



Применение рассолов природного происхождения для обеспыливания автомобильных дорог с переходным типом покрытия на примере Иркутской области

© Вадим Борисович Балабанов^{1✉}, Джамиля Николаевна Хамидулина²

^{1,2}Иркутский национальный исследовательский технический университет,

г. Иркутск, Россия

¹balabanovvb@istu.edu✉

²d-khamidulina@mail.ru

Аннотация. Автодорожная сеть Иркутской области составляет более 12 000 км, причем большая часть автомобильных дорог пролегает в местах расположения сельских поселений и особо охраняемых природных территорий, заповедников и национальных парков и при этом представлена переходным типом покрытия. В связи с этим к дорожным материалам, в том числе для обеспыливания, предъявляются жесткие требования. Цель работы заключается в исследовании влияния на окружающую среду процессов пыления автомобильных дорог с переходным типом покрытия, а также в поиске решения проблемы пылимости данных дорог на территории Иркутской области с использованием материалов местного происхождения. Для этого были проведены наблюдения за обработкой автомобильных дорог с переходным типом покрытия, пролегающих по территории Жигаловского района Иркутской области, и последующей их эксплуатацией на протяжении теплого и сухого времени года. В процессе исследования был изучен состав и влияние на окружающую среду рассола природного происхождения, добываемого на территории Знаменского месторождения Жигаловского района Иркутской области, в сравнении с другими материалами, используемыми для обеспыливания проезжей части. Был сделан вывод об экологической безопасности природного рассола и его эффективности для обеспыливания дорожного покрытия.

Ключевые слова: переходный тип покрытия, содержание автомобильных дорог, обеспыливание, обеспыливающие материалы

Для цитирования: Балабанов В. Б., Хамидулина Д. Н. Применение рассолов природного происхождения для обеспыливания автомобильных дорог с переходным типом покрытия на примере Иркутской области // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2021. Т. 11. № 4. С. 602–607. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-4-602-607>.

Original article

Using brine solutions of natural origin for dust control on motorways with an intermediate road surfacing on example of Irkutsk region

Vadim B. Balabanov^{1✉}, Dzhamilya N. Khamidulina²

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

¹balabanovvb@istu.edu✉

²d-khamidulina@mail.ru

Abstract. The road network of the Irkutsk region comprises over 12 000 km. Most roads run near villages, nature reserves and national parks; nevertheless, intermediate road surfacing is used. Therefore, road materials, including dust control, are subject to stringent requirements. The objective of the work is to study the environmental impact of dusting processes on highways with an intermediate road surfacing, as well as to solve the problem of scuffing of these roads on the territory of the Irkutsk region using local materials. For this, on the territory of the Zhigalovsky district in the Irkutsk region, the processing of highways with the intermediate road surfacing and their subsequent operation during the warm dry season were examined. In the course of the study, the composition and environmental impact of the brine solution of natural origin produced on the territory of the Znamensky deposit in the Zhigalovsky

district, the Irkutsk region, was compared to other materials used for dust control of motorways. A conclusion was made on the environmental safety of natural brine and its efficiency in dust control on road surfaces.

Keywords: transitional type of coverage, road maintenance, dedusting, dedusting materials

For citation: Balabanov V. B., Khamidulina D. N. Using brine solutions of natural origin for dust control on motorways with an intermediate road surfacing on example of Irkutsk region. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate.* 2021;11(4):602-607. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-4-602-607>.

Введение

Вследствие увеличения интенсивности движения, повышения осевых нагрузок и отсутствия возможности проведения регулярных ремонтов автомобильная отрасль нуждается в создании эффективных методов содержания автомобильных дорог. Современная автомобильная дорога с гравийным покрытием обеспечивает в пределах установленных межремонтных сроков службы бесперебойный, круглогодичный, безопасный и удобный проезд автомобилей с установленными скоростями и нагрузками. Плохая видимость, являющаяся следствием пыления, которое характерно для автомобильных дорог переходного типа, существенно снижает безопасность и удобство управления автомобилем. Пыль оказывает негативное воздействие как на водителей, ухудшая условия видимости на дороге и создавая аварийные ситуации, так и на окружающее пространство, особенно в зонах населенных пунктов. Мелкая дорожная пыль висит в воздухе, затрудняя дыхание, а оседает на растениях, замедляя их развитие и рост во время периода вегетации. Кроме того, удаление мелких фракций грунта с поверхности дороги приводит к разрушению геометрии дорожного полотна [1]. Пылимость грунтовой дороги объективно влечет за собой увеличение затрат на обслуживание и содержание автомобильной дороги. Кроме того, большое количество автомобильных дорог с переходным типом покрытия проходит через населенные пункты, поэтому меры по обеспыливанию необходимо принимать ежегодно в теплое сухое время года, так как пылимость дороги отрицательно влияет на качество жизни людей, проживающих на близлежащих территориях [2]. На сухой поверхности грунтовых и гравийных дорог в теплый период под действием нагрузок от проезжающих автомобилей мелкодисперсные фракции разрыхляются и поднимаются в воздух в виде пыли. Порядка 70 % такой пыли составляет фракция крупнее 0,053 мм. При уменьшении доли мелкозерни-

стого материала в покрытии автомобильных дорог переходного типа слой износа начинает разрушаться. Это, в свою очередь, приводит к появлению более серьезных разрушений, таких как выбоины, колеи и многих других. В связи с этим работы по обеспыливанию являются обязательными мероприятиями для обеспечения дорожного движения на пылящих покрытиях [3, 4].

В настоящее время для обеспыливания и увеличения несущей способности гравийных покрытий применяют множество материалов [5–10], в том числе:

- битумные эмульсии (анионные ЭБА-3 и катионные ЭБК-2, ЭБК-3);
- нефтяные дорожные жидкие битумы (медленно густеющие МГ 40/70 и среднегустеющие СГ 40/70);
- лигносульфонаты технические (кальциевые, натриевые, кальциево-натриевые, аммониевые и др.);
- техническую поваренную соль (в виде 20–30 % раствора);
- хлористый кальций (в виде 30 % раствора).

В данной работе будут подробнее рассмотрены возможности использования рассолов природного происхождения, содержащих хлористый кальций, Знаменского месторождения Жигаловского района Иркутской области.

Методы

Рассол добывается на Знаменском месторождении (Жигаловский район Иркутской области) с глубины 1818 м. Природный рассол для применения на дорогах представляет собой 30-процентный кальций магниевый хлорид с ориентировочным содержанием основных компонентов: кальций хлористый – 75 %, магний хлористый – 20 %, прочие хлориды – 5 %. Плотность товарного рассола составляет 1,28–1,3 кг/литр.

Показатели качества рассола природного происхождения приведены в табл. 1.

Таблица 1. Показатели качества рассола природного происхождения

Table 1. Quality indicators of brine of natural origin

Наименование показателя	ГОСТ 450-77	Природный рассол
Внешний вид	Раствор желтовато-серого или зеленоватого цвета прозрачный или с легкой мутью	
Массовая доля:		
– хлористого кальция, %, не менее;	35	75
– магния в пересчете на $MgCl_2$, %, не более;	Не нормируется	20
– прочих хлоридов, в том числе $MgCl_2$, в пересчете на $NaCl$, %, не более;	3	4
– железа, (Fe), %, не более;	Не нормируется	0,09
– нерастворимого в воде остатка, %, не более;	0,15	0,11
– сульфатов в пересчете на сульфат-ион, %, не более	Не нормируется	0,8

Для наблюдения за эффективностью рассола природного происхождения, добываемого на территории Знаменского месторождения, были выбраны несколько участков автомобильных дорог с грунтовым покрытием, проходящих через населенные пункты (рис. 1), в

связи с высокой интенсивностью движения большегрузных автомобилей, увеличивающих пыльность покрытия, тем самым ухудшая условия проживания местного населения и экологическую обстановку.

Населенные пункты приведены в табл. 2.

Таблица 2. Площадь участков автодорог, обработанных рассолом природного происхождения

Table 2. The area of road sections treated with brine of natural origin

Населенный пункт	Площадь обработки, м ²
1. Нижняя Слобода	25 000
2. Якимовка	10 000
3. Знаменка	38 000
4. Константиновка	25 800
5. Дальняя Загора	34 220
<i>Всего</i>	<i>133 020</i>



Рис. 1. Местоположение экспериментальных участков для обеспыливания

Fig. 1. Location of experimental sites for dedusting

Результаты и их обсуждение

Обеспыливание дорожного покрытия производилось путем распределения раствора по поверхности дорожного полотна в сухую безветренную погоду.

После распределения и смешивания с материалом дорожной одежды соль остается в дорожной одежде, поэтому прямого контакта с автотранспортом и окружающей природой не происходит, в отличие от технологий, при которых используется распределение сухих солей. При правильной технологии распределения обеспыливающего раствора природного происхождения никакого вреда здоровью, автомобилям и окружающей среде не наносится.

Кроме высокой эффективности и экологической безопасности использование рассола

природного происхождения значительно уменьшает стоимость производства работ в условиях использования близлежащих автомобильных дорог. Так как нет необходимости готовить растворы путем их разведения из сухого сырья, а также за счет отсутствия высоких затрат на доставку материалов до места производства работ при обеспыливании дорог в Иркутской области, в сравнении с обработкой раствором бишофита, стоимость работ снижается в 1,5 раза.

Мониторинг состояния обработанных участков производился в течение 25 дней с момента первой обработки. Для наглядности действия рассола природного происхождения Знаменского месторождения следует рассмотреть фотоматериалы покрытия до и после обеспыливания (рис. 2).



Рис. 2. Автомобильная дорога до обеспыливания (слева) и после обеспыливания (справа)

Fig. 2. The road before dedusting (left) and after dedusting (right)

Заключение

На данный момент на территории Иркутской области, как и на территории всей нашей страны, количество автомобильных дорог с переходным типом покрытия все еще очень велико. На балансе Иркутской области содержатся автомобильные дороги с переходным типом покрытия, длина которых составляет порядка 2/3 от общей протяженности автомобильных дорог. Учитывая сравнительно не-

большие объемы денежных средств, выделяемых на содержание данных автомобильных дорог, а также необходимость их содержания в надлежащем состоянии, использование рассола природного происхождения Знаменского месторождения для обеспыливания покрытия не только существенно сократит стоимость производства работ, без потери их качества, но и не нанесет вреда окружающей среде и автотранспортным средствам.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Савченко А. В. Укрепление пылящих поверхностей // Записки Горного института. Т. 150. Ч. 1. С. 54–57.
2. Горшков Е. В., Насими М. Х. Исследование загрязнения городской воздушной среды мелкодисперсной пылью природного происхождения [Электронный ресурс] // Инженерный вестник Дона. 2016. № 4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3896 (05.06.2021).
3. Геращенко Е. А. Обеспыливание грунтовых и щебеночных дорожных покрытий // Фундаментальные и прикладные исследования молодых ученых: сборник научных трудов II Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных (Омск, 08–09 февраля 2018 года). Омск: СибАДИ, 2018. С. 361–367.
4. Игнатьева А. П., Стойка Н. А. Стабилизация и обеспыливание гравийных дорог // Автомобильные дороги. 2011. № 8. С. 73–77.
5. Вишневский А. В. Использование отходов промышленного производства для обеспыливания технологических автомобильных дорог // Вестник ЗабГУ. 2017. Т. 23. № 11. С. 12–18. <https://doi.org/10.21209/2227-9245-2017-23-11-12-18>
6. Буренина О. Н., Давыдова Н. Н., Андреева А. В., Даваасенгэ С. С., Савинова М. Е., Копылов В. Е. Свойства материалов из эмульсионно-минеральных смесей для использования в технологиях обеспыливания автомобильных дорог с переходным типом покрытия // Приволжский научный вестник. 2015. № 11 (51). С. 30–35.
7. Ушаков В. В., Браунер Е. Н. Мероприятия по снижению пылеобразования на карьерных автомобильных дорогах Забайкалья // Материалы региональной конференции «Проблемы освоения и рационального использования природных ресурсов Забайкалья». Чита, 2000. С. 62–65.
8. Челышева Т. В. Применение лигносульфонатов для укрепления и обеспыливания лесовозных автомобильных дорог // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2001. № 5-6. С. 64–70.
9. А.с. SU 377463 A1 СССР, МПК E01C 3/04. Обеспыливающая эмульсия для обработки поверхности автомобильных дорог / А. С. Зувев, В. С. Ивашкин, Г. Н. Мышлянова, М. А. Токмаков. № 1368747/29-14; заявл. 06.10.1969; опубл. 17.04.1973.
10. Калганов С. А. Обеспыливание и укрепление дорожных покрытий хлористым кальцием // Автомобильные дороги. 1960. № 6. С. 24–25.

REFERENCES

1. Savchenko AV. Strengthening dusty surfaces. *Zapiski Gornogo Instituta = Journal of Mining Institute*. 2002;150(1):54-57. (In Russ.).
2. Gorshkov EV, Nasimi MKh. Study of urban air pollution with fine-dispersed dust. *Inzhenernyi vestnik Dona = Engineering journal of Don*. 2016. No. 4. (In Russ.). Available from: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3896 (05.06.2021).
3. Gerashchenko EA. Dust control of unpaved and gravel road surfaces. *Fundamental'nye i prikladnye issledovaniya molodykh uchenykh: sbornik nauchnykh trudov II Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh* (Omsk, 08–09th February 2018). Omsk: SibADI; 2018. p. 361-367. (In Russ.).
4. Ignatieva AP, Stoyka NA. Stabilization and dedusting of gravel roads. *Avtomobil'nye dorogi*. 2011;8:73-77. (In Russ.).
5. Vishnevsky AV. The use of industrial wastes for dust control of roads. *Vestnik ZabGU = Bulletin of ZabGU*. 2017;23(11):12-18. (In Russ.). <https://doi.org/10.21209/2227-9245-2017-23-11-12-18>.
6. Burenina ON, Davydova NN, Andreeva AV, Davaasenge SS, Savinova ME, Kopylov VE. Properties of materials emulsion-mineral mixtures for use in technology dedusting roads with transitive type of cover. *Privolzhskii nauchnyi vestnik*. 2015;11(51):30-35. (In Russ.).
7. Ushakov VV, Brauner EN. Measures to reduce dust formation on open-pit auto-mobile roads of Transbaikalia. *Materials of the regional conference "Problems of development and rational use of natural resources of Transbaikalia"*. Chita, 2000. p. 62-65. (In Russ.).
8. Chelysheva TV. Use of lignosulfonates for reinforcing and dedusting forest roads. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Lesnoi zhurnal = Russian Forestry Journal*. 2001;5-6:64-70. (In Russ.).
9. Ivashkin VS, Tokmakov MA, Zuev AS, Myshlyanova GN. Dedusting emulsion for road surface Treatment. Certificate of authorship, SU

377463 A1 the USSR, IPC E01C 3/04.
No. 1368747/29-14, 1973. (In Russ.).

10. Kalganov SA. Dedusting and strengthening of road surfaces with calcium chloride. *Avtomobil'nye dorogi*. 1960;6:24-25. (In Russ.).

Информация об авторах

В. Б. Балабанов,
кандидат технических наук, доцент,
заведующий кафедрой автомобильных дорог,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2884-9674>

Д. Н. Хамидулина,
магистрант кафедры автомобильных дорог,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия

Information about the authors

Vadim B. Balabanov,
Cand. Sci. (Eng.), Associate professor,
head of the Department of Highways,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074, Russia,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2884-9674>

Dzhamilya N. Khamidulina,
Master's student of the Department of Highways,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074, Russia

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Статья поступила в редакцию 14.10.2021.
Одобрена после рецензирования 10.11.2021.
Принята к публикации 11.11.2021.

Contribution of the authors

All authors made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

Conflict of interests

The authors declare no conflicts of interests regarding the publication of this article.

The final manuscript has been read and approved by all the co-authors.

The article was submitted 14.10.2021.
Approved after reviewing 10.11.2021.
Accepted for publication 11.11.2021.