

С.П. АРЖАНУХИНА, инженер, (soni.81@mail.ru)
Саратовский государственный технический университет

Сравнительные демонстрационные испытания противогололедных материалов на основе хлоридов

В настоящее время в Российской Федерации продолжается массовое применение песко-соляных смесей и противогололедных материалов с большим количеством примесей на автомобильных дорогах общего пользования и в городах. В зимний сезон 2008–2009 гг. возобновились дискуссии об эффективности и экологической безопасности противогололедных материалов, которые по своей классификации относятся к строительным материалам для зимнего содержания автомобильных дорог и территорий.

Для обоснования эффективности применения низкотемпературных твердых противогололедных материалов на основе чистых хлоридов были проведены демонстрационные сравнительные испытания хлоридов натрия, кальция и магния в нескольких регионах страны.

Проведенными демонстрационными испытаниями установлено, что растворение CaCl_2 происходит значительно быстрее, чем растворение NaCl . Причина в том, что CaCl_2 одновременно гигроскопичен и быстро растворим в поглощаемой из воздуха влаге. При температуре воздуха 0–9°C CaCl_2 абсорбирует влагу уже при относительной влажности воздуха 42 % и выше, в то время как NaCl начинает абсорбировать влагу только при относительной влажности не ниже 76 %. CaCl_2 в твердом состоянии абсорбирует влагу до тех пор, пока не растворится, а уже в состоянии раствора продолжает абсорбировать влагу до достижения равновесия между упругостью паров раствора и воздуха. Во время растворения CaCl_2 выделяется большое количество тепла, при этом идет процесс образования гидратов. Молекула CaCl_2 присоединяет 6 молекул воды с образованием кристаллогидрата $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Теплота гидратации CaCl_2 равна 21,7 ккал (0,24 Дж).

Установлено, что создание оптимальных составов противогололедных реагентов на основе хлоридов натрия и кальция позволяет применять реагент при более низких температурах, чем хлорид натрия. Однако простое механическое смешение хлоридов натрия и кальция

не обеспечит достаточной эффективности из-за неравномерности распределения солей по объему смеси. Неравномерность гранулометрического состава приводит к сегрегации смеси.

Разработана технология производства композитного противогололедного материала, отвечающая современным требованиям, позволяющая получить однородную по всему объему смесь синтезированных хлоридов натрия и кальция. Поэтому компактирование, а не простое смешивание компонентов способно обеспечить требуемый эффект от их применения. Процесс заключается в прессовании гранул чистых хлоридов натрия и кальция в соотношении 3:1 между двумя вальками при определенной влажности с диффузионным проникновением и с последующим дроблением на зерна неправильной формы требуемого гранулометрического состава. Так производится противогололедный материал нового поколения ХКНМ с ингибиторами коррозии, который рекомендуется применять при зимнем содержании дорожных покрытий федеральных, территориальных и городских сетей автомобильных дорог.

Когда CaCl_2 и NaCl применяют в качестве реагента для борьбы с зимним скольжением совместно, они дополняют друг друга. В компактированной смеси CaCl_2 абсорбирует влагу из внешней среды, в результате реакции выделяется тепло, совместное воздействие влаги и тепла увеличивает скорость растворения NaCl . Компактированный состав этих солей представляет собой реагент, максимально отвечающий требованиям, предъявляемым к противогололедным материалам, который понижает температуру замерзания и работает до –20°C (хлорид натрия работает до –12°C). За счет экзотермического процесса растворения CaCl_2 возрастает скорость растворения NaCl и, соответственно, таяния льда. Гранулы глубже проникают сквозь лед к поверхности дорожного покрытия и образовавшийся раствор разрушает сцепление льда и покрытия, что облегчает после-



Рис. 1. Демонстрационные испытания хлорида натрия (а) и ХКНМ (б) на уплотненном снеге

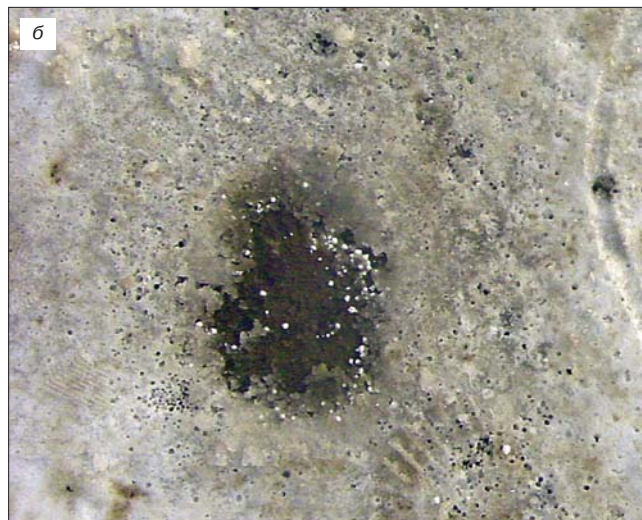


Рис. 2. Сравнительные испытания технической соли и хлорида кальция при температуре 0°C

дующую механизированную уборку снежно-ледяного образования. Фактически новый материал работает как тепловое сверло.

Присутствие кальция в очищенных реагентах снижает количество ионов натрия и их негативное воздействие на окружающую среду.

Эффективность применения современных противогололедных материалов на основе компактированных хлоридов натрия и кальция (ХКНМ) (в пропорции 1:3) подтверждена сравнительными демонстрационными испытаниями на льду при температуре -10°C хлорида натрия и ХКНМ. В течение минуты хлорид натрия остается в твердом виде (белые крупинки), а ХКНМ, получив воду из воздуха, начинает плавление льда (темные пятна и лунки).

Демонстрационные испытания хлорида натрия и ХКНМ на уплотненном снеге представлены на рис. 1.

Видно, что при одинаковом характере распределения на уплотненном снеге (отверстия на поверхности) хлорид натрия не смог нарушить снежный покров и достичь дорожного покрытия. Напротив ХКНМ создал линзу раствора между снегом и покрытием, нарушив сцепление между ними. Увлажненный снег стал рыхлым, поэтому его легко удалить с дорожного покрытия.

Результаты сравнительные испытания хлорида натрия и хлорида кальция при температуре 0°C приведены на рис. 2. Крупинки технической соли (а) проникли в снежный накат и образовали отверстия, не достигшие дорожного покрытия. Напротив, хлорид кальция за счет реакции выделения тепла при соединении с влагой воздуха,

растопил снежный накат и образовал пленку раствора между уплотненным снегом и дорожным покрытием.

Результаты испытаний ХКНМ при температуре 0°C представлены на рис. 3 а и б.

Демонстрационные испытания подтверждают наибольшую эффективность механизма взаимодействия ХКНМ с уплотненным снегом: выделение тепла при взаимодействии хлорида кальция с водой воздуха и позже с водой растопленного снега, проникновение гранул до дорожного покрытия, после чего продолжает работу хлорид натрия, расплавляя пленку воды между уплотненным снегом и дорожным покрытием. Этим облегчается последующая механизированная или ручная очистка дорожного покрытия. Описанный механизм взаимодействия показывает возможность сокращения расхода противогололедного материала и уменьшение его воздействия на окружающую среду в сравнении с хлоридами отдельно.

Для сравнительных испытаний чистых хлоридов, сравнили механизм взаимодействия со снежно-ледяным образованием хлорида магния, присутствующего на рынке противогололедных материалов, и определили условия и эффективность его применения.

Сравнительные демонстрационные испытания хлорида магния выявили (рис. 4) его отличительные особенности – поверхностное плавление снежно-ледяного образования и механизм полного превращения в жидкое состояние.

Хлорид магния начинает работу сразу, поглощая влагу из окружающего пространства. Далее осуществляется объемное плавление всего слоя снежно-ледяного

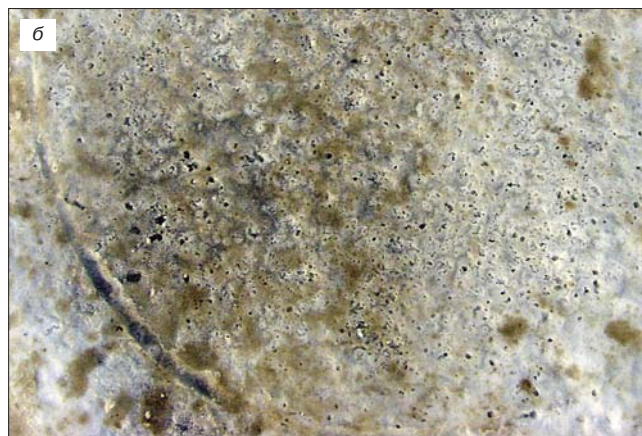


Рис. 3. Результат применения ХКНМ через 30 мин. (а) и 1,5 час. (б)

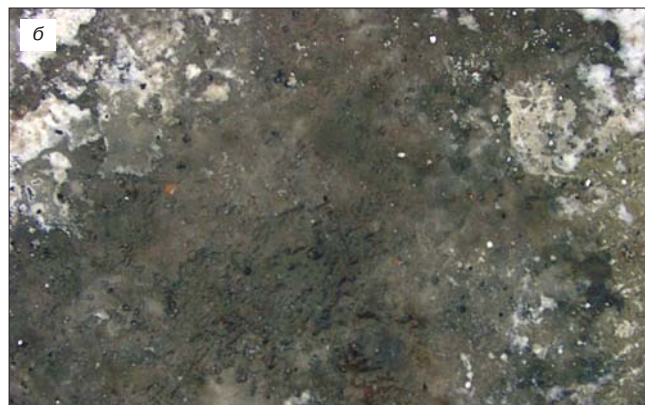


Рис. 4. Испытания хлорида магния: а – непосредственно после его распределения, б – результат плавления снежно-ледяного образования

об разования. Сделан вывод, что применение хлорида магния эффективно для антиобледительной обработки дорожных покрытий, а также при образовании тонкой пленки гололеда.

В настоящей статье сделан шаг в направлении совершенствования научно-технического сопровождения внедрения инноваций зимнего содержания автомобильных дорог. Полученные результаты демонстрационных испытаний позволяют органам управления дорожным хозяйством и предприятиям различной формы собственности принять обоснованные решения по применению гранулированных противогололедных материалов нового поколения.

Результаты проведенных мероприятий по борьбе с зимним скольжением должны дать возможность его предупреждения (функция антигололедной обработки). Этому же способствует начало работы противогололед-

ного материала и обеспечение снижения коэффициента сцепления сразу после его распределения, разрушение связи между снежно-ледяным образованием и дорожным покрытием с возможностью механизированной очистки (функции противогололедной обработки).

Эффективность реализации этих функций определяет возможность снижения степени риска возникновения дорожно-транспортных происшествий, а также причиняемого экологического ущерба для придорожной полосы.

Применение современных противогололедных материалов позволит решить такие проблемы, как песчаные бури в городах весной, засорение ливневой канализации, необходимость очистки бордюров от слоя песка, обеспечение безопасного съезда с автомобильной дороги, чрезмерное загрязнение транспортных средств, тротуаров, одежды и обуви пешеходов.

