

JOURNAL OF TRANSPORT



ISSUE 3, 2025 vol. 2

E-ISSN: 2181-2438

ISSN: 3060-5164



RESEARCH, INNOVATION, RESULTS



**TOSHKENT DAVLAT
TRANSPORT UNIVERSITETI**

Tashkent state
transport university



JOURNAL OF TRANSPORT

RESEARCH, INNOVATION, RESULTS

E-ISSN: 2181-2438

ISSN: 3060-5164

VOLUME 2, ISSUE 3

SEPTEMBER, 2025



jot.tstu.uz

TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY

JOURNAL OF TRANSPORT

SCIENTIFIC-TECHNICAL AND SCIENTIFIC INNOVATION JOURNAL

VOLUME 2, ISSUE 3 SEPTEMBER, 2025

EDITOR-IN-CHIEF

SAID S. SHAUMAROV

Professor, Doctor of Sciences in Technics, Tashkent State Transport University

Deputy Chief Editor

Miraziz M. Talipov

Doctor of Philosophy in Technical Sciences, Tashkent State Transport University

The “**Journal of Transport**” established by Tashkent State Transport University (TSTU), is a prestigious scientific-technical and innovation-focused publication aimed at disseminating cutting-edge research and applied studies in the field of transport and related disciplines. Located at Temiryo‘lchilar Street, 1, office 465, Tashkent, Uzbekistan (100167), the journal operates as a dynamic platform for both national and international academic and professional communities. Submissions and inquiries can be directed to the editorial office via email at jot@tstu.uz.

The Journal of Transport showcases groundbreaking scientific and applied research conducted by transport-oriented universities, higher educational institutions, research centers, and institutes both within the Republic of Uzbekistan and globally. Recognized for its academic rigor, the journal is included in the prestigious list of scientific publications endorsed by the decree of the Presidium of the Higher Attestation Commission No. 353/3 dated April 6, 2024. This inclusion signifies its role as a vital repository for publishing primary scientific findings from doctoral dissertations, including Doctor of Philosophy (PhD) and Doctor of Science (DSc) candidates in the technical and economic sciences.

Published quarterly, the journal provides a broad spectrum of high-quality research articles across diverse areas, including but not limited to:

- Economics of Transport
- Transport Process Organization and Logistics
- Rolling Stock and Train Traction
- Research, Design, and Construction of Railways, Highways, and Airfields, including Technology
- Technosphere Safety
- Power Supply, Electric Rolling Stock, Automation and Telemechanics, Radio Engineering and Communications
- Technological Machinery and Equipment
- Geodesy and Geoinformatics
- Automotive Service
- Air Traffic Control and Aircraft Maintenance
- Traffic Organization
- Railway and Road Operations

The journal benefits from its official recognition under Certificate No. 1150 issued by the Information and Mass Communications Agency, functioning under the Administration of the President of the Republic of Uzbekistan. With its E-ISSN 2181-2438, ISSN 3060-5164 the publication upholds international standards of quality and accessibility.

Articles are published in Uzbek, Russian, and English, ensuring a wide-reaching audience and fostering cross-cultural academic exchange. As a beacon of academic excellence, the "Journal of Transport" continues to serve as a vital conduit for knowledge dissemination, collaboration, and innovation in the transport sector and related fields.

Importance of mineral powders in the development of transport and operational indicators of highways

G.K. Isakova¹^a, I.S. Sadikov¹^b

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: This article analyzes mineral powders that affect the exploitation period of highways by asphalt pavement. Recently, there has been a lot of focus on the difficulties in improving asphalt pavement. This is necessitated by the need to extend the exploitation life of pavements due to constantly increasing traffic loads, traffic intensity and climatic conditions. Additionally, the pavement's functional qualities must be extended. The study attempts to determine the directions of asphalt concrete development by analyzing the publications of both local and international scientists who have examined the properties of asphalt pavement by adding new components and additions to the mixture.

Keywords: asphalt-concrete, mineral powders, service life, operational indicators, asphalt-concrete mixture, pavement performance, maintenance pavement construction

Значение минеральных порошков в развитии транспортно-эксплуатационных показателей автомобильных дорог

Исакова Г.К.¹^a, Садиков И.С.¹^b

¹Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

Аннотация: В данной статье анализируются минеральные порошки, влияющие на срок эксплуатации автомобильных дорог асфальтовым покрытием. В последнее время большое внимание уделяется трудностям в улучшении асфальтового покрытия. Это обусловлено необходимостью продления срока службы дорожных покрытий из-за постоянно увеличивающейся транспортной нагрузки, интенсивности движения и климатических условий. Кроме того, необходимо удлинить функциональные качества покрытия. В исследовании предпринята попытка определить направления развития асфальтобетона путем анализа публикаций как зарубежных ученых, изучавших свойства асфальтового покрытия путем добавления новых компонентов и добавок в смесь.

Ключевые слова: асфальтобетон; минеральные порошки; срок службы; эксплуатационные показатели; асфальтобетонная смесь; производительность покрытия; строительство дорожного покрытия

1. Введение

Сегодня в нашей Республике проводится ряд реформ по строительству автомобильных дорог с высокой прочностью и эффективным использованием местного сырья для продления срока службы автомобильных дорог. В результате растет потребность в прочных и долговечных асфальтобетонных покрытиях. Совершенствование технологий содержания асфальтобетонных покрытий в природных климатических и эксплуатационных условиях нашей Республики необходимо для обеспечения их срока службы в установленные сроки как для дорог, находящихся в стадии строительства, так и для дорог, которые планируется построить в будущем. Поскольку уникальные характеристики этих материалов дают органоминеральной структуре новые качества, исследования новых форм вяжущих минеральных порошков, смешивающихся с битумом в составе


асфальтобетона, имеют как теоретическое, так и практическое значение.

Эта дорога имеет решающее значение для привлечения инвестиций и развития импорта и туризма. Чем безопаснее, ровнее, комфортнее и ровнее дорога, тем быстрее движение и ниже транспортные расходы. В результате стоимость продукта будет ниже; мы сможем быстро и удобно доставить пассажиров и грузы в пункт назначения [1].

Минеральный порошок является одним из основных ингредиентов асфальтобетонных смесей, на долю которого приходится более 90% общей площади поверхности минеральных гранул. Он служит связующим веществом между материалом и вяжущим веществом, которое в основном улучшает физико-механические свойства асфальтовой смеси [2].

Долговечность асфальтобетонного покрытия в эксплуатационных условиях напрямую зависит от материалов, используемых при производстве смеси, и свойств асфальтового вяжущего (минеральный порошок + битум).

^a <https://orcid.org/0009-0001-4990-8920>

^b <https://orcid.org/0000-0002-2595-288X>



ГОСТ 16557-2005 «Порошок минеральный для асфальтобетонных органоминеральных смесей» Техник условия. 2005 г. Эксплуатационный срок асфальтобетонной смеси, размещенной на дорожном покрытии, сокращается из-за низкого выхода минеральных порошков, отвечающих требованиям таблицы 1 нормативного документа, а в некоторых случаях они вообще не добавляются [3].

Низкое производство связующего вещества, используемого для изготовления мелкозернистого горячего асфальтового покрытия, которое используется на многих будущих дорогах страны, увеличивает стоимость производства, поскольку оно не производится в требуемых количествах. Кроме того, асфальтобетонные смеси изготавливаются с использованием минерального порошка, не соответствующего нормативным стандартам. Прочность на сжатие и плотность асфальтового покрытия ниже нормы из-за добавления минерального порошка, что не увеличивает активность связующего. Водопоглощение также выше нормы, что приводит к дефектам покрытия и значительно сокращает срок эксплуатации [4,5]. Возможность добавления различных техногенных отходов, побочных продуктов производства и вторичных ресурсов различных отраслей промышленности в асфальтобетонные смеси стала новым направлением в развитии асфальтобетонных смесей. Это особенно верно в последние годы, когда экологические проблемы получили международное внимание. Кроме того, на каждый компонент асфальтобетонной смеси влияет использование вторичных ресурсов [6].

2. Методика исследования

Для анализа исследований зарубежных авторов были выбраны работы, изучающие свойства асфальтобетона, полученного по традиционной технологии приготовления асфальтобетонных смесей.

В статье представлены работы, посвященные исследованию свойств асфальтобетонных смесей. Методы испытаний асфальтобетонных смесей различаются в разных странах и имеют свои особенности и свойства, так как климатические условия при эксплуатации дорожных покрытий также существенно различаются. В обзоре исследований в области повышения качества асфальтобетонных смесей в основном рассматриваются работы авторов, использовавших методологию объемного проектирования асфальтобетонных смесей. По результатам испытаний исследователями был определен оптимальный состав асфальтобетонной смеси с ожидаемыми свойствами. Практически все работы включали испытания минеральных порошков, полученных путем измельчения в порошок, оценку объемной плотности образцов, проведение исследований по устойчивости образцов к пластическому потоку, оценку водостойкости, разработку технологии получения активного минерального порошка из горных пород с учетом длительной эксплуатации асфальтобетонов путем замены минерального порошка минеральным порошком, полученным из местного сырья, изучение химического состава и гранулометрического состава

полученных активированных покрытий, изучение химического состава и гранулометрического состава активированных порошков. В ряде исследований использовались специфические методы тестирования, характерные для тех стран, где они закреплены в нормативных документах.

3. Результаты исследования

Функционально асфальтобетонное покрытие предназначено для удовлетворения потребности в круглогодичной непрерывности автодорог и регулировании транспортной нагрузки в периоды воздействия замораживания и оттаивания, осадков, солнечного света и других климатических факторов. Устойчивые каменные заполнители с требуемыми механическими и физическими свойствами, а также значительным весом и прочностью составляют большую часть большого заполнителя в асфальтобетонной смеси.

В публикации [7], авторы затрагивают вопрос утилизации строительных отходов, в частности, используемых бетонных материалов. Следовательно, в качестве ингредиента для приготовления асфальтобетона были использованы щебеночные отходы, составляющие 40% от массы крупного заполнителя, включая известняк и доломит. Результаты испытаний показали возможность использования вторичного щебня из бетонного лома при частичной замене природного щебня в структуре асфальтобетона.

Так, в работе [8] были проведены исследования по введению сталеплавленного шлака в качестве крупного наполнителя вместо традиционного щебня с целью повышения огнезащитных свойств смеси. Дополнительно в смесь вводились антипирены в количестве 8% от массы всей смеси. Авторы [9,10] интегрировали отходы сталеплавленного шлака в состав асфальтобетонной смеси. Результаты испытаний показали, что включение этих компонентов повышает сопротивление усталостному разрушению по сравнению с контрольными смесями. В работе [11] авторы заменили часть крупного заполнителя алюминиевыми шлаками, а вместо минерального порошка использовали дробленую керамическую плитку. Здесь важно отметить, что шлаки от производства стали, олова, алюминия, меди и других металлов активно использовались с середины XX века как альтернатива крупному каменному материалу, а опыт использования подтвержден успешностью эксплуатации дорожных покрытий, поэтому поиск новых компонентов для замены традиционных является оправданным [11].

Проведено множество исследований долгосрочных эксплуатационных характеристик асфальтобетонных покрытий путем замены минерального порошка минеральным порошком, полученным из местного сырья. Они занимают ведущие позиции в исследованиях в области асфальтобетона. Это, очевидно, связано с разнообразием материалов, отходов, ресурсов, схожих по дисперсии, характеристикам и свойствам, а также небольшой долей этого компонента (до 15%) в структуре асфальтобетонного покрытия [10].

Автор [12] рекомендует заменить сжиженные известковые порошки (0,975 мм) более прочными и



чистыми, что улучшит свойства асфальтобетонных смесей и уменьшит трещиноватость на дорожной поверхности. Измельченный гранулированный доменный шлак был исследован авторами в [13,14] в качестве заменителя минерального порошка в асфальтобетонных смесях. 5,5% было идеальным количеством вяжущего (битума), а вместо обычного минерального порошка использовался полностью измельченный гранулированный доменный шлак. Утилизация шлака не только решает проблемы утилизации отходов, но и обеспечивает экономический эффект от их использования в строительных материалах. Автор определяет минеральный агрегат как специфическую минеральную частицу [15]. Минеральные частицы изменяют прочность асфальтовой смеси и, в конечном итоге, характеристики покрытия. По его словам, с увеличением марки заполнителя прочность покрытия на сжатие и сдвиг увеличивается.

В последние годы в жарких и влажных местах в качестве заполнителя в асфальтобетонных покрытиях стали использовать цемент вместо руды. Смешивание различных порошкообразных материалов для замены минерального порошка для улучшения работы асфальтобетона широко используется во всем мире. [8,10]. Исследование показало, что при сравнении цементно-минеральных композиционных порошковых материалов с одинарными известковыми порошками улучшились противоскользящие свойства и водостойкость асфальтовой смеси. Поэтому, вместо того, чтобы использовать часть минерального порошка, исследования [16-19] предложили использовать 2,5% от веса полного минерального компонента гидратированной извести. Согласно экспериментальным исследованиям, асфальтобетон обладает лучшей трещиноватостью, меньшей прочностью внутреннего покрытия зимой и повышенной теплопроводностью. Учитывая интенсивные физико-химические процессы адсорбции на границе раздела фаз, вызванные активными центрами адсорбции и структурой поверхности частиц, был установлен характер зависимости адсорбционной и структурной активности наполнителей, а также термостойкости системы. По мере увеличения пористости минерального сырья эти показатели возрастают.

В данной работе [20] дисперс смог улучшить качество асфальтобетона путем нанесения порошкообразного минерального порошка (3%) на основе порошкообразного сырья перлита. В результате плотность была в 2 раза ниже, чем у известняка, прочность в 2,3 раза выше по характеру, но в данном исследовании асфальтобетонная смесь не была оценена на морозостойкость и устойчивость к низкотемпературной погоде.

[21] основной целью исследования являлась оценка потенциального использования переработанного асфальтобетонного заполнителя (RAPA) и отработанных пластиковых бутылок для производства устойчивых погодных асфальтовых покрытий путем приготовления минерального порошка. Определены особенности формирования структуры органа-минерала с использованием порошка минерала перлита, что обусловлено его высокой адсорбционной активностью и структурной природой по отношению к органическому

связующему, что связано с высоким уровнем пористой системы и состоянием поверхности. В качестве наполнителя для смеси использовали графит, который частично заменяли минеральным порошком от 0 до 40%. Исследование показало, что чем больше количество графита, тем выше теплопроводность смеси [22].

4. Заключение

Тенденции развития асфальтобетонных покрытий направлены на поиск компонентов, которые могут частично или полностью заменить местные материалы, а именно минеральные порошки. Большинство исследований направлены на поиск вариантов утилизации отходов и использования их в качестве вторичных заполнителей для полной или частичной замены асфальтобетонных компонентов. Производство минеральных порошков для асфальтобетона из промышленных отходов, в частности шлака, является не только экономически эффективным, но и экологически выгодным. Перерабатывая отходы, эта техника повышает качество асфальтобетона, уменьшает его негативное воздействие на окружающую среду и открывает новые перспективы для создания строительных материалов.

Большинство исследователей используют этот метод в зависимости только от того, удовлетворяет ли конечный продукт текущим критериям или улучшаются ли механические и физические качества асфальтобетона в некоторой степени, что находится в диапазоне ошибок в нескольких экспериментах. Нахождение минеральных порошков и других ингредиентов, улучшающих функцию покрытия, по сути, является задачей. Важно отметить, что в конечном покрытии связующее сохраняет присущие ему фундаментальные характеристики, в то время как процедура модификации позволяет повысить фактические показатели и внедрить новые качества. В ходе исследования не было выявлено решений, которые могли бы существенно изменить механизм работы завершенного покрытия или увеличить рабочий диапазон вяжущего от плюс 70°C до минус 50°C, поскольку достижение таких результатов с использованием традиционной технологии подготовки асфальта чрезвычайно сложно.

Использованная литература / References

- [1] Ширяев А.О., Высоцкая М.А, Минеральный порошок в современной системе проектирования асфальтобетонных смесей, Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова 2022, No.5.
- [2] Худжаев В., Максудов Ж.М., Файзиев В.М., Бегматов Т.И, Journal of Applied and Industrial Mathematics, Vol. 14, No.3, 2020, ст .513–523. doi:10.33048/SIBJIM.2020.23.31
- [3] ГОСТ 16557-2005 «Порошок минеральный для асфальтобетонных и органоминеральных смесей» Техник условия. 2005 г
- [4] ГОСТ 9128-2013 —Смеси асфальтобетонные, полимер-асфальтобетонные, асфальтобетон, полимерасфальтбетон для автомобильных дороги аэродромов



[5] Морев А.А., Илясов В.Н., Илясов С.В., Илясов В.С., Мракин А.Н., Селиванов А.А. Перспективы использования горючих сланетсев и продуктов их термопереработки в дорожном строительстве. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 3-4. – С. 529-532

[6] Ren, Yanfei; Chen, Meizhu; Yang, Tianyuan; Wu, Shaopeng; Wang, Kaifeng. (2021). Effect of Steel Slag Aggregate on Pavement and Flame-Retardant Performance of Warm-Mixed Flame-Retardant Asphalt Concrete. *Materials*. 14. 635. 10.3390/ma14030635. <http://dx.doi.org/10.3390/ma14030635>

[7] Acosta Alvarez, Debora; Alonso Aenlle, Anadelys; Tenza-Abril, Antonio. (2018). Laboratory Evaluation of Hot Asphalt Concrete Properties with Cuban Recycled Concrete Aggregates. *Sustainability*. 10. 10.3390/su10082590.

[8] Olugbenga, Oyedepo. (2019). Utilization of Industrial Waste Products in the Production of Asphalt Concrete for Road Construction. *Slovak Journal of Civil Engineering*. 27. 11-17. 10.2478/sjce-2019-0026. <http://dx.doi.org/10.2478/sjce-2019-0026>

[9] Bayraktar, Oguzhan; Altera, Abdelwahab; Soylemez, Hasan. (2019). Investigation of the Effects of Modified Bitumen on Asphalt Concrete Performance by Industrial Waste. 93-100.

[10] Haritonovs, Viktors; Zaumanis, Martins; Brencis, G.; Smirnovs, Juris. (2013). Asphalt concrete performance with conventional and waste aggregates. *International Journal of Pavement Research and Technology*. 6. 505-510. 10.6135/ijprt.org.tw/2013.6(5).505.

[11] K.C., Bishow; Bir, Gautam; Tamrakar, Singh. (2020). Utilization of Steel Slag as a Replacement for Filler Material in the Asphalt Concrete.

[12] Al-Saed, M.H., "The Effect funeral filler performance of tolled Asphaltic Mixes", Ph.D. Thesis, University of Leeds, 1988.

[13] Kuznetsov, Dmitry; Vysotskaya, Marina; Burgonutdinov, Albert. (2020). Using Steel-Smelting Slag as a Raw Material Component in the Production of Asphalt Concrete. *E3S Web of Conferences*. 157. 06010. 10.1051/e3sconf/202015706010.

[14] Al-Hdabi, Abbas; Al-Sahaf, Nibras; Alasadi, Layth; Yesar, Zahraa; Moeid, Haneen; Hassan, Mortada. (2019). Laboratory investigation on the properties of asphalt concrete mixture with GGBFS as filler. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 557. 012063. 10.1088/1757-899X/557/1/012063.

[15] Harrigan E.T., "Research Results DiGEST", N.C.H.R.P., 2011.

[16] A.Al Ashaibi, Azedin; Wang, Yu; Albayati, Amjad; Byzyka, Juliana; Scholz, Miklas; Weekes, Laurence. (2022). Thermal Properties of Hydrated Lime-Modified Asphalt Concrete and Modelling Evaluation for Their Effect on the Constructed Pavements in Service. *Sustainability*. 14. 10.3390/su14137827. <https://doi.org/10.3390/su14137827>

[17] Al-Tameemi, Ahmed; Wang, Yu; Albayati, Amjad. (2015). Influence of Hydrated Lime on the Properties and Permanent Deformation of the Asphalt Concrete Layers in Pavement. *Romanian Journal of Transport Infrastructure*. 4. 1-19. 10.1515/rjti-2015-0027.

[18] Albayati, Amjad; Wang, Yu; Haynes, Jonathan. (2022). Size Effect of Hydrated Lime on the Mechanical Performance of Asphalt Concrete. *Materials*. 15. 3715. 10.3390/ma15103715.

[19] Wang, Yu; Alashaibi, Azedin; Albayati, Amjad; Haynes, Jonathan. (2022). Thermal fatigue analysis of pavement design using hydrated lime modified asphalt concrete. 23. 72. 10.1515/ijpeat-2016-0050.

[20] Wang, Yu; Alashaibi, Azedin; Albayati, Amjad; Haynes, Jonathan. (2022). Thermal fatigue analysis of pavement design using hydrated lime modified asphalt concrete. 23. 72. 10.1515/ijpeat-2016-0050.

[21] I. Ladygina "Strength and durability of asphalt concrete" Ed. B. Minsk: Science and Technology.

[22] Pan P, Wu S, Hu X, Liu G, Li B. Effect of Material Composition and Environmental Condition on Thermal Characteristics of Conductive Asphalt Concrete. *Materials (Basel)*. 2017 Feb 23;10(3):218. doi: 10.3390/ma10030218. PMID: 28772580; PMCID: PMC5503353.

Информация об авторах Information about the authors

Садиков Ибрагим / Sadikov Ibragim	Ташкентский государственный транспортный университет, д.т.н., профессор кафедры «Строительство и эксплуатация автомобильных дорог» e-mail: jaamm.ru@gmail.com https://orcid.org/0000-0002-2595-288X
--	--

Исакова Гулхан / Isakova Gulkhan	Ташкентский государственный транспортный университет, докторант кафедры «Строительство и эксплуатация автомобильных дорог» e-mail: gulxanisakova22@gmail.com https://orcid.org/0009-0001-4990-8920
---	--



M. Masharipov, R. Bozorov, U. Khusenov, E. Asatov <i>Modern condition and development prospects of train operation management on the “Angren–Pop–Angren” railway corridor of JSC “Uzbekistan Railways”</i>	49
A. Khurramov <i>Design and performance analysis of operational technological communication networks based on digital technologies</i>	55
A. Tadjibaev, V. Jovliev, N. Boltaboeva <i>Application of Internet of Things technologies to improve the operational reliability of the gas supply system in vehicles</i>	59
M. Muzaffarova <i>A novel technological solution for protecting railways from sand drifts</i>	64
M. Mirzabekov, B. Kurbonova <i>Intelligent transport systems: an integrated approach for smart cities</i>	67
G. Isakova, I. Sadikov <i>Importance of mineral powders in the development of transport and operational indicators of highways</i>	72
F. Hasanov, O. Kutbiddinov, U. Berdiyev <i>Study of the magnetocaloric effect of metals</i>	76
U. Berdiev, F. Hasanov, B. Avazov, O. Kutbiddinov <i>Magnetostructural phase transitions to manganese arsenide</i>	79
P. Begmatov <i>Determining the dependence of the vibrations of the ballastic layer on the speed of train movement</i>	83
A. Azizov, F. Sindarov <i>Theoretical prerequisites in the organization of the construction of diagnostic systems, microprocessor blocks of the dialing group of railway automation and telemechanics</i>	87