

Научная статья  
УДК 630.233

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ПРОТИВОГОЛОЛЕДНЫХ  
МАТЕРИАЛОВ НА РЕГИОНАЛЬНЫХ  
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Виктор Вячеславович Копанов<sup>1</sup>, Алексей Юрьевич Шаров<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Уральский государственный лесотехнический университет,  
Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> Vitktorkopanov@mail.ru

<sup>2</sup> Shaiu1972@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассматривается эффективное использование Галита А в чистом виде в качестве противогололедного материала. Исследование климатических условий, формирование затрат на изготовление и хранение, а также методов применения демонстрирует, что примените Галита А в отличие от пескосоляной смеси способствует экономии ресурсов и снижению затрат на содержание региональных автомобильных дорог.

**Ключевые слова:** безопасность дорожного движения, противогололедные материалы, экономия ресурсов, экономическая выгода

Original article

**USE OF MODERN DE-ICING MATERIALS AT REGIONAL  
HIGHWAYS OF THE SVERDLOVSK REGION**

**Viktor V. Kopanov<sup>1</sup>, Aleksey Yu. Sharov<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> Vitktorkopanov@mail.ru

<sup>2</sup> Shaiu1972@mail.ru

**Abstract.** The article discusses the effective use of Halite A in its pure form as an anti-icing material. A study of climatic conditions, the formation of production and storage costs, as well as application methods shows that using Halita A, in contrast to the sand-salt mixture, helps to save resources and reduce the cost of maintaining regional highways.

**Keywords:** road safety, de-icing materials, resource saving, economic benefit

В настоящее время для выполнения работ по зимнему содержанию на региональных автомобильных дорогах Свердловской области в качестве

противогололедного материала (далее – ПГМ) используется 20 % пескосоляная смесь (далее – ПСС) [1]. ПСС состоит из песка – 80 % и соли – 20 %.

Под солью подразумевается концертант минеральный Галит марки А (далее – Галит А), на 97 % состоящий из хлорида натрия (NaCl), который в чистом виде и является солью [2]. Удельный вес Галита А  $1,25 \text{ кг/см}^3$ . Вторым и основным по массе компонентом выступает природный песок, удельный вес которого  $1,47 \text{ кг/см}^3$ .

Приготовление ПСС производится погрузчиком на твердой площадке путем механического смешивания в пропорции 1:4. Удельный вес полученной смеси составляет в пределах  $1,36\text{--}1,45 \text{ кг/см}^3$ .

ПСС относится к комбинированному виду противоголодных материалов – это механическая смесь химических реагентов с абразивными веществами [3, 4]. Содержащийся в составе ПСС хлорид натрия снижает температуру плавления льда, способствует его растоплению, что позволяет быстрее ликвидировать снежные отложения, образовавшиеся на автомобильной дороге, а природный песок обеспечивает дополнительное трение между покрытием дороги и шинами автомобиля. Все это позволяет водителю сохранять контроль над автомобилем и уменьшить риск заноса или скольжения. Также считается, что ПСС имеет более низкую стоимость по сравнению с некоторыми другими противогололедными материалами.

Согласно заключенным государственным контрактам норма расхода при обработке дорог ПСС составляет  $1,53 \text{ м}^3$  ПСС на  $10\,000 \text{ м}^2$  дорожного покрытия, или 213 грамм на  $1 \text{ м}^2$  дорожного покрытия не зависимо от температуры воздуха [1].

Сезонная потребность ПСС на зимнее содержание 700 км автомобильных дорог с асфальтобетонным покрытием составляет  $31\,578 \text{ м}^3$ , или 45 945 тонн ПСС. Из них песка природного  $25\,500 \text{ м}^3$ , или 36 755 тонн, и  $6\,078 \text{ м}^3$  Галит А, или 9 188 тонн [1].

Сметная стоимость ПСС в 2023 г. составляет 4 068, 32 руб./т с налогом на добавленную стоимость (НДС), стоимость сезонной потребности ПСС 128 469 535,27 руб. с НДС [1].

Пропорционально доли песка в ПСС 80 % общая стоимость сезонного объема песка составляет 102 775 626,22 руб. с НДС. В реальности же итоговая стоимость песка обходится дороже, поскольку перевозка природного песка производится автотранспортом, а Галита А железнодорожным транспортом.

В государственном контракте на зимнее содержание автомобильных дорог Свердловской области [1] учет работ по обработке дорог противогололедными материалами производится с помощью программного комплекса «Автоматизированная Система Центрального Управления Производством» (далее – АИС ЦУП). Принцип работы данной системы основывается на передаче данных с бортовых систем Глобальной Навигационной

Системы Навигации (ГЛОНАСС), установленных в каждом автомобиле, задействованном на зимнем содержании. Алгоритм работы настроен в связке с метеорологическими постами – видеокамерами, установленными на автомобильных дорогах. Метеопост фиксирует тот или иной метеофактор (гололед или снегопад), после чего система АИС ЦУП подает сигнал о требуемых объемах выполняемых работ в виде россыпи ПГМ или очистке а/дорог от снега [4, 5].

Для фиксации факта производства работ по россыпи ПГМ требуется выполнения определенного порядка действий: коммунальная дорожная машина (далее – КДМ) должна заехать на пескобазу, координаты которой внесены в систему и обозначены как пескобаза, постоять там определенное время погрузки (не менее 2 и не более 10 мин), в это время на обозначенной пескобазе вблизи КДМ должен находиться и совершать движения а/погрузчик, данные бортового модуля навигации которого также внесены в систему. Далее КДМ может выезжать для россыпи. Программой определен объем кузова КДМ 8 м<sup>3</sup>, ширина обрабатываемого участка 2,3 м [1]. Таким образом, одного бункера, загруженного ПСС объемом 8 м<sup>3</sup>, при вышеуказанном расходе 1,53 м<sup>3</sup> на 10 00 м<sup>2</sup> покрытия хватает на обработку 52 287 м<sup>2</sup> дороги, с учетом установленной программой ширины обрабатываемой поверхности протяженность составляет 22 700 м, или 22,7 км. При обработке автомобильной дороги с двухсторонним движением 11,35 км в одну и 11,35 км в другую сторону. Далее необходимо возвращаться на пескобазу для повторной загрузки. После чего зачитывание работ по россыпи начнется с того места, где по программе закончилась россыпь предыдущего рейса, т. е. через 22,7 км, или 11,35 при россыпи на обеих сторонах дороги.

Согласно государственному контракту россыпь ПСС осуществляется при температуре воздуха не ниже –15 °С [1].

Согласно ОДМ «Руководство по борьбе с зимней скользкостью на автомобильных дорогах» [4] обработку покрытия автомобильной дороги можно производить и чистыми хлоридами с нормой распределения в зависимости от температуры воздуха (табл. 1).

*Таблица 1*

Виды и нормы распределения противогололедных материалов

Наименование ПГМ	Соответствующий номер ТУ на ПГМ	Рыхлый снег и накат, t °С						Стекловидный лед, t °С		
		-2	-4	-8	-12	-16	-20	-2	-4	-8
<b>Твердые, г/м<sup>2</sup></b>										
<i><b>Хлориды</b></i>										
1. Технический хлористый натрий карьерный	ТУ 2152-067-00209527-95	10	20	30	50	60	–	45	90	160
2. ПГМ на основе хлористого натрия	ТУ 2152-082-00209527-99	10	15	30	45	55	–	40	80	145

Как указывалось выше, согласно государственному контракту норма расхода ПСС составляет  $1,53 \text{ м}^3$  на  $10\,000 \text{ м}^2$  дорожного покрытия, или  $213 \text{ г}$ , независимо от температуры воздуха. Массовая доля Галита А в составе ПСС составляет  $42,6 \text{ г}$ , что соответствует нормативу распределения ПГМ на основе чистых хлоридов при температуре воздуха от  $-8$  до  $-12$ . Среднемноголетняя температура воздуха в Екатеринбурге в последние годы редко опускается ниже  $-15 \text{ }^\circ\text{C}$  (табл. 2) в зимние месяцы [6, 7]

Учитывая, что обработка покрытия автомобильной дороги ПГМ чаще всего происходит при переходе температуры воздуха с плюсовой на минусовую, а также во время снегопада, расход ПГМ  $42,6 \text{ г}$  на  $1 \text{ м}^2$  покрытия соответствует расходу при средней температуре воздуха  $-12 \text{ }^\circ\text{C}$ .

При использовании в качестве ПГМ концентрата минерального Галита А в чистом виде с расходом  $42,6 \text{ г}$  на  $1 \text{ м}^2$  помимо экономии природного песка значительно экономится топливо и ресурс автомобильной техники.

Так, при объеме бункера  $8 \text{ м}^3$  загрузка КДМ составит  $10$  тонн. При расходе  $42,6 \text{ г}\cdot\text{м}^2$  площадь обрабатываемой поверхности с одной загрузки составит  $234\,741,78 \text{ м}^2$ , или  $102 \text{ км}$ . Таким образом, одна загрузка позволяет обработать поверхность площадью в  $4,5$  раза больше, а при обработке данной площади ПСС автомобилю, помимо  $102 \text{ км}$  рабочих, необходимо проделать  $5$  рейсов и  $220 \text{ км}$  проехать «в холостую».

Схема работы КДМ по россыпи ПСС представлена на рис. 1. Пробег КДМ до места россыпи также предусмотрен государственным контрактом и оплачивается как доставка ПСС.

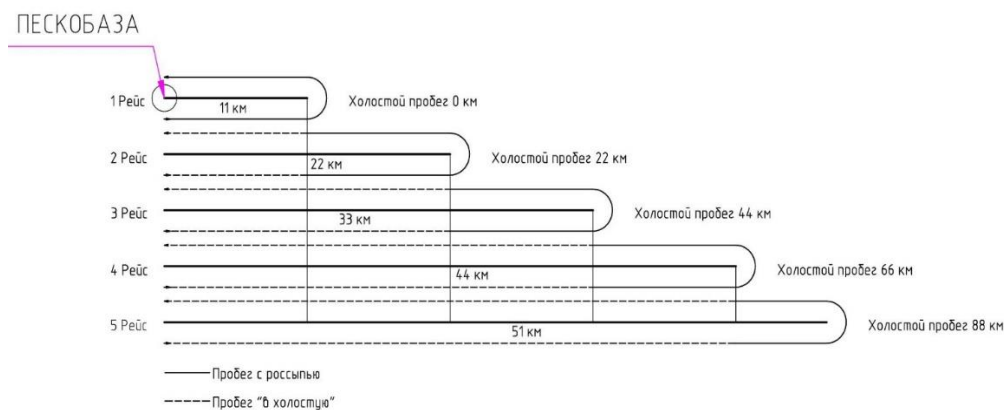


Рис. 1. Схема работы КДМ

Сезонная стоимость по россыпи ПСС на  $700 \text{ км}$  автомобильных дорог с асфальтобетонным покрытием составляет  $45\,095\,273 \text{ руб.}$  с НДС [1]. Расход топлива КДМ на базе автомобиля КАМАЗ 65115 на  $100 \text{ км}$  составляет  $28,4 \text{ л}$  дизельного топлива (далее – ДТ). Сезонный объем работ по доставке ПСС согласно государственного контракта  $289\,735,169 \text{ км}$  в год. Экономия топлива на указанный километраж составит  $82\,284,79 \text{ л}$ . При стоимости  $1 \text{ л}$  ДТ  $62,30 \text{ руб.}$  в денежном эквиваленте экономия составит  $5\,126\,342,29 \text{ руб.}$

Таким образом, экономический эффект от использования Галита А в чистом виде на одном только участке региональных автомобильных дорог 700 км может составить до 150 млн рублей ежегодно. Кроме того, при использовании Галита А в чистом виде устраняется и проблема хранения противогололедного материала.

Таблица 2

Климатическая таблица (данные для Екатеринбурга)

Месяц	Абсолют. минимум, t °С	Средний минимум, t °С	Средняя, t °С	Средний максимум, t °С	Абсолют. максимум, t °С
январь	−44,6 (1915)	−15,5	−12,6	−9,3	5,6 (1971)
февраль	−42,4 (1896)	−14,1	−10,8	−6,6	9,4 (2004)
март	−39,2 (1915)	−7,3	−3,6	0,9	18,1 (2023)
апрель	−21,8 (1882)	0,3	4,7	10,1	28,8 (1995)
май	−13,5 (1952)	6,9	12,2	18,3	34,7 (2021)
июнь	−5,3 (1898)	12,0	16,9	22,6	36,4 (2021)
июль	1,5 (1914)	14,4	18,9	24,3	40,0 (2023)
август	−2,2 (1968)	12,2	16,2	21,4	37,2 (1936)
сентябрь	−9,0 (1913)	6,8	10,4	15,0	31,9 (2003)
октябрь	−22,0 (1976)	1,0	3,6	6,9	24,7 (1936)
ноябрь	−39,2 (1890)	−7,8	−5,4	−2,6	13,5 (1932)
декабрь	−44,0 (1978)	−13,3	−10,7	−7,8	5,9 (1982)
<b>год</b>	−44,6 (1915)	–	–	–	39,1 (2020)

При использовании ПСС необходимо обустройство открытых обвалованных по периметру площадок с асфальтобетонным покрытием и дренажной системой. Для предотвращения засоления окружающей природной среды в обязательном порядке устраивают дренажную систему с приемными колодцами и испарительным бассейном [4, 8, 9].

Площадь базы хранения ПСС зависит от количества материала, которое необходимо хранить, а также норм хранения материала на 1 м<sup>2</sup> площади с учетом проездов [10]. Размеры площадок назначают из расчета размещения на них 100 % сезонной потребности фрикционных или комбинированных ПГМ [11].

Расчет параметров базы хранения ПСС вместительностью 5 330 м<sup>3</sup>, что составляет 1/6 от годовой потребности ПСС на 700 км а/дорог из расчета наличия 6 пескобаз на одну эксплуатирующую организацию или ДРСУ (дорожное ремонтно-строительное управление):

$$S = \frac{P}{r * K_u} \quad (1)$$

где  $S$  – количество материала, подлежащего хранению  $\text{м}^3$ ;

$r$  – норма хранения материала на  $1 \text{ м}^2$ ;

$K_u$  – коэффициент использования площади склада, учитывающий наличие проездов между штабелями.

Значение  $r$  для песка и гравия –  $3 \dots 4 \text{ м}^3$  на  $1 \text{ м}^2$ . Вылет стрелы современных погрузчиков позволяет складывать песок на высоту до 4 метров. Значение  $K_u$  для складов нерудных материалов =  $0,5 \dots 0,7$ . При значениях  $r = 3$  и  $K_u = 0,5$  полезная площадь составит  $3\ 600 \text{ м}^2$  с длиной стороны, равной 60 м. Для обустройств обваловки трапециевидной формы из асфальтобетона [11] к каждой стороне добавим по 0,5 метра, тогда площадь базы хранения ПСС составит  $3\ 720 \text{ м}^2$ . Кроме того, необходимо предусмотреть устройство ограждения периметра, въездных ворот, ливневой канализации, испарительного бассейна, который также должен быть обвалован земляным валиком, и освещения. Объем испарительно бассейна (рис. 2) не должен превышать  $200\text{--}300 \text{ м}^3$  [10]. Стоимость работ на устройство одной площадки хранения ПСС в 2023 г. составляет 14–15 млн руб. с НДС.

Устройство пескобаз, согласно вышеуказанным нормативам, требует привлечение больших денежных средств, в то время как Галит А поставляется в герметичных полиэтиленовых мешках (бигбэгах), хранение которых не требует дополнительных вложений. В настоящее время устройство пескобаз согласно вышеуказанным требованиям, государственным контрактом не предусмотрено, и затраты на их устройство и содержание несут подрядные организации. В связи с чем зачастую количество пескобаз не соответствует протяженности обслуживаемого участка автомобильной дороги, что, в свою очередь, приводит к увеличению парка привлекаемой техники и влияет на скорость устранения метеофактора [11].

Использование Галита А в чистом виде требует меньшего количества материала, чем пескосоляная смесь для достижения аналогичного эффекта. Это позволяет снизить расходы на материалы и транспортировку, упростить и ускорить процесс распределения и уборки, как следствие, противогололедная обработка производится в установленные нормативные сроки. Сокращает количество пыли и грязи на дорогах, что положительно сказывается на видимости, поскольку песок не загрязняет фары автомобиля и световозражающие элементы обустройства автомобильной дороги, что очень важно для обеспечения безопасности дорожного движения в условиях низкой освещенности и плохой видимости, улучшает качество воздуха и предотвращает загрязнение окружающей среды, показывают лучшую эффективность при низких температурах (сохраняют свою эффективность при низких температурах, что не всегда характерно для пескосоляной смеси).

Возможность изменения норм обработки дает широкий температурный диапазон использования данного ПГМ. Кроме того, в зависимости от сложившейся ситуации на дороге, смачивая Галит А соляным раствором, можно регулировать скорость реакции. Смачивание Галита позволяет ему более эффективно покрывать обледенелую или заснеженную поверхность автомобильной дороги, достигая более широкого пятна контакта между солью и покрытием, что ускоряет процесс растапливания снега или льда. Соляной раствор, которым смачивается Галит в условиях низких температур, повышает сцепление ПГМ с покрытием и предотвращает его «сдувание» с покрытия на автомобильных дорогах с высокой интенсивностью движения или в условиях сильного ветра. Смачивание ПГМ обычно производится путем подачи соляного раствора в орган распределения сухого материала, либо, если на автомобиле не установлены емкости для смачивания твердых ПГМ, водой при загрузке в кузов. Все это делает применение Галита А в чистом виде более эффективным и экономически выгодным в качестве основного противогололедного материала в нашем регионе.

### *Список источников*

1. Единая информационная система в сфере закупок : [официальный сайт]. URL: <https://zakupki.gov.ru/epz/contract/contractCard> (дата обращения: 10.09.2023).
2. Концентрат минеральный «Галит» : технические условия ТУ2111-044-002-03944 ОАО «Уралкалий». Введен 10.05.2011. URL: <https://clck.ru/36pPui> (дата обращения: 11.09.2023).
3. ГОСТ 58427–2020. Материалы противогололедные для применения на территории населенных пунктов. М. : Стандартинформ, 2020. 22 с.
4. Руководство по борьбе с зимней скользкостью на автомобильных дорогах / М-во транспорта Рос. Федерации, Гос. служба дорож. хоз-ва. М. : Росавтодор Минтранса РФ, 2003. 69 с.
5. ОДМ 218.8.002–2010. Отраслевой дорожный методический документ. Введ. 14.04.2010. № 296-р. М. : Росавтодор, 2010. 51 с.
6. Погода и климат : [официальный сайт]. URL: [pogodaiklimat.ru](http://pogodaiklimat.ru) (дата обращения: 10.09.2023).
7. Погода в 241 странах мира : [официальный сайт]. URL: <https://rp5.ru/> (дата обращения: 10.09.2023).
8. ГОСТ 8736–2014. Песок для строительных работ. Технические условия. М. : Стандартинформ, 2015. 8 с.
9. Бондарева Э. Д., Клековкина М. П. Проектирование автомобильных дорог и элементов обустройства : учебное пособие для вузов. 3-е изд., испр. и доп. М. : Издательство Юрайт, 2021. 398 с.
10. Цай Т. Н., Ширшиков Б. Ф., Бастов Б. И. Инженерная подготовка строительного производства. М. : Стройиздат, 1990.

11. ОДМ 218.2.018–2012 «Методические рекомендации по определению необходимого парка дорожно-эксплуатационной техники для выполнения работ по содержанию автомобильных дорог при разработке проектов содержания автомобильных дорог». М. : Росавтодор Мин-транса РФ, 2013. 87 с.