

## ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ХЛОРИДІВ ПРИ ЗИМОВОМУ УТРИМАННІ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

**Вирожемський В.К.**

*ДерждорНДІ*

**Кожушко В.В.**

*ДП „Київський облдорупр”*

**Краюшкіна К.В.**

*ДерждорНДІ*

**Хімерик Т.Ю.**

*ДерждорНДІ*

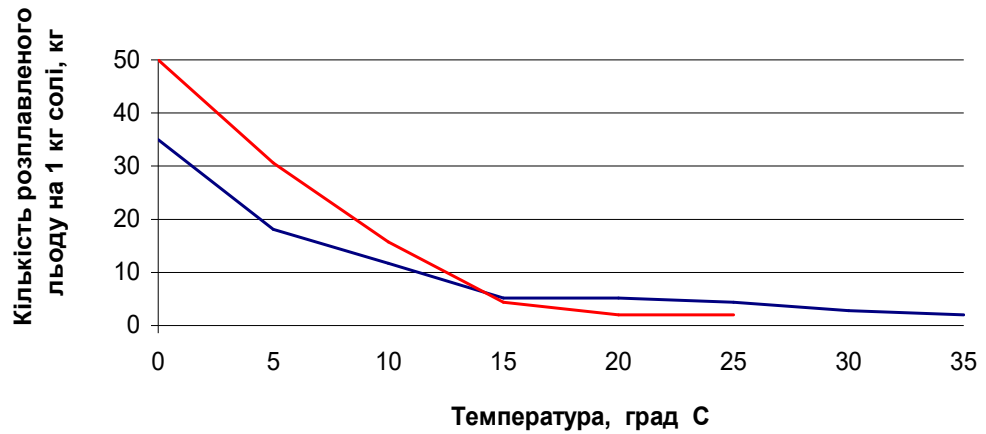
---

З хімічних засобів, які на даний час більш всього розповсюджені для боротьби з зимовою слизькістю, найбільш вигідними з економічної точки зору є хлористі солі металів: хлористий натрій ( $\text{NaCl}$  – поварена сіль), хлористий кальцій ( $\text{CaCl}_2$ ) і хлористий магній ( $\text{MgCl}_2$ ).

Дія цих солей заснована на тому, що температура замерзання їх водних розчинів нижче температури замерзання води. При розподілі солі на поверхні льодяного шару починається утворення плівок розсолу навколо кристалів солі, і лід поступово тане. Температура замерзання водних розчинів рідких солей неоднакова, в зв'язку з цим різна і „плавка здатність” солей, які використовуються для боротьби з ожеледицею. Під „плавкою здатністю” розуміють кількість льоду, який може бути розплавлений однією ваговою одиницею солі. Виходячи з міркування доступності (можливості одержання) та вартості, для боротьби з ожеледицею частіше всього використовують хлористий натрій та хлористий кальцій. Температури замерзання водних розчинів цих солей, відповідно, мінус  $21,2^\circ\text{C}$  та мінус  $55^\circ\text{C}$ . Порівняння плавкої здатності цих матеріалів свідчить, що при температурі навколишнього середовища вище мінус  $12,7^\circ\text{C}$  доречно використовувати хлористий натрій, а при більш низьких температурах – хлористий кальцій.

Однак при цьому треба враховувати швидкість впливу на лід хлористого кальцію та хлористого натрію, так як вона неоднакова. Спочатку в лід проникають кристали хлористого кальцію, а потім швидко починає свою дію хлористий натрій [1,2]. Швидкість проникнення кристалів (рис.1) залежить не тільки від хімічного складу солі, а й від розміру її кристалів, а також – температури атмосферного повітря. Щоб забезпечити якомога більший вплив солі на лід при різних температурах навколишнього середовища, доцільно використовувати суміші хлористого кальцію та хлористого натрію. В США, наприклад, така суміш готується в пропорції 2:1.

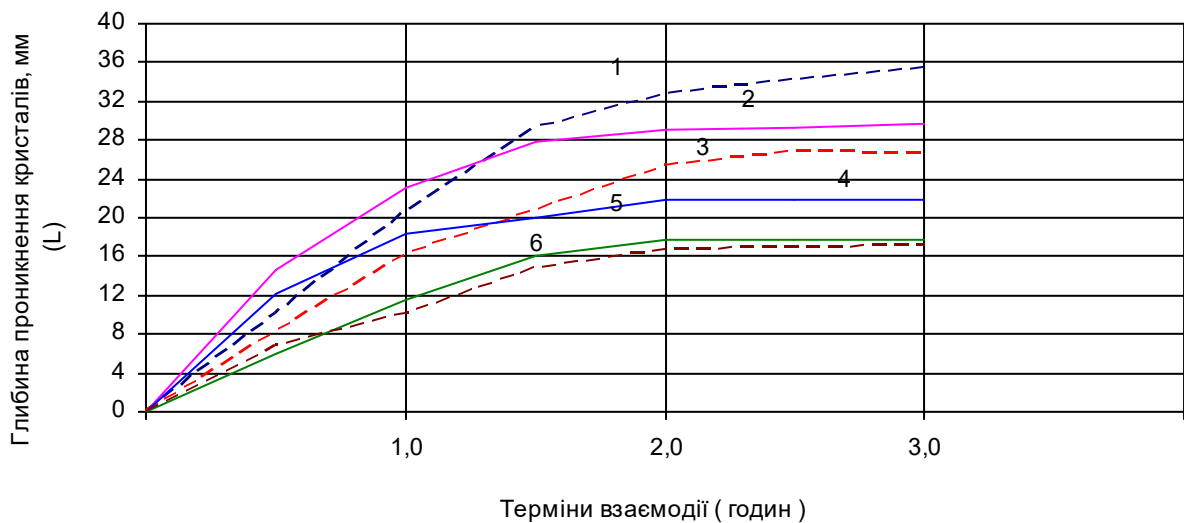
Сіль можна використовувати в чистому вигляді (хімічний спосіб боротьби з зимовою слизькістю) та в суміші з фракційними матеріалами (відсів від дроблення каменю з розміром зерен до 3 мм, пісок – хіміко-фрикційний спосіб), що значно підвищують коефіцієнт зчеплення автомобільних шин з дорогою.



1 – NaCl; 2 – CaCl<sub>2</sub>.

**Рисунок 1** – Плавка здатність хлористих солей

Така суміш краще закріплюється на поверхні льоду, сприяє його видаленню з покриття дороги, а зерна фрикційного матеріалу забезпечують підвищення шорсткості поверхні. Швидкість проникнення хлористих солей у лід в залежності від норм витрат наведено на рис.2.



штрихова лінія – криві для NaCl;

суцільна лінія – для CaCl<sub>2</sub>.

Температура випробувань – 10 °С.

1 – 70 г/м<sup>2</sup>; 2 – 40 г/м<sup>2</sup>; 3 – 20 г/м<sup>2</sup> – NaCl;

4 – 70 г/м<sup>2</sup>; 5 – 40 г/м<sup>2</sup>; 6 – 20 г/м<sup>2</sup> – CaCl<sub>2</sub>.

**Рисунок 2** – Швидкість проникнення хлористих солей в лід в залежності від норм витрат

Існують і інші способи ліквідації зимової слизькості із застосуванням інших матеріалів, таких як каїніт, бішофіт твердий та розчин тощо, але вони менш розповсюджені, тому в даній роботі ми не приділяємо їм увагу.

Останнім часом велика увага приділяється чистим хлоридам для боротьби з зимовою слизькістю. Тільки в Київській області ми маємо 24 одиниці солерозподільчого обладнання для автомобілів „Scania”, „МАЗ”, МЗКТ, ГАЗ, КРАЗ. В основному це обладнання німецьких компаній Schmidt, Superweizer, Pitsch. Станом на 01.02.2007р. вже побудовано один (на базі філії „Броварське ДЕУ” ДП „Київський облдорупр”) склад для зберігання чистих хлоридів з вузлом приготування розсолів [4, 5]. В 2007-2008 рр. планується закупка ще 15 комплектів з автомобілями обладнання „Schmidt” та будівництво 15 складів для зберігання чистих хлоридів з малою механізацією (системою транспортерів, грейфером, дозаторами, бункерами).

Харківським національним автомобільно-дорожнім університетом (ХНАДУ), Українським державним виробничо-технологічним підприємством „Укрдортехнологія” та Державним дорожнім науково-дослідним інститутом ім. Шульгіна (ДерждорНДІ) розроблені „Єдині правила зимового утримання автомобільних доріг” (П.Г.1-218-118:2005), які затверджено наказом Державної служби автомобільних доріг України (Укравтодор) № 525 від 15.11.2005 р. [6]. В них визначено основні вимоги щодо технологій та організації робіт з зимового утримання доріг, охорони довкілля та вимоги безпеки під час зимового утримання автомобільних доріг, а також наведено вимоги до протижеледних матеріалів (фракційних, хімічних) та усереднені норми розподілення чистих хлоридів (які відображені в табл. 7.7 цього документу). Ці норми наведено і в „Методичних вказівках з організації експлуатаційного утримання магістральних доріг в зимових умовах” (МВ 218-03449261-419:2005) [7].

**Таблиця 1** – Усереднені норми розподілу чистих хлоридів

ПОМ	Лід				Сніжно-льодяний накат				Пухкий сніг			
	Усереднені норми розподілення чистих хлоридів, г/м <sup>2</sup> , за від'ємної температури атмосферного повітря											
	0-5	6-10	11-15	нижче мінус 15	0-5	6-10	11-15	нижче мінус 15	0-5	6-10	11-15	нижче мінус 15
Хлористий натрій (технічна сіль)	20	40	70*	-	15	30	50*	-	10	20	30*	-
Хлористий кальцій: лускоподібний, ХКФ	30 35	60 65	80 90	100 100	25 30	40 50	60 70	80 90	20 20	30 35	40 45	50 60
Суміш хлористого натрію з хлористим кальцієм (88:12)	25	50	75	-	20	40	65	-	15	25	40	-

Продовження табл. 1

ПОМ	Лід				Сніжно-льодяний накат				Пухкий сніг			
	Усереднені норми розподілення чистих хлоридів, г/м <sup>2</sup> , за від'ємної температури атмосферного повітря											
	0-5	6-10	11-15	нижче мінус 15	0-5	6-10	11-15	нижче мінус 15	0-5	6-10	11-15	нижче мінус 15
Ропи, природні розсоли, пластові води, концентровані розчини хлористо-натрієвого складу	170	240	-	-	140	170	-	-	100	120	-	-
Пластові води і концентровані розчини хлористо-натрієвого складу	140	180	220	260	100	130	160	200	80	100	130	160
<p>* <b>Примітка 1.</b> Норми розподілу технічної солі вказано у складі ПСС (допускається застосування технічної солі у складі з ПСС і за температурою від 0 до мінус 10<sup>0</sup>С). Приклад розрахунку норми витрат ПСС наведено у додатку В.</p> <p><b>Примітка 2.</b> Прочерк означає, що за такої температури повітря застосовувати вказану хімічну речовину забороняється.</p> <p><b>Примітка 3.</b> Лускоподібний хлористий кальцій доцільно застосовувати за температури повітря від мінус 15 до мінус 35<sup>0</sup>С.</p> <p><b>Примітка 4.</b> Норми розраховано для товщини шару льоду – 1 мм; сніжно-льодяного накату – 1см; пухкого снігу – 2 см.</p>												

В цій таблиці в залежності від температури навколишнього середовища і характеру покрову дорожнього покриття (пухкий сніг, сніжно-льодяний накат або лід) наведено витрати хлористого натрію (технічної солі) від 10 до 70 г/м<sup>2</sup>. Однак не враховано активність хлористого натрію або вмісту в ній хлорид-іонів, а розрахунок наведено на 100 % їх вмісту.

Цей факт викликає труднощі в питаннях приготування піщано-соляних сумішей потрібних концентрацій, списання їх після виконання робіт, а також при прийнятті робіт замовником в ході зимової експлуатації автомобільних доріг.

Тому ДП „Київський облдорупр” звернувся до ДерждорНДІ імені М.П.Шульгіна з питанням проведення досліджень по визначенню властивостей технічної солі виробництва ДП „Артемсіль”, який провів ці дослідження в період в 2006 році, згідно яких вміст хлорид-іонів в солі становив 77,22 %.

А це, в свою чергу, говорить про те, що при приготуванні піщано-соляних сумішей 6 % концентрації ми повинні дозувати хлоридів на 22,78 % (від 6 %) більше, тобто 7,7 % (вагових) для отримання необхідної плавкої здатності (рис.1) і, відповідно, на стільки ж менше

фрикційного матеріалу – піску. Або, іншими словами: щоб досягти 100 % активності хлорид-іонів в 6 % піщано-соляній суміші, необхідно взяти 7,7 % (вагових) хлоридів (технічної солі) з активністю (або вмістом хлорид-іонів) – 77,22 %. А при використанні чистої солі для боротьби з зимовою слизькістю – дозувати її на 1 кв.м. на 22,78 % більше від величин, що наведено в усереднених нормах розподілення чистих хлоридів, для досягнення необхідного плавильного ефекту. Наприклад, (таблиця 1), при температурі  $0 \div (-5)^{\circ}\text{C}$ , норма розподілу хлоридів становить  $20 \text{ г/м}^2$ . При вмісті хлорид-іонів 77,22 % в технічній солі, норма повинна бути  $24,6 \text{ г/м}^2$  і т.д.

Необхідно відмітити також, що у виробничих умовах при приготуванні піщано-соляних сумішей різних концентрацій (6%,12%,25%) повинні витримуватись точні дозування хлоридів та піску. Для цього, на наш погляд, необхідно вирішувати питання впровадження у виробництво спеціальних дозаторів у кожному виробничому підрозділі, на кожному складі протижелезних матеріалів, або готувати суміші централізовано, в місцях, де існують такі дозатори і розвезити їх на придорожні буферні склади автотранспортом. Але для цього необхідно вирішити ряд організаційних, фінансових та економічних питань.

При використанні чистих хлоридів для зимового утримання автодоріг, солерозкидальне обладнання Schmidt, Superweizer, Pitsch дозволяє дозувати хлориди з точністю до 1 г, тому дообладнання чи переобладнання цих солерозкидачів не має сенсу.

Для визначення частин хлоридів та піску в об'ємі піщано-соляної суміші ДП „Київський облдорупр” спільно з Службою автомобільних доріг у Київській області визначився з прикладами елементарного розрахунку, які ми наводимо для керівництва в роботі в інших областях.

## **1. Норма розподілу хлоридів з урахуванням фактичної активності (вмісту хлорид-іонів).**

Примітка: Норми витрат технічної солі на  $1 \text{ м}^2$  обробки покриття доріг приймається в залежності від температури атмосферного повітря, згідно табл.7.7 П.Г. 1-218-118:2005.

1. Вміст хлорид-іонів в технічній солі (за результатами лабораторних досліджень (випробувань) – 77,22 %;

2. Неактивний залишок:

$$100 \% - 77,22 \% = 22,78 \%;$$

3. Коефіцієнт збільшення норм витрат технічної солі на  $1 \text{ м}^2$  з урахуванням фактичної активності  $k = 1,2278$ ;

4. З даних табл.7.7:

– пухкий сніг;

– температура атмосферного повітря  $0 \div (-5)^{\circ}\text{C}$ ;

– норми розподілу хлоридів з урахуванням фактичної активності хлоридів:

$$10 \text{ г/м}^2 \times 1,2278 = 12,28 \text{ г/м}^2$$

## 2. Визначення частин хлоридів та піску в об'ємі піщано-соляної суміші (на 100 м<sup>3</sup> піщано-соляної суміші).

1. Об'ємна вага піщано-соляної суміші (за результатами лабораторних випробувань) – 1,34 т/м<sup>3</sup>;
2. Об'ємна вага піску (за результатами лабораторних випробувань) – 1,35 т/м<sup>3</sup>;
3. Вміст солі в піщано-соляній суміші (за результатами лабораторних випробувань) – 6 %.

### Розрахунок:

1. Вага 100 м<sup>3</sup> ПСС:

$$100 \text{ м}^3 \times 1,34 \text{ т/м}^3 = 134 \text{ т};$$

2. Вага солі в 100 м<sup>3</sup> ПСС:

$$134 \times 0,06 = 8,04 \text{ т};$$

3. Вага піску в 100 м<sup>3</sup> ПСС:

$$134 \text{ т} - 8,04 \text{ т} = 125,96 \text{ т};$$

4. Об'єм піску в 100 м<sup>3</sup> ПСС:

$$125,96 \text{ т} : 1,35 \text{ т/м}^3 = 93,30 \text{ м}^3$$

### **Література:**

1. М.М. Гусев. Борьба со скользкостью обледенелых дорог. Изд. Министерства коммунального хозяйства РСФСР, 1959. – С. 77-84
2. Зимнее содержание автомобильных дорог, под ред. д.т.ц., профессора А.К.Дюнина, М.: „Транспорт”, 1983. – 315 с.
3. Технічні правила ремонту і утримання автомобільних доріг загального користування України, під керівн. А.А. Рибальченко, К.: 1997. С. 66-81, 119-120.
4. В.В. Кожушко, В.П. Кожушко, О.В. Храпаль. Деякі теоретичні та практичні аспекти боротьби з зимовою слизькістю при експлуатаційному утриманні автомобільних доріг. Науково-технічний збірник НТУ „Автомобільні дороги і дорожнє будівництво”, К.: 2003, вип. 66. – С. 50-53.
5. В.В. Кожушко, В.П. Кожушко, О.В. Храпаль. Впровадження нових технологій і техніки при зимовому утриманні автомобільних доріг – основний фактор забезпечення безпеки дорожнього руху. Науково-технічний збірник НТУ „Автомобільні дороги і дорожнє будівництво”, К.: 2003, вип. 67. – С. 31-34.
6. Єдині правила зимового утримання автомобільних доріг, П.Г.1-218-118:2005
7. Методичні вказівки з організації експлуатаційного утримання магістральних доріг в зимових умовах, М.В.218-03449261-419:2005. – 36 с.