalt concrete mixture when interacting with the material handler during the laying of asphalt concrete pavements. Experimental studies were carried out, for which a test program and methodology were prepared, a full-scale model of the receiving hopper and a road section were made to obtain reliable results. Based on the results of the study, the authors proposed recommendations for transferring asphalt concrete mixture from the body of a dump truck to the receiving hopper of an asphalt paver. Compliance with the technology of reloading asphalt concrete mixture with a reloader is the most important factor contributing to maintaining the temperature regime and quality of paving.

**Keywords:** reloader, technology, road surface, receiving bin, quality of surface, asphalt concrete mixture.

**For citation:** Yakovlev M.A., Ushkov A.V. Interaction of the receiving hopper of the loader with the medium: ways to minimize temperature segregation. *Avtomobil'. Doroga. Infrastruktura*. 2024. №4 (42).

### Введение

При строительстве автомобильных дорог с асфальтобетонным покрытием возникают различные дефекты, связанные с различными факторами, разделенными на четыре основных группы: 1) наличие дефектов, связанных с технологией укладки асфальтобетонных покрытий; 2) наличие дефектов, связанных с состоянием и свойствами асфальтобетонной смеси; 3) наличие дефектов, связанных с различными неисправностями техники; 4) наличие дефектов, связанных с ошибкой оператора (человеческий фактор).

Анализ дефектов асфальтобетонных покрытий позволил установить, что основным фактором, влияющим на качество покрытия, является технология укладки асфальтобетонных смесей. [1].

Рассмотрим один из методов повышения качества укладки асфальтобетонных покрытий – перегрузка асфальтобетонной смеси с

использованием перегружателя. Перегружатель асфальтобетонной смеси – это специализированная техника, которая может быть как прицепной, так и самоходной, которая выполняет роль связующего звена между автосамосвалом и асфальтоукладчиком. Основная функция перегружателей асфальтобетонной смеси заключается в приеме асфальтобетонной смеси либо непосредственно из кузова автосамосвала, либо из валика смеси, сформированного на дорожном покрытии с помощью самосвала с донной разгрузкой. Основная задача перегружателя – это обеспечение бесперебойной подачи смеси в приемный бункер асфальтоукладчика для дальнейшей укладки без остановок [6].

### **Использование перегружателя асфальтобетонной смеси при строительстве асфальтобетонных покрытий**

Использование перегружателя асфальтобетонной смеси при строительстве дорог обладает рядом преимуществ, повышающих качество и эффективность выполнения работ. Главным преимуществом является обеспечение безостановочной порционной подачи асфальтобетонной смеси в приемный бункер асфальтоукладчика, что позволяет минимизировать динамические нагрузки на асфальтоукладчике, а также обеспечить работу асфальтоукладчика без остановок для исключения образования дефектов, связанных с остановками асфальтоукладчика. Кроме того, благодаря наличию шнеков в конструкции перегружателя, удастся минимизировать такие серьезные дефекты смеси, как температурная и фракционная сегрегация, которая напрямую влияет на качество и долговечность уложенного покрытия. Стоит отметить, что темп строительства асфальтобетонных покрытий является немаловажным фактором. Использование перегружателя позволяет значительно ускорить процесс укладки покрытия, так как техника может работать без простоев, связанных с ожиданием и маневрированием автосамосвалов [7, 4].

## Теоретические аспекты повышения температуры асфальтобетонной смеси при использовании перегружателя

При транспортировке асфальтобетонной смеси от асфальтобетонного завода (АБЗ) к месту укладки покрытия температура смеси в кузове автосамосвала изменяется неравномерно. Смесь, находящаяся на дне кузова, у стенок и верхней части кузова автосамосвала, охлаждается быстрее, чем та, которая расположена в центре кузова (рис. 1). При выгрузке смеси из кузова автосамосвала в приемный бункер асфальтоукладчика часть смеси оказывается охлажденной. Это приводит к неравномерному распределению температуры уложенного слоя, как следствие, участки охлажденной смеси не достигают необходимой температуры для качественного уплотнения ( $<90^{\circ}\text{C}$ ), что приводит к недоуплотнению, которое негативно сказывается на качестве и долговечности дорожного покрытия [2, 3].

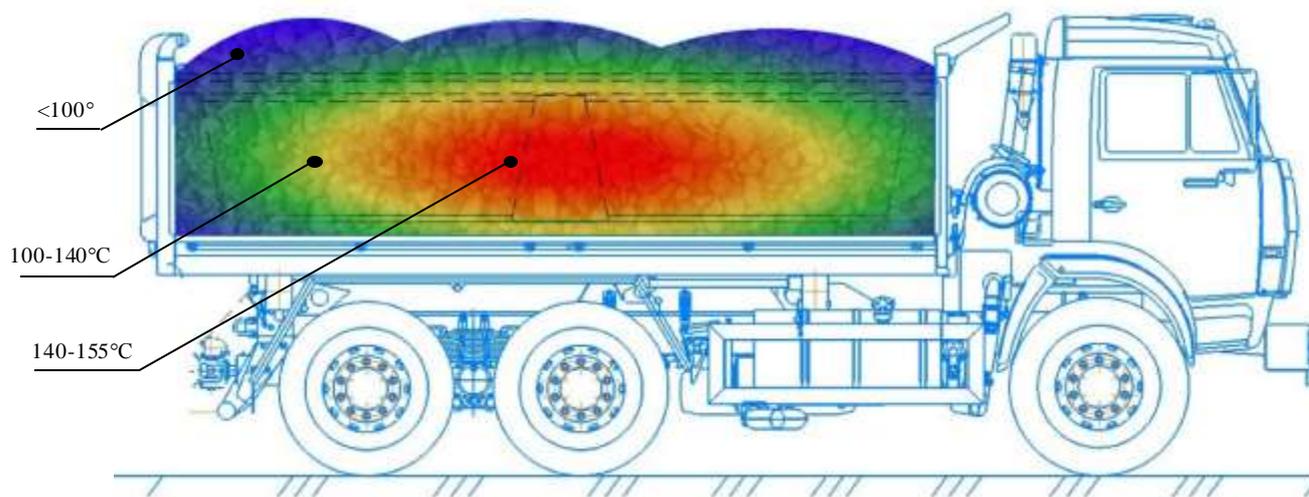


Рис. 1. Распределение температуры асфальтобетонной смеси в кузове автосамосвала при транспортировке

Использование автосамосвалов с донной выгрузкой позволяет существенно снизить теплопотери, благодаря конструктивным особенностям кузова. Процесс формирования валика асфальтобетонной смеси при выгрузке сопровождается тем, что внешние слои сформированного валика (рис. 2) начинают остывать и образуют «корочку», тогда как внутренняя часть валика аккумулирует тепло.

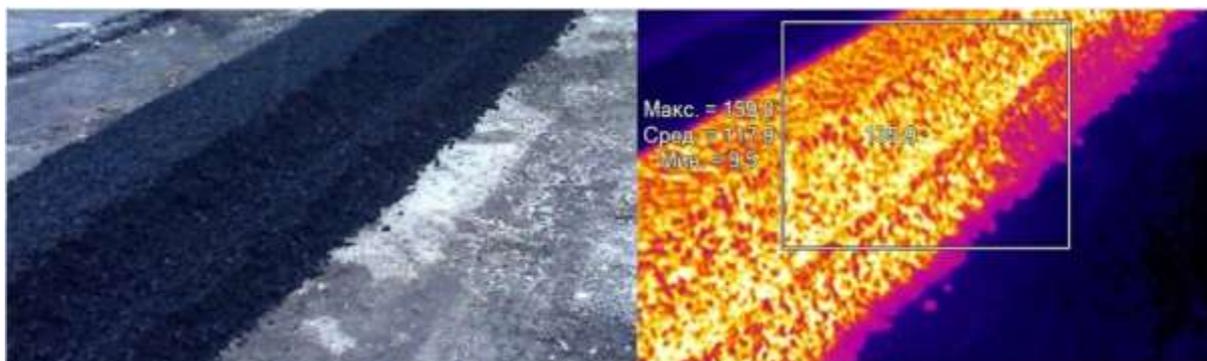


Рис. 2. Валик асфальтобетонной смеси

При перемешивании смеси перегружателем температура асфальтобетонной смеси выравнивается до значений, позволяющих осуществлять дальнейшую укладку, снизив вероятность появления дефектов [5].

### Подготовка опытного образца для проведения испытаний

Для подтверждения теоретических аспектов, связанных со снижением температурной сегрегации асфальтобетонной смеси при взаимодействии с перегружателем, была принята идея реализации упрощенной модели приемного бункера перегружателя, выполненного из листовой стали в масштабе 1:5 (рис.3).

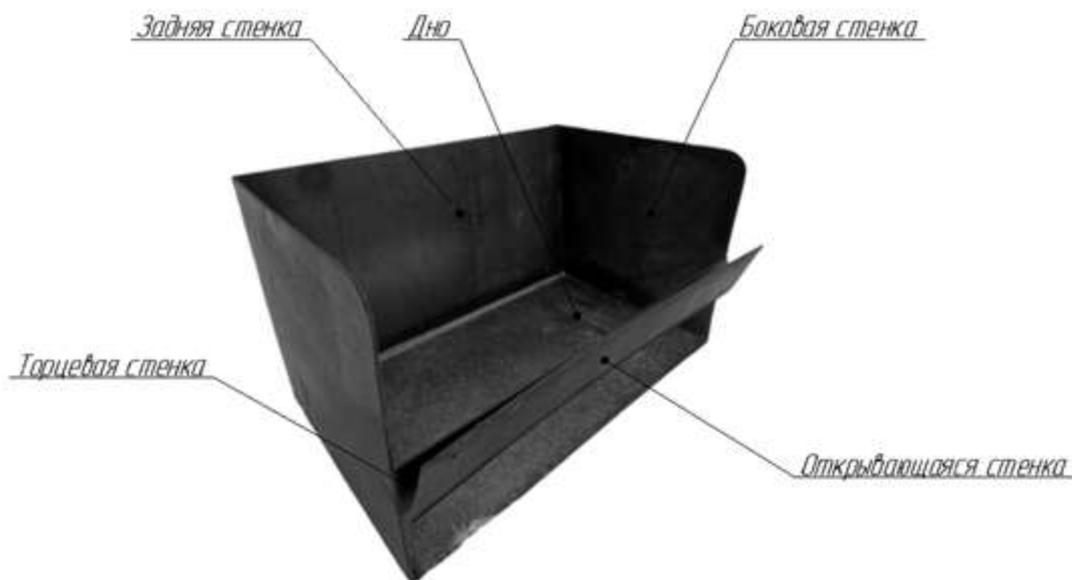


Рис. 3. Приемный бункер перегружателя

Экспериментальная модель приемного бункера спроектирована с возможностью приема асфальтобетонной смеси двумя способами:

традиционным методом выгрузки из автосамосвала и путем приема смеси, сформированной в виде валика. Такая конструкция позволяет проводить сравнительный анализ различных методов подачи смеси в бункер, оценивая взаимодействие бункера с асфальтобетонной смесью.

### Проведение испытаний

Для проведения испытаний, подтверждающих теоретические аспекты о снижении температурной сегрегации асфальтобетонной смеси при ее взаимодействии с перегружателем, изготовлен опытный образец приемного бункера и подготовлена асфальтобетонная смесь.

Согласно разработанной методики были проведены испытания, направленные на оценку изменения температуры асфальтобетонной смеси в приемном бункере при взаимодействии с сформированным валиком асфальтобетонной смеси. Экспериментальная установка представлена на рисунке 4.



*Рис. 4. Экспериментальная установка*

Суть проведения эксперимента заключается в следующем: приемный бункер перемещался к сформированному валику асфальтобетонной смеси с помощью лебедки, установленной на квадроцикле. При контакте с сформированным валиком асфальтобетонной смеси бункер заполнялся. В ходе

эксперимента выполнялась съемка инфракрасной камерой нескольких ключевых этапов: сформированного валика на покрытии, зоны контакта валика с приемным бункером и температуры асфальтобетонной смеси в бункере после ее перемешивания (рис. 5).

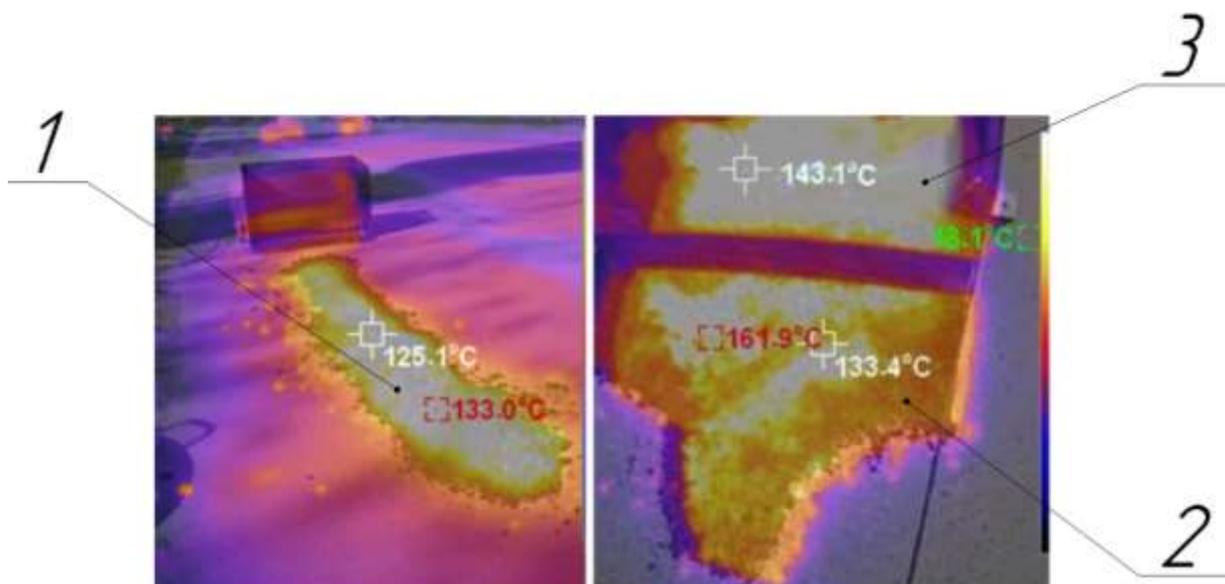


Рис. 5. Термограммы проведенного исследования.

1 – температура а/б смеси в сформированном валике; 2 – температура а/б смеси в приемном бункере; 3 – температура а/б смеси в приемном бункере после перемешивания

Эти данные позволили оценить изменение температуры смеси в процессе загрузки и перемешивания, полученные данные были сведены в таблицу 1.

Таблица 1

### Полученные экспериментальные данные

1	2	3	4	5	6
	1	2	3	4	5
Температура смеси в сформированном валике $T_1$ (°C)	125,1	128,3	118	127,4	116,8
Температура смеси на входе в приемный бункер $T_2$ (°C)	133,4	140	126,8	136,3	125,7
Температура смеси после перемешивания $T_3$ (°C)	143,1	149,4	132,7	144,1	130,4
<b>Изменение температуры <math>\Delta T</math> (°C)</b>	<b>18</b>	<b>21.1</b>	<b>14.7</b>	<b>16.7</b>	<b>13.6</b>

Построен график для получения наглядной информации изменения температуры (рис.6)

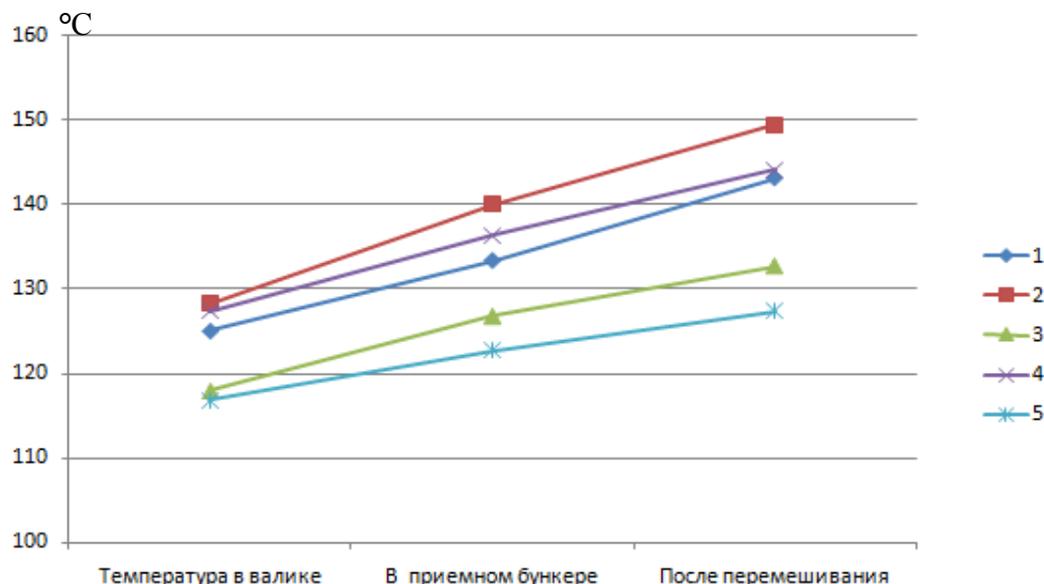


Рис. 6. График полученных значений изменения температуры

График позволяет наглядно увидеть положительное изменение температуры асфальтобетонной смеси с этапа сформированного валика до этапа распределения смеси в приемном бункере после ее перемешивания.

**Выводы.** Процесс перегрузки асфальтобетонной смеси является сложной технологической операцией, требующей учета множества факторов. Представлено наглядное изменение температуры асфальтобетонной смеси при взаимодействии с приемным бункером перегружателя. Описана экспериментальная часть, проведенная в рамках исследования, подтверждающая основные теоретические положения. Эксперимент позволил оценить, насколько эффективно перегружатель способствует повышению температуры смеси, выгруженной из автосамосвала. Эти данные дают более полное представление о влиянии перегрузки на качество асфальтобетонных покрытий.

## Список источников

1. Кустарев, Г. В. Высокоэффективные комплексы для скоростного строительства асфальтобетонных покрытий / Г. В. Кустарев, С. А. Павлов, А. В. Ушков. – М.: МАДИ, 2019. – 140 с. – ISBN 978-5-7962-0243-2. – EDN YXSZPF.
2. Технический документ Т-134. Температурная сегрегация как причина разрушения асфальтового покрытия.
3. ОДМ 218.5.002–2009. Методические рекомендации по устройству асфальтобетонных слоев с применением перегружателей смеси.
4. Семейшева, И. В. Перегрузатель асфальтобетонной смеси как способ устранения сегрегации / И. В. Семейшева, А. А. Лыткин // Молодой ученый. – 2018. – № 22(208). – С. 173-176. – EDN XPVALB.
5. Шестопапов, К. К. Согласование параметров самосвала с донной разгрузкой и перегружателя / К. К. Шестопапов, Р. В. Морозов // Грузовик. – 2013. – № 7. – С. 28-31. – EDN QITDYJ.
6. Инновационные технологии в производстве асфальтобетонных смесей / Ю. Э. Васильев, А. В. Илюхин, В. И. Марсов, Е. В. Марсова. – М.: МАДИ, 2016. – 116 с. – EDN XQYGRD.
7. Ушков, А. В. Комплекс машин для инновационной технологии скоростного строительства асфальтобетонных покрытий / А. В. Ушков, Е. В. Собченко, Г. В. Кустарев // Транспортное дело России. – 2014. – № 1. – С. 188-190. – EDN SDVTDP.

## References

1. Kustarev G.V., Pavlov S.A., Ushkov A.V. *Vysokoeffektivnyye komplekсы dlya skorostnogo stroitel'stva asfal'tobetonnykh pokrytiy* (Highly efficient complexes for high-speed construction of asphalt concrete pavements), Moscow, MADI, 2019, 140 p.
2. *Tekhnicheskiiy dokument T-134. Temperaturnaya segregatsiya kak prichina razrusheniya asfal'tovogo pokrytiya* (Technical document T-134. Temperature segregation as a cause of asphalt pavement destruction)
3. *ODM 218.5.002–2009. Metodicheskiye rekomendatsii po ustroystvu asfal'tobetonnykh sloev s primeneniyyem peregruzhateley smesi* (ODM 218.5.002–2009. Methodological recommendations for the installation of asphalt concrete layers using mix loaders).
4. Semeyshcheva I.V., Lytkin A. A. *Molodoy uchenyy*, 2018, no. 22(208), pp. 173-176.
5. Shestopalov K.K., Morozov R.V. *Gruzovik*, 2013, no. 7, pp. 28-31.

6. Vasil'yev YU.E., Ilyukhin A.V., Marsov V.I., Marsova Ye.V. *Innovatsionnyye tekhnologii v proizvodstve asfal'tobetonnykh smesey* (Innovative technologies in the production of asphalt concrete mixtures), Moscow, MADI, 2016, 116 p.

7. Ushkov A.V., Sobchenko Ye.V., Kustarev G.V. *Transportnoye delo Rossii*, 2014, no. 1, pp. 188-190.

Рецензент: Н.И. Баурова, д-р техн. наук, проф., МАДИ

### *Информация об авторах*

**Яковлев Михаил Александрович**, аспирант, МАДИ.

**Ушков Александр Владимирович**, канд. техн. наук, доц., МАДИ.

### *Information about the authors*

**Yakovlev Mihail A.**, postgraduate, MADI.

**Ushkov Alexander V.**, Ph.D., associate professor, MADI.

*Статья поступила в редакцию 19.10.2023; одобрена после рецензирования 07.11.2023; принята к публикации 18.12.2023.*

*The article was submitted 19.10.2023; approved after reviewing 07.10.2023; accepted for publication 18.12.2023.*