

длины рельсовой плети. Другими словами — величины температурных продольных сил в рельсовой плети, которая не может изменять свою длину, от длины рельсовой плети не зависят.

Литература:

1) Официальный сайт республиканского гидрометеоцентра [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.pogoda.by>

2) Министерство путей и сообщений РФ. Технические указания по устройству, укладке и содержанию бесстыкового пути. Москва «Транспорт» 1992 г.

3) Официальный сайт Белорусской железной дороги [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.rw.by>

Электронно-механическая очистка дорожных покрытий от снежно-ледяных образований

Свистун Н.А.

Белорусский национальный технический университет
(руководитель Бусел А.В. - д-р. техн. наук, профессор, БНТУ)

Снежно-ледяные образования на дорогах являются существенным фактором снижающим эффективности автоперевозок, гололедица на тротуарах – основная причина зимнего травматизма. Традиционные методы очистки дорожных покрытий основаны либо на механическом удалении слоя льда, либо на его плавлении с помощью химических веществ.

Последнее время активно разрабатывается тема плавления льда с помощью СВЧ–излучения. В этом случае он подвергается воздействию электромагнитного излучения с частотой 2,45 ГГц, заставляющим колебаться диполи воды. Такое движение и соударение молекул и обуславливает нагревание. Однако свобода перемещение молекул воды, входящих в состав кристаллической решетки льда, сильно ограничена. Об этом свидетельствует диэлектрическая проницаемость воды. Для применяемой в наших экспериментах частоты электромагнитного поля 2,45 ГГц она приблизительно равна 70 при -20°C и равна 80 при 20°C [1]. Из этого следует, что диполи воды заблокированы в структуре льда и эффективность плавления ограничена.

Нами было предложено нанести на поверхность снежно-ледяного образования электролит, а затем обработать его с помощью СВЧ-излучения. Ионы, содержащиеся в электролите, проникают в поры снега или льда и под воздействием переменного электромагнитного поля начинают двигаться в такт колебаний поля, разрушая структурные связи в снежно-ледяном образовании. При этом электрическая энергия преобразуется в тепловую при непосредственном контакте электролита со снежно-ледяными образованиями. Освободившиеся диполи воды начинают интенсивно колебаться, что приводит к нагреву воды. Таким образом, энергия СВЧ-излучения расходуется целенаправленно на разрушение структуры льда и снега и нагрева воды, что сокращает общие энергозатраты.

Это теоретическое предположение было проверено в натуральных условиях при температуре - 20°C путем обработки кубиков льда в СВЧ-печи при подводе энергии излучения 340 Вт в течении 30 секунд. В каждом варианте кубик льда помещали в СВЧ-печь и наносили на них соль или раствор соли. Печь включали. Оставшийся лед извлекали, промокали фильтрованной бумагой и взвешивали на электронных весах, определяли потерю массы и отношение потери массы к количеству соли (плавящую способность соли). Эксперименты проводили на пяти образцах в каждом варианте. Среднее значение результатов испытаний представлены в таблице.

В столбце 7 таблицы показаны плавящая способность солей и электролитов по стандартной методике.

Скорость плавления льда при совместном действии СВЧ-излучения и солей электролитов существенно возрастает в сравнении с обычным действием электролитов в виде противогололедных реагентов. Отмечается синергетический эффект в повышении плавящей способности солей. Можно заметить что плавящая способность твердых электролитов, в обычных условиях применения, выше чем плавящая способность жидких электролитов, но при действии СВЧ-поля наблюдается обратная картина. Это объясняется различными механизмами плавления льда.

В первом случае плавление льда происходит за счет выделяющегося тепла от проходящего растворения твердой соли в жидкой фазе

воды, присутствующей во льду, или разбавления электролита в ней. А так как известно, что теплота разбавления раствора меньше, чем теплота растворения соли ($|Q_{pp}| < |Q_{pc}|$), то этим и объясняется разница в плавящей способности твердых солей и электролитов[2].

Вариант № п/п	Вид соли	Кол-во электролита, г	Средняя масса образцов льда, г	Потеря массы, * г	Плавящая способность соли в СВЧ, г/г	Плавящая способность соли в течении 20 мин. по СТБ 1158-2008
1	2	3	4	5	6	7
1	Без соли	-	20,67	1,55	-	-
2	Твердый NaCl ₂	0,38	20,60	7,00 -,55=5,45	14,34	3,7
3	Твердый KCl	0,29	20,98	9,11 -,55=7,56	26,08	5,2
4	20% - раствор NaCl ₂	2,00	20,72	8,53 -,55=6,98	17,46	2,6
5	20% - раствор KCl	2,00	20,84	13,15 -,55=11,60	29,01	4,5

Примечание: жирным шрифтом указаны потери массы за счет совместного действия электролита и СВЧ-излучения.

Во втором случае действует вышеуказанный механизм разрушения структурных связей льда и нагрева воды, который является более эффективным.

Применение концентрированных растворов солей способствует лучшему прониканию ионов электролита в структуру льда, что ускоряет процесс плавления. Если учесть, что во всех вариантах опыта, энергия, подводимая в СВЧ-печах к кубикам льда, была одинаковой (340 Вт), то, принимая удельную теплоту плавления льда равной $3,4 \cdot 10^5$ Дж/кг [3], можно рассчитать экономию энергии при СВЧ плавлении с использованием электролита по сравнению с СВЧ плавлением льда без него. Так для 20% раствора КСР расход энергии сокращается в 7,48 раза. Для практического использования данного технического решения необходимо предусмотреть комплексное воздействие на снежно-ледяное образование, поскольку полное их плавление требует суммарно больших энергозатрат. Потому рекомендуется СВЧ воздействие комбинировать с механическим удалением не расплавленных фрагментов. С помощью СВЧ прорезаются борозды во льду, в них вводятся вращающиеся эксцентрики, разрушающие ледяные перегородки. Образующаяся ледяная крошка удаляется с покрытия традиционными дорожными щетками. Такое техническое решение применимо главным образом для оперативной уборки тротуаров, но в случаях применения мощных СВЧ-излучателей этот способ может быть использован и на автодорогах.

Литература:

1. London South bank University «Water and Microwaves» <http://www1.lsbu.ac.uk/> 28.05.2012

2. С.283 Краснов К.С. Физическая химия: М. Высшая школа, 1 том, 1983. -403 с., ил.

3. С.465 Кухлинг Г. Справочник по физике: М. Мир, 1985.-520с., ил.

Мероприятия по защите автомобильных дорог от пучин

Старолавинова О.М, Максименкова М.В., Гулевич Д.А.
Белорусско-Российский университет

Дорожные сооружения, как никакие другие, проектируются и вводятся с учетом ландшафта, гидрогеологических особенностей местности, принципов землепользования. Они функционируют не только с воздействием транспортных нагрузок, но и с множеством погодно-климатических факторов. На дороги воздействует