

**ОПЫТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ВНЕДРЕНИЕ
ИННОВАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЫЛЕПОДАВЛЕНИЯ
НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ С ПЕРЕХОДНЫМ
ТИПОМ ПОКРЫТИЯ**

Д-р техн. наук, профессор **А.В. Кочетков**,
инженер **И.В. Чанцев**
(ФАУ «РОСДОРНИИ»),
инженер **С.Г. Меркушов**
(ООО «Зиракс»),
инженер **Е.С. Худолева**
(ООО НПО «НИИПАВ»)
Конт. информация: soni.81@mail.ru

В статье рассмотрены результаты работ по опытно-экспериментальному применению инновационных обеспыливающих материалов на основе безводного хлористого кальция и шестиводного хлористого магния с растворимым в воде многофункциональным поверхностно-активным веществом аминной группы.

Ключевые слова: автомобильные дороги, пылеподавление, обеспыливание, видимость, хлористый кальций, хлористый магний, сухие смеси, содержание дорог, инновация.

Широко известно, что движение автомобильного транспорта по автомобильным дорогам с переходным и низшим типами покрытия приводит к увеличенному пылеобразованию [1-4]. Таким образом, после проезда автомобиля на дорогах резко снижается видимость, из-за чего увеличивается вероятность возникновения дорожно-транспортных происшествий (ДТП) и тяжесть последствий от них [5-9]. На сухой поверхности таких дорог в теплый период года мелкозернистый материал разрыхляется под воздействием дорожного движения и поднимается в воздух в виде пыли. При этом более мелкая пыль может оставаться в воздухе в течение довольно длительного времени.

Обычные методы борьбы с пылью путем полива водой или растворами минеральных солей не приносят ожидаемого результата в силу неравномерного распределения жидкости на дорожном покрытии, а также имеют непродолжительный период действия.

В настоящее время на автомобильных дорогах Российской Федерации применяется целый ряд методов борьбы с пылеобразованием, в том числе с использованием битумной эмульсией согласно

ОДМ 218.8.009-2017¹ .

Благодаря научному прогрессу отмечается появление новых (инновационных) материалов и технологий, в том числе направленных на комплексное предотвращение и (или) минимизацию негативного воздействия на окружающую среду. Как известно [9-14], для пылеподавления на дорогах с переходным типом покрытия, в том числе на технологических дорогах угольных разрезов и карьеров горнодобывающих предприятий используются рабочие растворы реагентов различной концентрации в зависимости от выполняемой операции и климатических условий.

При этом в настоящее время в целях повышения охраны окружающей среды утвержден ГОСТ Р 113.16.01-2020 «Наилучшие доступные технологии. Пылеподавление и предотвращение смерзаемости с применением средств на основе хлористого кальция, хлористого магния и хлористого натрия», устанавливающий требования к пылеподавлению (обеспыливанию) и предотвращению смерзаемости различных сред и конструкций с применением средств на основе хлоридов.

Основным драйвером внедрения инновационных технологий на автомобильных дорогах общего пользования является стандартизация, в том числе стандарты организаций (СТО) на новые технологии и материалы, которые не должны противоречить требованиям технических регламентов, межгосударственных, национальных и предварительных национальных стандартов, а также устанавливающие более высокие требования, чем в действующих документах по стандартизации.

Таким образом, для научного обоснования возможности применения данных материалов в дорожном хозяйстве и подтверждения увеличения длительности эффекта пылеподавления на автомобильных дорогах были проведены научные исследования с целью изучения возможности практического применения поверхностно-активных веществ (ПАВ) аминной группы наряду с разработкой документа по стандартизации – стандарта организации (СТО) «*Вещества поверхностно-активные «ДОН-А». Технические условия*», устанавливающего требования к поверхностно-активным веществам, применяемым для производства дорожно-строительных материалов различного назначения, в том числе с целью повышения адгезии при пылеподавлении (обеспылива-

¹ ОДМ 218.8.009-2017 «Методические рекомендации по технологии обеспыливания автомобильных дорог с переходным типом покрытия с использованием битумной эмульсии», утв. распоряжением Росавтодора от 28.03.2017 № 524-р.

нии) и предотвращения смерзаемости с эффектом дополнительной стабилизации дорожной одежды.

В рамках представленной в данной статье работы была поставлена задача по увеличению времени действия материалов для пылеподавления за счет применения многофункциональных ПАВ, добавляемых в сухие смеси хлоридов на основе растворимых в воде аминов растительного происхождения (далее – сухие смеси хлоридов с ПАВ).

В целях сбора данных для подтверждения соответствия объекта стандартизации требованиям стандарта организации было выполнено опытно-экспериментальное внедрение обеспыливающих материалов на основе безводного хлористого кальция и шестиводного хлористого магния с ингибитором коррозии на основе ПАВ аминной группы на 3-х участках автомобильных дорог: Кувандыкского городского округа Оренбургской области, Саратовского района Саратовской области и ФКУ Упрдор «Вилуй».

Для сравнительного анализа эффективности новых технологий пылеподавления при проведении экспериментальных работ на дорогах Кувандыкского городского округа Оренбургской области в летний период 2021 г. применили 3 вида технологий распределения обеспыливающих веществ:

- распределение поливомоечной машиной 26 %-го рабочего раствора хлористого кальция и хлористого магния;
- распределение с помощью комбинированной дорожной машины (КДМ) сухих смесей на предварительно увлажненную водой поверхность;
- распределение сухих смесей с помощью КДМ.

Температура воздуха во время проведения работ составила 30 °С; влажность воздуха – 47 %. В результате выполненных работ установлено, что через два часа дорожное покрытие находилось во влажном состоянии (рис. 1, рис. 2). Признаки пылеобразования при проезде легковых и тяжеловесных транспортных средств отсутствовали. При этом из-за недостаточной обработки обочин наблюдалось легкое пыление при заезде автомобилей на обочины.

Следует отметить, что самой эффективной технологией оказалось обеспыливание сухой смесью с помощью КДМ. Все локальные участки проезжей части, включая участки с неровным покрытием, находились в одинаковом увлажненном состоянии. Для сравнения на участках с неровным покрытием, обработанных раствором и с предварительным смачиванием водой, отмечалась неоднородность результатов обработки дорожного покрытия, поскольку образовались увлажненные зоны

в более низких местах и сухие зоны в более высоких местах неровного покрытия.



Рис. 1. Распределение зерен хлоридов кальция и магния на дорожном покрытии



Рис. 2. Результат обработки обеспыливающими материалами

Данный вывод был подтвержден на автомобильной дороге ФКУ Упрдор «Вилуй» (г. Якутск) при проведении осенью 2021 г. экспериментальных работ по применению сухих смесей хлоридов с ПАВ при помощи КДМ (рис. 3). В рамках испытаний было использовано 4 т сухой смеси безводного хлористого кальция и шестиводного хлористого магния в соотношении 1:1 и дополнительно 1 % ПАВ аминной группы. По результатам опытно-экспериментального внедрения после месяца эксплуатации обработанного участка автомобильной дороги подтверждено повышение качества распределения и увеличение сроков пылеподавления при применении сухих смесей в отличие от применения растворов хлоридов кальция и магния. При этом все локальные участки проезжей части находились в одинаковом увлажненном состоянии.



Рис. 3. Обработка пылящих покрытий на автомобильной дороге к г. Якутску (ФКУ Упрдор «Вилуй»)

При участии Администрации Саратовского района Саратовской области и ООО «Зиракс» в ходе экспериментальных работ по применению пылеподавляющих материалов на автомобильной дороге в г. Саратове участок внедрения был обработан раствором хлористого кальция и хлористого магния при помощи КДМ в два прохода – туда и обратно (рис. 4, рис. 5). При прямом проходе обрабатывалась одна полоса дороги, при обратном – другая. Через две недели по результатам мониторинга опытного участка дороги подтверждено, что дорожное покрытие находится во влажном состоянии. При этом необходимо отметить неоднородный характер обработки дорожного покрытия при изначально неровном покрытии: наличие увлажненных зон в более низких

местах и в более высоких местах неровного покрытия. Таким образом, сделан вывод, что при обработке неровного покрытия раствор стекает в более низкие места, где его концентрация становится большей, и уменьшается в более высоких местах неровного покрытия.



Рис. 4. Проведение обработки дорожного покрытия обеспыливающим раствором при помощи КДМ с поливомоечным оборудованием



Рис. 5. Вид дорожного покрытия сразу после обработки смесью хлоридом кальция, магния и ПАВ

В связи с этим при проведении научных исследований, а также по результатам апробации технологии на практике было выявлено, что безводный хлористый кальций (компонент сухой смеси) абсорбирует влагу из воздуха, даже при его низкой влажности. Обработанная такой смесью поверхность остается увлажненной длительное время, в связи с чем пыль в большей своей массе не поднимается в воздух. Компоненты пыли после смачивания солевым раствором становятся более тяжелыми, а другие частицы, которые всё-таки смогли подняться на высоту до 1 м, спустя короткое время опускаются обратно на проезжую часть. За счет этого сохраняется удовлетворительная видимость на автомобильной дороге и, соответственно, повышается безопасность дорожного движения.

Кроме этого, было отмечено, что за счет движения автомобильного транспорта обработанный слой дорожного полотна дополнительно уплотняется. Средство связывает частицы пыли, образующиеся из-за износа дорожного полотна, и не позволяет им подниматься в воздух.

Применение рассматриваемого материала позволяет бороться с пылением, в том числе на сложных лессовых грунтах, для которых характерна способность мелких пылевидных частиц приобретать электростатический заряд и находиться в воздухе достаточно длительный период времени. При этом данный материал способствует «стеканию» статического заряда с пылевидных частиц, заставляя их свободно и быстро оседать на поверхность дорожного покрытия после прохождения по нему транспортных средств. В результате происходит склеивание пылевых частиц в более крупные агрегаты, что дает более длительный эффект пылеподавления.

В процессе исследований также выявлено, что применение материалов для пылеподавления сопровождается эффектом дополнительной стабилизации грунтов и снижения температуры кристаллизации соляного раствора до точки эвтектики, что может способствовать повышению прочности пропитанных слоев. Эта гипотеза является приоритетным направлением для дальнейших исследований.

Продолжительность пылеподавляющего эффекта от применения сухих смесей хлоридов с ПАВ при обработке грунтовых дорог составляет – от 10 до 25 дней в зависимости от климатических условий, а также интенсивности и состава движения транспортных средств.

Следует отметить следующие преимущества применения сухих смесей хлоридов с ПАВ:

для транспорта:

- повышение безопасности дорожного движения за счет снижения риска ДТП благодаря улучшению видимости;

- рост производительности труда;
- снижение затрат на ремонт и содержание техники, сокращение простоев техники;
- увеличение рабочего ресурса деталей и механизмов;
- повышение безопасности труда, улучшение здоровья персонала;

для дорожного хозяйства:

- сокращение затрат на содержание и обслуживание дорог;
- повышение комфортности проживания населения в селитебной зоне;
- увеличение во времени пылеподавляющего эффекта;
- общее сокращение затрат на пылеподавление до 40 % в силу снижения частоты обработок и потребности в обеспыливающих материалах.

ВЫВОДЫ

1. Многофункциональные поверхностно-активные вещества (ПАВ), добавляемые в сухие смеси хлоридов на основе растворимых в воде аминов растительного происхождения, могут эффективно применяться для пылеподавления на автомобильных дорогах с переходным и низшим типами покрытия.
2. Установлено преимущество инновационной технологии, заключающееся в увеличении длительности эффекта пылеподавления при применении сухих смесей хлоридов в отличие от применения раствора хлоридов кальция и магния. Это объясняется тем, что при неровном покрытии происходит стекание раствора в пониженные места, при этом пропитка более высоких мест покрытия не успевает произойти. Напротив, при обработке сухими смесями происходит равномерное распределение гранул соли на покрытии и их увлажнение, благодаря эффекту поглощения влаги из воздуха, что обеспечивает однородный эффект пылеподавления на дорожном покрытии.
3. Подтверждено отсутствие пыли и комфортная видимость на опытных участках автомобильных дорог в течение 14 дней и более при первичной обработке, в зависимости от климатических условий и интенсивности движения транспортных средств.
4. Целесообразно рассмотреть вопрос проведения исследований для оценки возможности использования данного вещества в качестве ингибитора коррозии, антиоксиданта, антислеживателя, а

также как материала, повышающего прочность пропитанных слоев дорожной конструкции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кочетков А.В. Применение риск-ориентированного подхода в дорожном хозяйстве: монография / А.В. Кочетков, В.И. Алферов, В.В. Талалай; под науч. ред. Ю.Э. Васильева. – М: Изд-во «МАДИ», 2020. – 211 с.
2. Буренина О.Н. Каменные материалы с участков автомобильных дорог «Вилюй» и «Колыма» для технологий обеспыливания / О.Н. Буренина, Н.Н. Давыдова, А.В. Андреева // Новая наука: проблемы и перспективы. – 2016. – № 2-1 (61). – С. 113-115.
3. Ручкин А.А. Химические реагенты, применяемые при обеспыливании дорог / А.А. Ручкин, Г.В. Макаrchук, Л.В. Медведева // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). – 2019. – № 2 (30). – С. 46-50.
4. Ишмухаметов Э.М. Методы обеспыливания покрытий автомобильных дорог / Э.М. Ишмухаметов, Т.В. Дмитриева / Актуальные проблемы строительного и дорожного комплексов: материалы международной научно-технической конференции, посвященной 50-летию Института строительства и архитектуры ПГТУ, Йошкар-Ола, 15 мая 2019. – Йошкар-Ола, 2019. – С. 164-166.
5. Бесполитов Д.В. Экологически безопасные композиционные материалы для обеспыливания карьерных дорог / Д.В. Бесполитов, Н.А. Коновалова, П.П. Панков, Е.А. Руш // Молодая наука Сибири. – 2021. – № 1 (11). – С. 507-513.
6. Балабанов В.Б. Применение рассолов природного происхождения для обеспыливания автомобильных дорог с переходным типом покрытия на примере Иркутской области / В.Б. Балабанов, Д.Н. Хамидулина // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2021. – Т. 11. – № 4 (39). – С. 602-607.
7. Волкова А.Д. Обеспыливание автомобильных дорог с переходным типом покрытия / А.Д. Волкова, М.В. Соколов / Россия молодая: сборник материалов XIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Кемерово, 20-23 апреля 2021. – Кемерово, 2021. – С. 62603.1-62603.4.
8. Вишневецкий А.В. Использование отходов промышленного производства для обеспыливания технологических автомобильных до-

- рог // Вестник Забайкальского государственного университета. – 2017. – Т. 23. – № 11. – С. 12-18.
9. Буренина О.Н. Свойства материалов из эмульсионно-минеральных смесей для использования в технологиях обеспыливания автомобильных дорог с переходным типом покрытия / О.Н. Буренина, Н.Н. Давыдова, А.В. Андреева и др. // Приволжский научный вестник. – 2015. – № 11 (51). – С. 30-35.
 10. Буренина О.Н. Оценка пригодности каменных материалов для обеспыливания / Буренина О.Н., Давыдова Н.Н., Андреева А.В., С.С. Даваасенгэ и др. // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2017. – № 1 (79). – С. 26-28.
 11. Сушков С.И. Методика оценки эксплуатационных параметров лесовозных автомобильных дорог // Воронежский научно-технический вестник. – 2016. – Т. 2. – № 2 (16). – С. 81-86.
 12. Андреева А.В. Экономическая эффективность обеспыливания дорожных покрытий в Республике Саха (Якутия) / А.В. Андреева, О.Н. Буренина, В.Е. Копылов // Актуальные вопросы в науке и практике: сборник статей по материалам IV международной научно-практической конференции. В 5-ти частях. – 2017. – С. 40-42.
 13. Иноземцев А.Г. Новая технология обеспыливания производств // Биржа интеллектуальной собственности. – 2009. – Т. 8. – № 12. – С. 35-40.
 14. Кошкарлов В.Е. Оценка прочностных свойств грунтов, укрепленных эмульсионными связующими при обеспыливании карьерных автодорог / В.Е. Кошкарлов, Д.Г. Неволин, Е.В. Кошкарлов // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2019. – № 1. – С. 33-41.

L I T E R A T U R A

1. Kochetkov A.V. *Primenenie risk-orientirovannogo podhoda v dorozhnom hozyajstve: monografiya* / A.V. Kochetkov, V.I. Alferov, V.V. Talalaj; pod nauch. red. Yu.E. Vasil'eva. – M: Izd-vo «MADI», 2020. – 211 s.
2. Burenina O.N. *Kamennye materialy s uchastkov avtomobil'nyh dorog «Vilyuj» i «Kolyma» dlya tekhnologij obespylivaniya* / O.N. Burenina, N.N. Davydova, A.V. Andreeva // *Novaya nauka: problemy i perspektivy*. – 2016. – № 2-1 (61). – S. 113-115.
3. Ruchkin A.A. *Himicheskie reagenty, primenyaemye pri obespylivanii dorog* / A.A. Ruchkin, G.V. Makarchuk, L.V. Medvedeva // *Prirodnye i*

- tekhnogennyye riski (fiziko-matematicheskie i prikladnye aspekty). – 2019. – № 2 (30). – S. 46-50.*
4. *Ishmuhametov E.M. Metody obespylivaniya pokrytij avtomobil'nyh dorog / E.M. Ishmuhametov, T.V. Dmitrieva // Aktual'nye problemy stroitel'nogo i dorozhnogo kompleksov: materialy mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii, posvyashchennoj 50-letiyu Instituta stroitel'stva i arhitektury PGTU, Joshkar-Ola, 15 maya 2019. – Joshkar-Ola, 2019. – S. 164-166.*
 5. *Bespolitov D.V. Ekologicheski bezopasnye kompozicionnye materialy dlya obespylivaniya kar'ernyh dorog / D.V. Bespolitov, N.A. Konovalova, P.P. Pankov, E.A. Rush // Molodaya nauka Sibiri. – 2021. – № 1 (11). – S. 507-513.*
 6. *Balabanov V.B. Primenenie rassolov prirodnogo proiskhozhdeniya dlya obespylivaniya avtomobil'nyh dorog s perekhodnym tipom pokrytiya na primere Irkutskoj oblasti / V.B. Balabanov, D.N. Hamidulina // Izvestiya vuzov. Investicii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost'. – 2021. – T. 11. – № 4 (39). – S. 602-607.*
 7. *Volkova A.D. Obespylivanie avtomobil'nyh dorog s perekhodnym tipom pokrytiya / A.D. Volkova, M.V. Sokolov / Rossiya molodaya: sbornik materialov XIII Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem, Kemerovo, 20-23 aprelya 2021. – Kemerovo, 2021. – S. 62603.1-62603.4.*
 8. *Vishnevskij A.V. Ispol'zovanie othodov promyshlennogo proizvodstva dlya obespylivaniya tekhnologicheskikh avtomobil'nyh dorog // Vestnik Zabajkal'skogo gosudarstvennogo universiteta. – 2017. – T. 23. – № 11. – S. 12-18.*
 9. *Burenina O.N. Svoystva materialov iz emul'sionno-mineral'nyh smesey dlya ispol'zovaniya v tekhnologiyah obespylivaniya avtomobil'nyh dorog s perekhodnym tipom pokrytiya / O.N. Burenina, N.N. Davydova, A.V. Andreeva i dr. // Privolzhsckij nauchnyj vestnik. – 2015. – № 11 (51). – S. 30-35.*
 10. *Burenina O.N. Ocenka prigodnosti kamennyh materialov dlya obespylivaniya / Burenina O.N., Davydova N.N., Andreeva A.V., S.S. Davaasenge i dr. // Nauka i tekhnika v dorozhnoj otrasli. – 2017. – № 1 (79). – S. 26-28.*
 11. *Sushkov S.I. Metodika ocenki ekspluatacionnyh parametrov lesovoznyh avtomobil'nyh dorog // Voronezhskij nauchno-tehnicheskij Vestnik. – 2016. – T. 2. – № 2 (16). – S. 81-86.*
 12. *Andreeva A.V. Ekonomicheskaya effektivnost' obespylivaniya dorozhnyh pokrytij v Respublike Saha (Yakutiya) / A.V. Andreeva, O.N. Burenina, V.E. Kopylov // Aktual'nye voprosy v nauke i praktike:*

- sbornik statej po materialam IV mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. V 5-ti chastyah. – 2017. – S. 40-42.*
13. *Inozemcev A.G. Novaya tekhnologiya obespylevaniya proizvodstv // Birzha intellektual'noj sobstvennosti. – 2009. – T. 8. – № 12. – S. 35-40.*
14. *Koshkarov V.E. Ocenka prochnostnyh svojstv gruntov, ukreplennyh emul'sionnymi svyazuyushchimi pri obespylivanii kar'ernyh avtodorog / V.E. Koshkarov, D.G. Nevolin, E.V. Koshkarov // Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Gornyj zhurnal. – 2019. – № 1. – S. 33-41.*

.....

**PILOT AND EXPERIMENTAL IMPLEMENTATION OF
INNOVATIVE DEDUSTING TECHNOLOGY ON
INTERMEDIATE AND LOW TYPES ROAD SURFACE**

*Doctor of Engineering, Professor **A.V. Kochetkov**,
Engineer **I.V. Chancev**
(FAI «ROSDORNII»),
Engineer **S.G. Merkuhov**
(«ZIRAX» LLC),
Engineer **E.S. Hudoleeva**
(«NIIPAV» LLC SPA)
Contact information: soni.81@mail.ru*

The article discusses the results of work on the pilot and experimental use of innovative dedusting materials based on anhydrous calcium chloride and 6-agueous magnesium chloride with a water-soluble multifunctional amine group surfactant.

Key words: *roads, dust suppression, dedusting, visibility, calcium chloride, magnesium chloride, dry mixtures, road maintenance, innovation.*

Рецензент: канд. техн. наук А.М. Стрижевский (ФАУ «РОСДОРНИИ»).
Статья поступила в редакцию: 31.01.2022 г.