

# **ЗИМНЕЕ СОДЕРЖАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**



◆ ИЗДАТЕЛЬСТВО ТГТУ ◆

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ГОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет»

# **ЗИМНЕЕ СОДЕРЖАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

Методические указания по выполнению курсового проекта  
по дисциплине «Основы эксплуатации автомобильных дорог»  
для студентов, обучающихся по специальности 270205  
«Автомобильные дороги и аэродромы» дневной и заочной форм обучения



---

Тамбов  
Издательство ТГТУ  
2008

УДК 625.7/.8  
ББК 0311-08я73-5  
3-625

Рекомендовано Редакционно-издательским советом ТГТУ

Рецензент

Доктор технических наук, профессор  
кафедры «Конструкции зданий и сооружений» ТГТУ  
***В.П. Ярцев***

Составители:

***А.Г. Воронков, К.А. Андрианов***

3-625 Зимнее содержание автомобильных дорог : метод. указания / сост. : А.Г. Воронков, К.А. Андрианов. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 36 с. – 30 экз.

Представлены методические указания по выполнению курсового проекта по дисциплине «Основы эксплуатации автомобильных дорог».

Предназначены для студентов, обучающихся по специальности 270205 «Автомобильные дороги и аэродромы» дневной и заочной форм обучения.

УДК 625.7/.8  
ББК 0311-08я73-5

© ГОУ ВПО «Тамбовский государственный  
технический университет» (ТГТУ), 2008

## ВВЕДЕНИЕ

Зимнее содержание дорог представляет собой комплекс работ, включающий защиту дорог от снежных заносов; очистку дорог от снега; борьбу с зимней скользкостью; защиту дорог от лавин; борьбу с наледями. Эти работы направлены на обеспечение бесперебойного и безопасного движения автомобилей.

Вся система мероприятий по зимнему содержанию дорог должна быть построена таким образом, чтобы обеспечить наилучшие условия для движения автомобилей, максимально облегчить и удешевить зимнее содержание.

Чтобы обеспечить выполнение этих задач при зимнем содержании автомобильных дорог, проводят:

- профилактические меры, цель которых – не допустить или максимально ослабить образование снежных и ледяных отложений на дороге (профилактическая обработка покрытий химическими противогололедными материалами);
- защитные меры, с помощью которых преграждают доступ к дороге снега и препятствуют образованию льда и наледей (устройства снегозащиты от метелевого переноса (включая работы по снегозащитному озеленению);
- меры по удалению снежных и ледяных отложений на дороге и уменьшению их воздействия на автомобильное движение (обработка снега и обледеневшей поверхности дороги материалами, повышающими коэффициент сцепления шин с дорогой).

Показателями уровня зимнего содержания являются:

- ширина чистой от снега и льда поверхности дороги;
- толщина слоя рыхлого снега на поверхности дороги, накапливающегося с момента от начала снегопада или метели до начала снегоочистки и в перерывах между проходами снегоочистительных машин;
- толщина уплотнённого слоя снега (снежного наката) на проезжей части и обочинах;
- сроки окончания очистки дороги от снега и ликвидации зимней скользкости.

## 1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Основными задачами курсового проектирования являются:

- расширение теоретических знаний, полученных при изучении лекционного курса «Основы эксплуатации автомобильных дорог», а также и при работе с нормативно-технической документацией и литературой;
- ознакомление студентов со способами решения инженерно-прикладных задач зимнего содержания автомобильных дорог.

### 1.1. Основные требования к курсовому проекту

Исходными данными для разработки курсового проекта являются план и продольный профиль участка трассы не менее чем с одним углом поворота, задание на курсовой проект (прил. 1).

План и продольный профиль трассы разрабатываются студентом самостоятельно на карте в горизонталях М1 : 10 000 или принимаются из курсового проекта по дисциплине «Основы проектирования автомобильных дорог».

В курсовом проекте необходимо выполнить следующее:

- определить расчётный объём снегоприноса к автомобильной дороге;
- выполнить статистическую обработку данных метеосведений по объёмам снегоприноса за 10 предыдущих зимних периодов;
- проанализировать план и продольный профиль трассы и выявить характерные участки дороги согласно классификации по степени снеготранспорта;
- для каждого характерного участка трассы выбрать наиболее эффективные устройства снегозащиты (снегозащитные лесонасаждения, заборы снегозадерживающего действия, снегозащитные переносные решётчатые щиты или снежные транши и валы);
- разработать мероприятия по организации снегозащиты (патрульная снегоочистка, ликвидация снежных заносов);
- разработать мероприятия по предупреждению и борьбе с зимней скользкостью на автомобильных дорогах.

В процессе разработки проекта для решения поставленных задач необходимо рассматривать возможности применения новейших технологий, а также современных машин и оборудования.

### 1.2. Требования к оформлению курсового проекта

Курсовой проект состоит из пояснительной записки объёмом до 30 страниц на листах формата А4 – 210 × 297 мм и графической части, которая выполняется на листе формата А 1-594 × 841 мм.

В пояснительной записке излагаются и обосновываются принятые технические решения без излишних теоретических положений. Все страницы пояснительной записки должны иметь стандартные рамки и быть пронумерованы в угловых штампах. Все рисунки и таблицы должны иметь порядковый номер и название. В конце пояснительной записки приводится список используемой литературы, ссылки на которую обязательно даются в тексте.

Пояснительная записка должна быть написана чернилами или оформлена на компьютере с использованием современных текстовых редакторов. Все листы должны быть сброшюрованы и иметь обложку.

В графическую часть проекта выносят картограмму расчётных объёмов снегоприноса, схему классификации участков по степени снеготранспорта с размещением снегозащитных устройств, график обработки покрытия противогололедными материалами, условные обозначения.

Чертёж должен быть выполнен чернилами или оформлен на компьютере с использованием современных графических редакторов.

### 1.3. Состав курсового проекта

Введение.

1. Климатическая характеристика района прохождения трассы.
2. Расчёт объёма снегоприноса заданной обеспеченности.
  - 2.1. Определение расчётного объёма снегоприноса.
  - 2.2. Статистическая обработка значений объёмов снегоприноса за 10 зимних периодов.
  - 2.3. Определение объёма снегоотложений у защиты.
3. Классификация участков дороги по степени снеготранспорта.
4. Выбор и назначение средств снегозащиты на автодорогах.
  - 4.1. Снегозащитные насаждения.
  - 4.2. Заборы снегозадерживающего действия.
  - 4.3. Снегозащитные переносные решётчатые щиты.
  - 4.4. Снежные траншеи и валы.
5. Снегоочистка автомобильных дорог.
  - 5.1. Патрульная снегоочистка.

- 5.2. Разработка технологии ликвидации снежных заносов на участках автомобильной дороги.
  - 5.3. Возможные способы снегоочистки автомобильных дорог при различных реальных толщинах снеготложений и применяемая для этого техника.
  6. Зимняя скользкость.
    - 6.1. Меры борьбы с зимней скользкостью.
    - 6.2. Особенности применения реагентов по борьбе с зимней скользкостью.
    - 6.3. Расчёт потребности противогололёдных материалов для одной обработки покрытия при борьбе с ледообразованием.
    - 6.4. Расчёт потребности в реагенте на весь зимний период для борьбы с ледообразованием.
    - 6.5. Расчёт расхода реагента для обработки покрытия при снеготложениях.
    - 6.6. Расчёт расхода реагента для обработки покрытия при снеготложениях за весь зимний период.
    - 6.7. Расчёт потребности в реагенте для борьбы с зимней скользкостью по ВСН 20–87.
    - 6.8. Расчёт пескосоляной смеси на весь зимний период.
    - 6.9. Расчёт потребности в ингибиторе.
    - 6.10. Разработка графика обработки покрытия противогололёдными материалами.
    - 6.11. Потребное количество распределителей реагента.
    - 6.12. Правила и порядок хранения противогололёдных средств.
- Список литературы.

## 1. КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ПРОХОЖДЕНИЯ ТРАССЫ

Климатическая характеристика района прохождения трассы составляется на основе данных [7, 8].

При этом кратко излагаются: дорожно-климатическая характеристика района прохождения трассы; рельеф местности; геолого-гидравлические условия; растительность.

Особое внимание должно быть обращено на климатические данные для зимнего периода:

1. Среднегодовые: дата образования устойчивого снежного покрова; число дней с устойчивым снежным покровом; число случаев образования зимней скользкости.
2. Среднемесячные: температура воздуха; количество осадков; продолжительность метелевой деятельности; данные о скорости и повторяемости метелевых ветров;
3. Наибольшая высота снежного покрова с вероятностью превышения 5 %.

## 2. РАСЧЁТ ОБЪЁМА СНЕГОПРИНОСА ЗАДАННОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ

### 2.1. Определение расчётного объёма снегоприноса

Количество снега, приносимое метелями к одной стороне дороги в течение зимы, называют объёмом снегоприноса. Он составляет лишь некоторую часть от общего объёма снега, участвующего в переносе и называемого объёмом снегопереноса. Объёмы снегоприноса и снегопереноса принято измерять в м<sup>3</sup> на 1 м протяжения дороги (м<sup>3</sup>/м).

Сведения метеостанций по ветровому режиму преобразовывают в объёмы переносимого снега на основании установленной Д.М. Мельником зависимости между осреднённой интенсивностью горизонтального переноса снега и скоростью ветра на высоте флюгера

$$I = C v^3, \quad (2.1.1)$$

где  $I$  – интенсивность горизонтального переноса снега, м/м · ч;  $v$  – скорость метелевого ветра на высоте флюгера, м/с;  $C$  – коэффициент пропорциональности, величина которого зависит от плотности снега в метелевых сугробах.

Для большей части европейской территории России (кроме восточных и юго-восточных районов), где плотность снега равна 0,25 т/м<sup>3</sup>, коэффициент пропорциональности  $C$  принимается в размере 0,00031; для районов Сибири, востока и юго-востока европейской части РФ – в размере 0,00026.

Плотность снега в метелевых сугробах принимается 0,25...0,30 т/м<sup>3</sup>.

Количество переносимого снега  $W_i$  за время действия  $t$  метелевого ветра определённого направления можно вычислить по формуле

$$W_i = I t. \quad (2.1.2)$$

Формула (2.1.2) позволяет рассчитывать объём снегопереноса за любой промежуток времени зимнего периода.

Расчёт объёма снегопереноса за весь зимний период выполняют в следующей последовательности.

По значениям повторяемости направлений ветров в январе (условно принимаем, что все ветры являются метелевыми) [7, 8] и таблицам расчётных объёмов снегопереноса [6] определяют расчётный снегоперенос  $W_{\text{январь}}$  за январь по основным направлениям ветра. Для этого составляют ведомость объёмов переноса снега (см. табл. 2.1.2), в которую заносят значения повторяемости метелевых ветров  $P_{mi}$  и расчётный снегоперенос  $W_{\text{январь } i}$  по основным направлениям ветра, значения которого принимаются по таблицам [6]. Если плотность снежных отложений не совпадает с принятыми в таблицах [6], в расчёты вводится поправка на фактическую плотность снега. Для этого табличные значения снегопереноса умножаются на коэффициент, равный отношению плотности снега, принятого в таблицах [6], к фактической плотности метелевых отложений  $\gamma$ .

Повторяемость метелевых ветров по  $i$ -му направлению определяют по формуле

$$P_{mi} = \frac{P_{bi}}{100} P_{\text{общ}}, \quad (2.1.3)$$

где  $P_{mi}$  – повторяемость метелевых ветров по  $i$ -му направлению, случаи;  $P_{bi}$  – повторяемость ветра за январь по  $i$ -му направлению, % [7];  $P_{\text{общ}}$  – общее число случаев метелевых ветров (прил. 1).

Повторяемость направлений метелевых ветров в январе записывают в табл. 2.1.1.

Годовой объём снегопереноса  $W_{\text{год}}$  равен сумме ежемесячных объёмов снегопереноса  $W_{\text{мес}}$  по каждому направлению метелевого потока

$$W_{\text{год } i} = \sum_{i=1}^k W_{\text{мес } i}, \quad (2.1.4)$$

где  $k$  – продолжительность зимнего периода, месяцы.

### 2.1.1. Повторяемость направлений метелевых ветров в январе

Район расположения трассы	Средняя скорость ветра при метелях, м/с	Повторяемость метелевых ветров (в случаях), $P_{mi}$							
		С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ

### 2.1.2. Ведомость объёмов переноса снега $W_{январь}$ за январь по основным направлениям ветра

Средняя скорость ветра при метелях, м/с	Объёмы переноса снега при метелях $W_{январь}$ по основным направлениям ветра, м <sup>3</sup> /м															
	С		СВ		В		ЮВ		Ю		ЮЗ		З		СЗ	
	$P_{мс}$	$W_c$	$P_{мсв}$	$W_{св}$	$P_{mv}$	$W_v$	$P_{мюв}$	$W_{юв}$	$P_{мо}$	$W_o$	$P_{мюз}$	$W_{юз}$	$P_{mз}$	$W_з$	$P_{мсз}$	$W_{сз}$

Для упрощения расчётов в курсовом проектировании годовой объём снегопереноса по  $i$ -му направлению метелевой деятельности принимаем равным

$$W_{год i} = (k - 2) \times W_{январь i} \quad (2.1.5)$$

Годовые объёмы снегопереноса служат основой для вычисления объёмов снегоприноса  $W_i$  к каждой стороне участка автомобильной дороги. Для этого годовые объёмы снегопереноса по основным направлениям метелевой деятельности умножаются на величину синуса угла между направлением метелевого ветра и осью дороги ( $\alpha$ ).

$$W_i = W_{год i} \sin \alpha \quad (2.1.6)$$

Полученные результаты вычисляются отдельно для левой и правой сторон дороги. Если  $\alpha < 10^\circ$ , то объём снегоприноса по данному направлению равен 0.

Полученные значения объёма снегоприноса заносят в табл. 2.1.3.

Например, для участка дороги (рис. 2.1.1) суммарный объём снегоприноса с левой стороны выразится уравнением

$$\sum W_{сум(слева)} = W_{сз} \sin 37^\circ + W_з \sin 82^\circ + W_{юз} \sin 37^\circ + W_{ю} \sin 8^\circ,$$

а с правой

$$\sum W_{сум(справа)} = W_c \sin 8^\circ + W_{св} \sin 53^\circ + W_v \sin 82^\circ + W_{юв} \sin 37^\circ.$$

### 2.1.3. Расчёт годовых объёмов снегоприноса к дороге при различном её направлении относительно стран света

Направление участка дороги	Местоположение		Сторона	Годовой объём снегопереноса по $i$ -му направлению $W_{год i} \sin \alpha$ , м <sup>3</sup> /м								Суммарный годовой объём снегоприноса $W_{сум}$ , м <sup>3</sup> /м		
	Начало	Конец		С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ			
	ПК+	ПК+	левая											
			правая											

**Примечание.** Объём снегоприноса на кривой считать равным половине суммы объёмов снегоприноса до кривой и после соответственно отдельно для левой и правой стороны дороги.

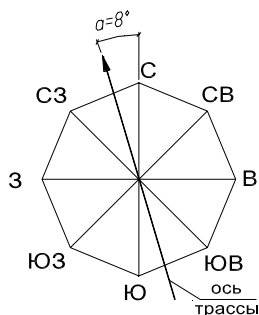


Рис. 2.1.1. Диаграмма для определения снегоприноса по 8 румбам

### 2.2. Статистическая обработка значений объёмов снегоприноса за 10 зимних периодов

Снегозащитные мероприятия на автомобильных дорогах принимаются с расчётом на задержание объёмов приносимого снега заданной обеспеченности. Обеспеченность показывает количество случаев превышения исследуемой величины за 100 лет. Для этого строят кривые вероятности превышения (обеспеченности) снегоприноса для левой и правой сторон дороги на основе применения методов математической статистики.

С целью построения этих кривых расчётные объёмы снегоприноса за ряд последовательно идущих зим округляют до целых величин и группируют по направлениям отдельно для левой и правой сторон дороги табл. 2.1.4.

#### 2.1.4. Объём снегоприноса к дороге за ряд зим

Направление участка дороги	Местоположение		Зимний период	Объём снегоприноса $W_{\text{сум}}, \text{ м}^3/\text{м}$	
	Начало	Конец		левая	правая
	ПК+	ПК+	Расчётный 2 ... n	Табл. 2.1.3 По заданию $\Sigma$ по направлениям	
			Расчётный 2 ... n	Табл. 2.1.3 По заданию $\Sigma$ по направлениям	

Для выполнения курсового проекта из таблицы в прил. 1 принимают значения расчётных объёмов переноса снега по основным направлениям метелевой деятельности за девять предыдущих зимних периодов (номера зимних периодов назначаются преподавателем) и годовые расчётные объёмы снегопереноса для расчётного зимнего периода (строка 1 таблицы объёмов снегопереноса по румбам в прил. 1), вычисленные в п. 2.1.

Полученные объёмы снегоприноса (табл. 2.1.4) располагают в статистический ряд в убывающей последовательности табл. 2.1.5.

#### 2.1.5. Расчёт статистических показателей снегоприноса за ряд зим

Местоположение участка дороги \_\_\_\_\_  
(снегопринос с \_\_\_\_\_ стороны)

Порядковый номер ряда $m$	Зимний период	Объёмы снегоприноса в убывающей последовательности, $\text{ м}^3/\text{м}$	Расчётная обеспеченность $P_p, \%$	$K_m$	$K_m - 1$	$(K_m - 1)^2$	$(K_m - 1)^3$	$C_v$	$C_s$	$\epsilon_{\text{м ср}}$
1										
...										
n										
Итого		$\Sigma$				$\Sigma$	$\Sigma$			

Значения расчётной обеспеченности определяют по формуле Н.Н. Чегодаева или согласно [6]

$$P_p = \frac{m - 0,3}{n + 0,4} \cdot 100 \%, \quad (2.1.8)$$

где  $P_p$  – расчётная обеспеченность величины снегоприноса, %;  $m$  – порядковый номер члена ряда величин снегоприноса, расположенных в убывающем порядке;  $n$  – общее число членов ряда (число зим, включённое в расчёты).

Средняя величина снегоприноса за ряд зим

$$W_{\text{ср}} = \frac{\sum_{m=1}^n W_m}{n}, \quad (2.1.9)$$

где  $W_m$  – объём снегоприноса за зиму,  $\text{ м}^3/\text{м}$ ;  $m$  – порядковый номер в статистическом ряду, где  $K_m$  – модульный коэффициент, равный отношению объёма снегоприноса за зимний период с порядковым номером  $m$  к средней величине объёма снегоприноса за весь ряд зим

$$K_m = \frac{W_m}{W_{\text{ср}}}. \quad (2.1.10)$$

Коэффициент вариации  $C_v$  и коэффициент асимметрии  $C_s$  вычисляют методом моментов:

$$C_v = \sqrt{\frac{\sum_{m=1}^n (K_m - 1)^2}{n - 1}}; \quad (2.1.11)$$

$$C_s = \frac{\sum_{m=1}^n (K_m - 1)^3}{nC_v^3}. \quad (2.1.12)$$

Относительная среднеквадратичная ошибка за ряд зим

$$\varepsilon_{\text{вср}} = \frac{C_v}{\sqrt{n}} \cdot 100. \quad (2.1.13)$$

Ординаты кривой обеспеченности определяют по известным параметрам ( $W_{\text{ср}}$ ,  $C_v$ ,  $C_s$ ) с использованием формулы

$$W_p = (\Phi C_v + 1) W_{\text{ср}}, \quad (2.1.14)$$

где  $W_p$  – ординаты для заданной обеспеченности  $P_3$ ;  $\Phi$  – относительные отклонения ординат биномиальной кривой обеспеченности от середины (единицы) при  $C_v = 1,0$  и заданном значении  $C_s$ .

### 2.1.6. Расчёт параметров для построения биномиальной асимметричной кривой заданной обеспеченности $P_3$

Местоположение участка дороги \_\_\_\_\_  
(снегопринос с \_\_\_\_\_ стороны)

$P_3, \%$	$\Phi$	$\Phi C_v + 1$	$W_p, \text{м}^3/\text{м}$
1	2	3	4
1			
3			
5			
10			
Далее через шаг = 10			
90			
95			
97			

Значения  $\Phi$  берутся по таблице [6] в соответствии с вычисленным коэффициентом асимметрии  $C_s$ .

В соответствии с технической категорией дороги принимают обеспеченность (для автодорог 1 технической категории  $P_n = 5 \%$ , для низших технических категорий  $P_n = 10 \%$ ) и соответствующий объём снегоприноса  $W_{P(P_n)}$ .

В заключение расчёта заполняется сводная ведомость расчётных объёмов снегоприноса (табл. 2.1.7).

### 2.1.7. Сводная ведомость расчётных объёмов снегоприноса принятой обеспеченности

Техническая категория дороги \_\_\_\_\_,  
принятая обеспеченность  $P_n = \underline{\quad\quad} \%$

Направление участка дороги	Местоположение		Расчётный объём снегоприноса принятой обеспеченности, $W_{P(P_n)}$ , $\text{м}^3/\text{м}$	
	начало	конец	левая	правая
	ПК +	ПК +		

### 2.3. Определение объёма снегоотложений у защиты

Накапливаемый у защитных преград снег испытывает воздействие различных климатических факторов, вследствие чего его объём постоянно изменяется: увеличивается из-за метелей, снегопадов и уменьшается под действием таяния, испарения и самоуплотнения. Отношение величины уменьшения объёма снегоотложений к расчётному объёму снегоприноса, который отложится у снегозащиты к данному моменту времени, называется динамическим коэффициентом потерь  $K_t$ .

Объём снегоотложений за весь зимний период можно определить

$$W_3 = W_{P(P_n)}(1 - K_t). \quad (2.3.1)$$

Итоговые данные по определению объёмов снегоприноса и снегоотложений у защиты сводим в табл. 2.3.1.

Для учёта различной снегозадерживающей способности защиты вводится коэффициент и рассчитывается объём снегоприноса для проектирования различных типов защиты

$$W_{\text{проект}} = W_3 \Psi_w, \quad (2.3.2)$$

где  $\Psi_w$  – коэффициент снегозадерживающей способности защиты, средние значения которого определяем по прил. 2.



### 2.3.1. Характеристика участков автомобильной дороги по условиям объёмов снегоприноса и снегоотложений у защиты

Направление участка дороги	Местоположение			Расчётный объём снегоприноса принятой обеспеченности, $W_{P(P_n)}$ , м <sup>3</sup> /м	Динамический коэффициент потерь $K_t$	Расчётный объём снегоотложений у защиты $W_3$ , м <sup>3</sup> /м
	начало	конец	сторона			
	ПК +	ПК +	Левая			
			Правая			

### 3. КЛАССИФИКАЦИЯ УЧАСТКОВ ДОРОГИ ПО СТЕПЕНИ СНЕГОЗАНОСИМОСТИ

Основными мероприятиями, обеспечивающими снегонезаносимость насыпи, являются обеспечение скорости ветра над проезжей частью, достаточной для сдувания снежной массы, и придание поперечному профилю дороги очертания, обтекаемого для снеговетрового потока.

Первое требование обеспечивается подъёмом насыпи над уровнем снежного покрова.

При высоте насыпи, равной или большей руководящей от метки  $H_n$  для данной местности, определяемой в соответствии с действующим СНиП 2.05.02–85 «Автомобильные дороги» [10], она не заносится.

Высоты незаносимой насыпи на участках дороги, проходящих по открытой местности, следует определять расчётом по формуле

$$H_n = h_s + \Delta h, \quad (3.1)$$

где  $H_n$  – высота незаносимой насыпи, м;  $h_s$  – расчетная высота снегового покрова в районе возведения насыпи, с вероятностью превышения 5 %, м;  $\Delta h$  – возвышение бровки насыпи над расчётным уровнем снегового покрова, необходимое для её незаносимости, м [10]:

Категория дороги	I	II	III	IV	V
$\Delta h$	1,2	0,7	0,6	0,5	0,4

В районах, где  $h_s > 1$  м, необходимо проверять достаточность возвышения бровки насыпи над снеговым покровом по условию беспрепятственного размещения снега, сбрасываемого с дороги при снегоочистке, используя формулу

$$\Delta h_{sc} = 0,375 h_s \frac{b}{a}, \quad (3.2)$$

где  $\Delta h_{sc}$  – возвышение бровки насыпи над расчётным уровнем снегового покрова по условиям снегоочистки, м;  $b$  – ширина земляного полотна, м;  $a$  – расстояние отбрасывания снега с дороги снегоочистителем, м.

Для дорог с регулярным режимом зимнего содержания допускается принимать  $a = 4$  м.

В случаях, когда  $\Delta h$  оказывается меньше возвышения бровки насыпи над расчётным уровнем снегового покрова по условиям снегоочистки  $\Delta h_{sc}$ , в формулу (3.1) вместо  $\Delta h$  вводится  $\Delta h_{sc}$ .

Насыпи, высота которых меньше руководящей отметки  $H_n$ , могут подвергаться снежным заносам при метелях, и их нужно поднять до незаносимой отметки или оградить защитой.

Выемка не заносится, если всё количество снега, отлагающееся при метелях и снегопадах, размещается на подветренном откосе, не выходя на дорожное полотно.

#### 3.1. Классификация участков продольного профиля дороги по степени снеготаносимости

№ участка	Местоположение		Протяженность, м	Признаки снеготаносимости	Категория заносимости участков
	Начало	Конец			
	ПК+	ПК+			

Выемки с пологими откосами (1 : 3 и положе) заносятся независимо от того, какую снеготаноскость имеет их подветренный откос.

Глубину снеготаносимой нераскрытой выемки, подветренный откос которой способен разместить весь снег, приносимый метелями с каждой стороны дороги, ориентировочно можно определить

$$H_B \geq \sqrt{W_3^{л(пр)} \frac{\gamma}{0,3}}, \quad (3.3)$$

где  $\gamma$  – плотность снега, т/м<sup>3</sup>.

Анализируя продольный профиль, разобьём его на участки по степени снеготаносимости (табл. 3.1) согласно [6].

### 4. ВЫБОР И НАЗНАЧЕНИЕ СРЕДСТВ СНЕГОЗАЩИТЫ НА АВТОДОРОГАХ

Для защиты дорог от снежных заносов применяют:

– снегозадерживающие устройства – работают по принципу задержания и недопущения переносимого метелью снега на подступах к дороге и вызывают образование снежных отложений на безопасном расстоянии или в заранее подготовленном месте. К ним относят лесные полосы, щиты, заборы; снежные стенки, траншеи, валы; сетки, полотна и ленты из полимерных или нетканых материалов; снегозащитные устройства из местных материалов (каменные стены, хворостяные изгороди и др.). Условия применения снегозадерживающих устройств указаны в [6];

– устройства снегопередувающего действия – способствуют увеличению скорости снеговетрового потока над дорогой и предотвращают снежные отложения на дороге. К ним относят заборы снегопередувающего действия;

– устройства снегоизолирующего действия – полностью укрывают дорогу и препятствуют попаданию на неё снега. Строительство сооружений, полностью защищающих дорогу от попадания снега, кроме противолавинных галерей, ещё только начинает находить применение в мировой практике.

Выбор средств снегозащиты зависит от почвенно-грунтовых, погодно-климатических факторов, наличия ценных земель, материалов, ресурсов, техники.

По продолжительности службы все снегозащитные сооружения и устройства делят на постоянные и временные. К постоянным относят средства защиты, которые устраивают при строительстве, реконструкции или ремонте дороги на весь срок её службы: снегозащитные лесонасаждения, совершенствование форм и параметров земляного полотна, аккумуляционные полки в выемках; железобетонные или деревянные снегозадерживающие и снегопередувающие заборы; навесы, галереи и т.д. К временным относят средства защиты, которые ежегодно устраивают или устанавливают осенью или в начале зимы: снежные валы и снежные траншеи; деревянные переносные щиты; сетки, полотна и ленты из полимерных или нетканых материалов и др.

В курсовом проекте необходимо:

- для каждого характерного по степени снегозаносимости участка трассы выбрать тип снегозащитных устройств;
- определить участки установки снегозащитных устройств и их протяжённость;
- рассчитать конструкцию и требуемое количество рядов снегозащитных устройств.

#### 4.1. Снегозащитные насаждения

Снегозащитные насаждения – наиболее надёжные и экономичные средства снегозащиты автомобильных дорог. Они имеют значительно больший срок службы, чем переносные щиты и деревянные заборы. Кроме того, насаждения способствуют повышению урожайности сельскохозяйственных культур на прилегающих землях, улучшают сохранность земляного полотна, дают возможность заготавливать некоторое количество деловой древесины. Насаждения для защиты автомобильных дорог от снежных заносов должны удовлетворять следующим основным требованиям:

- их конструкция должна соответствовать объёму приносимого к дороге снега;
- расстояние от посадок до дороги принимается таким образом, чтобы снежный шлейф откладывался за защитой и не мог выйти на дорогу;
- породно-видовой состав насаждений должен соответствовать местным почвенно-климатическим условиям произрастаниями и подбираться с учётом снегозащитных свойств деревьев и кустарников, их декоративных свойств и хозяйственной ценности;
- насаждения необходимо проектировать с учетом минимального отвода земель на их устройство и последующий уход, а также сокращение расходов, связанных с ликвидацией метелевого последствия.

Древесные и кустарниковые породы для снегозащитных полос подбирают с учётом лесорастительных условий каждого конкретного участка насаждений. Рекомендуемый ассортимент древесных и кустарниковых пород для снегозащитных лесных полос автомобильных дорог указан в [6].

Породы, используемые для живых изгородей, должны хорошо переносить систематическую стрижку.

Одной из лучших хвойных пород для устройства живых изгородей является ель. Еловые изгороди образуют плотную преграду для снеговетрового потока, причём ель наиболее устойчива против снеголома.

Из лиственных пород для устройства живых изгородей рекомендуются: ива белая, вяз обыкновенный, акация жёлтая, лещина, алыча, лох узколистный, сирень, боярышник, ирга, тамарикс. Для создания непроходимых колючих изгородей используют шиповник, боярышник, а в южных районах – гледичию.

Каждый ряд лесной полосы должен состоять из одной породы деревьев или кустарников.

Указания по устройству снегозащитных насаждения изложены в [6].

Типовые схемы снегозадерживающих насаждений для участков автомобильной дороги при соответствующем снегоприносе приведены в [6].

На основе типовых схем снегозащитных насаждений выбирают рабочие схемы лесных полос для каждого конкретного участка продольного профиля. В рабочей схеме определяются видовой состав древесных и кустарниковых пород, их размещение по рядам, а также число рядов, ширина междурядий и расстояния между растениями в рядах (табл. 4.1.1).

##### 4.1.1. Потребность в посадочном материале для устройства снегозадерживающих насаждений

№ участка	Местоположение			Протяжённость, м	Потребное количество рядов и единиц посадочного материала, ряд/единицы			
	начало	конец	сторона		Кустарник		Деревья	
					низкий	высокий	низко-кронные	высоко-кронные
	ПК+	ПК+						

Примечание. В связи с возможностью переноса снега под углом по отношению к оси дороги снегозащитные лесные полосы создаются длиннее защищаемого участка дороги на 50 – 100 метров.

#### 4.1.2. Краткая характеристика проектируемой снегозадерживающей полосы защитных лесонасаждений

№ участка	Местоположение			Протяженность, м	Характеристика полосы защитных лесонасаждений		
	начало	конец	сторона		Просветность $P$	Высота $H_3$ , м	Расстояние до дороги, м
			Левая				
			Правая				

Необходимая высота снегозадерживающей полосы защитных лесонасаждений определяется по формуле

$$H_3 = \frac{1}{\theta} \sqrt{\frac{\psi_w W_3}{\chi}}, \quad (4.1)$$

где  $\theta$  – коэффициент, зависит от просветности защиты (прил. 4);  $\chi$  – коэффициент, характеризует плавность очертания снежного вала (прил. 3);  $\psi_w$  – коэффициент снегозадерживающей способности защиты (прил. 2).

Для расчёта значение коэффициента  $\psi_w$  можно принять равным 0.9. Это означает, что к дороге будет принесено не более 10 % ( $1 - \psi_w = 0,1$ ) от расчётного снеготранспорта.

Характеристика проектируемой снегозадерживающей полосы защитных лесонасаждений приводится в табл. 4.1.2.

#### 4.2. Заборы снегозадерживающего действия

Снегозадерживающие заборы следует применять в районах с интенсивными метелями, где невозможно создать снегозащитные лесные полосы [6]. Предельное количество снега, которое может задержать забор, зависит от его высоты  $H_{заб}$ :

$$H_{заб} = 0,34 \sqrt{W_{проект}} + h_s, \quad (4.2.1)$$

где  $h_s$  – наибольшая высота снежного покрова в данной местности, м.

Заборы выше 5 м по технико-экономическим соображениям делать не рекомендуется, если по расчету высота забора  $H_{заб} > 5$  м, то устраивают два, три и более рядов заборов.

Общая снегосорбная способность заборов многорядной защиты:

$$Q^{сл(спр)} = \beta(n-1)H_{заб} + K_1 H_{заб}^2$$

при условии:

$$Q^{сл(спр)} \leq W_3^{сл(спр)},$$

где  $\beta$  – коэффициент, характеризующий степень заполнения снегом пространства между смежными рядами заборов, зависит от расстояния между рядами  $l$ , можно принимать  $\beta = (0,6 \dots 0,8)$ ;  $l$  – расстояние между рядами, которое следует принимать до  $30H_{заб}$ , м;  $n$  – число рядов;  $K_1 = 8$  – опытный коэффициент снегонакопления у наружных рядов заборов.

Ближайший ряд забора к дороге устанавливается на расстоянии 15...25 высот от бровки земляного полотна или откоса выемки. Большее расстояние принимают при метелевых ветрах, направленных под углом  $90^\circ$  к дороге. При невозможности расположения заборов на данном расстоянии возможно его сокращение до 10 высот забора, при этом просветность должна быть уменьшена до 30 %.

#### 4.3. Снегозащитные переносные решётчатые щиты

Применяются в различных условиях, исключая участки с интенсивными и продолжительными метелями. Наиболее распространены четыре типа щитов с неравномерно распределённым заполнением, при котором решётка сгущена в верхней части и разрежена в нижней [6]. Такой тип щитов медленно заносится снегом (или совсем не заносится при соответствии просветности скорости метелевых ветров) и позволяет делать перестановку реже, чем щитов с решёткой, сгущенной внизу или с равномерно распределённым заполнением.

Щиты очень трудно переставлять при сильном ветре. Нередко в районах с интенсивными и продолжительными метелями нет возможности переставить щиты во время метели. В таких районах их ставят в два, три и более рядов. Расстояние между рядами в многорядных линиях защиты принимают равным 30 высотам щита. Ближайший к автодороге ряд устанавливается на расстоянии 20 высот щита от бровки земляного полотна.

Расстояние установки от дороги одиночных щитовых линий назначают с учётом снегоприноса (для щитов 2-метровой высоты):

Объём снегоприноса, м/м	25	50	75	>75
Расстояние установки не ближе, м	30	40	50	60

Количество рядов  $n_{щ}$  щитовой защиты можно определить по формуле

$$n_{щ} = \frac{W_{проект} - K_3 H_{щ}^2}{\beta H_{щ}} + 1, \quad (4.3.1)$$

где  $\beta$  – коэффициент заполнения снегом пространства между рядами щитов ( $\beta = 0,8$ );  $H_{щ}$  – высота щитовой линии [6];  $l$  – расстояние между рядами ( $l = 30H_{щ}$ );  $K_3$  – коэффициент снегонакопления у наружных рядов многорядной защиты ( $K_3 = 9$ ).

#### 4.4. Снежные траншеи и валы

Снежные траншеи применяют на слабозаносимых участках при снежном покрове более 20 см и рельефе местности, позволяющем проложить траншеи. Их прокладывают в снежном покрове проходами двухотвальных тракторных снегоочистителей или бульдозеров. Снегозащитные траншеи прокладывают в несколько рядов параллельно дороге. Число траншей назначают с учётом объёма снегоприноса:

Объём снегоприноса $W_3$ , м <sup>3</sup> /м	< 100	< 200	> 200
Число работоспособных траншей не менее, шт.	3	4	5

Оптимальное расстояние, которое следует назначать между осями соседних траншей, составляет 12 – 15 м. Ближайшая к дороге траншея должна быть расположена на расстоянии от 30 до 100 м. На расстоянии 12 – 15 м от старых траншей прокладывают новые.

В начале зимы при небольшой толщине снежного покрова (меньше 0,3 м) целесообразнее устраивать снежные валы. Эту работу выполняют снегособирающими (риджерами).

## 5. СНЕГООЧИСТКА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Очистка от снега должна обеспечивать такое состояние дороги, при котором в максимально возможной степени удовлетворяются требования непрерывного, удобного и безопасного движения автомобилей с расчётной скоростью, а также снижается до минимума объём снежных отложений на проезжей части и обочинах.

Основные задачи, которые ставятся при снегоочистке, зависят от характера снежных отложений, условий, в которых они образуются, и затруднений, создаваемых для движения на дороге.

Если метель или снегопад имеют малую интенсивность, то обычно ставится задача вообще не допускать накопления снежных отложений, обеспечивая безотлагательное удаление попадающего на дорогу снега. При интенсивном приносе снега избежать накопления отложений не удастся и проезд по дороге ухудшится. В этом случае ставится задача не только восстановить первоначальные условия проезда, но и сделать это быстро, чтобы предотвратить возникновение на дороге уплотнённого слоя снега, образующегося под колесами проезжающих автомобилей. При значительной интенсивности метелей, когда образуются снежные заносы, имеющие большую толщину и плотность, или при образовании снежных завалов после схода лавин движение по дороге полностью прерывается и первоочередной задачей является восстановление проезда.

Для решения перечисленных задач выполняют следующие виды снегоочистительных работ: патрульная очистка; удаление валов; расчистка снегопадных отложений и снежных заносов небольшой толщины; расчистка снежных заносов значительной толщины; расчистка лавинных завалов. Для каждого вида работ применяют соответствующие типы машин и разрабатывают целесообразную технологию.

### 5.1. Патрульная снегоочистка

Патрульной снегоочисткой называются систематические проезды (патрулирование) машин по обслуживаемому участку в течение всего времени, пока продолжается метель или снегопад. При систематических проездах снегоочистительных машин через короткие промежутки времени снег не успевает накопиться на дорожном полотне и дорога постоянно поддерживается в ровном и обтекаемом состоянии. В зависимости от скорости накопления снега на дорожном полотне и ширины проезжей части можно так рассчитать количество снегоочистительных машин, что образующиеся снежные отложения будут удалены в самом начале их формирования. Это даст возможность не только обеспечить хороший проезд, но и свести к минимуму объём снегоочистительных работ. К патрульной очистке нужно приступать, как только начинается метель или снегопад. Очистку следует вести на возможно большей скорости, что способствует увеличению дальности отбрасывания снега. Учитывая это, используют плужные автомобильные снегоочистители.

При небольшой толщине снегоотложений, когда в течение 1 часа толщина снегоотложений не превышает 3 – 5 см, допустимо применять одиночные машины. При интенсивных метелях и снегопадах, а также на дорогах с интенсивным движением работы ведутся отрядом снегоочистителей.

Число машин для патрульной очистки

$$N_{\text{п}} = \frac{2Ln_{\text{пр}}}{v_{\text{р}}K_{\text{и}}t_{\text{п}}},$$

где  $L$  – длина обслуживаемого участка дороги, м;  $n_{\text{пр}}$  – количество снегоочистителей в звене, необходимое для полной уборки снега с половины ширины дорожного полотна;  $K_{\text{и}}$  – коэффициент использования снегоочистителя ( $K_{\text{и}} = 0,75 \dots 0,85$ );  $t_{\text{п}}$  – время между предыдущими и последующими проходами, определяется по формуле

$$t_{\text{п}} = \frac{h_{\text{доп}}}{i_{\text{п}}}, \text{ ч},$$

где  $h_{\text{доп}}$  – допустимая толщина снега на покрытии, накапливающегося на покрытии, мм;  $i_{\text{п}}$  – интенсивность накопления снега на покрытии, мм/ч.

Количество снегоочистителей в звене зависит от ширины очищаемой поверхности и марки снегоочистителя

$$n_{\text{пр}} = \frac{B}{2(l_{\text{с}} - 0,25)},$$

$v_{\text{р}}$  – средняя рабочая скорость снегоочистителя ( $v_{\text{р}} = 40 \dots 60$ ), км/ч;  $B$  – ширина очищаемой поверхности, м;  $l_{\text{с}}$  – ширина захватки снегоочистителя, м.

### 5.2. Разработка технологии ликвидации снежных заносов на участках автомобильной дороги

Количество машин, необходимых для ликвидации снежных заносов, рассчитывается по формуле

$$N_{\text{з}} = \frac{W_{\text{уб}}}{\Pi_{\text{з}}t_{\text{д}}},$$

где  $t_{\text{д}} = 2$  ч – директивное время уборки, ч;  $W_{\text{уб}}$  – количество снега, подлежащего уборке, м<sup>3</sup>, которое определяется по формуле

$$W_{\text{уб}} = h_{\text{от}}Lb\gamma,$$

где  $h_{\text{от}}$  – толщина снеговых отложений, м;  $L$  – длина участка, м;  $b$  – ширина очищаемой поверхности, м;  $\gamma$  – плотность снега, т/м<sup>3</sup>.

Для снегоочистки при толщине снеговых отложений  $h_{\text{от}}$  и плотности снега выбирается вид снегоочистителя с технической производительностью  $\Pi_{\text{т}}$ .

Эксплуатационная производительность определяется по формуле

$$\Pi_{\text{з}} = \Pi_{\text{т}}K_{\text{и}},$$

где  $P_t$  – техническая производительность по паспортным данным,  $m^3$  (если в паспорте производительность дана в тоннах, то нужно разделить её на плотность снега, которую можно принять: для снежных заносов 0,35, для лавинных завалов 0,55 т/м);  $K_n$  – коэффициент использования машины в течение смены ( $K_n = 0,7$ ).

### 5.3. Возможные способы снегоочистки автомобильных дорог при различных реальных толщинах снегоотложений и применяемая для этого техника

При расчистке снегоотложений небольшой толщины (0,3...0,7 м) и плотности снега до 0,3 г/см<sup>3</sup> используются одноотвальные плужные снегоочистители. Очистку снеготаносов средней толщины (0,4...0,8 м) при плотности снега до 0,4 г/см<sup>3</sup> ведут двухотвальными плужными снегоочистителями. Двухотвальные тракторные снегоочистители применяются при прокладке снегозащитных траншей, при прокладке колонных путей на участках, защищённых лесом, также удаляют большие снеговые отложения 1,0...1,2 м при плотности 0,6 г/см<sup>3</sup>. Роторные и фрезеророторные снегоочистители используются при расчистке снежных заносов или снегопадных отложений большой толщины при плотности снега 0,7 г/см<sup>3</sup>. За один проход разрабатывается слой снега толщиной 1,5 м; при послойной разработке толщина не ограничивается. При расчистке снежных отложений средней толщины и удалении снега плотностью до 0,6 г/см<sup>3</sup> используются автогрейдеры. Толщина удаляемого снега 0,5...0,6 м. Бульдозеры рекомендуется использовать при расчистке снежных отложений большой толщины при плотности снега до 0,7 г/см<sup>3</sup>. Толщина разрабатываемого снега за один проход до 1 м. При послойной разработке толщина не ограничивается. Валоразбрасыватели применяются для удаления снежных валов, расчистки снежных завалов при толщине снега до 1,5 м и плотности до 0,6 г/см<sup>3</sup>.

## 6. ЗИМНЯЯ СКОЛЬЗКОСТЬ

### 6.1. Меры борьбы с зимней скользкостью

Отложения снега и льда на дороге по внешним признакам и физическому состоянию подразделяются на:

1. Стекловидный лёд – представляет собой стекловидную, с гладкой поверхностью, прозрачную корочку льда плотностью 0,7...0,9 г/см<sup>3</sup> и толщиной до 3 мм. Образуется в случае выпадения дождя при отрицательной температуре, замерзании жидких атмосферных осадков, выпавших на ещё не успевшее прогреться покрытие; замерзании талой или дождевой воды при резком похолодании. Относится к наиболее опасному виду. Коэффициент сцепления шин с покрытием 0,08...0,15.

2. Зернистый лёд – имеет зернистое строение, шероховатую поверхность и включение воздушных пузырьков. Цвет – матово-белый. Толщина отложений неравномерна и достигает 10 мм. Плотность 0,5...0,7 г/см<sup>3</sup>. Образуется при плотном тумане с ветром при температуре 0 °С.

3. Твёрдый снег – самый распространённый вид отложений. Коэффициент сцепления колеса с покрытием 0,2...0,25. Образуется при уплотнении свежеснеговывающего снега под воздействием нагрузки от колеса автомобиля и расплавлении частиц снега в результате торможения. Плотность снежных отложений достигает 0,3...0,6 г/см<sup>3</sup>. Наибольший процесс уплотнения достигается при температуре выше –10 °С.

4. Рыхлый снег – снежный слой, образующийся во время слабых и умеренных снегопадов в безветренную погоду. Плотность 0,06...0,2 г/см<sup>3</sup>. Бывает сухим, мокрым и влажным. Водоудерживающая способность достигает 35...55 %. При влажности более 20 % снег не уплотняется, сохраняясь в виде кашевидной массы. При меньшей влажности образуется накат.

Для обеспечения бесперебойного движения транспорта существуют следующие меры борьбы с зимней скользкостью:

1. Фрикционный – используются уменьшающие скользкость материалы, диаметром 5...6 мм, которые, соприкасаясь с поверхностью дороги, временно увеличивают коэффициент сцепления колеса с покрытием.

2. Химический:

а) распределяются химические вещества, которые вызывают полное таяние снега или ледяных отложений, либо нарушают их прочность, после чего легко удаляются;

б) вводится в асфальтобетон или поверхностную обработку порошок, который в результате истирания покрытия всегда находится на поверхности и не даёт снежно-ледяным отложениям прилипнуть к покрытию. В результате отложения разрушаются под воздействием колёсной нагрузки. Работает при температурах до –6 °С.

3. Тепловой:

а) покрытие нагревается глубинным или поверхностным обогревом, что вызывает плавление снега по мере его выпадения;

б) покрытие нагревается тепловыми самоходными машинами, которые под воздействием отработавших газов плавят лёд и удаляют образовавшийся слой воды.

### 6.2. Особенности применения реагентов по борьбе с зимней скользкостью

Основными методами борьбы с зимней скользкостью являются химический и фрикционный. В первом случае распределяют химические противогололёдные вещества, которые вызывают полное таяние снежно-ледяных отложений либо нарушают их прочность, после чего отложения разрушаются колёсами автомобилей и легко удаляются снегоуборочными машинами. Во втором случае используют уменьшающие скользкость материалы, которые закрепляются на поверхности снежно-ледяных отложений, временно повышая коэффициент сцепления с ними колёс.

Для борьбы с зимней скользкостью можно использовать кристаллические и жидкие химические вещества. Краткая характеристика химических материалов, применяемых для борьбы с зимней скользкостью, дана в [4].

Ввиду того, что химические вещества, применяемые для борьбы с зимней скользкостью, вызывают коррозию металлических деталей автомобилей, к ним добавляют ингибиторы, предотвращающие коррозию.

### 6.3. Расчёт потребности противогололёдных материалов для одной обработки покрытия при борьбе с ледообразованием

Потребность материалов, т, рассчитывается по формуле

$$Q_i^n = q_i B L h_{ni} \alpha,$$

где  $q_i$  – норма распределения реагента при температуре воздуха, равная среднесуточной температуре января, т/км<sup>2</sup>;  $B$  – ширина проезжей части с укрепленными обочинами, км;  $L$  – длина обрабатываемого участка, км;  $h_{ni}$  – толщина ледообразования определяется по формуле

$$h_{ni} = \frac{h_{\max} + h_{\min}}{2}, \text{ мм};$$

$\alpha = 1,03$  – коэффициент потерь.

Определите потребность в пескосоляной смеси и рассоле.

#### 6.4. Расчёт потребности в реагенте на весь зимний период для борьбы с ледообразованием

Определение потребности в реагенте для борьбы с ледообразованием определяется по формуле

$$Q_{\text{л}}^{\text{общ}} = Q_i^{\text{л}} n, \text{ т}$$

где  $n$  – количество случаев ледообразования;

$$n = \frac{P_{\text{л}} N}{100},$$

где  $P_{\text{л}} = 25 \dots 30 \%$  – процент ледообразования от общего количества случаев  $N$ .

Определите потребность пескосоляной смеси и рассола на весь зимний период.

#### 6.5. Расчёт расхода реагента для обработки покрытия при снегоотложениях

Расход реагента определяется

$$Q_i^{\text{с}} = \frac{q_i B L \alpha}{1000} K_{\text{сп}}, \text{ т},$$

где  $K_{\text{сп}} = 0,5 \dots 0,6$  – коэффициент сплошности обработки покрытия.

Определите расход пескосоляной смеси и рассола для профилактической обработки покрытия при снегоотложениях.

#### 6.6. Расчёт расхода реагента для обработки покрытия при снегоотложениях за весь зимний период

$$Q_{\text{общ}}^{\text{с}} = Q_i^{\text{с}} n_{\text{с}}, \text{ т}$$

$n_{\text{с}}$  – количество случаев зимней скользкости при снегопадах и метелях

$$n_{\text{с}} = N - n.$$

Определите расход пескосоляной смеси и рассола при метелях и снегоотложениях за весь зимний период.

#### 6.7. Расчёт потребности в реагенте для борьбы с зимней скользкостью по ВСН 20–87

Потребность в реагенте в соответствии с нормами ВСН 20–87 [4] определяется

$$Q_{\text{нс}} = NBL, \text{ т}.$$

Потребность в рассоле смеси определяется

$$Q_{\text{нс}} = \frac{NBL}{K_{\text{р}}}, \text{ м}^3,$$

где  $N$  – общая годовая норма расхода реагента на  $1000 \text{ м}^2$ ;  $K_{\text{р}}$  – количество соли в 1 л рассола, определяется по ВСН 20–87 [4, прил. 4].

Все полученные значения заносятся в сводную табл. 6.7.1.

6.7.1. Сводная таблица потребности материала

Наименование реагента	Средняя температура января, °С	Общее количество случаев зимней скользкости	Расход реагента на одну обработку, т		Общая потребность реагента на весь зимний период		Общая потребность реагента для борьбы с зимней скользкостью, т	
			Для ледообразования	Для отложения снега	Для ледообразования	Для отложения снега	По расчёту	По ВСН 20–87
Твёрдый реагент:								
Пескосоляная смесь								
Рассол								

#### 6.8. Расчёт пескосоляной смеси на весь зимний период

$$Q_{\text{общ}}^{\text{лс}} = \frac{Q_{\text{общ}}^{\text{л}} + Q_{\text{общ}}^{\text{с}}}{P_x} \cdot 100,$$

где  $P_x$  – процент реагента в пескосоляной смеси (15 – 20 %).

#### 6.9. Расчёт потребности в ингибиторе

Для ослабления коррозии в хлориды надо вводить фосфаты в качестве ингибитора. В ХКФ, НКМ, бишофит чешуированный, мочевины и хлористый магниевый жидкий ингибитор не вводят.

Общий объём ингибитора определяется по формуле

$$Q_{\text{общ}}^{\text{инг}} = \frac{(Q_{\text{общ}}^{\text{л}} + Q_{\text{общ}}^{\text{с}})P_{\text{инг}}}{100},$$

где  $P_{\text{инг}}$  – процент ингибитора от общего количества хлоридов, применяемых при обработке.

Определите потребность в ингибиторе для пескосоляной смеси и рассола.

### 6.10. Разработка графика обработки покрытия противогололёдными материалами

Выбрать тип машины для обработки покрытия противогололёдными материалами [4]. Выписать краткую техническую характеристику автомобиля: ширину посыпки, вместимость кузова, среднюю плотность посыпки, рабочую скорость.

Расчёт протяженности участка, обрабатываемого машиной за одну загрузку пескосоляной смесью или рассолом

$$l_p = \frac{Q_m}{Baq_i} \cdot 1000,$$

где  $Q_m$  – количество реагентов на один выезд.

Рассчитайте для пескосоляной смеси и рассола.

Для пескосоляной смеси норма распределения реагента рассчитывается по формуле

$$q_{\text{пс}} = q_i \frac{100}{P_x}, \text{ г/м}^2,$$

для рассола:

$$q_{\text{пс}} = q_i K_p \frac{100}{P_x}, \text{ г/м}^2.$$

При расчёте  $Q_m$  необходимо учитывать плотность рассолов [4].

### 6.11. Потребное количество распределителей реагента

$$M_{\text{тр}} = \frac{1,03L}{t_d} \left[ \frac{q_i B}{G} \left( t_{\text{пог}} + \frac{0,5L}{v_x} \right) + \frac{1}{v_p} \right], \text{ шт.},$$

где  $L$  – длина участка дороги для организации борьбы с зимней скользкостью, км;  $t_d$  – директивное время, ч;  $G$  – грузоподъёмность автомобиля;

$t_{\text{пог}}$  – время погрузки, ч;  $v_x$  – скорость машины без распределения реагента, км/ч;  $v_p$  – скорость движения с распределением реагента, км/ч.

Рассчитать  $M_{\text{тр,пс}}$  для пескосоляной смеси и  $M_{\text{тр,р}}$  для рассола.

### 6.12. Правила и порядок хранения противогололёдных средств

Для эффективной борьбы с зимней скользкостью необходимы специализированные базы хранения, переработки и погрузки противогололёдных материалов.

Базы устраивают для химических реагентов для фрикционных материалов. Объём хранения зависит от климатических условий и значения обслуживаемых дорог.

Базы химических противогололёдных материалов рассчитывают на следующие объёмы хранения: на 700 т – для автомобильных дорог

I – III категории в сильно гололёдных районах (до 100 посыпок за сезон); на 500 т – для автомобильных дорог I – III категории в средне гололёдных районах (до 50 посыпок за сезон); на 350 т – для IV – V категорий в среднегололёдных районах.

На I категории расстояние между базами должно быть не более 20 км, на остальных – 40 – 50 км. Базы фрикционных материалов размещают у карьеров или около дорог. Объём хранения на природных базах в сильно гололёдных районах – до 2000 м<sup>3</sup>, в среднегололёдных районах – до 1000 м<sup>3</sup>. Кроме того, на опасных участках создают через 50 – 100 м места хранения небольших объёмов материалов. Материалы защищают от попадания дождя, снега, слеживания.

Это особенно важно на крутых спусках и подъёмах.

По техническому уровню сооружений, транспортных и погрузочных операций базы могут быть высокомеханизированными или упрощёнными с передвижными средствами механизации.

Твёрдые химические реагенты хранят в закрытых помещениях, хлористый натрий – в деревянных или кирпичных складах, хлористый кальций – в бумажных или полиэтиленовых мешках. Пол склада делают бетонным, покрывают асфальтобетоном. Жидкие хлориды хранят в цистернах или бетонных резервуарах. Цистерны объёмом 50 т устанавливают на площадках с твёрдым покрытием.

На базах противогололёдных материалов помимо хранения и погрузки выполняют операции по приготовлению и улучшению свойств материалов.

На базах упрощённого типа операции по смешиванию выполняются на открытых площадках с помощью бульдозеров, экскаваторов, автогрейдеров.

Высокомеханизированная база комбинированного типа для фрикционных и химических противогололёдных материалов имеет два склада – тёплый и холодный. Смешивание песка с солью в нужной пропорции осуществляется через дозаторы бункеров и отсеков складов при подаче на конвейер.

На базе жидких противогололёдных материалов технологический процесс организован следующим образом: рассол (NaCl) и хлористый кальций подвозят цистернами и заливают в резервуары – хранилище. В мешалке готовят нужную смесь.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев, А.П. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения / А.П. Васильев, В.М. Сиденко. – М. : Транспорт, 1990. – 292 с.
2. Ремонт и содержание автомобильных дорог : справочник инженера-дорожника / А.П. Васильев, В.И. Баловнев, М.Б. Корсунский и др. ; под ред. А.П. Васильева. – М. : Транспорт, 1989. – 287 с.
3. ОДН 218.2.4–2002. Технические правила ремонта и содержания автомобильных дорог.
4. Инструкция по борьбе с зимней скользкостью на автомобильных дорогах. ВСН 20–87 / Минавтодор РСФСР. – М. : Транспорт, 1988. – 163 с.
5. Зимнее содержание автомобильных дорог / Г.В. Бялобжеский, А.К. Дюнин и др. ; под ред. А.К. Дюнина. – М. : Транспорт, 1983. – 197 с.
6. Указания по производству изысканий и проектированию лесонасаждений вдоль автомобильных дорог. ВСН 33–87. Министерство автомобильных до рог РСФСР. – М. : Транспорт, 1988. – 95 с.
7. СНиП 2.01.01–82. Строительная климатология и геофизика. Госстрой СССР. – М. : ЦИТП Госстроя СССР, 1983. – 68 с.
8. СНиП 23-01–99. Строительная климатология. Госстрой России. – М. : ГУП ЦПП, 2003.
9. Строительство автомобильных дорог : справочник инженера-дорожника / В.А. Бочин, М.И. Вейцман, Е.М. Зейгер и др. ; под ред. В.А. Бочина. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1980. – 291 с.
10. СНиП 2.05.02–85. Автомобильные дороги. Госстрой СССР. – М. : ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 56 с.
11. ГОСТ Р 50597–93. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. – М. : Транспорт, 1993. – 12 с.
12. ОДН 218.2.027–2003. Требования к противогололёдным материалам.

## Приложение 1

### ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

№ варианта	Район проложения	Категория дороги	$P_{\text{общ, случаев}}$	$v, \text{ м/с}$	$i_n, \text{ мм/ч}$	$K_t$	$h_{\text{min}}, \text{ мм}$	$h_{\text{max}}, \text{ мм}$	$L, \text{ км}$
1	Брянская обл.	III	25	10	12	0,45	0,7	1,8	10
2	Пензенская обл.	II	20	15	14	0,50	0,8	2,0	15
3	Саратовская обл.	IV	18	12	8	0,41	0,6	1,5	17
4	Тамбовская обл.	III	31	16	10	0,37	1,0	2,0	10
5	Курская обл.	II	35	15	15	0,42	1,0	1,8	9
6	Вологодская обл.	IV	27	14	11	0,48	0,6	1,4	15
7	Ростовская обл.	III	36	17	8	0,52	0,4	1,2	18
8	Рязанская обл.	III	20	9	14	0,41	0,9	1,9	14
9	Тульская обл.	IV	27	20	12	0,43	0,7	1,8	12
10	Воронежская обл.	II	19	8	13	0,38	0,6	1,5	11
11	Новгородская обл.	III	24	18	15	0,40	0,8	2,0	8
12	Самарская обл.	III	26	13	10	0,45	0,7	1,8	7
13	Тюменская обл.	III	28	23	18	0,35	1,2	2,3	16
14	Московская обл.	II	35	19	15	0,42	1,0	2,1	13
15	Томская обл.	IV	30	22	16	0,40	1,2	2,2	10
16	Хабаровская обл.	II	21	16	20	0,34	1,4	2,5	15
17	Иркутская обл.	IV	23	14	17	0,35	1,3	2,4	20
18	Ярославская обл.	III	17	18	11	0,47	1,0	2,0	12
19	Владимирская обл.	IV	34	20	13	0,51	0,8	1,7	11
20	Алтайский край	III	22	15	14	0,43	1,1	2,1	17
21	Хабаровская обл.	II	17	16	16	0,47	1,3	2,7	23
22	Тверская обл.	II	10	10	12	0,50	1,0	2,4	10



№ варианта	Район проложения	Категория дороги	$P_{\text{общ}}$ , случаев	$v$ , м/с	$i_n$ , мм/ч	$K_t$	$h_{\text{мин}}$ , мм	$h_{\text{макс}}$ , мм	$L$ , км
23	Ленинградская обл.	III	15	14	14	0,52	1,2	2,1	15
24	Мурманская обл.	II	18	16	11	0,38	1,3	2,7	12
25	Омская обл.	II	16	12	9	0,45	1,4	2,2	20

Примечание.  $P_{\text{общ}}$  – общая повторяемость метелевых ветров за январь, случаи;  $v$  – скорость ветра при метелях, м/с;  $i_n$  – интенсивность снегопада, мм/ч;  $K_t$  – динамический коэффициент потерь снежной массы у защиты;  $h_{\text{мин}}$ ,  $h_{\text{макс}}$  – минимальная и максимальная толщина лёдообразования, мм;  $L$  – дальность размещения базы противогололёдных материалов, км.

### ОБЪЁМЫ СНЕГОПЕРЕНОСА ПО 8 РУМБАМ

Зимний период	Румбы							
	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	С
Расчётный								
2	96	71	165	75	134	134	39	15
3	12	86	105	36	26	39	83	87
4	28	256	250	89	59	88	59	10
5	75	112	187	145	73	94	137	61
6	34	65	68	85	158	182	45	142
7	133	121	91	137	162	166	88	38
8	84	152	169	111	104	114	17	47
9	18	57	86	48	125	72	64	87
10	24	102	243	67	70	36	31	62
11	145	42	89	79	93	67	112	14
12	69	186	95	109	35	128	55	116
13	101	260	178	164	117	95	67	92
14	27	87	134	130	187	24	135	74
15	52	50	240	101	64	47	16	86

Примечание. Первый румб соответствует первоначальному направлению трассы, далее румбы назначаются по часовой стрелке от начального.

## Приложение 2

### КОЭФФИЦИЕНТ СНЕГОЗАДЕРЖИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЗАЩИТЫ $\psi_w$

№	Вид защиты	$\psi_w$
1	Лесные полосы	1,00
2	Снегозадерживающие заборы:	
	– установленные в один ряд	0,70...0,85
	– установленные в два ряда	0,90...0,95
	– установленные в три ряда	1,0
3	Переносные щиты:	
	– установленные в один ряд	0,65
	– установленные в два ряда	0,90...0,95
	– установленные в три ряда	0,95...1,00
4	Снегозадерживающие траншеи	0,50

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА  $\chi$  В ЗАВИСИМОСТИ  
ОТ КОЭФФИЦИЕНТА СНЕГОЗАДЕРЖАНИЯ  $\psi_w$  И  
СКОРОСТИ МЕТЕЛЕВОГО ВЕТРА  $v$**

Скорость метелевого ветра $v$ , м/с	Значения $\psi_w$ при коэффициенте $\chi$			
	4	6	8	10
7	1,0	0,94	0,85	0,77
9	1,0	0,91	0,77	0,65
11	1,0	0,90	0,74	0,60
13	1,0	0,88	0,71	0,56
15	1,0	0,87	0,68	0,53
20	1,0	0,86	0,66	0,50
$\geq 25$	1,0	0,85	0,64	0,47

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА  $\theta$  В ЗАВИСИМОСТИ  
ОТ ПРОСВЕТНОСТИ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСОНАСАЖДЕНИЙ**

