МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра строительства и эксплуатации автомобильных дорог

ЗИМНЕЕ СОДЕРЖАНИЕ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

Методические указания к выполнению практических работ
по дисциплине «Эксплуатация автомобильных дорог»
для студентов, обучающихся по направлению 270800.62
«Строительство» профиль «Автомобильные дороги»
дневной и заочной форм обучения

Казань 2014

УДК 625.7/.8

ББК О311-08я73-5

Методические указания к выполнению практических работ по дисциплине «Эксплуатация автомобильных дорог» / Составитель: Хафизов Э.Р., Казань: КГАСУ, 2014. - 28 с.

Печатается по решению Редакционно-издательского совета казанского государственного архитектурно-строительного университета.

В методических указаниях рассмотрены вопросы, связанные с эксплуатацией и содержанием автомобильных дорог в зимнее время и содержат порядок проведения мероприятий по снижению снегозаносимости на дорогах, методы организации и технологии работ по их очистке от снега в соответствии с ОДМ 218.5.001-2008 «Методические рекомендации по защите и очистке дорог от снега».

Методические указания могут быть использованы и при дипломном проектировании.

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент кафедры изыскания и проектирование автомобильных дорог **Логинова О.А.**

УДК 625.7/.8
ББК О311-08я73-5

© Казанский государственный архитектурно-строительный университет, 2014 г.

© Хафизов Э.Р., 2014 г.

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 противогололёдными 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.

Состав практических занятий

1. Определение требований к уровню зимнего содержания.

1.1 Погодно-климатические условия района проложения автомобильной дороги.

1.2 Период продолжительности зимней скользкости и определение района по трудности снегоборьбы.

1.3 Народнохозяйственное значение дороги и требования к зимнему содержанию.

2. Определение расчетного снегоприноса к автомобильной дороге.

2.1 Расчет снегоприноса к автомобильной дороге.

2.2 Определение расчетного снегоприноса автомобильной дороге.

3. Разработка мероприятий по защите дороги от снежных заносов.

3.1 Классификация участков дороги по степени снегозаносимости.

3.2 Выбор и назначение снегозащитных мероприятий с учетом целесообразных условий их применения.

3.2.1 Снегозащитные насаждения.

3.2.2 Заборы снегозадерживающего действия.

3.2.3 Снегозащитные переносные решётчатые щиты.

3.2.4 Снежные траншеи и валы.

3.3 Определение категории заносимости отдельных участков дороги и установление очередности ограждения.

4. Разработка технологии снегоочистки и определение необходимого количества снегоочистительных машин.

4.1 Определение количества механизмов для патрульной снегоочистки.

4.2 Разработка технологии ликвидации снежных заносов на участках автомобильной дороги.

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

4.4 Составление схемы организации зимнего содержания участка автомобильной дороги.

5. Разработка мероприятий по борьбе с зимней скользкостью.

5.1 Меры борьбы с зимней скользкостью.

5.1.1 Особенности применения реагентов по борьбе с зимней скользкостью.

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

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

5.1.4 Расчёт расхода реагента для обработки покрытия при снегоотложениях.

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

5.1.6 Расчёт потребности в реагенте для борьбы с зимней скользкостью по ВСН 20–87

5.1.7 Расчёт пескосоляной смеси на весь зимний период.

5.2 Определение количества распределителей реагентов.

6. Правила и порядок хранения противогололёдных средств.
Список использованных источников.

1. Определение требований к уровню зимнего содержания

1.1 Погодно-климатические условия района проложения автомобильной дороги

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

При этом кратко излагаются: дорожно-климатическая характеристика района прохождения трассы; рельеф местности; геологогидравлические 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 %.

1.2 Период продолжительности зимней скользкости и определение района по трудности снегоборьбы

Используя нормативную литературу [4], необходимо определить район по трудности снегоборьбы и период продолжительности зимней скользкости. Используя табл. 10.1 [1], следует определить продолжительность периода снегоборьбы, диапазон колебания количества твердых осадков, среднюю высоту снежного покрова. Определенные показатели заносятся в табл. 1.

1.3 Народнохозяйственное значение дороги и требования к зимнему содержанию

По заданной интенсивности движения (с учетом автобусного) и народнохозяйственного значения дороги определяют основные требования к уровню зимнего содержания автомобильной дороги [1,3], которые заносятся в табл. 2.

Таблица 1

Показатели	Направления действия ветра (румбы)							
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
1								
1. Повторяемость ветра, в %								
2. средняя скорость ветра, м/с								
3. Максимальная из средних скоростей за январь								
4.Объем снегоприноса по СНиП 2.01.01-82								
5. Район по трудности снего-борьбы								
6. Продолжительность снежного периода, дней								
7. Продолжительность периода зимней скользкости, дней								
8. Число случаев образования зимней скользкости								
9. Количество твердых осадков зимой, мм								
10. Высота снежного покрова, 5% обеспеченности $Н_П$								

Таблица 2

Основные требования к уровню зимнего содержания автомобильной дороги

№№ п.п.	Показатели уровня зимнего содержания	Ед. изм.	Количество
1	2	3	4
1	Народнохозяйственное значение дороги		
2	Минимальная ширина очищенной поверх-ности проезжей части	м	
3	Допустимая толщина слоя рыхлого снега на покрытии	мм	
4	Допустимая толщина уплотненного снега на поверхности	мм	
5	Допустимая толщина снега на обочинах	мм	
6	Максимальный срок снегоочистки и лик-видации зимней скользкости	час	
7	Среднегодовая потребность в твердых хлоридах	т/1000 $м^2$	

2. Определение расчетного снегоприноса к автомобильной дороге
2.1 Расчет снегоприноса к автомобильной дороге

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^3 на 1 м протяжения дороги (м^3/м).

$$W_n = \frac{E * sin\alpha}{\gamma_c * (1/L + 1/L_Э)} * W_a \qquad (1)$$

где, W_n - объем снегоприноса, м^3/м;

E – коэффициент сдувания твердых осадков в бассейне E=0,5;

α – угол между осью дороги и расчетным направлением метели (обычно преобладающее направление метели), град.;

W_a - количество твердых осадков за зиму, мм;

γ_c - плотность метелевого снега в среднем 0,3 т/м^3;

L – длина пробега метели к дороге, км;

$L_Э$ – предельная дальность снегоприноса, км (табл.3)

Таблица 3

Скорость ветра V, м/с	7	9	11	13	15	20	25	30	35	50
$L_Э$, км	0,7	1,4	2,0	2,7	3,3	4,7	5,6	6,4	7,1	8,7

2.2 Определение расчетного снегоприноса автомобильной дороге

В расчеты не принимаются ветры при V ≤ 8 м/с и ветры, составляющие с осью дороги угол α < 30°. Для определения расчетного снегоприноса используют данные за 10 последних лет. Определяют W_n за каждый год, составляют статистический ряд и находят расчетный снегопринос заданной обеспеченности:

$$W_p = \overline{W}_n + \delta * t, \qquad (2)$$

где, W_p– расчетный снегопринос, м^3/м;

$\overline{W}_n$ — среднеарифметическое значение снегоприноса к данной стороне дороги за период 9—15 лет, м^3/м;

δ — среднеквадратичное отклонение $\overline{W}_n$ за 10 лет;

t — коэффициент, принимаемый равным 1,5 для дорог II—IV категории и 2,0 — первой, т.е. соответственно учитывается 90 и 95-процентная обеспеченность.

$$\delta = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^{10}(\overline{W}_n - W_{ni})^2}}{10} \qquad (3)$$

Расчеты следует вести в табличной форме.

Таблица 4

Год	W_{ni}	$\overline{W}_n$	$\overline{W}_n - W_{ni}$	δ	t	W_p
1	2	3	4	5	6	7
20..						
20..						
20..						

При наличии подробного плана трассы можно построить эпюру снегоприноса к автомобильной дороге на всем ее протяжении.

3. Разработка мероприятий по защите дороги от снежных заносов

3.1 Классификация участков дороги по степени снегозаносимости

Критерием классификации участков дорог по снегозаносимости служит отношение количества снега, отложившегося на дорожном полотне, к общему количеству снега, принесенного метелями к дороге.

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 $H_н$ 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:

$$H_н = h_s + \Delta h, \qquad (4)$$

где, $H_н$ – высота незаносимой насыпи, м;

h_s – расчетная высота снегового покрова в районе возведения насыпи, с вероятностью превышения 5 %, м;

Δh – возвышение бровки насыпи над расчётным уровнем снегового покрова, необходимое для её незаносимости, м [10]:

Таблица 5

Категория дороги	I	II	III	IV	V
Δh	1,1	0,7	0,6	0,5	0,4

Насыпи, высота которых меньше руководящей отметки $H_н$, 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.

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

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

$$h_в = \sqrt{\frac{W_р * C * \gamma}{0,3}} \qquad (5)$$

где, $h_в$ – глубина выемки, м;

$W_Р$ – расчетный снегопринос, м^3/м;

С – коэффициент, зависящий от изменения ветра = 0,5;

γ – плотность снега, т/м3.

К **снегонезаносимым** относят участки дорог, пересекающие лесные массивы, а также сады и кустарники, если их ширина составляет не менее 100—250 м с каждой стороны дороги; проходящие в выемках глубиной более 8,5 м при годовом снегоприносе до 100 м^3 на 1 пог. м дороги; пересекающие крупные населённые пункты с застройкой по обеим сторонам дороги; участки насыпей высотой не меньше требуемой по снегонезаносимости. Снегозаносимые участки дорог делят на три категории (табл.6).

Таблица 6

Категории снегозаносимости	Характеристика участка	Вид снежных отложений, которые необходимо удалять
Слабозаносимые	Насыпи от $H_П$ и $H_Н$. Пересечения в одном уровне. Насыпи с барьером безопасности.	Снегопадные отложения. Снежные заносы небольшого объёма. Небольшие снежные валы
Среднезаносимые	Раскрытые выемки. Полувыемки-полунасыпи. Нулевые места и невысокие насыпи ниже $H_П$. Пересечения в разных уровнях. Дороги, проходящие через небольшие населённые пункты, в районах с интенсивными общими метелями.	Снегопадные отложения. Снежные заносы толщиной до 1—1,5 м. Снежные валы

Сильно-заносимые	Нераскрытые выемки, подветренный откос которых не может вместить снег, приносимый метелями и выпадающий при снегопадах. Все выемки на кривых.	Снегопадные отложения. Снежные заносы, толщина которых может достигать глубины выемки

Примечания: 1. Данные таблицы относятся к заносимым участкам, проложенным по безлесной местности. 2. Незаносимые в безлесной местности насыпи высотой H_H и более, а также нераскрытые выемки, подветренный откос которых может вместить весь снег, откладывающийся при метелях и снегопадах. 3. Участки, проложенные через сплошные лесные массивы, не заносятся при любом поперечном профиле.

3.2 Выбор и назначение снегозащитных мероприятий с учетом целесообразных условий их применения

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.

На практических занятиях 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.

3.2.1 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].

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

Указания по устройству снегозащитных насаждения и типовые схемы снегозадерживающих насаждений для участков автомобильной дороги при соответствующем снегоприносе приведены в [6].

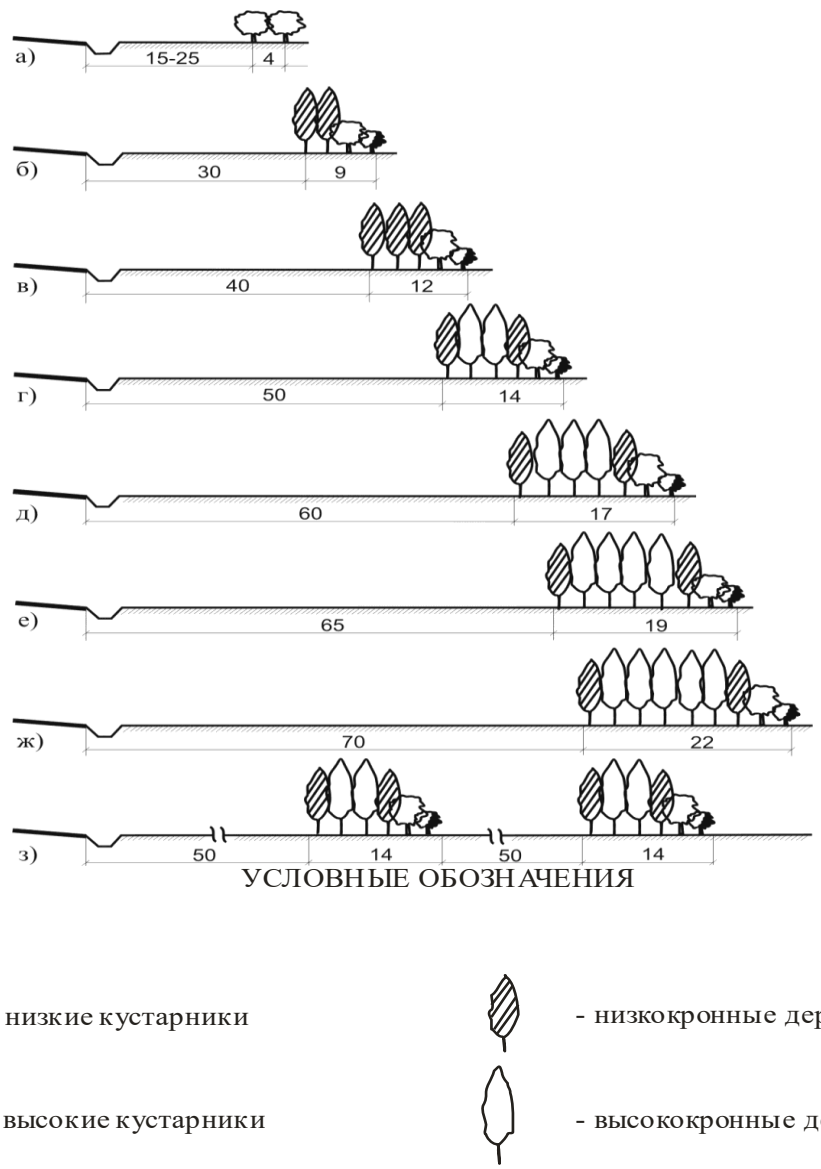

Рис. 1 Типовые схемы снегозащитных лесных насаждений вдоль автомобильных дорог при объёме снегопереноса ($м^3/м$):а — до 25; б — до 50; в — до 75; г — до 100; д — до 125; е — до 150; ж — до 200; з — до 250

На основе типовых схем снегозащитных насаждений выбираются 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 (рис.1).

3.2.2 Заборы снегозадерживающего действия

Снегозадерживающие заборы следует применять в районах с интенсивными метелями, где невозможно создать снегозащитные лесные поло-

сы [6]. Предельное количество снега, которое может задержать забор, зависит от его высоты Hз:

$$H_з = 0{,}34\sqrt{W_P} + H_П \qquad (6)$$

где, $H_П$– наибольшая высота снежного покрова в данной местности, м;

W_P - объем снегоприноса, м^3/м.

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

Общая снегосборная способность заборов многорядной защиты:

$$W_{МЗ} = \alpha * (n-1) * H * L + K * H^2 \qquad (7)$$

где, n – число рядов;

α — коэффициент, характеризующий степень заполнения снегом пространства между рядами заборов (можно принимать α=0,8);

H – высота забора, м;

L – расстояние между рядами заборов, которое следует принимать в пределах 30·H;

K = 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° к дороге.

Снегозадерживающие заборы бывают двухпанельные (рис. 2а) с просветностью решётки 50 % и однопанельные (рис. 2б) с просветностью решетки 70 %. Однопанельные заборы в основном применяют для вторых и третьих рядов многорядных линий заборов, двухпанельные — при устройстве заборов в один ряд или в ближайшем к дороге ряду многорядных линий заборов. Заборы строят из дерева или делают сборными из железобетона.

3.2.3 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.

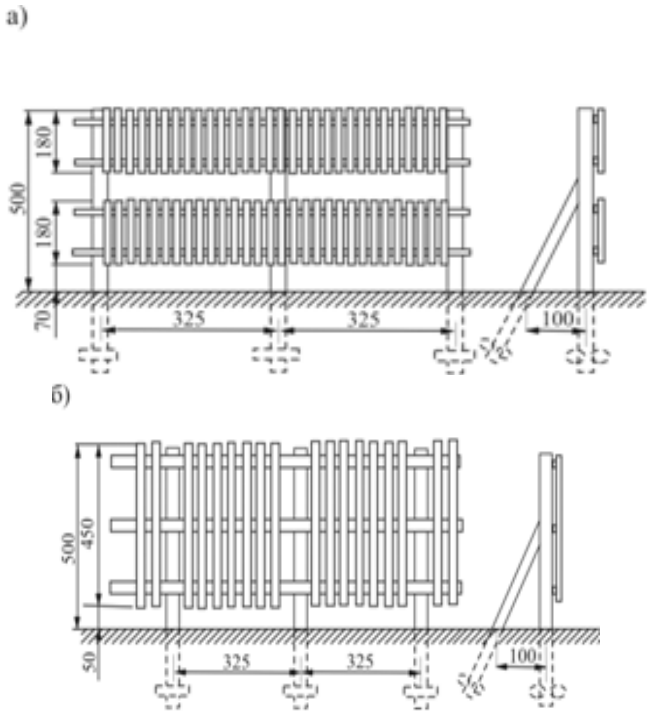

Рис 2. Снегозащитные заборы:
а — двухпанельные; б — однопанельные

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):

Таблица 7

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:

$$n_щ = \frac{W_{проект} - К_з Н_щ^2}{\beta l Н_щ} + 1 \qquad (7)$$

где, β – коэффициент заполнения снегом пространства между рядами щитов (β = 0,8);

$Н_щ$ – высота щитовой линии [6];

l – расстояние между рядами (l=30$H_щ$);

$K_з$ – коэффициент снегонакопления у наружных рядов многорядной защиты ($K_з$ = 9).

Применяются четыре типа щитов с разреженной нижней частью (рис. 3).

Щиты типа I применяют в районах с объёмом снегоприноса более 100 м^3/м и скорости ветра более 20 м/с; типа II — в районах с объёмом снегоприноса менее 100 м^3/м и скорости ветра более 20 м/с; типа III — при объеме снегоприноса более 100 м^3/м в районах со скоростью ветра менее 20 м/с; типа IV — при объёме снегоприноса менее 100 м^3/м в районах со скоростью ветра менее 20 м/с.

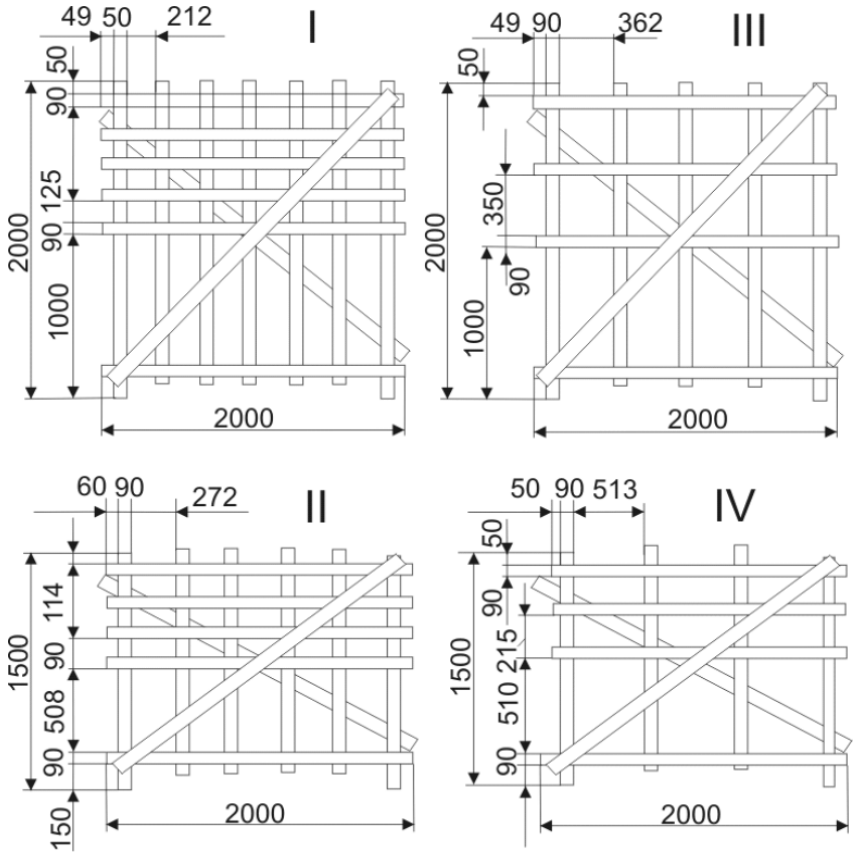

Рис. 3. Типы щитов с разреженной нижней частью:
I — высота 2 м, общая просветность 50 %, просветность нижней половины 60 %, верхней половины 40 %;
II — высота 1,5 м, общая просветность 50 %, просветность нижней половины 60 %, верхней 40 %;
III — высота 2 м, общая просветность 60 %, просветность нижней части 70 %, верхней части 50%;
IV — высота 1,5 м, общая просветность 60 %, просветность нижней части 70 %, верхней части 50 %

3.2.4 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:

Таблица 8

Объём снегоприноса W3, м3/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 снегособирателями (риджерами).

3.3 Определение категории заносимости отдельных участков дороги и установление очередности ограждения

Анализируя продольный профиль, разобьём его на участки по степени снегозаносимости и установим очередность ограждения снегозаносимых участков (табл. 9).

Таблица 9

№ участка	Местоположение		Тип поперечного профиля	Категория снегозаносимости и признаки	Расчетный снегоприносъ, W_P		Рекомендуемая снегозащита	
	Начало ПК+	Конец ПК+			слева	справа	слева	справа

4. Разработка технологии снегоочистки и определение необходимого количества снегоочистительных машин

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 ставят 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 удается и проезд по дороге ухудшается. В этом случае ставится задача не только восстановить первоначальные условия проезда, но и сделать это быстро, чтобы предотвратить возникновение на дороге уплотненного 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.

4.1 Определение количества механизмов для патрульной снегоочистки

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.

Количество патрульных снегоочистительных машин определяется по формуле:

$$N_{патр} = \frac{i_{сн} * L * B}{V_{раб} * К_В * (b - 0{,}25) * \gamma_{сн} * h_{рых}} \qquad (8)$$

где, $i_{сн}$ - интенсивность снегопада, мм/час, измеряемая толщиной слоя воды, образующейся при таянии снега (1÷5 мм/час);

L - длина участка, км;

B - ширина очищенной полосы, м;

$V_{раб}$ - скорость снегоочищения, км/час (40÷60 км/час);

$К_В$ - коэффициент использования рабочего времени 0,8;

b - ширина захвата снегоочистителя, м;

$\gamma_{сн}$ - плотность снега на покрытии 0,07÷0,4 т/м^3;

$h_{рых}$ - допустимая толщина рыхлого снега, мм (табл. 2).

4.2 Разработка технологии ликвидации снежных заносов на участках автомобильной дороги

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

$$N_з = \frac{W_{уб}}{П_Э * t_Д} \qquad (9)$$

где, tд = 2 ч – директивное время уборки, ч;

Wуб – количество снега, подлежащего уборке, м^3, которое определяется по формуле:

$$W_{уб} = h_{от} * L * b * \gamma \qquad (10)$$

где, $h_{от}$ – толщина снеговых отложений, м;

L – длина участка, м;

b – ширина очищаемой поверхности, м;

γ – плотность снега, т/м3.

Для снегоочистки при толщине снеговых отложений hот и плотности снега выбирается вид снегоочистителя с технической производительностью Пт.

Эксплуатационная производительность определяется по формуле:

$$П_Э = П_Т * К_И \qquad (11)$$

где, $П_Т$ – техническая производительность по паспортным данным, $м^3$ (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);
$К_И$ – коэффициент использования машины в течение смены ($К_И$=0,7).

4.3 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/$см^3$ используются одноотвальные плужные снегоочистители. Очистку снегозаносов средней толщины (0,4…0,8 м) при плотности снега до 0,4 г/см 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/$см^3$.

Роторные и фрезероторные снегоочистители используются при расчистке снежных заносов или снегопадных отложений большой толщины при плотности снега 0,7 г/см. 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/$см^3$ 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/$см^3$. 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/$см^3$.

4.4 Составление схемы организации зимнего содержания участка автомобильной дороги

Особенности зимнего содержания автомагистралей состоят в том, что значительная ширина земляного полотна, наличие разделительной полосы, большого количества различных видов обустройств дороги и плот-

ный многорядный транспортный поток создают помехи для переноса снега, способствуют его отложениям на дороге и усложняют организацию работ по очистке автомагистрали от снега и ликвидации гололёда. Существенные трудности возникают при зимнем содержании многополосных автомагистралей, имеющих несколько разделительных полос, которые являются препятствием для снегопереноса и способствуют отложению снега на проезжей части. Снег с разделительной полосы нужно убирать, так как его наличие приводит к увеличению снегозаносимости проезжей части и переувлажнению земляного полотна в период снеготаяния. Однако эту работу можно производить после окончания метели. Более того, если разделительная полоса имеет значительную ширину и вогнутый поперечный профиль, можно допустить накопление слоя снега толщиной до 1,0 м на этой полосе. В начале весеннего снеготаяния необходимо прорыть продольную траншею по середине разделительной полосы для обеспечения быстрого стока воды. На разделительной полосе с выпуклой и горизонтальной поверхностью накопившийся снег должен быть обязательно убран перед началом таяния.

Патрульную снегоочистку проезжей части автомагистралей целесообразно производить отрядом скоростных плужно-щёточных снегоочистителей с дополнительным боковым отвалом, которые движутся на расстоянии 100—150 м один за другим на максимально возможной скорости, при которой снег отбрасывается далеко за бровку земляного полотна.

Большое расстояние между снегоочистителями обеспечивает возможность обгона их отдельными автомобилями транспортного потока. Однако при высокой интенсивности движения эти обгоны становятся опасными. В этом случае интервал между снегоочистителями сокращают до 40—60 м и при высокой интенсивности движения организуют их сопровождение машиной службы безопасности движения (Рис. 4).

В случае интенсивного снегопада или метели или при невозможности движения снегоочистителя с высокой скоростью на обочине автомагистрали образуется вал. Для его удаления в состав звена включают валоразбрасыватель или шнекороторный снегоочиститель.

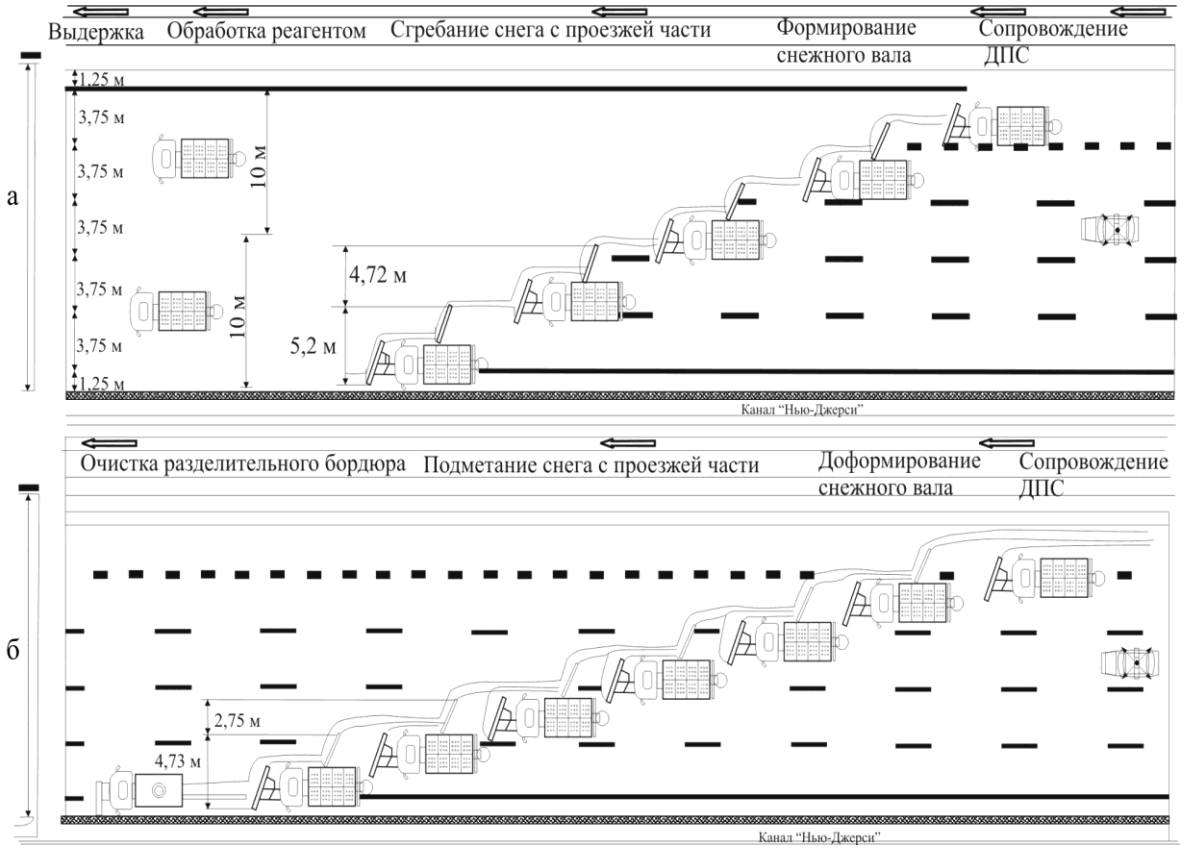

Рис. 4 Технологическая карта зимней очистки широких магистралей:
а — сгребание снега с проезжей части широкозахватными снегоочистителями;
б — подметание (промёт) проезжей части.

5. Разработка мероприятий по борьбе с зимней скользкостью

5.1 Меры борьбы с зимней скользкостью

1. Стекловидный лёд – представляет собой стекловидную, с гладкой поверхностью, прозрачную корочку льда плотностью 0,7…0,9 г/см^3 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/см3. 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 свежевыпавшего снега под воздействием нагрузки от колеса автомобиля и расплавлении частиц снега в результате торможения. Плотность снежных отложений достигает 0,3…0,6 г/см^3. 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^3. 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.

5.1.1 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 колесами 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.

5.1.2 Расчёт потребности противогололёдных материалов для одной обработки покрытия при борьбе с ледообразованием

Потребность материалов, т, рассчитывается по формуле:

$$Q_i^л = q_i * B * L * h_{лi} * \alpha \qquad (12)$$

где q_i – норма распределения реагента при температуре воздуха, равная среднесуточной температуре января, т/км^2;

B – ширина проезжей части с укреплёнными обочинами, км;

L – длина обрабатываемого участка, км;

$h_{лi}$– толщина ледообразования определяется по формуле:

$$h_{лi} = \frac{h_{min} + h_{min}}{2}, \text{мм} \qquad (13)$$

α = 1,03 – коэффициент потерь.

Определите потребность в пескосоляной смеси и рассоле.

5.1.3 Расчёт потребности в реагенте на весь зимний период для борьбы с ледообразованием

Определение потребности в реагенте для борьбы с ледообразованием определяется по формуле:

$$Q_{л}^{общ} = Q_{i}^{л} * n, \quad т \qquad (14)$$

где, n – количество случаев ледообразования;

$$n = \frac{Р_{л} * N}{100} \qquad (15)$$

где, $Р_{л}$ = 25…30 % – процент ледообразования от общего количества случаев N.

Определите потребность пескосоляной смеси и рассола на весь зимний период.

5.1.4 Расчёт расхода реагента для обработки покрытия при снегоотложениях

Расход реагента определяется:

$$Q_{л}^{с} = \frac{q_{i} * B * L * \alpha}{1000} * К_{СП}, \quad т \qquad (16)$$

где, $К_{сп}$ = 0,5…0,6 – коэффициент сплошности обработки покрытия.

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

5.1.5 Расчёт расхода реагента для обработки покрытия при снегоотложениях за весь зимний период

$$Q_{общ}^{с} = Q_{i}^{с} * n_{с}, \quad т \qquad (17)$$

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

$n_{с}$ = N – n.

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

5.1.6 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:

$$Q_{пс} = N * B * L, \quad т \qquad (18)$$

Потребность в рассоле смеси определяется:

$$Q_{пс} = \frac{N * B * L}{K_р}, \quad м^3 \qquad (19)$$

где, N – общая годовая норма расхода реагента на 1000 м^2;

$K_р$ – количество соли в 1 л рассола, определяется по ВСН 20–87 [4, прил. 4].

Все полученные значения заносятся в сводную табл. 10.

Таблица 10

Наименование реагента	Средняя температура января, °С	Количество случаев зимней скользкости	Расход реагента на одну обработку, т		Общая потребность реагента на весь зимний период, т		Общая потребность реагента для борьбы с зимней скользкостью	
			Для лёдообразования	Для отложения снега	Для лёдообразования	Для отложения снега	Для лёдообразования	Для отложения снега
Твердый реагент: пескосоляная смесь								
Рассол								

5.1.7 Расчёт пескосоляной смеси на весь зимний период

$$Q^{лс}_{общ} = \frac{Q^{общ}_{л} + Q^{с}_{общ}}{Р_Х} * 100 \qquad (20)$$

где, $Р_Х$ - процент реагента в пескосоляной смеси (15 – 20 %).

5.2 Определение количества распределителей реагентов

Выбрать тип машины для обработки покрытия противогололёдными материалами [9]. Выписать краткую техническую характеристику автомобиля: ширину посыпки, вместимость кузова, среднюю плотность посыпки, рабочую скорость.

Потребность в механизмах определяется:

$$М_{ТР} = \frac{1{,}03 * L}{t_Д}\left[\frac{q_i * B}{G}\left(t_{погр} + \frac{0{,}5L}{V_x}\right) + \frac{1}{V_р}\right], \quad шт \qquad (21)$$

где, L – длина участка дороги для организации борьбы с зимней скользкостью, км;

$t_Д$ – директивное время, ч;

G – грузоподъёмность автомобиля;

$t_{погр}$ – время погрузки, ч;

V_x – скорость машины без распределения реагента, км/ч;

V_p – скорость движения с распределением реагента, км/ч.

6. 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 обслуживающих дорог.

Базы химических противогололедных 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 гололедных районах – до 2000 м^3, в среднегололёдных районах – до 1000 м^3. 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 приготавливают нужную смесь.

Список использованных источников

1. 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. Корсунскийти 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. Ремонт и содержание автомобильных дорог: Справочная энциклопедия дорожника. Том II / Васильев А.П., Дингес Э.В. и др.; под ред. А.П. Васильева. – М.: Информавтодор, 2004. – 507 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.

ЗИМНЕЕ СОДЕРЖАНИЕ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

Методические указания к выполнению практических работ
для студентов, обучающихся по направлению 270800.62
«Строительство» профиль «Автомобильные дороги»

Составитель: Э.Р. Хафизов

Редактор:

Издательство
Казанского государственного архитектурно-строительного университета

Подписано в печать Формат 60x84/16
Заказ № Печать ризографическая Усл-печ.л. 1,75
Тираж экз. Печать офсетная №1 Уч.-изд.л. 1,75

Отпечатано в полиграфческом секторе

Издательства КГАСУ
420043, Казань, Зеленая, д. 1