

ВЫБОР требований к ПРОТИВОГОЛОЛЕДНЫМ МАТЕРИАЛАМ для ЗИМНЕГО СОДЕРЖАНИЯ **АВТОМОБИЛЬНЫХ** ДОРОГ МЕГАПОЛИСА

Рассмотрены вопросы экологической безопасности применения противогололедных материалов и образующихся из них стоков при зимнем содержании дорог улично-дорожной сети г. Москвы. Поиск эффективных противогололедных материалов следует вести по пути создания устойчивых к сегрегации хлоридных смесей и составов, обеспечивающих безопасность дорожного движения при минимальном воздействии на природную среду.



Введение

Появление гололеда (стекловидного льда, наиболее опасного природного явления из снежно-ледяных отложений) на автомобильной дороге, улице, придворовом проезде, тротуаре вызывает у человека состояние попадания в природный катаклизм, и превалирующее желание оказаться на устойчивой шероховатой поверхности [1-5].

Обледенение дорожных покрытий резко снижает сцепление шин (коэффициент сцепления уменьшается до 0,08–0,2 вместо необходимых 0,45) и увеличивает степень риска возникновения дорожно-транспортных происшествий ввиду увеличения тормозного пути и заносов автомобиля до не-

С.П. Аржанухина*, кандидат технических наук, главный специалист ФГУП «РОСДОРНИИ»

Р.Б. Гарибов, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

допустимых значений. Поэтому к одной из важнейших функций службы содержания дорог в зимний период относится поддержание автомобильных дорог в состоянии, в котором обеспечивается проезд автомобилей с регламентированными скоростями и соблюдаются удобство и требуемый уровень безопасности движения.

Наиболее эффективным практическим способом ликвидации гололеда на дорожных покрытиях является химический способ, основанный на обработке дорожного покрытия противогололедными материалами (ПГМ) в виде солевых составов, проводимый с учетом природных условий, наличия техники, оборудования, профилактики образования зимней скользкости, а также состояния дорожного покрытия. Обработка приводит к переводу снежно-ледяных отложений в жидкое или разрыхленное состояние, к возможности своевре-

*Адрес для корреспонденции: soni.81@mail.ru

менной очистки дорожного покрытия после химической обработки [6].

Мероприятия по поддержанию автомобильных дорог в требуемом состоянии оказываются успешными и эффективными при условии оптимального с точки зрения экологической безопасности использования химического способа, планомерной и правильной организации системы хранения сертифицированных ПГМ, создания надлежащих, жёстко контролируемых условий приготовления рабочих смесей ПГМ, их транспортировки и своевременного распределения.

Применяемые ПГМ не должны увеличивать экологическую нагрузку на окружающую природную среду (зеленые насаждения) и оказывать токсичное действие на человека и животных, не должны вызывать увеличения агрессивного воздействия на металл, бетон, кожу, резину.

Для ПГМ, полученных из часто встречающихся в природе веществ, критерием экологической безопасности является недопущение превышения предельно допустимых концентраций; для материалов, не относящихся к ним, даже для малых концентраций существует риск существенного влияния на окружающую среду [7].

Отметим, что согласно ОДМ «Рекомендации по обеспечению экологической безопасности в придорожной полосе при зимнем содержании автомобильных дорог (введены в действие распоряжением Минтранса России от 17.11.2003 №ИС-1007-р)» при наличии в дорожном хозяйстве ассортимента ПГМ предпочтение следует отдавать хлористому кальцию. Согласно ОДМ, степень отрицательного воздействия противогололёдных материалов на природную среду уменьшается в следующей последовательности: хлористый натрий, хлористый кальций, хлористый магний, природные озерные и подземные рассолы, мочевины.

В настоящей статье с учетом вышесказанного обсуждается обоснованность изменения структуры системы зимнего содержания улично-дорожной сети Москвы.

В Москве вопросы исследования и экологически безопасного использования ПГМ регулирует Постановление Правительства Москвы от 10.04.2007 г. №242-ПП «О порядке допуска к применению противогололёдных реагентов для зимней уборки объектов дорожного хозяйства в городе Москва», а также на основе действующего с 08.10.2009 г. документа «Технология

А.В. Кочетков, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Л.В. Янковский, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВПО Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Т.А. Глухов, аспирант, ФГБОУ ВПО Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

А.В. Бобков, аспирант, ФГБОУ ВПО Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

зимней уборки проезжей части магистралей, улиц, проездов и площадей (объектов дорожного хозяйства города Москвы) с применением противогололёдных реагентов и гранитного щебня фракции 2-5 мм (на зимние периоды с 2009-2010 гг. и далее)». Документ имеет заключение государственной экологической экспертизы, срок действия — 5 лет, утвержден приказом Ростехнадзора от 07.10.2009 г. №845.

В данной технологии предусмотрено использование ПГМ, отличающихся достаточно высокими технологическими характеристиками:

♦ Жидкие ПГМ на основе хлористого кальция и натрия, массовая доля растворимых солей в пределах 27,0-29,0 %, в том числе хлористого кальция — в пределах 22,0-23,0 %, хлористого натрия — в пределах 5-6,0 %. Важно отметить минимальную вариацию процентного содержания каждого компонента, что позволяет получать гарантированный расчетный эффект от его применения с минимальным риском недостижения установленных требований. Средний разрешенный объем составляет 265 тыс. т за сезон, а максимальный — до 320 тыс. т.

Твердые ПГМ:

♦ ПГМ на основе хлористого кальция, его массовая доля не менее 90,0 % по массе. Производителем поставляется синтезированный безводный хлористый кальций с вариативностью не более 2,0 %;





◆ ПГМ на основе композиции хлористого кальция и натрия: массовая доля хлористого кальция не менее 25,0 %; массовая доля хлористого натрия не более 75,0 % по массе. Для этого материала вариативность исходных компонентов выдерживалась на протяжении последних шести лет в диапазоне не более 2,0 %;

◆ ПГМ основе композиции хлористого кальция с другими хлоридами (натрия и калия) и формиатом натрия: массовая доля хлористого кальция не менее 25 %, хлористого натрия 60-70%; хлористого калия не выше 10 %, формиата натрия 2-7 % по массе.

Среди перечисленных твердых ПГМ спорным является третий. Простым расчетом можно установить диапазон вариации основного рабочего компонента — хлористого кальция (от 25 до 40 и более %).

Рассмотрим экологические аспекты данной технологии. Она представляется оптимальной, т.к. вполне решает весь перечень основных задач зимнего содержания автомобильных дорог, включая обработку улично-дорожной сети, в том числе и при температурах выше -10°C и в аварийных ситуациях (ниже -10°C), вывоз и утилизацию снега и льда. Это позволило снизить до минимальной солевую нагрузку на почву и на состояние водоотвода Москвы. В пересчете на твердые сухие соли общая нагрузка для данной технологии на территорию города не превышает 160 тыс. т и практически близка к оптимальной. Достигнут минимальный уровень поступления солей в объекты окружающей среды урбанизированной территории мегаполиса. Важно отметить постоянно снижающуюся вариативность процентного состава отдельных компонентов многокомпонентных ПГМ со стороны поставщиков, что позволяет повысить эффективность применения ПГМ и уменьшить риск возникновения ДТП.

В зимнем сезоне 2010-2011 гг. на объектах дорожного хозяйства Москвы было израсходовано около 240 тыс. т жидких ПГМ и 75 тыс. т твердых ПГМ, что составляет вполне допустимый для урбоценоза Москвы уровень. Из-за того, что стоки с улично-дорожной сети Москвы проходят цикл очистки в системе водоотведения хозяйственно-бытовой канализации, почвы при существующей технологии зимнего содержания признаны не относящимися к засоленным, а растения — не угнетенными и нормально развивающимися.

Установленное улучшение экологической ситуации на придорожных territori-

ях и объектах озеленения Москвы в настоящее время связано с комбинированным использованием жидких и твердых ПГМ, оптимизированных с учетом состава и интенсивности транспортного потока, к погодным условиям, а также функционированием и совершенствованием созданной системы снегоудаления.

Созданная за последние десять лет инфраструктура может успешно использоваться для дальнейшего развития зимнего содержания улично-дорожной сети. Известно, что в зимний период в Москве (например, зима 2009-10 гг.) снежный покров достигает 63 см. Уборочная техника вывозит снег на плавильные пункты (около 50 стационарных и 150 мобильных). Используется около 6 тыс. машин. Их количество соответствует нормативам на зимнее содержание московской дорожной сети. В настоящее время на выходе воды из городской системы очистки превышение предельно допустимой концентрации по иону хлора не фиксируется и всегда его содержание ниже нормы.

Для аккумуляции, хранения и распределения жидких материалов в Москве создана система из 19 городских и окружных накопительных баз и 58 пунктов заправки общим объемом 83,8 тыс. м³ и 17,2 тыс. м³, соответственно. Для твердых ПГМ и фрикционных материалов создано 87 баз общей площадью хранения 72,7 тыс. м².

Между тем, Департамент жилищно-коммунального хозяйства и благоустройства Москвы 26 февраля 2011 г. провел общественные слушания в рамках подготовки экологической экспертизы внесении новых изменений в действующую технологию. Однако эти изменения вносятся без предварительных испытаний на технологичность и экологическую безопасность в соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании» и «Техническим регламентом о безопасности зданий и сооружений». Предлагаемые изменения должны выразиться в существенном снижении объемов применяемых жидких продуктов и резком росте объема твердых — до 115 тыс. т. Налицо отступление от ранее отработанной технологии и неоправданно высокое увеличение солевой нагрузки на экосистему мегаполиса.

Предполагается использование многокомпонентных твердых ПГМ из мраморной крошки, а также с формиатами и хлоридами, начиная с зимнего периода 2011-2012 гг. и на тротуарах, и на пешеходных



зонах дворовых территориях в объеме до 80 тысяч т.

Планируется резкое увеличение объемов применяемых ПГМ с заменой структуры их химического состава, а именно отказ от чистого безводного хлористого кальция, имевшего не менее 30 % в доле твердых ПГМ и расширение доли твердых ПГМ, содержащих хлорид калия и формиат натрия.

Между тем, хлорид калия отличается существенно низкой плавящей способностью и ограниченными функциональными возможностями по сравнению с безводным хлористым кальцием и хлористым натрием, использование которых отработано в отечественном дорожном хозяйстве и за рубежом. Температурный диапазон применения формиата натрия в качестве ПГМ такой же, как для хлорида натрия. Установлено также, что плавящая способность формиата натрия на 20 % меньше, чем у хлорида натрия [8].

Расчет показывает, что только лишь из-за присутствия в ПГМ этих компонентов для обеспечения безопасного движения транспортных средств при новой технологии нужно увеличить нормы внесения новых материалов как минимум в 1,5 раза по сравнению с использовавшимися ранее. Кроме того, из-за их высокой вариативности нормы придется увеличивать еще до

15-25 %. Это, видимо, и определяет принимаемое решение об увеличении объемов ПГМ на основе хлористого калия и формиата натрия. Неоправдана и высокая их стоимость — до 11 700 руб. за тонну. В этом случае бюджетное финансирование возрастет как минимум на 700 млн. руб. Стоимость закупки в текущих ценах составит — не менее 2 700 млн. руб. ежегодно

Это существенно увеличит санитарно-эпидемиологическую, экологическую и солевую нагрузку на окружающую среду мегаполиса, сделает невозможным обеспечить своевременную качественную уборку и безопасное движение транспорта, например, в период температур воздуха ниже -10 °С. Это также вызовет необходимость принимать специальные ветеринарно-санитарные и фитосанитарные меры против угрозы увеличения степени риска причинения вреда.

Отметим, что новые ПГМ даже не прошли полный цикл функциональных, экологических, микробиологических и фитосанитарных испытаний и ранее в Москве не применялись. Отсутствует опытно-экспериментальный этап применения данной инновации.

Формиат натрия не относится к часто встречающимся в природе веществам, цена его очень высока. Поэтому даже малые концентрации этого вещества могут оказать влияние на изменение уровня экологической безопасности урбоценоза Москвы. Он не обладает установленными в процессе экспериментальных производственных испытаний эффективными про-

отивогололедными свойствами, известно лишь его минимальное воздействие на сворачиваемость кожи обуви и шуб. При этом не доказана его безопасность относительно риска прогрессирующего размножения различных особоопасных микроорганизмов на коже обуви и шуб благодаря его свойствам как питательной среды и последующего их негативного воздействия на человека [9].

Введение в состав комбинированного ПГМ на основе простой смеси хлоридов натрия и кальция формиата натрия в количестве 2-7 % никак не сказывается на противогололедной характеристике ПГМ, более того оно увеличивает риск недостижения требуемого результата из-за его 250 %-й вариативности. Одинакова и коррозионная активность комбинированных составов на основе хлорида натрия и кальция по сравнению с содержащими добавку формиата натрия.

Путем введения формиата натрия в ПГМ стремятся уменьшить отрицательное воздействие компонентов ПГМ на почву. Однако, в соответствии с принятой в Москве технологией, почти 90 % снега с дорожного покрытия утилизируется на снегоплавильных пунктах. Следовательно, добавки попадут не на почву, а в городскую систему очистки воды.

В городских стоках биофильные добавки всегда вредны в силу своей биологической активности. Из-за этого в состав ПГМ должны входить вещества, эффективно плавящие снег, а не балластные соли в виде хлорида калия или карбамида (мочевины).



Рис. 1. Оценка высокой эффективности применения ПГМ Айсмелт на платформе железнодорожного вокзала в г. Саратове.

Формиат натрия (соль муравьиной кислоты) содержит в своем составе глюкозу, является запрещенной в России биологической добавкой. В микробиологии ее используют как индикаторную питательную среду для выявления особоопасных заболеваний типа кишечной палочки, чумы, холеры, гнилостных форм заболеваний растений. Данная опасность риска причинения вреда человеку и окружающей среде попадает под безусловное действие Федерального закона «О техническом регулировании». Более того, увеличивается в разы риск возникновения дорожно-транспортных происшествий по причине увеличения вариативности новых ПГМ на основе формиата натрия по сравнению с используемыми в настоящее время. Эта опасность риска попадает под действие другого Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», а также под проекты технических регламентов «О безопасности автомобильных дорог» (Таможенного союза) и «О безопасности строительных материалов» [9].

Вышесказанное подтверждается нормативными документами и Российской Федерации и Республики Беларусь.

Согласно Приказу №20 Федерального агентства по рыболовству от 18.01.2010 г. «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» по согласованию с Министерством природных ресурсов и экологии РФ утверждены нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций формиата натрия в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. Предельно допустимая концентрация составляет 10,0 мг/дм³. Данное вещество объявлено вредным с характеристикой «сан-токс» — с санитарно-токсикологическим действием вещества на водные биологические ресурсы и санитарные показатели водных объектов рыбохозяйственного значения. Для формиата натрия установлен 4 класс опасности. Приняты следующие методы анализа: ААС — атомно-абсорбционная спектроскопия, ГХ — газовая хроматография, ГХМС — хроматомасс-спектрометрия. Приказ зарегистрирован в Минюсте России 9 февраля 2010 г. рег. №16326.

В Перечне и кодах веществ, загрязняющих атмосферный воздух. Государственного комитета Российской Федерации по охране окружающей среды, разработанном Научно-исследовательским институтом охраны атмосферного воздуха, Санкт-Петербург, 1998 г. для формиата натрия значения предельно допустимых концентраций или ориентировочный безопасный уровень воздействия составляют 0,1 мг/м³.

В Приложении 2 к постановлению Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь и Министерства здравоохранения Республики Беларусь 08.05.2007 №43/42 установлены нормативы предельно допустимых концентраций химических и иных веществ в воде рыбохозяйственных водных объектов, в том числе для формиата натрия — 10,0 мг/дм³.

Результаты и их обсуждение

С учетом вышесказанного в процессе анализа авторами настоящей статьи современной научно-технической и нормативно-методической литературы выявлены следующие основные технологические и физико-химические свойства идеального противогололедного материала:

- соответствие Федеральному закону «О техническом регулировании», Федеральному закону «О безопасности зданий и сооружений» 2009 г., Постановлению Правительства Российской Федерации 2010 г. о перечне нормативных документов (СНиПов по автомобильным дорогам), обеспечивающим выполнение этого закона;

- способность понижать температуру замерзания воды после растворения в ней ПГМ;

- высокая плавящая способность, определяющая нормы применения на дорожных покрытиях — способность плавить лед за определенный промежуток времени при определенной температуре;

- проникновение сквозь слои снега и льда, разрушение межкристаллических связей, снижение сил их смерзания с дорожным покрытием;

- высокая однородность (минимальный коэффициент вариации) долей компонентов в составах противогололедных материалов, отсутствие возможности сегрегации смеси при хранении, транспортировке и распределении;

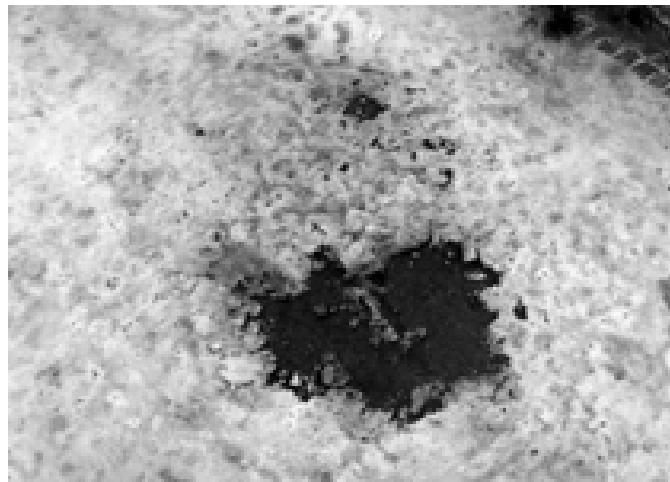


Рис. 2. Начальная (а — момент начала взаимодействия) и конечная (б — готовность к механизированной уборке) фазы взаимодействия тепловыделяющих ПГМ и СЛО.

- максимальная доля рабочих компонентов в составе ПГМ; отсутствие посторонних, загрязняющих и балластных компонентов;

- совмещение функции обеспечения коэффициента сцепления сразу после распределения за счет изменения шероховатости и уже последующего растопления снежно-ледяного отложения (СЛО);

- одновременность начала действия ПГМ сразу после распределения;

- наличие транспортной функции у одного из компонентов для доставки ПГМ до дорожного покрытия и для нарушения связи СЛО с ним, глубина проникновения — способность проникать сквозь слой льда и нарушать его сцепление с дорожным покрытием, возможность последующего устранения СЛО путем механического раскалывания и удаления колесами транспортных средств и под весом пешеходов;

- адаптированность к местным климатическим условиям (значительному количеству переходов через температурный «ноль», значительной вариативности параметров системы «дорога — снежно-ледяные отложения — окружающая среда»); понижение точки замерзания до температуры, характерной для данного региона в зимние месяцы;

- длительность (продолжительность) эффективного применения;

- вязкость растворов, от величины которой зависит снижение сцепления колеса транспортного средства с дорогой, определяющая безопасность применения материала;

- возможность высыхания дорожных покрытий после применения ПГМ;

- низкая биологическая активность, противодействие риску размножения особоопасных заболеваний человека, животных и растений;

- отсутствие негативных свойств самопроизвольного образования луж на сухом дорожном покрытии из-за притяжения воды из окружающего пространства;

- соответствие экологическим нормативам, определяющим экологические последствия применения ПГМ, в том числе отсутствие механизмов образования токсичных соединений в воздухе и сточных водах;

- соответствующую установленным нормативам коррозионную активность к материалам и элементам конструкций транспортных средств и дорожных сооружений (наличие ингибиторов коррозии);

- предотвращение попадания компонентов ПГМ в воздух при распределении в виде пылеватых частиц и аэрозоли;

- незначительность воздействия на кожу обуви (косметические последствия);

- отсутствие следов на дорожном покрытии после уборки;

- приведенные экономические затраты, определяющие целесообразность применения материала;

- антислеживаемость, как технологический фактор хранения, транспортировки и распределения;

- обеспечение возможности равномерного распределения по дорожному покрытию с минимальной погрешностью;

- возможность использования существующей инфраструктуры зимнего содержания (закрытых складов, оборудования и дорожных машин);

- возможность научного и инженерно-технического сопровождения производства и применения.

Поиск эффективных ПГМ следует вести по пути создания устойчивых к сегрегации хлоридных смесей и составов, обеспечивающих безопасность дорожного движения при минимальном воздействии на природную среду.

Для анализа рассмотрим типовую ситуацию. Эстакада и перрон железнодорожного вокзала. До прихода поезда 30 мин. Необходимо провести противогололедные мероприятия. Температура окружающего воздуха 0 °С, толщина гололеда 2-4 мм, ветер 5-10 м/с.

Применение песка бесполезно — снесет ветром, либо он вмерзнет в лед и покроется дополнительным слоем гололеда. Применение хлористого натрия, хлористого калия или хлористого магния приведет к поверхностному растворению льда и образованию сплошной пленки раствора на поверхности льда — коэффициент сцепления уменьшится до минимального значения.

Использование многокомпонентных простых смесей на основе хлоридов и со-

лей натрия, а также распределение хлорида натрия, увлажненного раствором хлористого кальция в момент распределения, приведет к подобному результату.

Эффект может дать применение следующих технологий и материалов:

1. Распределение безводного хлористого кальция, сразу обеспечивающего коэффициент сцепления и выделяющего тепло за счет кристаллогидратации.

2. Распределение компактированного (приготовленного методом прессования и раздробления) ПГМ на основе 3-6 частей хлористого натрия и 1 части хлористого кальция. В этом случае хлористый кальций выполняет активизирующую и транспортную функцию своевременной доставки основного рабочего компонента многокомпонентного ПГМ (хлористого натрия) до дорожного покрытия.

После доставки основного рабочего компонента до дорожного покрытия еще в твердом состоянии начинается его растворение с образованием растворной линзы, разрушающей адгезию между льдом и дорожным покрытием.

Это объясняется тем, что во время растворения хлорида кальция выделяется большое количество тепла, при этом идет процесс образования гидратов (гидрата-





ция). Молекула хлорида кальция присоединяет 6 молекул воды с образованием кристаллогидрата $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Теплота гидратации хлорида кальция равна 21,7 ккал. При растворении хлорида кальция выделяется большое количество теплоты (при растворении 111 г хлорида кальция в 72000 г воды выделяется 17 990 кал теплоты), а при растворении хлорида натрия 2400 кал теплоты поглощается.

Эффективность работы ПГМ на основе безводного хлорида кальция иллюстрируется его применением на платформе железнодорожного вокзала в г. Саратове. Видно, как материал работает в качестве теплового сверла-инъектора, прожигая при кристаллогидратировании лед (видны отверстия в нем) и подрезая линзой раствора (воздушной прослойкой) сцепление льда и дорожного покрытия (рис. 1 а). Зарегистрирован эффект ускоренного высыхания дорожного покрытия после применения этих ПГМ (рис. 1 б).

Свойства нового ПГМ в отличие от простого механического смешивания могут

быть представлены в виде модели «теплового сверла», в которой зерна безводного хлорида кальция, содержащиеся в грануле, отвечают за активное «лезвийное» резание СЛО (функция образующей), а зерна хлорида натрия — за объемное фазовое преобразование СЛО в раствор (функция направляющей). Причем сразу после распределения ПГМ обеспечивается требуемый коэффициент сцепления (рис. 2).

Заключение

К основным видам процессов взаимодействия ПГМ и СЛО следует отнести одинарные процессы растопления-растворения СЛО сверху вниз теплопоглощающими ПГМ, начиная с поверхности СЛО до дорожного покрытия, и фазовые процессы теплового инъектирования тепловыделяющими ПГМ и последующего разрушения сцепления СЛО и дорожного покрытия.

Тепловыделяющие ПГМ совмещают транспортную функцию (доставка гранулы до границы СЛО-дорожное покрытие) с технологической (расплавление и разрушение СЛО).

Литература

1. Аржанухина С. П. Использование эконометрического подхода для рассмотрения придорожной полосы автодороги: создание информационной модели циклической буферной экологической системы / С. П. Аржанухина, А. В. Кочетков, В. В. Ермолаева, Р. Н. Абуталипов // Вестник СГТУ, 2007. № 1. Вып. 1. С. 126-130.
2. Аржанухина С. П. Проблемы разработки и применения нормативно-методического обеспечения охраны окружающей среды при зимнем содержании автомобильных дорог / С. П. Аржанухина, М. Л. Ермаков, Н. Е. Кокодева // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2008. № 4. С. 171-176.
3. Аржанухина С. П. Экологический аспект борьбы с зимней скользкостью на автомобильных дорогах: развитие проблемы и её современное состояние / С. П. Аржанухина, А. В. Кочетков, Н. Е. Кокодева // Экология урбанизированных территорий. 2011. № 1. С. 40-42.
4. Аржанухина С. П. Практические исследования по загрязнению почв придорожных полос городов Саратов и Энгельс в результате использования противогололедных материалов / С. П. Аржанухина, В. Ю. Гладков, Н. Е. Кокодева // Инженерные изыскания. 2011. № 1. С. 64-66.

5. Аржанухина С.П. Сравнительный анализ эксплуатационных свойств противогололедных материалов для зимнего содержания автомобильных дорог // Дороги и мосты, 2011. № 26. С. 123-138.
6. Аржанухина С.П. Сравнительные демонстрационные испытания противогололедных материалов на основе хлоридов // Строительные материалы, 2009. № 5. С. 14-15.
7. Аржанухина С.П. Современное состояние вопросов зимнего содержания автомобильных дорог // Строительные материалы, 2010. № 5. С. 16-19.
- Ключевые слова:** противогололедные материалы, стоки, экологическая безопасность
8. Аржанухина С.П. Отраслевые особенности применения хлорида кальция // Строительные материалы, 2010. № 10. С. 60-61.
9. Кочетков А.В. Оценка соответствия применения формиата натрия в качестве противогололедного материала Закону «О техническом регулировании» // Строительные материалы, 2011. № 6. С. 60-61.

S.P. Arzhanukhina, R.B. Garibov, A.V. Kochetkov, L.V. Yankovskii, T.A. Glukhov, A.V. Bobkov

SELECTION OF DEMANDS ON DEICING AGENTS FOR METRAPOLIS ROADS

Ecological safety of deicing agent application and forming effluent streams were discussed for Moscow. The article concludes that it is necessary to develop ecofriendly effective deicing agents containing chloride mixes and providing traffic safety.

Key words: deicing agents, effluent streams, ecological safety