АНТИГОЛОЛЕДНЫЕ РЕАГЕНТЫ НА ОСНОВЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

ANTI-ICE-COLD REAGENTS BASED ON ENVIRONMENTALLY FRIENDLY MATERIALS



УДК: 625.76

Рязанцев Денис Сергеевич, бакалавр, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург

Подгорный Артем Андреевич, бакалавр, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург

Пирогов Павел Алексеевич, бакалавр, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург

Ryazantsev.D.S. cr3w.ryazantsev@mail.ru

Podgornyj. A.A. rianigiani00@mail.ru

Pirogov. P.A. pirogov.pa@edu.spbstu.ru

Аннотация

В настоящее время одной из актуальных проблем является безопасность на дорогах. В зимнее время на дорогах становится вдвойне опасно, это связано со скользкостью дорожного покрытия. Зимой на дорогах используются различные антигололедные реагенты, техническая соль с песком или другим сыпучим материалом, но некоторые из реагентов не удовлетворяют экологическим требованиям, а также приводят к повреждению обуви, автомобилей и городских коммуникаций, более того они могут навредить человеческому здоровью. Это приводит нас к поиску новых экологически чистых антигололедных материалов и их эффективного и безопасного использования без последствий для окружающей среды и человека. В статье рассмотрены виды реагентов, приводится оценка нынешней ситуации в области антигололедных материалов, зарубежный опыт по

уборке дорог в зимний период и использованию противогололедных материалов, и приведены пути решения и рекомендации, связанные с уборкой дорог и использованием реагентов и их экологичностью.

Annotation

At the moment, one of the actual problems is road safety. In winter season, usually used anti-ice reagents, but some of them don’t satisfy environmental requirements and also damage the shoe, transport and city communications. This leads us to the search for new anti-ice-containing materials and their effective and safe use without consequences for the environment and people. The article reviews the types of reagents, provides an assessment of the current situation in the field of anti-ice-containing materials, foreign experience and provides solutions to their environmental problems.

Ключевые слова: антигололедные реагенты, антигололедные материалы, дорога, уборка снега, техническая соль, содержание дорог.

Keywords: anti-icing chemical deicing agent, roads, snow removal, road salt pollution

Введение

С каждым годом в городах становится все больше машин, качество дорог особо не улучшается. Это заставляет задуматься над повышением безопасности на дорогах при помощи использования антигололедных материалов. С каждым годом эта проблема становится все более актуальной. В городах России в среднем каждый год происходит около 25 000 ДТП, больше половины происходит в зимний период времени. Дороги в зимний период посыпаются преимущественно технической солью, которая разъедает кузов автомобилей, портит обувь, вызывает коррозию городских коммуникаций. Эта проблема приводит к поиску реагента, который будет более эффективен при борьбе со льдом и будет удовлетворять экологическим требованиям. Одним из способов решением данной проблемы является использование муравьиной кислоты в сочетании с мраморной крошкой.

Цель исследования

Целью исследования является разработка рекомендаций для эффективного и безопасного использования антигололедных материалов без последствий для окружающей среды

Виды реагентов.

Антигололедные реагенты (противогололёдные реагенты) — это специальные средства созданные на основе солей кальция, магния и натрия, применяемые при борьбе со льдом и снежным накатом зимой. Антигололедными реагентами обрабатывают твёрдые покрытия (пешеходные дорожки, тротуары, проезжую часть), подверженные образованию наледи, возникающей при замерзании влаги и при снежном накате. Выбор антигололедных реагентов весьма обширен, они распространяются как в твердом, так и в жидком виде, в зависимости от технологии их применения и производства.

Зимой широко используются всевозможные антигололёдные средства, которые можно разделить на две большие группы:

- Гранулированные реагенты.
- Жидкие реагенты

Оценка нынешней ситуации с антигололедными материалами

В 21 веке в России коммунальные службы всячески пытаются сэкономить на антигололедных материалах. В некоторых городах России все также по старинке борются с гололедом на дорогах с помощью привычной смеси песка и технической соли. Данная смесь является самым дешевым и достаточно эффективным средством. Но песок и соль плохо влияет не только на окружающую среду, но и на человека. Достаточно вспомнить тот факт, что за многие десятилетия применения соли в столице (за зиму до 50 тысяч тонн) погибло большое количество зеленых насаждений - по 250 тысяч деревьев ежегодно. Соль стала настоящей бедой для городских коммуникаций и транспортных средств, которые она разъедала нещадно. Например, в 1997 году в г. Москва прекращалось движение троллейбусов на многих маршрутах. Причиной остановки движения троллейбусов стал выход из

строя изоляторов на контактных сетях электропроводки. В Санкт-Петербурге установлен запрет на использование реагентов, поэтому антигололедные реагенты давно уже заменяют гранитной или мраморной крошкой, смешанной с технической солью, однако и эти методы имеют свои недостатки, такие, как стоимость самого материала, требуемых на единицу площади для таяния обледеневшего покрытия, так и недостатки механического воздействия на транспортные средства, испорченное покрытие которых несет ощутимый урон владельцам автотранспортных средств. [1,2]

Начиная с 2000-х годов власти больших городов такие как Москва и другие, стали отказываться от традиционной смеси песка и соли в пользу экологически безопасных и более современных антигололедных реагентов нового поколения. Широкую известность среди всех реагентов получили твердые химические комбинированные реагенты на основе хлористого кальция и натрия. [3] Их можно использовать практически при любых погодных и температурных условиях, а также во время снегопадов. Их распределяют с помощью имеющейся у дорожных служб специально подготовленной техники, что позволяет быстро обрабатывать большие территории. Но такие реагенты имеют достаточно высокую цену и при неправильной дозе распределения на поверхности могут нанести огромный вред окружающей среде. Несмотря на кажущуюся безопасность, хлориды натрия и кальция все-таки оказывают негативное влияние на состояние не только окружающей среды, но и на состояние обуви, автомобилей, дорожного покрытия, а также на здоровье человека. Происходит это в первую очередь потому, что на дорогах они смешиваются с другими веществами, источниками которых является целый ряд факторов. [7,8]

Во-первых, автомобильные покрышки выделяют значительное количество химических компонентов (например, углерода или серы), кроме того, в результате трения от них отделяются мелкие каучуковые частицы, которые смешиваются с хлоридами солей натрия и кальция. [5] Во-вторых, днища автомобилей обрабатываются антикоррозийными покрытиями, которые также вступают в химическую реакцию с антигололедными реагентами. Еще одним источником дополнительных химикатов служат жидкости для омывания автомобильных

стекол, часть которых попадает на дорогу. Четвертым источником компонентов является само дорожное покрытие. [6]

Кроме того, сам реагент — хлорид кальция или хлорид натрия — не используется в чистом виде. Хлорид служит основой реагента, к которой добавляется песок или гранитная крошка, кроме того, компоненты реагентов могут содержать различные примеси (магний, медь, кобальт, свинец, мышьяк, ртуть, молибден). [10] Загрязнение почвы такими реагентами ведет к гибели зеленых насаждений, реагенты попадают с тающим снегом в водоемы города, отравляя их все больше, также в последнее время участились жалобы от владельцев домашних питомцев, а именно собак, хозяева жалуются на ожоги лап их питомцев. [4]

Еще более опасны противогололёдные компоненты на основе ацетата аммония, в который входит азот. В почве живут нитрифицирующие бактерии, безвредные в «спящем» состоянии. Но стоит этим бактериям соприкоснуться с азотом, как они начинают размножаться и модифицировать аммоний во вредные нитриты и нитраты. [2]

Самый главный показатель безопасности того или иного вещества определяется его концентрацией, где бы это вещество ни находилось: в воде, в воздухе или на почве. Если говорить о антигололедных реагентах, то необходимо четко определить токсичность каждого из них, установить, где какие можно использовать. [3]

Зарубежный опыт по использованию антигололедных материалов

Хлористый кальций и его аналоги уже проходили испытания в Италии, Франции, Швейцарии, Германии и США. Используется в Европе он только в Швейцарии, в которой не бывает достаточно низких температур. В Норвегии и Швеции вообще не пользуются никакими реагентами. В этих странах своевременно убирают заносы современной снегоуборочной техникой.

Химические реагенты для борьбы со льдом на дорогах используются не только в России, но и в США и Канаде. С технологической точки зрения уборка дорог и улиц в США отличается от Российской даже в худшую сторону — там дороги

посыпают не хлоридом натрия, а хлоридом магни. Этот реагент в больших количествах добывают на Великих озерах и он известен тем, что еще больше разъедает металл, принося урон автовладельцам и городскому хозяйству. Но с точки зрения организации труда, уборка снега в США происходит гораздо более оперативно, благодаря современной технике. Поэтому опасный реагент в среднем лежит на американских улицах гораздо меньшее время.

Новая Зеландия достаточно заснеженная страна. Несмотря на снег, температура в городах этой страны редко падает ниже нуля. Это дает возможность властям использовать на улицах такой реагент, как кальциево-магниевый ацетат. Он практически безвреден для металла и экологии, но перестает работать при температуре ниже минус 7 градусов по Цельсию. Так что в России перенять новозеландский опыт не получится. [16]. Из полностью безвредных для экологии материалов против обледенения в Новой Зеландии применяет мочевину — ей покрывают, в частности, подвесные мосты, так как мочевина способствует уменьшению коррозии металла. Но применять ее в большом городе не получится из-за низкой эффективности и дороговизны вещества.

Однако помимо агрессивных химических соединений в некоторых Европейских странах используют и другие методы борьбы со льдом: в Австрии, Финляндии наряду с химикатами используется фрикционный метод: дороги посыпаются песком, гравием или каменной крошкой. Плюс этого способа в том, что никаких химических реакций не происходит, а минус заключается в недолговечности такого покрытия. Материалы используются неоднократно — после применения их собирают вместе с вновь выпавшим снегом, с помощью специальной техники отсеивают и используют заново. По весне их остатки собирают специальным пылесосами. Именно по этой причине во многих странах отказались от использования песка из-за трудности собирания для повторного применения. [20]. В Финляндии принят безопасный для окружающей среды регламент, утверждающий минимальное использование соли. В Петербурге же ждут, когда снег утопчут до наледи, а затем засыпают ее солью. Соль с дорог и тротуаров и снегоплавильных установок попадает в канализационные стоки и затем отфильтровывается на очистных сооружениях, либо стекает с водой в каналы

и выносится в залив. Осадок, образующийся в очистных сооружениях, идет на сжигание. А хлор, содержащийся в соли, при сжигании выделяет очень опасные вещества — диоксиды, полициклические ароматические углеводороды и другие соединения. В Петербурге такой осадок сжигают 3 завода. И вся сгоревшая бытовая химия, моющие средства и соль в виде опасных соединений разносятся от них ветром по городу. [9].

В Швеции применяется метод, названный в честь исследователя Торгейра Ваа. Ученый выяснил: если мелкий песок смешать с горячей (90–95ºС) водой в пропорции 7 к 3 и затем разбрызгивать эту смесь на снег и лед, то песчинки будут «вплавляться» в лед, тем самым делая поверхность шероховатой. Песок при этом не сдувается ветром, а сцепление автомобильных колес и обуви пешеходов с поверхностью увеличивается. Такой обработки хватает примерно на неделю (даже при достаточно интенсивном движении), затем ее необходимо повторять.

В Норвегии пошли еще дальше — там строят автомобильные трассы с подогревом. Такой радикальный метод позволяет вообще забыть о снеге и льде на дорогах. Япония также не использует для борьбы со льдом никаких средств, в том числе и теплых дорог. Японцы пошли по одному из самых простых путей — они просто-напросто чистят дороги. Для этой страны характерные мощные и непродолжительные снегопады, поэтому такое решение проблемы вполне эффективно.

Рекомендации для эффективного и безопасного использования

Подходящим реагентом для решения данной проблемы является муравьиная кислота в сочетании с мраморной крошкой, такой противогололедный реагент меньше влияет на экологию, лучше справляется со льдом, имея единственный недостаток - высокую цену. Соли муравьиной кислоты экологичны и обладают малой коррозионной активностью, они надежно защищают дороги и тротуары от снега и льда (без нежелательных побочных эффектов). При этом отпадает необходимость в дополнительных расходах, связанных с пересадкой деревьев и кустарников, а также с ремонтом зданий, дорог, труб, транспортных средств и.т.д. Добавка этих солей, также известных как формиаты, приводит к тому, что при

понижении температуры до 0 °С вода не замерзает. В зависимости от концентрации антиобледенителя точка замерзания может быть доведена до −50°С, что значительно разнится с температурой окружающего воздуха. Соответственно, формиаты быстро удаляют тонкие наледи, эффективно препятствуют отложению снега и образованию нового льда на поверхности. При этом эти вещества не представляют опасности для окружающей среды. Соли муравьиной кислоты вместе с талой водой могут попадать в стоки, но вред от них (по сравнению с другими антиобледенителями) может быть минимальным – из-за способности формиатов к биологическому разложению, в процессе которого расходуется очень небольшое количество кислорода. Перед использованием данного реагента необходима отчистка поверхности механическим способом. [18].

Все существующие на сегодняшний день противогололедные реагенты должны эксплуатироваться в строгом соответствии с инструкцией. Важным аспектом является использование специального технического оборудования, позволяющего равномерно наносить средство на обрабатываемую поверхность. К таким инструментам относят дозаторы. Внедрение такой техники во все обслуживающие организации является необходимой мерой.

Заключение

Безопасность использования антигололедных реагентов в наше время остается острой проблемой. Использование смеси песка и технической соли уходит в прошлое, на смену приходят современные противогололедные материалы. Таковым является муравьиная кислота противогололедное - вещество нового поколения экологически безопасное, не пачкает и не оставляет пятен на одежде и обуви. Оно обладает низкой коррозийной активностью и практически не влияет ни на бетонное, ни на асфальтовое дорожное покрытие. Такой реагент рекомендуется применять в смеси с мраморной крошкой. Мраморная крошка мягкая и в отличие от обычного песка не засоряет ливневые стоки. Плюс её в том, что она может со временем растворяться — не остаётся её на тротуарах, но при этом она сохраняет все свойства гранитного щебня. Муравьиная кислота имеет достаточно высокую цену, поэтому следует применять специальные дозаторы для экономного распределения на поверхности, а также рекомендуется первичная отчистка дороги

от наледи механическим способом, т.е. при помощи специальной техники. Формиат натрия (муравьиная кислота) представляет опасность только при контакте с его высокими концентрациями, при неправильном хранении или транспортировке. Данное вещество уже прошло предварительную оценку воздействия на жизнь и здоровье граждан, состояние компонентов окружающей среды, включая растения, почву, водные объекты, на состояние объектов дорожного хозяйства и связанных с ними гидротехнических и других коммуникаций, и уже применяется в некоторых городах России.

Литература

1. [1]. Букатов Д.С., Ермошин Н.А. Зимняя скользкость и методы ее ликвидации // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. 2013. № 3. С. 37-47.
2. [2]. Сакута Н.Б., Коденцева Ю.В., Гайнулина И.Н. Формирование концептуальной модели организации работ по борьбе с зимней скользкостью на автомобильных дорогах // Вестник сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. 2016. № 3 (49). С. 80-86.
3. [3]. Сютова Е.А., Алыков Н.М. Сравнительное испытание новых противогололедных материалов различного состава // Экология и промышленность России. 2012. № 2. С. 47-51.
4. [4]. Никитин А.А. Противогололедные материалы. в поисках компромисса // Уральский экологический вестник. 2013. № 3-4 (36-37). С. 33-35.
5. [5]. Исаков А.Л., Оленников В.Д., Ахметов С.А., Прибылов В.С. Экспериментальное исследование влияния гидрофобизирующих пропиток на прочность дорожных цементобетонов // Вестник томского государственного архитектурно-строительного университета. 2016. № 4 (57). С. 144-152.
6. [6]. Лазарев Ю.Г., Громов В.А. Современные требования к обеспечению потребительских и эксплуатационных свойств автомобильных дорог // Инновационные технологии в мостостроении и дорожной инфраструктуре. 2014. С. 102-109.

7. [7]. Кочетков А.В., Янковский Л.В. Проект гибкого производства многокомпонентных смесей противогололедных материалов // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. 2014. № 1. С. 65-78.
8. [8]. Аржанухина С.П., Гарибов Р. Б., Кочетков А. В., Янковский Л. В., Глухов Т.А., Бобков А.В. Выбор требований к противогололедным материалам для зимнего содержания автомобильных дорог мегаполиса // Вода: химия и экология. 2013. № 4 (58). С. 106-115.
9. [9]. Аликбаева Л.А., Мокроусова О.Н., Меркурьева М.А.1, Бек А.В., Садченко В.Ю. Токсиколого-гигиеническая характеристика хлорсодержащих противогололедных материалов // Профилактическая и клиническая медицина. 2014. № 4 (53). С. 25-29.
10. [10]. Трошин Д.И., Прусов А.Ю., Тарасова Н.Е. К вопросу очистки дворов и тротуаров от наледи // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. 2012. № 1 С. 229-234.
11. [11]. Борисов А.В., Прусов А.Ю. Анализ малогабаритной подметально-уборочной техники // Экология и научно-технический прогресс. Урбанистика. 2013. № 2. С. 70-81.
12. [12]. Мерданов Ш.М., Конев В.В., Половников Е.В. Разработка раздвижного отвала снегоуборочной // Инженерный вестник дона. 2015. № 3. С. 162.
13. [13]. Мальцева Л.П., Мерданов Ш.М., Конев В.В. Разработка конструкции сдвоенного отвала снегоуборочной машины // Фундаментальные исследования. 2016.№ 5 (3). С. 486-490.
14. [14]. Мерданов Ш.М., Конев В.В., Райшев Д.В., Балин А.В. Разработка конструкции отвала снегоуборочной машины для городских условий // Инженерный вестник дона. 2015. № 4 (38). С. 116.
15. [15]. Мерданов Ш.М. Повышение эффективности отвала снегоуборочной машины для уборки снега под дорожным ограждением // Инженерный вестник дона. 2015. №4 (38). С. 133.
16. [16]. Кочетков А.В., Янковский Л.В., Аржанухина С.П., Шашков И.Г., Бобков А.В. Совершенствование рецептур низкотемпературных противогололедных материалов // Интернет-журнал науковедение. 2015. № 3 (28). С. 107.

17. [17]. Мерданов Ш.М., Конев В.В., Шавелев А.С. Модернизация ковша фронтального погрузчика для уборки снега // Фундаментальные исследования. 2016. № 2 С. 262-266.
18. [18]. Егоров А.Л., Федотов В.В., Федотова Е.А. Обоснование рабочих параметров снегоуборочной машины с уплотняющим рабочим органом // Современные проблемы науки и образования. 2013. №1 С. 103.
19. [19]. Липин А.А. Технология брикетирования снега при уборке малых территорий // Современные проблемы науки и образования. 2014. №6 С. 290.
20. [20]. Мерданов Ш.М., Конев В.В., Ефимова В.Л., Балин А.В. Ресурсосбережение при уборке снега в городских условиях // Инженерный вестник дона. 2015. № 1. С. 56.

Literature

1. [1]. Bukatov D.S., Ermoshin N.A. Winter slipperiness and methods of its elimination // Modernization and research in the transport complex. 2013. No. 3. S. 37-47.
2. [2]. Sakuta N.B., Kodentseva Yu.V., Gainulina I.N. Formation of a conceptual model for organizing work to combat winter slipperiness on highways // Bulletin of the Siberian State Automobile and Road Academy. 2016. No. 3 (49). S. 80-86.
3. [3]. Syutova E.A., Alykov N.M. Comparative testing of new anti-icing materials of various compositions // Ecology and Industry of Russia. 2012. No. 2. S. 47-51.
4. [4]. Nikitin A.A. Deicing materials. in search of a compromise // Ural ecological bulletin. 2013. No. 3-4 (36-37). S. 33-35.
5. [5]. Isakov A.L., Olennikov V.D., Akhmetov S.A., Pribylov V.S. Experimental study of the effect of hydrophobizing impregnations on the strength of road cement concrete // Bulletin of the Tomsk State Architectural and Construction University. 2016. No. 4 (57). S. 144-152.
6. [6]. Lazarev Yu.G., Gromov V.A. Modern requirements for ensuring consumer and operational properties of highways // Innovative technologies in bridge construction and road infrastructure. 2014.S. 102-109.
7. [7]. A. V. Kochetkov, L. V. Yankovsky The project of flexible production of multicomponent mixtures of deicing materials // Transport. Transport facilities. Ecology. 2014. No. 1. S. 65-78.

8. [8]. Arzhanukhina S.P., Garibov R.B., Kochetkov A.V., Yankovsky L.V., Glukhov T.A., Bobkov A.V. Selection of requirements for deicing materials for winter maintenance of megalopolis highways // Water: chemistry and ecology. 2013. No. 4 (58). S. 106-115.
9. [9]. Alikbaeva L.A., Mokrousova O.N., Merkureva M.A. 1, Bek A.V., Sadchenko V.Yu. Toxicological and hygienic characteristics of chlorine-containing anti-icing materials // Preventive and clinical medicine. 2014. No. 4 (53). S. 25-29.
10. [10]. Troshin D.I., Prusov A.Yu., Tarasova N.E. On the issue of clearing yards and sidewalks from ice // Modernization and scientific research in the transport complex. 2012. No. 1 S. 229-234.
11. [11]. Borisov A.V., Prusov A.Yu. Analysis of small-sized sweeping equipment // Ecology and scientific and technical progress. Urban studies. 2013. No. 2. S. 70-81.
12. [12]. Merdanov Sh.M., Konev V.V., Polovnikov E.V. Development of a sliding snow plow // Engineering bulletin of the Don. 2015. No. 3.P. 162.
13. [13]. Maltseva L.P., Merdanov Sh.M., Konev V.V. Development of the design of a double blade of a snowblower // Fundamental research. 2016. No. 5 (3). S. 486-490.
14. [14]. Merdanov Sh.M., Konev V.V., Raishev D.V., Balin A.V. Development of the design of a snowblower blade for urban conditions // Engineering bulletin of the Don. 2015. No. 4 (38). P. 116.
15. [15]. Merdanov Sh.M. Increasing the efficiency of a snowblower blade for clearing snow under a road fence // Engineering bulletin of the Don. 2015. No. 4 (38). P. 133.
16. [16]. Kochetkov A.V., Yankovsky L.V., Arzhanukhina S.P., Shashkov I.G., Bobkov A.V. Improvement of formulations of low-temperature deicing materials // Internet journal of Science Science. 2015. No. 3 (28). P. 107.
17. [17]. Merdanov Sh.M., Konev V.V., Shavelev A.S. Modernization of a front loader bucket for snow removal // Fundamental research. 2016. No. 2 S. 262-266.
18. [18]. Egorov A.L., Fedotov V.V., Fedotova E.A. Justification of the operating parameters of a snowblower with a compacting working body // Modern problems of science and education. 2013. No. 1 P. 103.
19. [19]. Lipin A.A. Snow briquetting technology when cleaning small areas // Modern problems of science and education. 2014. No. 6 P. 290.

20. [20]. Merdanov Sh.M., Konev V.V., Efimova V.L., Balin A.V. Resource saving when clearing snow in urban conditions // Engineering Bulletin of the Don. 2015. No. 1.P. 56.