



ПОЛИТЕХ
Санкт-Петербургский
политехнический университет
Петра Великого

ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

**Высшая школа промышленно-
гражданского и дорожного строительства**

Практическое занятие № 6

«Борьба с зимней скользкостью»

4 часа

по дисциплине: *«Эксплуатация автомобильных дорог»*

С-Петербург-2022 г.

РЕШАЕМАЯ ЗАДАЧА:

- 1. Расчет потребности противогололедных материалов.**
- 2. Расчет потребности распределителей противогололедных материалов.**

Литература:

Основная:

1. Шабуров С.С. Основы управления, планирования и организации строительства, ремонта, содержания автомобильных дорог: Учебное пособие. - Иркутск: Издательство ИРНТУ, 2019. - 434 с.
2. А.П. Васильев. Эксплуатация автомобильных дорог. Учебник. В двух томах. – М.: Академия, 2015. - 640 с.

Дополнительная:

1. Зимнее содержание автомобильных дорог. Методические указания по выполнению курсового проекта. Архангельск: ИД САФУ, 2014. – 84 с.

Официальные документы:

1. Федеральный закон № 257-ФЗ от 8.11.2007 года «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в РФ и внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ», редакция от 2019 г.
2. ОДМ. Руководство по борьбе с зимней скользкостью на автомобильных дорогах. Утверждено распоряжением Минтранса России от 16.06.2003 № ОС-548-р.
3. Приказ Министерства транспорта РФ от 16 ноября 2012 г. № 402 "Об утверждении Классификации работ по капитальному ремонту, ремонту и содержанию автомобильных дорог" (с изменениями на 12 августа 2020 года).
4. ОДМ 218.5.001-2008 Методические рекомендации по защите и очистке автомобильных дорог от снега.
5. Постановлением Правительства РФ от 30 мая 2017 г. № 658 утверждены новые нормативы денежных затрат на капитальный ремонт, ремонт и содержание автомобильных дорог федерального значения и правила их расчета. Устанавливаются новые межремонтные сроки для автомобильных дорог с усовершенствованным типом покрытия.
6. Об утверждении ОДМ «Руководство по борьбе с зимней скользкостью на автомобильных дорогах», ОДМ «Методика испытания противогололедных материалов» и ОДН «Требования к противогололедным материалам».
7. ПРИКАЗ Министерства транспорта РФ от 8 июня 2012 года N 163 «Об утверждении Порядка проведения оценки уровня содержания автомобильных дорог общего пользования федерального значения».
8. ГОСТ Р 58862-2020. Дороги автомобильные общего пользования. СОДЕРЖАНИЕ. Периодичность проведения.
9. ГОСТ Р 59434-2021. Дороги автомобильные общего пользования. Требования к уровню зимнего содержания. Критерии оценки и методы контроля.

Зимнее содержание АД

Зимнее содержание автомобильных дорог: Комплекс мероприятий по обеспечению безопасного и бесперебойного движения на автомобильных дорогах в зимний период года, включающий защиту автомобильных дорог от снежных заносов, очистку от снега, предупреждение и устранение зимней скользкости. (ГОСТ 33181—2014. Требования к уровню зимнего содержания).

Комп
лекс
меро
прият
ий

№5 ЭАД

№6 ЭАД

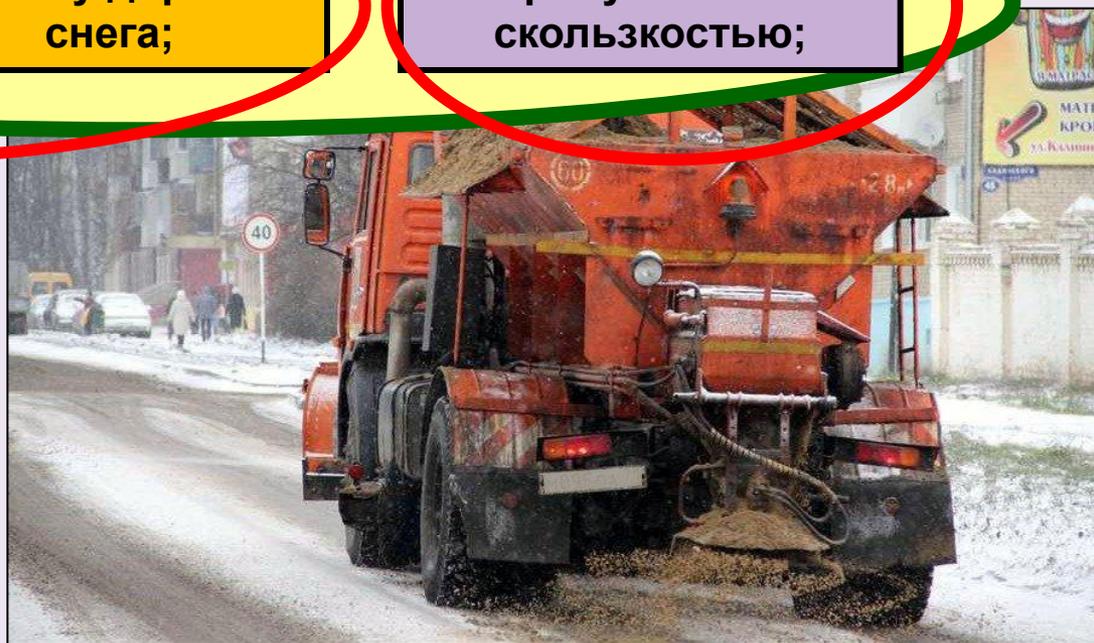
защиту дорог от
снежных заносов;

очистку дорог от
снега;

борьбу с зимней
скользкостью;

К зимнему относится период года с момента перехода средней суточной температуры воздуха ниже $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ к отрицательной осенью и до момента ее обратного перехода, через $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ от отрицательной к положительной.

Зимний период года является самым сложным для эксплуатации дорог и организации движения. Продолжительность этого периода колеблется от 20 сут в южных районах до 260 сут в северных районах России.



Зимняя скользкость: Снежные отложения и ледяные образования на проезжей части, укрепленных обочинах, площадках отдыха, остановках маршрутного транспорта, тротуарах и пешеходных (велосипедных) дорожках, **приводящие к снижению сцепных свойств поверхности покрытия.** [ГОСТ 33387—2015. статья 3.6]

Рыхлый снег - откладывается на дорожном покрытии в виде ровного по толщине слоя. Плотность свежес выпавшего снега может изменяться от 0,06 до 0,20 г/см³. В зависимости от содержания влаги снег может быть сухим, влажным и мокрым. При наличии слоя рыхлого снега на дорожном покрытии коэффициент сцепления шин с покрытием снижается до 0,2.

(Рыхлый снег: Неуплотненный слой снега, откладывающийся на покрытии проезжей части, обочинах и тротуарах во время снегопада и метелей. [ГОСТ Р 50597—2017])

Снежный накат - представляет собой слой снега, уплотненного колесами проходящего автотранспорта. Он может иметь различную толщину - от нескольких миллиметров до нескольких десятков миллиметров - и плотность от 0,3 до 0,6 г/см³. Коэффициент сцепления шин с поверхностью снежного наката составляет от 0,1 до 0,25.

(Уплотненный снег (снежный накат): Слой снега на проезжей части дороги, уплотненный колесами проезжающих транспортных средств. [ГОСТ 33181—2014])

Стекловидный лед - появляется на покрытии в виде гладкой стекловидной пленки толщиной от 1 до 3 мм и изредка в виде матовой белой шероховатой корки толщиной до 10 мм и более. Отложения стекловидного льда имеют плотность от 0,7 до 0,9 г/см³, а коэффициент сцепления составляет от 0,08 до 0,15. Этот вид зимней скользкости является наиболее опасным. Отложения льда в виде матово-белой корки имеют плотность от 0,5 до 0,7 г/см³.

(Стекловидный лед: Лед на дорожном покрытии в виде гладкой стекловидной пленки толщиной от 1,0 до 3,0 мм или матовой белой шероховатой корки толщиной до 10,0 мм. [ГОСТ Р 59434—2021])

Методы борьбы с зимней скользкостью

це
ли
во
й
на
пр
ав
ле

1. Снижение отрицательного воздействия образовавшейся зимней скользкости и повышение коэффициента сцепления колес с дорогой путем россыпи по обледеневшему покрытию минеральных фрикционных материалов;

2. Удаление с покрытия образовавшегося ледяного или снежного слоя с применением химических, механических, тепловых и других методов;

3. Предотвращение образования снежно-ледяного слоя или ослабление его сцепления с покрытием путем профилактической обработки покрытия противогололедными химическими веществами или введения противогололедных реагентов в состав покрытия.



Противогололедные материалы (ПГМ)

Химические

Твердые
сыпучие

Жидкие

Хлориды

Ацетаты

Кармабиды

Нитраты

Природные
рассолы

Комбинированные

Твердые

ПСС,
Смесь
фрикционных и
химических
материалов

Фрикционные

Твердые

Песок

ПГС

Щебень

Шлак

Золы уноса



Способы борьбы с зимней скользкостью

6

В
и
д
ы

1. Химический

1. Химический способ

основан на использовании химических материалов, обладающих способностью при контакте со снежно-ледяными отложениями переводить их в раствор, не замерзающий при отрицательных температурах.

Распределяют чистые ПГМ в твердом (техническая соль, ХКФ, Биомаг и др.) или жидком (ХКМ, Нордикс, Антиснег и др.) виде, с целью предупреждения (профилактический метод) образования зимней скользкости или ликвидации уже образовавшихся снежно-ледяных отложений (снежный накат, стекловидный лед).

Норма расхода твердых хлоридов на 1 мм слоя замерзшей воды находится в пределах 15... 90 г/м², а жидких хлоридов — 0,08... 0,15 л/м² в зависимости от вида хлорида и температуры воздуха.

2. Фрикционный

2. Фрикционный способ

по поверхности ледяного или снежно-ледяного слоя рассыпают песок, мелкий гравий, отходы дробления, шлак или другие абразивные материалы с размерами частиц не более 6 мм.

Норма расхода песка составляет 200...700 г/м² или около 0,3...0,4 м³ на 1000 м² покрытия. Коэффициент сцепления до 0,3, но задерживается на ПЧ короткое время (не более 0,5 ч).

3. Комбинированный

3. Комбинированный способ (химико-фрикционный) совместное применение химических и фрикционных ПГМ.

Применяют фрикционные материалы, смешанные с твердыми хлоридами NaCl, KCl, MgCl₂, CaCl₂. Пескосоляная смесь в соотношении 9:1; 8:1; 6:1 или 4:1. **Нормы расхода** ПСС составляют 100...400 г/м² или 0,1 ...0,2 м³ на 1000 м² по крытиям, а на опасных 0,3...0,4 м³.

4. Физико-химический

4. Физико-химический способ заключается в придании противогололедных свойств асфальтобетонному покрытию путем введения в асфальтобетонную смесь антигололедного наполнителя «Грикол», который на поверхности покрытия создает гидрофобный слой, снижающий адгезию снежно-ледяных отложений к покрытию или предотвращающий их образование.

Применяют этот способ на участках дорог, подверженных частому гололедообразованию (участках в горной местности, у водоемов, ТЭЦ, на мостах, путепроводах, эстакадах и др.).

«Грикол» представляет собой тонкодисперсный порошок от светло-серого до темно-серого цвета, растворимый в воде, спирте, не смешивается с углеводородами.

Базы для приготовления, хранения и погрузки противогололёдных материалов

Хранение противогололёдных материалов осуществляют на механизированных базах и складах. Их расположение, количество и вместимость определяют в зависимости от объёма выполняемых работ по борьбе с зимней скользкостью, площади обрабатываемых дорог, размещения производственных баз, видов применяемых противогололёдных материалов, типа и марки распределителей и других факторов.

для фрикционных
материалов;

для химических
реагентов;

Для комбинированных
материалов

Рекомендуется рассчитывать **базы химических ПГМ** на следующие объёмы хранения:

на 700 т для дорог I - III категорий в сильногололёдных районах (до 100 посыпок за сезон);

на 500 т – I - III категорий в среднегололёдных районах (до 50 посыпок за сезон) и IV и V категорий в сильногололёдных районах;

на 350 т - IV и V категорий в среднегололёдных районах

Объём хранения на придорожных базах
фрикционных материалов:

в сильногололёдных районах - **до 2000 м³**,
в среднегололёдных - **до 1000 м³**



Базы и склады для противогололедных материалов

Базы и склады капитального типа для приготовления и хранения противогололёдных материалов строят по типовым проектам.

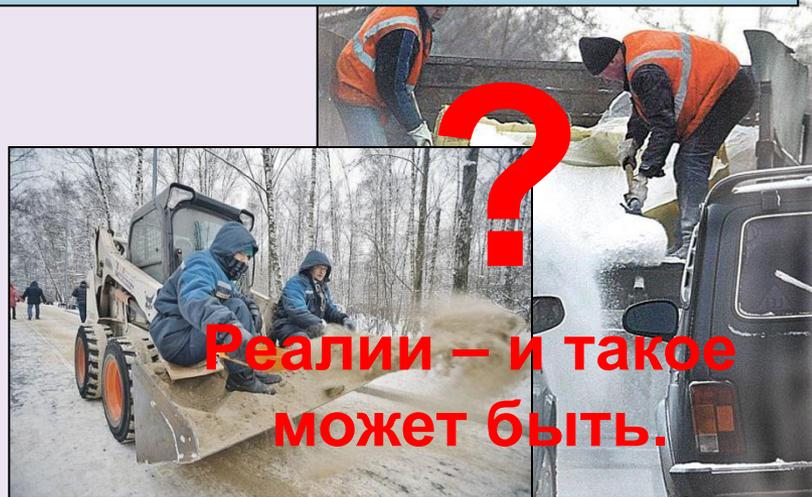
Типовой проект	База, склад	Состав сооружений базы	Производительность	Вместимость базы	Численность рабочих
ТП 503-7-4.83	Тип 1. База для приготовления твёрдых противогололёдных химических материалов	Склады готовой продукции и ингибиторов, отделение приготовления, навес, эстакада с бункером выдачи материалов, трансформаторная подстанция, очистные сооружения, пожарный резервуар	50 т/ч	320 т	3
ТП 503-7-3.83	Тип 2. База для приготовления жидких противогололёдных химических материалов	Склады готовой продукции и ингибиторов, отделение приготовления жидких материалов, трансформаторная подстанция, очистные сооружения, пожарный резервуар	20 м³ /ч	180 м³	2
ТП 503-7-5.83	Тип 3. База для приготовления твёрдых и жидких ПГМ	Сочетание решений баз типов 1 и 2	50 т/ч + 20 м³/ч	320 т + 180 м³	3
ТП 503-7-6.83	Расходный склад твёрдых и жидких противогололёдных химических материалов	Склад твёрдых материалов, эстакады с бункером выдачи материалов, склад жидких материалов	-	100т + 60 м³	2

Антигололедные машины - предназначены для поддержания в зимний период сцепных свойств покрытия на уровне, гарантирующем безопасное движение транспорта.

Наиболее массовым способом борьбы с гололедом является распределение по обледеневшему покрытию песка, гранитной крошки, кристаллических и жидких хлоридов и различных комбинаций этих веществ.

Варианты комплектаций **комбинированной машины КО-806 на базе КАМАЗ:**

- КО-806 - поливомоечное, распределяющее, плужно-щеточное оборудование
- КО-806-01 - поливомоечное с плужно-щеточным оборудованием или в комплектации без плуга
- КО-806-02 - распределяющее с плужно-щеточным оборудованием или в комплектации без щетки, или без плужно-щеточного оборудования
- КО-806-04 - поливомоечное оборудование



ЗАДАЧА №1

**«Расчет потребности
противогололедных
материалов».**



Потребность в противогололедных материалах на одну посыпку (обработку) рассчитывают по формуле:

$$Q_i = q \frac{BL}{1000} \alpha,$$

где Q_i - расход ПГМ на одну посыпку, т;

q - норма расхода материала или реагента, т/м²;

B - ширина проезжей части с учётом укрепления обочин, м;

L - длина обрабатываемого участка, м;

α - коэффициент потерь, $\alpha = 1,03-1,05$.

Потребность в противогололедных материалах на весь зимний период рассчитывают по формуле:

$$Q_{з.п} = Q_i n \beta,$$

где Q_i - расход ПГМ на одну посыпку, т;

n - число дней со случаями образования зимней скользкости (Руководство по борьбе с зимней скользкостью на автомобильных дорогах. Минтранс РФ; (Росавтодор). - М, 2003.);

β - коэффициент запаса, $\beta = 1,05$.

Центр региона	Зимняя скользкость			Число дней со случаями образования зимней скользкости	Средняя месячная температура воздуха в январе, °С
	Средняя дата начала	Средняя дата окончания	Продолжительность периода, дни		
Архангельск	20.10	21.04	179	112	-12,9
Белгород	15.11	23.03	129	64	-8,5
Брянск	14.11	26.03	133	73	-9.1
Владимир	2.11	4.04	154	79	-11,1
Волгоград	16.11	23.03	129	59	-7,6
Вологда	30.10	7.04	160	93	-12.6
Воронеж	10.11	27.03	141	72	-9,8
Н. Новгород	29.10	5.04	159	88	-11,8
Иваново	31.10	6.04	158	95	-11.9
Тверь	4.1.1	3.04	151	82	-10,5
Калининград	5.12	10.03	96	56	-3.1
Кемерово	19.10	18.04	182	87	-18.8
Киров	25.10	9.04	169	92	-14,4
Кострома	31.10	6.04	158	93	-11,8
Самара	1.11	6.04	157	74	-13.5
Курск	11.11	26.03	136	78	-9,3
С. Петербург	11.И	3.04	143	85	-7,8
Москва	5.11	5.04	152	79	-10.2
Мурманск	17.10	21.04	187	106	-10.5
Великий Новгород	5.11	2.04	146	71	-8,7
Новосибирск	22.10	17.04	178	98	-18,8
Омск	20.10	14.04	177	68	-19.0
Орел	9.11	3.04	146	73	-9.7
Пермь	21.10	8.04	170	101	-15,3
Петрозаводск	3.11	10.04	159	89	-11,1
Псков	13.11	1.04	139	73	-7.5
Екатеринбург	20.10	9.04	172	73	-15.5
Сыктывкар	17.10	10.04	176	107	-15.6
Томск	8.10	17.04	183	105	-19,1
Тула	8.11	2.04	145	77	-9,9
Тюмень	21.10	7.04	169	64	-17,4
Ярославль	3.11	4.04	153	83	-11,9

1. Расчет сезонной потребности ПГМ по фрикционному способу

Задача 1. Определить сезонную потребность в противогололёдных материалах для борьбы с зимней скользкостью на сети АД ДРСУ Ярославской области, представленной автомобильной дорогой II категории (интенсивность движения 3300 авт./сут, группа - А) протяженностью 105 км и III категории (интенсивность движения 1650 авт./сут, группа - Б) протяженностью 140 км.

Решение.

Вариант 1 - фрикционный способ борьбы с зимней скользкостью.

Потребность в противогололёдных материалах на одну посыпку (обработку) автомобильной дороги рассчитывают по формуле:

Для АД III категории:

$$Q_i^{III} = 0,40 \times (8,0 \times 140000)/1000 \times 1,03 = 461,44 \text{ т} = 462 \text{ т};$$

Для АД II категории:

$$Q_i^{II} = 0,40 \times (9,0 \times 105000)/1000 \times 1,03 = 389,34 \text{ т} = 390 \text{ т}.$$

Потребность в противогололёдных материалах **на весь зимний период** рассчитывают по формуле:

Для АД III категории:

$$Q_{зп}^{III} = 462 \times 83 \times 1,05 = 40263 \text{ т};$$

Для АД II категории:

$$Q_{зп}^{II} = 390 \times 83 \times 1,05 = 33990 \text{ т}.$$



Сезонный запас ПГМ на каждой из баз, расположенных на дороге II категории, составит $33990/4 = 8497,5 \text{ т} \sim 5665 \text{ м}^3$ (при средней плотности материала $1,5 \text{ т/м}^3$),

III категории - $40263/4 = 10066 \text{ т} \sim 6700 \text{ м}^3$. Отвал сезонного запаса формируется в виде штабеля по форме трапециевидной призмы (пирамиды) с коэффициентом заложения откосов $n = 1:1,5$.

2. Расчет сезонной потребности ПГМ по химическому способу

Решение.

Вариант 2 - химический способ борьбы с зимней скользкостью.

Потребность в противогололёдных материалах (технический хлористый натрий) на **одну посыпку** (обработку) АД III категории рассчитывают по формуле:

$$Q_i^{III} = 0,05 \times (8,0 \times 140000)/1000 \times 1,03 = 57,68 \text{ т} = \mathbf{58 \text{ т}};$$

Потребность в противогололёдных материалах **на весь зимний период** рассчитывают по формуле:

$$Q_{зп}^{III} = 58 \times 83 \times 1,05 = 5054,7 \text{ т} = \mathbf{5055 \text{ т}}.$$

Потребность в ингибиторе (суперфосфат $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ или двухзамещённый фосфат натрия $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$) составляет 5 % от массы соли, т.е:

$$Q_{инг}^{III} = 5055 \times 0,05 = 252,75 \text{ т} = \mathbf{253 \text{ т} (170 \text{ м}^3)}.$$

Потребность в противогололёдных материалах (технический хлористый натрий) **на одну посыпку** (обработку) АД II категории рассчитывают по формуле:

$$Q_i^{II} = 0,05 \times (9,0 \times 105000)/1000 \times 1,03 = 48,67 \text{ т} = \mathbf{49 \text{ т}};$$

Потребность в противогололёдных материалах **на весь зимний период** рассчитывают по формуле:

$$Q_{зп}^{II} = 49 \times 83 \times 1,05 = 4270,35 \text{ т} = \mathbf{4270 \text{ т}}.$$

Потребность в ингибиторе (суперфосфат $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ или двухзамещённый фосфат натрия $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$) составляет 5 % от массы соли, т.е:

$$Q_{инг}^{II} = 4270 \times 0,05 = 213,50 \text{ т} = \mathbf{214 \text{ т} (143 \text{ м}^3)}.$$



Сезонный запас реагентов на базе, расположенной на дороге II категории составит: соли - **4270 т ~ 2847 м³**, ингибитора - **143 м³** (при средней плотности материалов 1,5 т/м³), на базе, расположенной на дороге III категории: соли - **5055 т ~ 3370 м³**, ингибитора **170 м³**.

3. Расчет сезонной потребности ПГМ по комбинированному способу

Решение.

Вариант 3 - химико-фрикционный способ борьбы с зимней скользкостью.

Предполагается распределение по поверхности полос движения пескосоляной смеси в пропорции 80 : 20, которая состоит из 80 % (по массе) песка и 20 % соли - технического хлористого натрия, в т.ч. 5% ингибитора от массы соли (двухзамещённого фосфата натрия - $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ИЛИ суперфосфата - $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$).

Потребность в пескосоляной смеси состава 80 : 20 на одну посыпку (обработку) АД III категории рассчитывают по формуле:

$$Q_i^{III} = 0,25 \times (8,0 \times 140000)/1000 \times 1,03 = 289 \text{ т};$$

на весь зимний период - по формуле:

$$Q_{зп}^{III} = 289 \times 83 \times 1,05 = 25186,35 \text{ т} = 25187 \text{ т}.$$

в т.ч. **песка** $0,80 \times 25187 = 20150 \text{ т};$

соли $0,20 \times 25187 = 5037 \text{ т};$

ингибитора $0,05 \times 5037 = 252 \text{ т}$

Потребность в пескосоляной смеси состава 80 : 20 на одну посыпку (обработку) АД II категории рассчитывают по формуле:

$$Q_i^{II} = 0,25 \times (9,0 \times 105000)/1000 \times 1,03 = 244 \text{ т};$$

на весь зимний период - по формуле:

$$Q_{зп}^{II} = 244 \times 83 \times 1,05 = 21264,60 \text{ т} = 21265 \text{ т}.$$

в т.ч. **песка** $0,80 \times 21265 = 17012 \text{ т};$

соли $0,20 \times 21265 = 4253 \text{ т};$

ингибитора $0,05 \times 4253 = 213 \text{ т}$

ЗАДАЧА № 2

**«Расчет потребности
распределителей
противогололедных
материалов».**



Необходимое **количество распределителей** определяют в зависимости от имеющихся видов и принятых норм распределения ПГМ, расстояний между базами (складами) для хранения ПГМ и производительности машин, а также заданного срока ликвидации зимней скользкости.

Потребность в распределителях ПГМ определяется из расчета обслуживания **100 км АД** по формуле:

$$N_{100} = \frac{105}{T_d} \left[\frac{ab}{G} \left(t_{\text{погр}} + \frac{0,5L_c}{v_n} \right) + \frac{1}{v_{\text{рос}}} \right],$$

где N_{100} – потребность в распределительных машинах на 100 км дороги;

T_d - нормативный срок ликвидации зимней скользкости, ч, принимается в зависимости от группы дорог [ГОСТ Р 50597-17] по прил. 4 [ОДМ 218.5.001-2008];

a - норма распределению ПГМ, т/1000 м²;

b - ширина распределения (ширина проезжей части с укрепленными обочинами), м;

G - грузоподъемность распределителя, т;

$t_{\text{погр}}$ - время погрузки распределителя, ч;

L_c - расстояние между базами хранения материалов, км, принимается по табл. III прил. 4 [ОДМ 218.5.001-2008];

v_n - скорость распределителя во время пробега, км/ч, принимается по техническим характеристикам распределителя;

$v_{\text{рос}}$ - скорость распределителя при распределении ПГМ, км/ч, принимается по техническим характеристикам распределителя.

Задача 1. Определить необходимое количество распределителей ПГМ и дислокацию баз ПГМ для борьбы с зимней скользкостью на сети автомобильных дорог ДРСУ Ярославской области, представленной автомобильной дорогой II категории (интенсивность движения 3300 авт./сут, группа - А) протяженностью 105 км и III категории (интенсивность движения 1650 авт./сут, группа - Б) протяженностью 140 км.

Для сравнения рассмотрим три конкурирующих варианта использования универсального распределителя ПГМ «Тройка-2000» на базовом шасси Ural-IVECO (Урал 55571-30) с техническими характеристиками (табл.1.):

1. **Фрикционный способ распределения ПГМ.**
2. **Химический способ распределения ПГМ.**
3. **Комбинированный способ распределения ПГМ.**

Вид ПГМ - твёрдые, жидкие; вместимость кузова 4 м³ (6 т); ширина распределения от 6,0 до 14,0 м; плотность распределения 20 - 400 г/м²; скорость транспортная - 60 км/ч, рабочая (при распределении ПГМ) - 30 км/ч.

Технические характеристики распределителей твёрдых и жидких противогололёдных материалов. **Таблица 1.**

Марка машины	Базовое шасси	Монтаж оборудования	Вид ПГМ	Вместимость кузова, ёмкости, м ³	Ширина распределения, м	Плотность распределения, г/м ²	Скорость, км/ч		Дополнительное оборудование
							транспортная	рабочая	
Тройка-2000	Ural-IV ECO	Быстро съёмное в кузове	ТВ, жид	4.0	6,0-14,0	20-400	60	40	Передний скоростной отвал, средний и боковой, щётка

Таблица 2.
Требования к уровню зимнего содержания автомобильных дорог

Группа дорог	Интенсивность движения N, авт./сут.	Нормативный срок ликвидации зимней скользкости, ч
А	< 3000	4
Б	1000-3000	5
В	> 1000	6

Таблица 3.
Экономически целесообразное расстояние между базами ПГМ

Исходный материал	Число полос движения	Сроки ликвидации зимней скользкости, ч		
		4	5	6
Пескосоляная смесь (расход 0,3 кг/м ²)	2	35	40	40
	3	30	30	30
	4	25	25	30
Химические вещества (расход 0,04 кг/м ²)	2	95	100	100
	3	75	80	85
	4	65	70	75

Таблица 4.

Виды и нормы распределения противогололедных материалов

Наименование ПГМ	Рыхлый снег и накат, $t^{\circ}\text{C}$						Стекловидный лёд, $t^{\circ}\text{C}$		
	-2	-4	-8	-12	-16	-18	-2	-4	-8
Твёрдые, г/м²									
<i>Хлориды</i>									
Технический хлористый натрий карьерный	10	20	30	50	60	-	45	90	160
ПГМ на основе хлористого натрия	10	15	30	45	55	-	40	80	145
Биомаг	15	30	50	60	70	80	80	140	240
ХКФ	10	20	30	40	50	60	40	80	150
<i>Карбамиды</i>									
КАС	20	25	60	—	—	—	50	115	-
<i>Нитраты</i>									
АНС (НКМ)	20	25	50	75	—	—	65	130	
НКММ	10	20	40	65	—	-	45	95	200
Жидкие, мл/м²									
<i>Хлориды</i>									
ХКМ	20	40	65	80	95	110	-	-	-
Биомаг	20	50	70	90	100	115	-	-	-
<i>Ацетаты</i>									
Антиснег-1	10	20	30	50	60	80	-	-	-
Нордикс	5	10	15	25	30	40	-	-	-

Расчет потребности в распределителях и баз ПГМ по фрикционному способу

Решение. Потребность в распределителях, работающих **по фрикционному способу**, определяется по формуле с учётом нормы распределения ПГМ 400 г/ м², или 0,4 т/1000 м², и расстояния между базами ПГМ 40 км при сроке ликвидации зимней скользкости 5 ч и 35 км при сроке ликвидации зимней скользкости 4 ч.

Для автомобильной дороги III категории:

На 100 км: $N_{100}^{III} = 105/5 \times [(0,4 \times 8,0)/6,0 \times (0,1 + (0,5 \times 40)/60)) + 1/30] = 5,42 \text{ ед.}$

На 140 км: $N_{140}^{III} = (140 \times N_{100}^{III}) / 100 = (140 \times 5,42) / 100 = 7,59 = 8 \text{ ед.}$

Для автомобильной дороги II категории:

На 100 км: $N_{100}^{II} = 105/4 \times [(0,4 \times 9,0)/6,0 \times (0,1 + (0,5 \times 35)/60)) + 1/30] = 6,93 \text{ ед.}$

На 105 км: $N_{105}^{II} = (105 \times N_{100}^{II}) / 100 = (105 \times 6,93) / 100 = 7,28 = 8 \text{ ед.}$

Дислокация баз ПГМ на сети автомобильных дорог:

на автомобильной дороге II категории предусматривается 4 базы, расположенные на км 0+000; 35+000; 70+000; 105+000;

на автомобильной дороге III категории 4 базы, расположенные на км 0+000; 40+000; 80+000; 120+000.

Расчет потребности в распределителях и баз ПГМ по химическому способу

Решение. Потребность в распределителях, работающих по химическому способу, определяется по формуле с учётом нормы распределения технического хлористого натрия карьерного для средней месячной температуры воздуха в январе (г. Ярославль -12 °С) - 50 г/м², или 0,05 т/1000 м², и расстояния между базами ПГМ - 100 км при сроке ликвидации зимней скользкости 5 ч и 95 км при сроке ликвидации зимней скользкости 4 ч.

Для автомобильной дороги III категории:

На 100 км: $N_{100}^{III} = 105/5 \times [(0,05 \times 8,0)/6,0 \times (0,1 + (0,5 \times 100)/60)] + 1/30 = 1,99$
ед.

На 140 км: $N_{140}^{III} = (140 \times N_{100}^{III}) / 100 = (140 \times 1,99) / 100 = 2,79 = 3$ ед.

Для автомобильной дороги II категории:

На 100 км: $N_{100}^{II} = 105/4 \times [(0,05 \times 9,0)/6,0 \times (0,1 + (0,5 \times 95)/60)] + 1/30 = 2,54$ ед.

На 105 км: $N_{105}^{II} = (105 \times N_{100}^{II}) / 100 = (105 \times 2,54) / 100 = 2,67 = 3$ ед.



При использовании мест дислокации баз ПГМ, работающих по фрикционному способу, местоположение баз, работающих по химическому способу можно определить:

на дороге II категории - км 35+000 (или км 70+000),
на дороге III категории - км 40+000.

Расчет потребности в распределителях и баз ПГМ по комбинированному способу

Решение. Потребность в распределителях, работающих по комбинированному (химико-фрикционному) способу, определяется по формуле с учётом нормы распределения пескосоляной смеси состава 80 : 20 (250 г/м^2 , или $0,25 \text{ т/1000 м}^2$, и расстояний между базами ПГМ - 40 км при сроке ликвидации зимней скользкости 5 ч и 35 км при сроке ликвидации зимней скользкости 4 ч.

Для автомобильной дороги III категории:

На 100 км: $N_{100}^{III} = 105/5 \times [(0,25 \times 8,0)/6,0 \times (0,1 + (0,5 \times 40)/60)] + 1/30 = 3,61 \text{ ед.}$

На 140 км: $N_{140}^{III} = (140 \times N_{100}^{III}) / 100 = (140 \times 3,61) / 100 = 5,05 = 5 \text{ ед.}$

Для автомобильной дороги II категории:

На 100 км: $N_{100}^{II} = 105/4 \times [(0,25 \times 9,0)/6,0 \times (0,1 + (0,5 \times 35)/60)] + 1/30 = 4,68 \text{ ед.}$

На 105 км: $N_{105}^{II} = (105 \times N_{100}^{II}) / 100 = (105 \times 4,68) / 100 = 4,91 = 5 \text{ ед.}$

Дислокацию баз ПГМ на сети автомобильных дорог, работающих по химико-фрикционному способу, можно представить аналогично варианту размещения баз, работающих по фрикционному способу, т.е.:

на автомобильной дороге II категории предусматривается 4 базы, расположенные на км 0+000; 35+000; 70+000; 105+000;

на автомобильной дороге III категории 4 базы, расположенные на км 0+000; 40+000; 80+000; 120+000.