

**УДК 625.855**

**БОРЬБА С ЗИМНЕЙ СКОЛЬЗКОСТЬЮ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ  
ДОРОГАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЖИДКИХ  
ПРОТИВОГОЛОЛЕДНЫХ РЕАГЕНТОВ**

**Абды Киялбаевич КИЯЛБАЕВ**

доктор технических наук, профессор  
г. Алматы, АО «КаздорНИИ»

**Асель Сериковна САРСЕМБАЕВА**

кандидат технических наук, доцент  
Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева

Зимнее содержание автомобильных дорог представляет собой комплекс организационно-технических мероприятий, направленных на обеспечение бесперебойного безопасного движения автомобильного транспорта. Эти мероприятия включают в себя: защиту дорог и искусственных сооружений от снежных заносов и лавин, борьбу с зимней скользкостью, очистку дорог от снега, борьбу с наледями и другие меры по своевременному устранению препятствий, вызываемых зимними погодными явлениями.

Особенно неблагоприятные условия для движения автомобилей возникают в зимнее время, когда на дорожном покрытии образуется слой снежно-ледяных накатов, физико-механические свойства которых существенно отличаются друг от друга (таблица 1). По данным статистики Дорожной полиции Министерства юстиции Республики Казахстан на обледенелых дорогах отмечается до 35 % несчастных случаев и аварий. Скорость на скользкой дороге снижается движения автомобилей и уменьшается производительность на 25-30 %.

В зимнее время, когда на дорожном покрытии образуется слой снежно-ледяных накатов, физико-механические свойства которых существенно отличаются друг от друга (таблица 1).

Таблица 1 – Физико-механические характеристики снежно-ледяного образования

№ п/п	Виды снежно-ледяных образований	Плотность, т/м <sup>3</sup>	Твердость, МПа	Удельное сопротивление резанию, МПа	Коэффициент сцепления
1	Очень рыхлый, свежавывапший	0,02-0,06	0,02	0,001	0,20-0,25
2	Рыхлый снег:				
	– сухой	0,06-0,10	0,02-0,1	0,005-0,01	0,20-0,25
	– влажный	0,10-0,25			0,18-0,22
– мокрый	свыше 0,25	0,12-0,18			
3	Снежно-ледяной накат	0,30-0,60	0,20-0,50	0,1-0,5	0,10-0,25
4	Стекловидный лед	0,70-0,95	свыше 0,50	1,0-2,5	0,08-0,15

Для успешного решения задач по ликвидации зимних видов скользкости, необходимо учитывать климатические особенности регионов Казахстана, видов скользкости (таблица 1), процесс воздействия противогололедных материалов, особенно химических реагентов, на снижение скользкости дорожных покрытий с тем, чтобы сделать правильный выбор противогололедных материалов в зависимости от вида образования скользкости, определить нормы их распределения, и технологические особенности применения.

Процесс растворения химических веществ сопровождается тепловыми явлениями. Тепловой эффект при растворении разных веществ существенно различается, например, при растворении поваренной соли NaCl происходит эндотермическая (отрицательная) реакция, т.е. протекающая с поглощением тепла. Этим объясняется то, что первоначальное действие хлористого натрия на лед проявляется несколько медленнее по сравнению с хлористым кальцием или хлористым магнием, при растворении которых происходит экзотермическая (положительная) реакция с выделением большего количества тепла (таблица 2). Тепло противодействует охлаждению исходных материалов и усиливает интенсивность плавления льда.

Таблица 2 – Теплота растворения различных противогололедных реагентов

Противого-лоледные реагенты	Химическая формула	Характер теплового эффекта	Теплота растворения (при стандартных условиях), кал./г
Хлористый натрий	NaCl	Отрицательный	20,5
Хлористый кальций	CaCl <sub>2</sub>	<i>Положительный</i>	162,2
Двухводный хлористый кальций	CaCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	Положительный	67,6
Шестиводный хлористый кальций	CaCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	Отрицательный	20,9
Хлористый магний	MgCl <sub>2</sub>	Положительный	378,1
Шестиводный хлористый магний (бишофит)	MgCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	Отрицательный	16,7

Технология применения химических реагентов при борьбе со скользкостью представляет следующие особенности:

1. Эффективность химического способа в значительной степени зависит от технологии его применения. При соблюдении правильной технологии работ и своевременных сроков распределения химических веществ можно быстро ликвидировать зимнюю скользкость.

2. Технологический способ применения химических реагентов выбирают на основании учета конкретных условий, при которых произошло образование зимней скользкости в каждом отдельном случае, и вида снежно-ледяных отложений. В случае, если в результате замерзания жидкой влаги на покрытии дороги появляется лед в виде тонкой ледяной пленки, тогда для Южного и Юго-Западного регионов Казахстана, наиболее эффективным является применение реагентов в виде жидких растворов, расплавляющих всю массу льда. Для Северного, Восточного и Северо-Западного регионов Казахстана эффективно использовать мелкозернистые соли или чешуирированный хлористый кальций. Крупнозернистая соль для этих целей малопригодна, так как крупные зерна медленно растворяются и легко отбрасываются в сторону колесами движущихся автомобилей или же сдуваются ветром.

3. При удалении снежно-ледяного наката технологический процесс складывается из следующих операций: 1) распределение

химических веществ по поверхности наката; 2) выдержка, во время которой происходит перемешивание реагентов с разрыхляемыми ими снежно-ледяными отложениями колесами движущихся автомобилей; 3) уборка плужно-щеточными снегоочистителями увлажненной кашицеобразной (жженной) массы снега, образующейся на проезжей части дороги.

Укатанный слой свежеснег выпавшего снега не плавится полностью, а лишь разрыхляется до состояния, при котором становится возможной механическая очистка покрытия. Соляной раствор, проникая по порам вглубь снежно-ледяного слоя при смачивании поверхности кристаллов, частично их плавит, вследствие этого нарушаются межкристаллические связи, что, в свою очередь, приводит к образованию отложений с нарушенной структурой.

4. Полностью убрать образовавшегося на проезжей части дороги снежно-ледяного накат современной снегоуборочной техникой практически невозможно. Поэтому, внесенный на поверхность таких отложений химический реагент ослабляет силы их внутреннего сцепления и тем самым снижает силы сцепления, т.е. снижает удельное сопротивление резанию.

5. При профилактическом методе количество вносимых в снег реагентов должно быть в 100–1000 раз меньше количества снега, выпавшего на проезжую часть дороги. Для этих целей достаточно распределить кристаллические вещества при норме 40–65 г/м<sup>2</sup> и толщине снежного слоя до 40 мм, в зависимости от влажности снега.

6. Использование хлоридов при уборке свежеснег выпавшего снега является профилактической мерой борьбы со скользкостью. Достичь высококачественной очистки снега таким путем можно при соблюдении соответствующей технологии. Основные технологические этапы этих работ следующие: выдержка от начала снегопада до достижения высоты слоя свежеснег выпавшего снега около 5 мм; распределение противогололедных материалов; выдержка с целью перемешивания реагентов со снегом колесами автомобилей; удаление снега, разрыхленного реагентами.

7. Выдержка, являющаяся первоначальным этапом данного технологического процесса, предусматривает необходимость создания тонкого слоя снега с целью лучшего закрепления в нем реагентов и более быстрого их растворения, а также для предотвращения образования свободных растворов. Установлено, что минимальная

высота слоя свежевыпавшего снега должна составлять около 5 мм. При снегопадах интенсивностью 0,5 мм/ч. (в пересчете на воду) слой снега такой высоты наиболее часто образуется в течение 30–45 мин., при большей интенсивности он растет быстрее. В связи с этим продолжительность выдержки, зависящая от интенсивности снегопада и быстроты увеличения слоя снега, колеблется от 15 до 45 мин.

8 Если интенсивность снегопада не превышает 1 мм/ч, то после россыпи хлоридов очистку следует начинать по истечении 2–4 ч, а во время более сильных снегопадов снег расчищают вскоре после его химической обработки. Этот порядок работ сохраняется, пока не прекратится снегопад.

9. Обработанный реагентами снег оставлять на ночь строго запрещается. С понижением температуры воздуха смоченный растворами снег может замерзнуть, и тогда работы по его удалению очень осложнятся.

10. Нормы внесения реагентов в снег зависят от температуры окружающей среды и интенсивности снегопада. С учетом этих данных технологический процесс снегоочистки разделен на три режима:

I режим – интенсивность снегопада 0,5-1 мм/ч. (в пересчете на воду);

II режим – интенсивность снегопада 1-3 мм/ч.;

III режим – интенсивность снегопада свыше 3-х мм/ч.

Технологические требования к применению химических реагентов при борьбе со скользкостью в IV-V дорожно-климатических зонах:

– строгий контроль времени подсыпки реагента и продолжительности снегопада;

– до распределения химических реагентов экстренно определить вид скользкости и состояние снежно-ледяного образования;

– осуществление полной механизированной очистки, или, в случае продолжительности снегопада - повторной подсыпки: через 3-5 часов в II-III и через 2-4 часа в IV-V дорожно-климатических зонах;

– при отсутствии или недостаточной механизации профилактический метод не применяется;

– ручная подсыпка на проезжей части автомобильных дорог и городских улиц не допускается;

– аварийный метод применяется в особых случаях, когда технологическая возможность механизированной очистки ограничена

(отсутствие прохода и т.д.) или при её отсутствии при этом протяженность обрабатываемого участка не должна превышать 1 км;

– состав ПСС и композиции комбинированных материалов подготавливаются строго по рецепту;

– при приготовления жидких химических реагентов строго соблюдать концентрацию растворов в соответствии видом реагента и нормой его распределения.

Одним из методов применения химических реагентов является распределение их в жидком виде. Перед приготовлением жидких химических растворов (рассолов) из хлористых солей выполняются следующие виды работ:

– проверка сертификационного качества применяемых реагентов. Эта операция выполняется документально;

– проведение в лабораторных условиях ситового анализа реагента с оценкой крупности материала;

– предварительное измельчение крупных частиц (диаметром более 0,315 мм). Эта операция на предприятиях должна осуществляться с помощью дробилок, предназначенных для измельчения каменных материалов;

– предварительное взвешивание подготовленного сухого реагента на весах с точностью до 5 %.

В Алматинском филиале РГП «Казхавтодор» сконструирована стационарная установка для приготовления жидких химических растворов (рассолов) (рисунок 1).

Конструкция этой установки очень проста. Бак 1 и компрессор 3 устанавливаются на специальной эстакаде 11 на высоте 2,7-3 м. Бак подсоединен к компрессору 3 через трубопровод 2, на конце которого имеется перемешивающее устройство 7. Насос 3 выполняет две функции: осуществляет подачу сжатого воздуха для перемешивания раствора и подкачку жидкости для наполнения бака. Эти процессы регулируются при помощи кранов 9. Процесс работы наблюдается со смотровой площадки 6, подъем на которую осуществляется по лестнице 5. Заполнение бака распределителя осуществляется через сливную трубу 8.

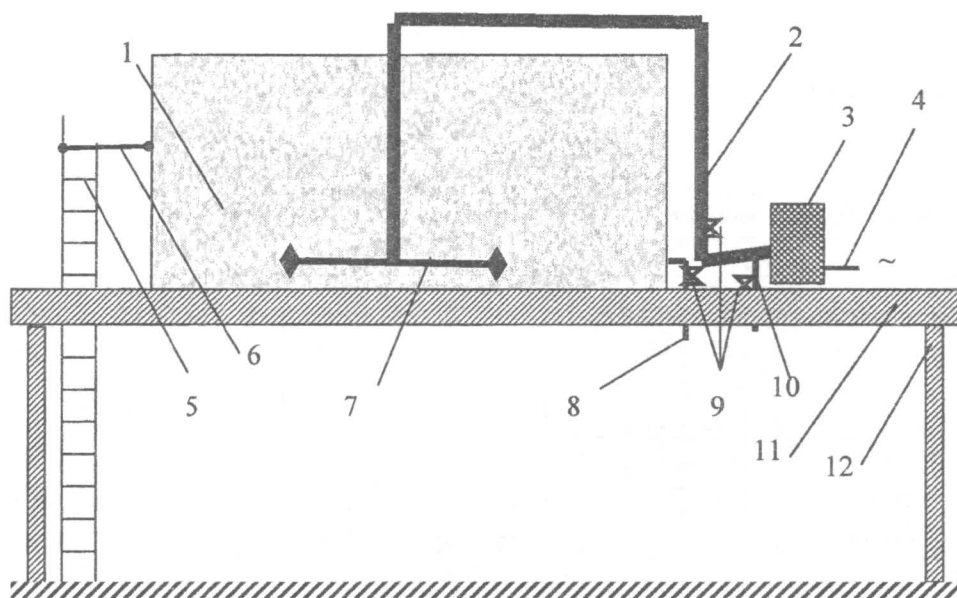


Рисунок 1 – Схема стационарной установки для приготовления противогололедного раствора:

1 – бак; 2 – трубопровод для транспортировки сжатого воздуха к перемешивающему устройству; 3 – компрессор (насос); 4 – подключение к электросети; 5 – лестница; 6 – смотровая площадка; 7 – перемешивающее устройство; 8 – сливная труба; 9 – краны; 10 – труба для наполнения бака жидкостью; 11 – эстакада; 12 – стойки эстакады.

При выборе химических реагентов необходимо учитывать относительную влажность воздуха, так как она в значительной степени влияет на скорость растворения химических реагентов. При одинаковой температуре воздуха в различных географических точках Казахстана относительная влажность может колебаться в различных пределах, например, при температуре воздуха  $-5^{\circ}\text{C}$ , относительная влажность в Восточной части Казахстана колеблется в пределах 62-67 %, в Северной части – 56-60 %, в Южной части – 82-89 % и Юго-Западной части – 80-85 %.

При сравнительно низких температурах воздуха (до  $-18^{\circ}\text{C}$ ) внесение реагентов при минимальной плотности распределения (до  $35 \text{ г/м}^2$ ) не оказывает влияние на изменение свойств снега, т.е. на коэффициенты внутреннего трения ( $\text{tg}\phi$ ) и сцепления ( $C$ ).

Таблица 5 – Нормы распределения твердых хлористых солей при ликвидации зимних видов скользкости

Температура воздуха, °C	Норма распределение х.р. профилактическим методом при толщине слоя рыхлого снега $h_c \leq 5$ см, г/м <sup>2</sup>						Норма распределение х.р. аварийным методом при толщине слоя с.л.н. $h_c \leq 10$ мм, г/м <sup>2</sup>								
	$W_o \leq 62\%$			$W_o > 62\%$			$p \leq 0,20$ т/м <sup>3</sup>			$p = 0,21-0,55$ т/м <sup>3</sup>			$p > 0,55$ т/м <sup>3</sup>		
	Na Cl	Mg Cl <sub>2</sub>	Ca Cl <sub>2</sub>	Na Cl	Mg Cl <sub>2</sub>	Ca Cl <sub>2</sub>	Na Cl	Mg Cl <sub>2</sub>	Ca Cl <sub>2</sub>	Na Cl	Mg Cl <sub>2</sub>	Ca Cl <sub>2</sub>	Na Cl	Mg Cl <sub>2</sub>	Ca Cl <sub>2</sub>
до -2	25	25	25	25	25	25	–	–	–	–	–	–	–	–	–
от -2 до -4	40	35	40	35	32	35	120	110	120	160	140	160	240	230	240
от -4 до -8	60	55	63	50	48	52	140	135	145	220	200	255	325	300	320
от -8 до -12	82	75	90	68	59	72	180	165	190	275	245	295	390	365	410
ниже -12	–	–	–	75	65	80	210	190	220	320	300	340	460	430	520

Примечание: «–» показывает, что в данном интервале температур воздуха, распределение химреагентов не рекомендуется.

Таблица 6 – Нормы распределения жидких хлористых растворов при ликвидации зимних видов скользкости

Температура воздуха, °C	Норма распределение жидких х.р. профилактическим методом при толщине рыхлого снега $h_c \leq 5$ см, г/м <sup>2</sup>						Норма распределение х.р. аварийным методом при толщине с.л.н. до 3-4 мм, C=25 %								
	C=15 %			C=25 %			$p \leq 0,20$ т/м <sup>3</sup> , $h_c \leq 5$ см			$p = 0,21-0,55$ т/м <sup>3</sup> , $h_c \leq 4$ см			$p > 0,55$ т/м <sup>3</sup> , $h_c \leq 3$ см		
	Na Cl	Mg Cl <sub>2</sub>	Ca Cl <sub>2</sub>	Na Cl	Mg Cl <sub>2</sub>	CaCl <sub>2</sub>	Na Cl	Mg Cl <sub>2</sub>	Ca Cl <sub>2</sub>	Na Cl	Mg Cl <sub>2</sub>	Ca Cl <sub>2</sub>	Na Cl	Mg Cl <sub>2</sub>	Ca Cl <sub>2</sub>
до -2	200	200	200	110	110	110	280	230	290	420	390	420	550	500	550
от -2 до -4	320	300	310	280	255	270	390	350	430	580	520	560	710	630	690
от -4 до -8	400	340	390	345	320	350	550	520	580	700	630	690	850	790	840
от -8 до -12	–	–	–	450	410	450	650	600	660	900	810	880	1200	1050	1150
ниже -12	–	–	–	600	520	580	850	760	810	–	1100	1230	–	–	–

Примечание: «–» показывает, что в данном интервале температур воздух, распределение химреагентов не рекомендуется.



Результаты визуальной и приборной оценки позволяют дорожно-эксплуатационными и коммунальными службам принять конкретные решения по вопросам ликвидации зимних видов скользкости.

Рекомендуемые мероприятия для ликвидации скользкости приведены в таблице 7.

Все мероприятия по борьбе с зимней скользкостью по целевой направленности согласно ПР РК 218-31-03 делятся на три группы: предотвращение возникновения зимней скользкости; снижение отрицательного воздействия образовавшихся с.л.о.; разрушение и удаление слоев с.л.о.

К первой группе мероприятий относятся такие виды работ: профилактический метод распределения х.р. и патрульная снегоочистка.

При распределении х.р. профилактическим методом после прекращения снегопада (если его продолжительность не превышает 2-4 часа) производится патрульная снегоочистка. Если снег не прекращается, то с интервалом 2-4 часа производится патрульная снегоочистка и повторная посыпка х.р.

Таблица 7 – Мероприятия для ликвидации зимних видов скользкости

Технологические процессы	Рыхлый снег			Снежно-ледяной накат	Стекло-видный лед
	сухой	влажный	мокрый		
Патрульная очистка без обработки х.р.	+	+	+		
Профилактический метод распределения х.р.	+	+			
Распределение жидких реагентов	+	+			+
Полная очистка и вывоз снега от п.ч.	+	+			
Аварийный метод распределения х.р.				+	+
Распределение фрикционных материалов				+	+
Механизированный способ ликвидации скользкости (кирковка)				+	

Патрульная снегоочистка без обработки х.р. осуществляется во время снегопада с интенсивностью, не превышающей 0,5 см/час. При опоздании своевременной снегоочистки снег под воздействием движущего транспорта превращается в с.л.н., борьба с которым требует большего труда и затрат. Рабочая скорость снегоочистителей при патрульной снегоочистке не должна быть менее 35-40 км/ч.

К второй группе мероприятий относятся распределение ф.м. с целью повышения сцепных качеств оледенелых дорожных покрытий.

К третьей группе мероприятий относятся аварийный метод распределения х.р. для полного расплавления и разрушения с.л.н. и механизированный способ ликвидации с.л.о. после распределения х.р. аварийным методом.

Список использованной литературы:

1. Р РК 218-32-43. Методические рекомендации по борьбе с зимней скользкостью на автомобильных дорогах Казахстана с применением химических реагентов и мероприятия по защите окружающей среды. Алматы-Астана: Минтранс РК, 2004. – 151 с.
2. ВСН 20-87. Инструкция по борьбе с зимней скользкостью на автомобильных дорог. – М.: Транспорт, 1988. – 41 с.
3. Киялбаев А.К., Телтаев Б.Б. Зимние виды скользкости и химические методы борьбы с ними. Учебное пособие. – Алматы: КазАТК, 2004. – 112 с.
4. . Лед и снег. /Под ред. У.Д. Кингери – М.: Мир, 1996.– 480 с.