

Ибраев А.С., доктор Ph, и.о. доцента, <https://orcid.org/0000-0002-7153-1496>

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», ул. Жангир хан 51, г. Уральск, 090009, Республика Казахстан, ibraevadil2012@mail.ru

Махашева С. С., техника ғылымдарының магистрі, <https://orcid.org/0000-0002-2369-6579>

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», ул. Жангир хан 51, г. Уральск, 090009, Республика Казахстан, simbat.salimovna@mail.ru

Әбдіғани Ә.Ә., магистр технических наук, <https://orcid.org/0000-0001-6761-6211>

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», ул. Жангир хан 51, г. Уральск, 090009, Республика Казахстан, adilzhan.99.kz@mail.ru

Ibraev A. S., PhD, docent, <https://orcid.org/0000-0002-7153-1496>

Non-profit joint-stock Company «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir Khan» Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, ibraevadil2012@mail.ru

Makhasheva S. S., master of technical sciences, <https://orcid.org/0000-0002-2369-6579>

Non-profit joint-stock Company «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir Khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakh, simbat.salimovna@mail.ru

Abdigani A.O., master of technical sciences, <https://orcid.org/0000-0001-6761-6211>

Non-profit joint-stock Company West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir Khan, 51 Zhangir Khan Street, Uralsk, West Kazakhstan region, Republic of Kazakhstan, adilzhan.99.kz@mail.ru

АНАЛИЗ МЕТОДОВ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ БОРЬБЫ С ОБЛЕДНЕНИЕМ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ

ANALYSIS OF METHODS AND TECHNICAL MEANS DESIGNED TO COMBAT ICING OF ROAD SURFACES

Аннотация

В современном мире проблема замораживания дорожных покрытий остается актуальной и требует постоянного внимания инженеров и специалистов в области безопасности дорожного движения. Обледенение дорог имеет серьезные последствия, такие как несчастные случаи, травмы и задержки движения, что отрицательно сказывается на экономике и обществе в целом. В связи с этим возникает необходимость разработки и применения эффективных методов и технических средств борьбы с обледенением дорожных покрытий.

Целью этого исследования является анализ различных методов и технических средств, предназначенных для предотвращения обледенения зимой и обеспечения безопасности на дорогах. В этом исследовании анализируется множество подходов, включая традиционные методы (например, использование реагентов) и инновационные технологии (например, системы отопления, предотвращающие обледенение).

Предполагается, что результаты этого анализа позволят выявить наиболее эффективные и перспективные методы и технические средства, которые можно успешно применять на дорогах с целью снижения рисков, связанных с оледенением, и обеспечения безопасности дорожного движения в зимний период. Кроме того, исследование также может пролить свет на потенциальные проблемы и ограничения существующих подходов, которые могут стать основой для дальнейших исследований и разработок в этой области.

ANNOTATION

In the modern world, the problem of freezing road surfaces remains relevant and requires constant attention from engineers and specialists in the field of road safety. Icing of roads has serious consequences such as accidents, injuries and traffic delays, which negatively affects the economy and society as a whole. In this regard, there is a need to develop and apply effective methods and technical means to combat icing of road surfaces.

The purpose of this study is to analyze various methods and technical means designed to prevent icing in winter and ensure road safety. This study analyzes a variety of approaches, including traditional methods (for example, the use of reagents) and innovative technologies (for example, heating systems that

prevent icing).

It is assumed that the results of this analysis will allow us to identify the most effective and promising methods and technical means that can be successfully applied on roads in order to reduce the risks associated with icing and ensure road safety in winter. In addition, the study can also shed light on the potential problems and limitations of existing approaches, which can form the basis for further research and development in this area.

Ключевые слова: техника, создание борозд, моделирование, имитация, проектирование.

Key words: technique, furrowing, modeling, simulation, design.

Введение. Рассмотрение данного вопроса обусловлено несколькими важными факторами, имеющими отношение к жизнедеятельности человека:

Безопасность движения: замораживание дорожных покрытий представляет серьезную угрозу безопасности движения. Когда на дороге есть лед, увеличивается риск дорожно-транспортных происшествий, которые могут привести к травмам и гибели людей.

Экономические потери: обледенение дорожных покрытий также приводит к значительным экономическим потерям из-за повреждения автомобилей, задержек в движении, потери времени и ресурсов на расчистку и содержание дорог.

Экологические аспекты: использование определенных химических реагентов для борьбы с оледенением может негативно повлиять на окружающую среду, включая почву, водные объекты и растительный мир. Поиск экологически безопасных методов борьбы с оледенением является важной задачей.

Технологический прогресс: с развитием технологий появляются новые методы и технические средства контроля оледенения, которые могут быть более эффективными и безопасными для использования на дорогах.

В целом, исследования и анализ различных методов и технических средств борьбы с обледенением дорожных покрытий имеют большое значение для обеспечения безопасности и комфорта движения на дорогах, снижения экономических потерь и снижения негативного воздействия на окружающую среду [3,4].

Материалы и методы исследования. Решению вопроса выбора наиболее оптимального способа борьбы с обледенением дорожных покрытий, может способствовать достижение следующих целей:

- изучение существующих методов и технических средств, применяемых для предотвращения и уменьшения обледенения дорожных покрытий;
- оценка эффективности различных методов борьбы с оледенением в различных климатических условиях и на различных типах дорожных покрытий;
- анализ технических параметров и характеристик применяемых материалов, смесей и оборудования, способствующих уменьшению оледенения дорожных покрытий;
- изучение влияния различных факторов, таких как температура, влажность, трафик и тип дорожного покрытия, на процессы образования и развития оледенения.
- сравнительный анализ затрат и экономической эффективности различных методов борьбы с оледенением с учетом затрат на их внедрение и последующее обслуживание;
- изучение возможности интеграции новых технологий, таких как дроны, спутниковые системы слежения или сенсорные системы, для более точного и эффективного мониторинга обледенения дорожных покрытий;
- разработка рекомендаций и стратегий по улучшению существующих методов и технических средств борьбы с оледенением с целью повышения безопасности дорожного движения.

Достичь вышеуказанных целей вопросам борьбы с обледенением дорожных покрытий, можно осуществить решением следующих задач:

- сравнительный анализ эффективности применения механических методов (снегоуборочная техника, скребки) и химических реагентов (соль, кальций-хлорид) для предотвращения образования льда на дорожном покрытии;
- изучить влияние климатических условий (температура, влажность, осадки) на эффективность различных методов контроля обледенения дорожных покрытий;
- оценка экологической безопасности различных химических реагентов (солей, антифризов) и их воздействия на окружающую среду при использовании на дорожных покрытиях;

- анализ стоимостных характеристик различных методов борьбы с оледенением дорожных покрытий с учетом затрат на оборудование, техническое обслуживание и воздействие на инфраструктуру;
- исследование эффективности использования новых технологий, таких как системы отопления дорог и инфраструктурного отопления, по сравнению с традиционными методами контроля оледенения;
- анализ применения автоматизированных систем контроля и предупреждения образования льда на дорожных покрытиях для оптимизации процессов управления дорожным движением в зимний период;
- оценка влияния человеческих факторов (например, квалификации водителей, соблюдения правил дорожного движения) на успешность применения методов и средств борьбы с оледенением дорожных покрытий;

Результаты исследования. Уборка наледи и льда с дорог и тротуаров - это задача, требующая внимания и профессионализма. Выбор метода и средства зависит от масштаба задачи, доступных ресурсов и особенностей погодных условий. Главное помнить, что безопасность горожан - это важнейшая задача, поэтому необходимо применять только проверенные и безопасные способы уборки наледи.

Существующие методы борьбы с образовавшейся наледью на дорожном покрытии можно условно разделить на два вида (первичный и вторичный) [4-8,18-20]. Классификация представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Классификация очистки дорожных покрытий от снега и льда

Как видно из приведенной классификации вопросов с первичными мероприятиями не возникает, так как качество уборки и вывоза снега зависит в основном от наличия специализированной техники и соблюдения технологии работ.

Применение тепло- и электроприборов слишком энергозатратно и требует значительных расходов на оборудование систем труб, ТЭНов или закуп теплового оборудования.

Применение химических реагентов в совокупности с фрикционным материалом на данный момент остается одним из распространенным методом борьбы с оледенением дорожных покрытий. Одним из больших минусов является негативное влияние на окружающую среду, в том числе на

дорожное покрытие и снижение коэффициента сцепления шин автомобилей с дорогой.

Одним из оптимальных методов уборки льда с дорожного покрытия является механическая уборка. Для оптимизации данного метода необходимо решить следующие задачи:

1. Качественное скалывание и отделение ледяной массы от дорожного покрытия.
2. 2. Сохранение целостности дорожного покрытия.
3. 3. Сбор и транспортировка осколков льда.

В мировой практике существует несколько технологических схем машин для сколки льда различных по воздействию на лед и применяемых *рабочих органов* (рисунок 2) [9-15,18].



Рисунок 2 – Классификация рабочих органов ледоскалывающих машин

Самым простым решением является применение пассивного рабочего органа (скрепер) (рисунок 3а). Но сейчас все больше внимания уделяют разработке ледоуборочных машин с активными рабочими органами (фрезами) (рисунок 3б,в,г). Но при применении фрез, увеличивается вероятность повреждения дорожного покрытия, поэтому в данной области имеется широкий круг вопросов, требующих проработки [9-13].

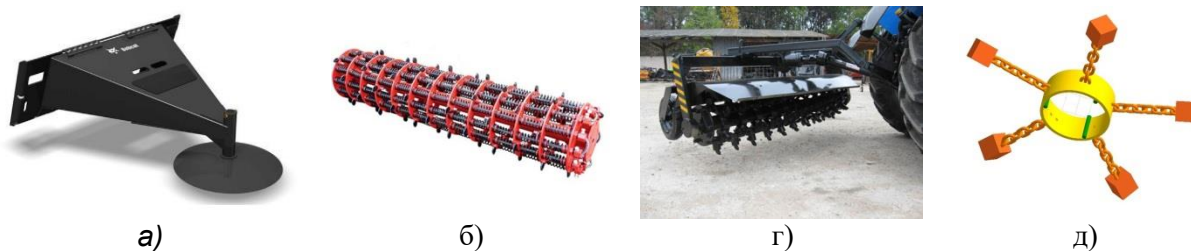


Рисунок 3 – Существующие рабочие органы ледоскалывающих машин

Заключение. В ходе анализа методов и технических средств борьбы с обледенением дорожных покрытий выяснилось, что современные инженерные решения и технологии существенно способствуют повышению безопасности и комфорта движения на дорогах в зимний период.

Проведенный обзор позволил выделить несколько основных направлений борьбы с обледенением:

Использование химических реагентов, таких как соли, кристаллы кальция, ацетаты, и т. д., которые способствуют таянию льда и снега на дорожном покрытии. Эти вещества широко используются в ряде стран и имеют высокую эффективность, но могут оказывать негативное влияние на окружающую среду и инфраструктуру.

Механические методы, которые включают использование специализированного оборудования, такого как снегоуборщики, вращающиеся щетки и скребки, а также устройства для разрушения ледяной корки на дорогах. Эти методы эффективны в определенных ситуациях, но

требуют значительных ресурсов и управления.

Инновационные технологии, такие как инфракрасные системы обогрева дорожного покрытия, ультразвуковые устройства удаления льда и автоматизированные системы мониторинга и мониторинга дорог. Эти подходы обещают значительно снизить затраты и повысить эффективность борьбы с оледенением.

В целом разнообразие методов и технических средств позволяет выбрать оптимальный подход в зависимости от климатических и технических характеристик конкретного региона. Тем не менее, важно учитывать экономические и экологические аспекты внедрения этих решений, а также продолжать инвестировать в исследования и разработки новых технологий для дальнейшего повышения безопасности и комфорта дорожного движения зимой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Гололедица опасна для всех участников движения. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://60.mchs.gov.ru/deyatelnost/poleznaya-informaciya/rekomendacii-naseleniyu/preduprezhdenie-tehnogennyh-chrezvychaynyh-situaciy/dorozhnoe-dvizhenie/gololedica-opasna-dlya-vseh-uchastnikov-dorozhnogo-dvizheniya>

2 Влияние погодно-климатических факторов на потребительские свойства автомобильных дорог. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://ecoimpact-ple.com/ru/documents/5780.html>

3 Чистка дорог от снега. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://gruntovozov.ru/chasto-zadavayemye-voprosy/kak-organizovat-uborku-i-vyivoz-snega/kak-sdelat-uborku-snega/chistka-dorog-ot-snega/#borba-so-snezhnym-nakatom-i-gololedom>

4 Технология уборки автодорог зимой. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://dormashina.ru/news/news-2/tekhnologiya-uborki-avtodorog-zimoj.html>

5 8 способов уборки льда и снега, борьбы с обледенением дорог. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://remstroiblog.ru/annushka/2023/03/06/8-sposobov-uborki-lda-i-snega-borby-s-obledeneniem-dorog/>

6 Hajder, Miroslaw. Supporting winter road maintenance procedures with the use of distributed measurements based on IoT, thermodynamic models and machine learning [Текст] / Hajder, Miroslaw; Hajder, Piotr; Hajder, Lucyna; Liput, Mateusz; Kolbusz, Janusz // *2023 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops and other Affiliated Events, PerCom Workshops 2023* Страницы 515 - 520 2023 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops and other Affiliated Events, PerCom Workshops 2023 Atlanta 13 March 2023 до 17 March 2023 Код 189647 – DOI 10.1109/PerComWorkshops56833.2023.10150293

7 Kim, Alina. Development of mounted impact-rotor working equipment for destruction of snow-ice formations [Текст] / Kim, Alina; Guryanov, Georgy; Vavilov, Andrey; Bugayev, Andrey; Doudkina, Yelena // *International Review of Mechanical Engineering* Том 15, Выпуск 5, Страницы 258 – 267 2021 – DOI 10.15866/ireme.v15i5.20805

8 Lysyannikov A.V. Equipment with Disc Cutters for Destruction and Removal of Strength Snow and Ice Formations on Road Surface [Текст] / Lysyannikov A.V., Bezborodov, Yu. N., Shram V.G. // *Lecture Notes in Mechanical Engineering* Страницы 259 - 268 2020 5th International Conference on Industrial Engineering, ICIE 2019 Sochi 25 March 2019 до 29 March 2019 Код 234249 – DOI 10.1007/978-3-030-22041-9_30

9 Виды ледяных и снежных образований на дорогах. [Электронный ресурс] / Режим доступа: https://www.krot.su/stati/prichiny_gololeda_i_sposoby_borby_s_nim/

10 Hyun, Su Woong. Development of snow removal system using embedded piped inside road with solar thermal energy collector and packed bed latent heat thermal energy storage [Текст] / Hyun, Su Woong; Kim Sunuk; Jeong Heejun; Ko Han Seo; Shin Dong Ho // *Journal of Energy Storage* Том 831 April 2024 Номер статьи 110737 – DOI: 10.1016/j.est.2024.110737.

11 Дудкин, М.В. Методика разрушения ледяного покрытия на автомобильных дорогах рабочим органом ударного действия [Текст] / М.В. Дудкин, С.Н. Фадеев, С.Ю. Пичугин // *Новости науки Казахстана*. – 2015. - №3(125). – С. 177-191.

12 Оборудование для уборки льда и снега. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://innoteh.kz/oborudovanie-dlya-uborki-lda-i-snega>

13 Зимний сезон: Оборудование для уборки снега и льда. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://hntech.ru/news/tpost/hvkmhzhfj1-zimnii-sezon-oborudovanie-dlya-uborki-sn>

14 Техника для уборки льда с тротуаров. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://merkatorgroup.ru/useful/tekhnika-dlya-uborki-lda-s-trotuarov/>

15 Дудкин, М.В. Модель взаимодействия рабочего органа ударного действия со льдом на дорожных покрытиях [Текст] / М.В. Дудкин, С.Н. Фадеев, С.Ю. Пичугин // Вестник ВКГТУ. – 2015. - №3. – С. 47-53.

16 Doudkin, M. V. Studying the machines for road maintenance [Текст] / M.V. Doudkin, S.N. Fadeyev, S.Y. Pichugin // *Life Science Journal* Том 10, Выпуск SPL.ISSUE 12, Страницы 134 - 1382013 Номер статьи 24 – ISSN 10978135

17 Lysyannikov A.V. Equipment with Disc Cutters for Destruction and Removal of Strength Snow and Ice Formations on Road Surface [Текст] / Lysyannikov A.V., Bezborodov, Yu. N., Shram V.G. // *Lecture Notes in Mechanical Engineering* Страницы 259 - 2682020 5th International Conference on Industrial Engineering, ICIE 2019Sochi25 March 2019до 29 March 2019Код 234249 – DOI 10.1007/978-3-030-22041-9_30

18 Yang, S. Research on the Classification Method of Complex Snow and Ice Cover on Highway Pavement Based on Image-Meteorology-Temperature Fusion [Текст] / Yang, Sen, Lei, Chengwei // *IEEE Sensors Journal*Том 24, Выпуск 2, Страницы 1784 - 179115 January 2024 – DOI 10.1109/JSEN.2023.3336667

19 Zhao, X. Enhancing the Efficiency of Ice-Resistant Materials in Asphalt Road Surfaces: A Comprehensive Performance Analysis [Текст] / Zhang, Yemao; Zheng, Mulian // *CoatingsОткрытый доступ*Том 14, Выпуск 1January 2024 Номер статьи 37 – DOI 10.3390/coatings14010037

20 Chen, J. Finite difference model for predicting road surface ice formation based on heat transfer and phase transition theory [Текст] / Chen, Jiaqi; Sun, Changqing; Sun, Xiao; Dan, Hancheng; Huang, Xinyue // *Cold Regions Science and Technology*Том 207March 2023 Номер статьи 103772 – DOI 10.1016/j.coldregions.2023.103772.

REFERENCES

1 Gololedica opasna dlya vseh uchastnikov dvizheniya. [Elektronnyj resurs] / Rezhim dostupa: <https://60.mchs.gov.ru/deyatelnost/poleznaya-informaciya/rekomendacii-naseleniyu/preduprezhdenie-tehnogennyh-chrezvychaynyh-situaciy/dorozhnoe-dvizhenie/gololedica-opasna-dlya-vseh-uchastnikov-dorozhnogo-dvizheniya>

2 Vliyanie pogodno-klimaticheskikh faktorov na potrebitel'skie svojstva avtomobil'nyh dorog. [Elektronnyj resurs] / Rezhim dostupa: <https://ecoimpact-ple.com/ru/documents/5780.html>

3 Chistka dorog ot snega. [Elektronnyj resurs] / Rezhim dostupa: <https://gruntovozov.ru/chasto-zadavayemye-voprosy/kak-organizovat-uborku-i-vyivoz-snega/kak-sdelat-uborku-snega/chistka-dorog-ot-snega/#borba-so-snezhnym-nakatom-i-gololedom>

4 Tekhnologiya uborki avtodorog zimoj. [Elektronnyj resurs] / Rezhim dostupa: <https://dormashina.ru/news/news-2/tekhnologiya-uborki-avtodorog-zimoj.html>

5 8 sposobov uborki l'da i snega, bor'by s obledenieniem dorog. [Elektronnyj resurs] / Rezhim dostupa: <https://remstroiblog.ru/annushka/2023/03/06/8-sposobov-uborki-lda-i-snega-borby-s-obledenieniem-dorog/>

6 Hajder, Mirosław. Supporting winter road maintenance procedures with the use of distributed measurements based on IoT, thermodynamic models and machine learning [Текст] / Hajder, Mirosław; Hajder, Piotr; Hajder, Lucyna; Liput, Mateusz; Kolbusz, Janusz // 2023 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops and other Affiliated Events, PerCom Workshops 2023Страницы 515 - 5202023 2023 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops and other Affiliated Events, PerCom Workshops 2023Atlanta13 March 2023до 17 March 2023Код 189647 – DOI 10.1109/PerComWorkshops56833.2023.10150293

7 Kim, Alina. Development of mounted impact-rotor working equipment for destruction of snow-ice formations[Текст] /Kim, Alina; Guryanov, Georgy; Vavilov, Andrey; Bugayev, Andrey; Doudkina, Yelena // *International Review of Mechanical Engineering*Том 15, Vypusk 5, Stranicy 258 – 2672021 – DOI 10.15866/ireme.v15i5.20805

8 Lysyannikov A.V. Equipment with Disc Cutters for Destruction and Removal of Strength Snow and Ice Formations on Road Surface [Текст] /Lysyannikov A.V., Bezborodov, Yu. N., Shram V.G. // *Lecture Notes in Mechanical Engineering*Страницы 259 - 2682020 5th International Conference on Industrial Engineering, ICIE 2019Sochi25 March 2019до 29 March 2019 Код 234249 – DOI 10.1007/978-3-030-22041-9_30

9 Vidy ledyanyh i snezhnyh obrazovanij na dorogah. [Elektronnyj resurs] / Rezhim dostupa: https://www.krot.su/stati/prichiny_gololeda_i_sposoby_borby_s_nim/

10 Hyun, Su Woong. Development of snow removal system using embedded piped inside road with

solar thermal energy collector and packed bed latent heat thermal energy storage [Текст] / Hyun, Su Woong; Kim Sunuk; Jeong Heejun; Ko Han Seo; Shin Dong Ho // Journal of Energy Storage Tom 831 April 2024 Nomer stat'i 110737 – DOI: 10.1016/j.est.2024.110737.

11 Dudkin, M.V. Metodika razrusheniya ledyanogo pokrytiya na avtomobil'nyh dorogah rabochim organom udarnogo dejstviya [Текст] / M.V. Dudkin, S.N. Fadeev, S.YU. Pichugin // Novosti nauki Kazahstana. – 2015. – №3(125). – S. 177-191.

12 Oborudovanie dlya uborki l'da i snega. [Elektronnyj resurs] / Rezhim dostupa: <https://innoteh.kz/oborudovanie-dlya-uborki-l'da-i-snega>

13 Zimnij sezon: Oborudovanie dlya uborki snega i l'da. [Elektronnyj resurs] / Rezhim dostupa: <https://hntech.ru/news/tpost/hvkmhzhfj1-zimnii-sezon-oborudovanie-dlya-uborki-sn>

14 Tekhnika dlya uborki l'da s trotuarov. [Elektronnyj resurs] / Rezhim dostupa: <https://merkatorgroup.ru/useful/tehnika-dlya-uborki-l'da-s-trotuarov/>

15 Dudkin, M.V. Model' vzaimodejstviya rabocheho organa udarnogo dejstviya so l'dom na dorozhnyh pokrytyah [Текст] / M.V. Dudkin, S.N. Fadeev, S.YU. Pichugin // Vestnik VKGTU. – 2015. – №3. – S. 47-53.

16.Doudkin, M. V. Studying the machines for road maintenance [Текст] / M.V. Doudkin, S.N. Fadeyev, S.Y. Pichugin // Life Science Journal Tom 10, Vypusk SPL.ISSUE 12, Stranicy 134 - 1382013 Nomer stat'i 24 – ISSN 10978135

17 Lysyannikov, A.V. Equipment with Disc Cutters for Destruction and Removal of Strength Snow and Ice Formations on Road Surface [Текст] / Lysyannikov A.V., Bezborodov, Yu. N., Shram V.G. // Lecture Notes in Mechanical Engineering Stranicy 259 - 2682020 5th International Conference on Industrial Engineering, ICIE 2019Sochi25 March 2019do 29 March 2019Kod 234249 – DOI 10.1007/978-3-030-22041-9_30

18 Yang, Sen. Research on the Classification Method of Complex Snow and Ice Cover on Highway Pavement Based on Image-Meteorology-Temperature Fusion [Текст] / Yang, Sen, Lei, Chengwei // IEEE Sensors JournalTom 24, Vypusk 2, Stranicy 1784 - 179115 January 2024 – DOI 10.1109/JSEN.2023.3336667

19 Zhao, X. Enhancing the Efficiency of Ice-Resistant Materials in Asphalt Road Surfaces: A Comprehensive Performance Analysis [Текст] / Zhang, Yemao; Zheng, Mulian // CoatingsOtkrytyj dostupTom 14, Vypusk 1January 2024 Nomer stat'i 37 – DOI 10.3390/coatings14010037

20 Chen, J. Finite difference model for predicting road surface ice formation based on heat transfer and phase transition theory [Текст] / Chen, Jiaqi; Sun, Changqing; Sun, Xiao; Dan, Hancheng; Huang, Xinyue //Cold Regions Science and TechnologyTom 207March 2023 Nomer stat'i 103772 – DOI 10.1016/j.coldregions.2023.103772.

ТҮЙІН

Қазіргі әлемде жол төсемдерін мұздату мәселесі өзекті болып қала береді және жол қауіпсіздігі саласындағы инженерлер мен мамандардың үнемі назарын талап етеді. Жолдардың мұздануы жазатайым оқиғалар, жарақаттар және қозғалыстың кешігуі сияқты ауыр зардаптарға әкеледі, бұл экономика мен жалпы қоғамға кері әсерін тигізеді. Осыған байланысты жол жабындарының мұздануын бақылаудың тиімді әдістері мен техникалық құралдарын әзірлеу және қолдану қажеттілігі туындайды.

Бұл зерттеудің мақсаты-қыста мұздың алдын алуға және жол қауіпсіздігін қамтамасыз етуге арналған әртүрлі әдістер мен техникалық құралдарды талдау. Бұл зерттеу дәстүрлі әдістерді (мысалы, реагенттерді пайдалану) және инновациялық технологияларды (мысалы, мұздануды болдырмайтын жылыту жүйелері) қоса алғанда, көптеген тәсілдерді талдайды.

Бұл талдаудың нәтижелері мұзданумен байланысты тәуекелдерді азайту және қыс мезгілінде жол қауіпсіздігін қамтамасыз ету мақсатында жолдарда сәтті қолдануға болатын ең тиімді және перспективалы әдістер мен техникалық құралдарды анықтауға мүмкіндік береді деп болжануда. Сонымен қатар осы саладағы қосымша зерттеулер мен әзірлемелерге негіз бола алатын ықтимал мәселелер мен қолданыстағы тәсілдердің шектеулерінің әзірлемелеріне негіз бола алады.