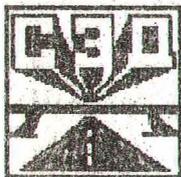


1ba
96541

Министерство образования и науки Республики Беларусь
БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОЛИТЕХНИЧЕСКАЯ
АКАДЕМИЯ

Кафедра "Строительство и эксплуатация дорог"



И.И.Леонович
Л.Р.Мытько

ЗИМНЕЕ СОДЕРЖАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ
Учебно-методическое пособие
для студентов специальности Т.19.03.00 -
"Строительство дорог и транспортных объектов"
специализации Т.19.03.01 -
"Строительство автомобильных дорог и аэродромов"

Минск 1996

159

96541

Министерство образования и науки Республики Беларусь
БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОЛИТЕХНИЧЕСКАЯ
АКАДЕМИЯ

Кафедра "Строительство и эксплуатация дорог"

И.И.Леонович
Л.Р.Мытько

ЗИМНЕЕ СОДЕРЖАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ
Учебно-методическое пособие
для студентов специальности Т.19.03.00 -
"Строительство дорог и транспортных объектов"
специализации Т.19.03.01 -
"Строительство автомобильных дорог и аэродромов"

Рекомендовано Научно-методическим центром учебной книги и средств обучения Министерства образования и науки Республики Беларусь в качестве учебно-методического пособия для студентов специальности "Строительство дорог и транспортных объектов" высших учебных заведений

Минск 1996

Беларусь
Беларусь
Беларусь

УДК 625.768.5

Леонович И.И., Мытько Л.Р. Зимнее содержание автомобильных дорог: Учебно-метод. пособие для студ. спец. Т.19.03.00 - "Строительство дорог и транспортных объектов" специализации Т.19.03.01 - "Строительство автодорог и аэродромов".- Мн.: БГПА, 1996.- 50 с.

В предлагаемом пособии рассмотрены способы уменьшения снеготранспортируемости автомобильных дорог, выявления снеготранспортируемых участков, определения объемов снегоприноса, приведены основные методы защиты дорог от снежных заносов, дан расчет необходимого количества плужных снегоочистителей и распределителей, противогололедных материалов.

Рецензенты:

П.С.Бабарико, В.А.Пастернацкий

2016

© Леонович И. И.,
Мытько Л. Р., 1996

Введение

Зимнее содержание автомобильных дорог занимает центральное место в деятельности дорожных организаций. Оно проводится в зимний период времени, а подготовка к нему и послезимние работы ведутся практически на протяжении всего бесснежного периода. Для того чтобы организовать надежную эксплуатацию дорог в зимний период, надо решать несколько взаимосвязанных и взаимообусловленных задач. В первую очередь необходимо изучить особенности погодно-климатических условий районов дислокации дороги и определить характеристики снежного покрова, снежно-ветрового режима, закономерности изменения температуры атмосферного воздуха, периодичность и причины гололедицы, наличие туманов и др. На действующих автомобильных дорогах целесообразно вести учет особенностей отложения снега в поликетном измерении. В конечном итоге должны быть получены все расчетные характеристики, необходимые для проектирования защитных сооружений и устройств и организации защиты дорог и снежных заносов и гололеда.

Вторая группа вопросов относится к оценке земляного полотна и прилегающего ландшафта с позиций их снегозаносимости, возможности накопления снежных отложений на откосах насыпей и выемок, а также во впадинах местности, то есть отложений, которые не оказывали бы существенного влияния на движение по дороге транспортных потоков. Сравнительный анализ снегоприноса к автомобильной дороге позволяет решать проблему выбора мер защиты дороги или способов ее очистки от снега.

Для защиты дорог от снежных заносов применяются снегозадерживающие полосы, живые изгороди, переносные щиты, траншеи и др. Выбор средств защиты является задачей технико-экономической, и ее надо решать с учетом бонитета притрассовых почв и наличия материалов. И здесь решающую роль может играть объем снегоприноса, установленный с определенной степенью вероятности.

Отложение снега на проезжей части в период снегопада создает дополнительное сопротивление движению, а при значительных снегопадах может привести к полной его парализации. Нормативной литературой установлены сроки расчистки дорог от снежных заносов, а также сроки ликвидации гололедицы. Вот почему для современного производства работ необходимо иметь обоснованное количество снегоочистительных машин и распределителей противогололедных материалов. Должны быть выполнены расчеты по определению производительности машин и потребного их количества, по организации и технологии производства работ. Необходим также расчет потребного количества различных материалов.

Организация зимнего содержания автомобильной дороги имеет значительные подготовительный и заключительный периоды. При разработке организационно-технических мероприятий по зимнему содержанию дорог необходимо четко определить сроки, характер и объемы работ.

Завершающий этап связан с обоснованием экономических, финансовых, административных, социальных и экологических вопросов проекта.

Нижеприведенный материал ставит своей целью сориентировать студентов в вопросах зимнего содержания автомобильных дорог, дать им возможность представить всю совокупность вопросов, которые необходимо решать в проектах зимнего содержания. Однако этот материал не освобождает студентов от использования нормативной, справочной и учебной литературы, в которой всесторонне и глубоко рассмотрены проблемы зимнего содержания дорог. Список этих источников приведен в конце книги.

Пособие предназначено для курсового и дипломного проектирования, а также для выполнения самостоятельных работ.

1. ОБЩАЯ И ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ДИСЛОКАЦИИ ДОРОГИ

По данным метеостанций или на основании справочников и СНиП [1], [2], [3] определяются среднемесячные температуры воздуха, среднемесячное количество твердых осадков, направление и повторяемость ветра в зимний период, даты начала и конца устойчивого снежного покрова, среднее количество гололедиц за зимний период.

На основании этих данных для зимнего периода строят дорожно-климатический график (рис. 1.1) и розу ветров по восьми румбам.

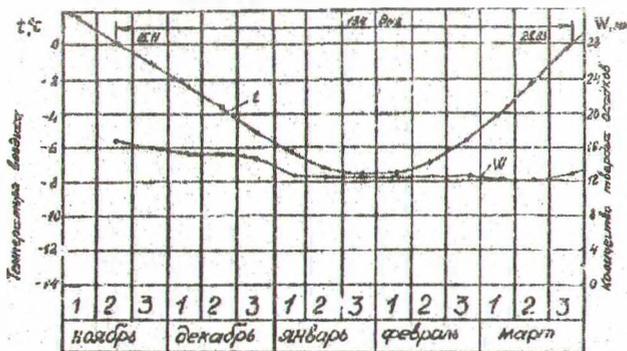


Рис. 1.1. Дорожно-климатический график

По дорожно-климатическому графику определяют продолжительность зимнего периода, направление господствующего ветра.

2. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СПОСОБОВ ОЦЕНКИ СНЕГОЗАНОСИМОСТИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

Главными мерами, обеспечивающими незаносимость земляного полотна, являются подъем насыпи до определенной отметки и придание поперечному профилю дороги (насыпям и неглубоким выемкам) обтекаемого для снеговетрового потока очертания. Возвышение насыпи над расчетным уровнем снежного покрова определяют исходя из двух условий:

повышения скорости снеговетрового потока до значения, обеспечивающего перенос снега через дорожное полотно без образования отложений;

беспрепятственного размещения снега, сбрасываемого с дорожного полотна при очистке [4].

Для соблюдения первого условия высоту насыпи назначают больше высоты снегонезаносимой насыпи, которая определяется по формуле

$$h_n = h_{nz} + \Delta h, \quad (2.1)$$

где h_{nz} — высота незаносимой снегом насыпи, м;

h_n — расчетная высота снежного покрова с вероятностью превышения 5%, м;

Δh — возвышение над снежным покровом, обеспечивающее незаносимость насыпи, м.

Величину Δh принимают по табл. 2.1 в зависимости от категории дороги.

Т а б л и ц а 2.1

Категория дороги	1	2	3	4	5
Ширина земляного полотна	28	15	12	10	8
Δh	1,2	0,7	0,6	0,5	0,4

В районах, где расчетная высота снежного покрова превышает 1 м, необходимо проверять достаточность возвышения бровки насыпи над снежным покровом по условию беспрепятственного размещения снега, сбрасываемого с дороги при снегоочистке, используя формулу

$$\Delta H = 0,375 h_{\text{п}} \frac{b}{a}, \quad (2.2)$$

где ΔH – возвышение бровки насыпи над расчетным уровнем снегового покрова по условиям снегоочистки, м;

$h_{\text{п}}$ – расчетная высота снежного покрова с вероятностью превышения 5%, м;

b – ширина земляного полотна, м;

a – расстояние отбрасывания снега с дороги снегоочистителями, м.

Для дорог с регулярным режимом зимнего содержания допускается принимать $a = 8$ м.

В дальнейших расчетах при определении высоты незаносимой насыпи принимают большее значение (Δh или ΔH).

Уменьшить или предотвратить снегозаносимость выемок за счет элементов поперечного профиля дорог возможно путем:

разделки невысоких насыпей, нулевых мест и выемок глубиной до 2 м под насыпь, высота которой должна быть не менее высоты снежного покрова в данном регионе ($h_{\text{п}}$), или под снегозаносимую насыпь;

уположения откосов выемок глубиной более 2 м от 1:1,5 до 1:3;

устройства дополнительных аккумуляционных полок.

При этом за счет элементов поперечного профиля дорог необходимо обеспечить задержание объема снегоприноса, который находится в пределах от 8 до 18 м³/м, как минимум за одну метель.

Элементы поперечного профиля земляного полотна при разделке невысоких насыпей, нулевых мест и выемок приведены на рис. 2.1. При этом пологие откосы выемок используют для выращивания сельскохозяйственных культур.

Снегосборность откоса выемок рассчитывают по формуле

$$W = \kappa \cdot h_{\text{в}}^2, \quad (2.3)$$

где W – снегосборность откоса выемок, м³/м;

κ – при заложении откосов 1 : 1,5 $\kappa = 0,65$ и при 1 : 3,0 $\kappa = 1,02$;

$h_{\text{в}}$ – глубина выемки, м.

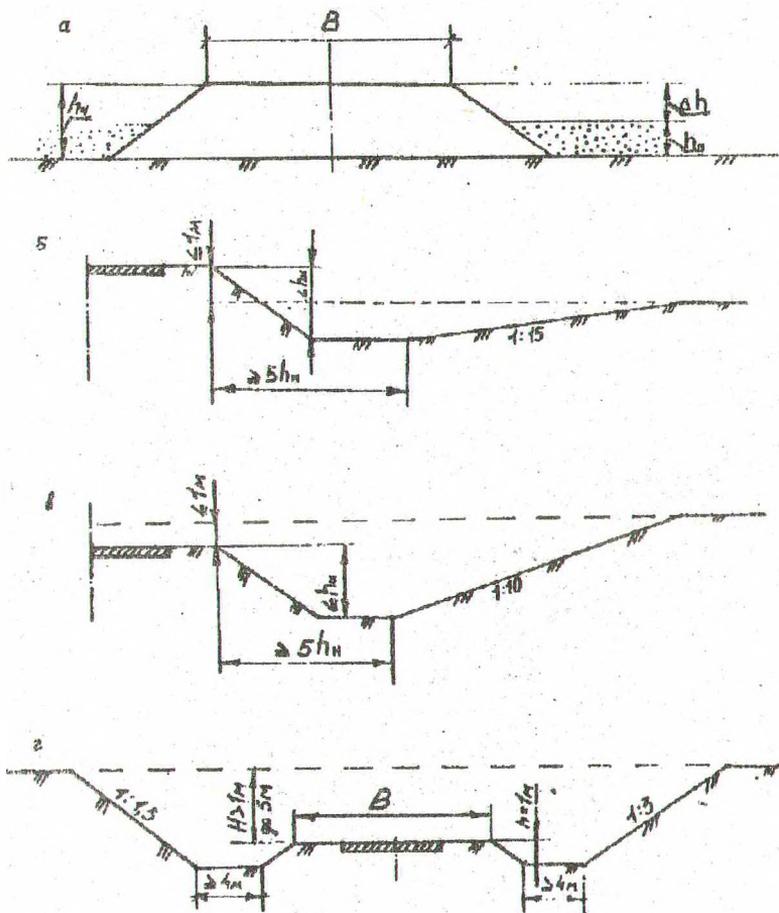


Рис. 2.1. Элементы поперечного профиля дорог по условиям снегонезависимости:

- а - для насыпи;
- б - при разделке невысоких насыпей и нулевых мест;
- в - при разделке неглубоких выемок;
- г - при разделке выемок глубиной от 1 до 5 м

При проектировании дополнительных аккумуляционных полок их ширину устанавливают по номограмме, приведенной на рис. 2.2, исходя из глубины выемок и объема снегоприноса.

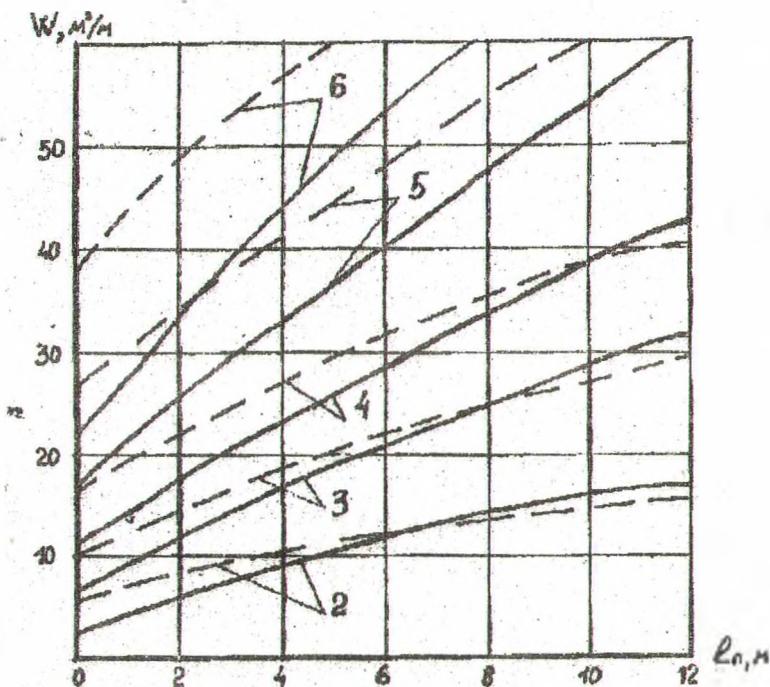


Рис. 2.2. Номограмма для определения снегосборности откоса выемок в зависимости от ширины дополнительных полок l_n и глубины выемок (указана на прямых):
 ———— — заложение откосов выемок 1:1,5;
 - - - - - заложение откосов выемок 1:3,0

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ СНЕГОПРИНОСА

Для планирования работ по зимнему содержанию автомобильных дорог необходимо знать объем снегоприноса, т.е. количество снега, приносимого метелями к дороге в единицу времени (в течение зимы). Объем снегоприноса измеряют в м^3 на 1 м протяжения дороги.

Суммарный объем снегоприноса включает поступления снега к обоим сторонам дороги в течение зимы в результате складывающегося снежно-метелевого режима.

Снегопринос к одной стороне дороги можно определить по формуле [5]

$$Q = \frac{2,9 \cdot 10^{-4}}{\rho_c} \sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^M (U_{\phi i} - 5)^3 \sin a_k \cdot t, \text{ м}^3/\text{м}, \quad (3.1)$$

где N – число метелей в течение зимы;

M – число случаев изменения направлений, с которых дули ветры в каждую метель;

$U_{\phi i}$ – скорость ветра по флюгеру во время метели, м/с;

a_k – углы между направлением ветра и дорогой во время метелей;

t – продолжительность метелей;

ρ_c – плотность снега в отложениях у дороги, $\text{т}/\text{м}^3$.

Для всех ветров определенного румба принимается один угол a_k , средний для данного румба. Ветры скоростью менее 8 м/с, а также ветры, составляющие с осью дороги угол менее 30 градусов, и ветры при положительных температурах не учитывают.

Данные по ветровому режиму берут на ближайшей метеорологической станции за последние 10 лет.

В случае явно выраженного одного господствующего направления метелей расчет упрощается.

Объем снегоприноса может быть определен по формуле

$$Q = \frac{b \sin a_k}{\rho_c (1/L + 1/L_2)} W_a, \quad (3.2)$$

где b – коэффициент сдувания твердых осадков в бассейне, характеризующий ту их часть, которая подносится метелью к дороге, $b = 0,5$;

L – путь, который проходит метель от границы бассейна до дороги, $L = 0,1 \dots 1,5$ км;

W_a – общее число твердых осадков за зиму, мм;

ρ_c – плотность снега, $\rho = 0,4 \text{ т/м}^3$;

L_3 – предельная дальность снегопереноса, принимаемая по табл. 3.1 в зависимости от V_{cp} , км.

Таблица 3.1

V_{cp} , м/с	7	9	11	13	15	20
L_3 , км	0,7	1,4	2,0	2,7	3,3	4,7

Зная величину снегоприноса по румбу господствующего ветра и значения повторяемости ветра, находят объемы снегоприноса по остальным румбам:

$$Q_i = \frac{Q_r P_i}{P_r}, \quad (3.3)$$

где Q_i – снегопринос по отдельным румбам, $\text{м}^3/\text{м}$;

Q_r – снегопринос от господствующего ветра, $\text{м}^3/\text{м}$;

P_i – повторяемость ветра по отдельным румбам, %;

P_r – повторяемость господствующего ветра, %.

Для определения снегоприноса к дороге за зиму с каждой стороны накладывают розу ветров (розу метелей) на направление оси рассматриваемого участка дороги, т.е. румб участка дороги совмещают с таким же румбом розы ветров (метелей) (рис. 3.1).

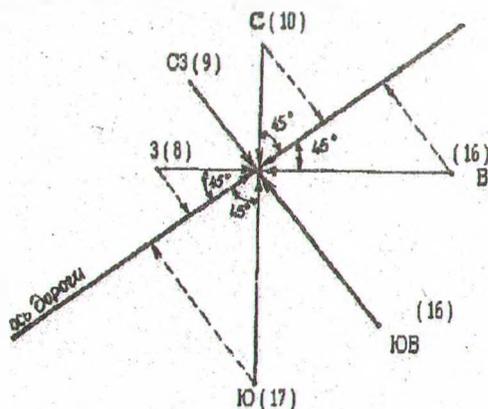


Рис. 3.1. Схема определения суммарных снегоприносов

Поскольку часть румбч розы метелей расположены с правой стороны оси участка дороги, а часть - с левой, снегопринос определяют для каждой стороны по формулам

$$Q_{л} = \sum Q_{лi} \cdot \sin a_i, \quad (3.4)$$

$$Q_{пр} = \sum Q_{прi} \cdot \sin a_i, \quad (3.5)$$

где $Q_{л}, Q_{пр}$ – соответственно снегоприносы с левой и правой стороны;

$Q_{лi}, Q_{прi}$ – соответственно снегоприносы по соответствующим румбам с левой и правой стороны, $м^3/м$;

a_i – угол между рассматриваемым румбом ветра и осью дороги, град.

Все снегоприносы по румбам справа и слева приводят к одному снегоприносу, направленному перпендикулярно к оси дороги. Такие снегоприносы принимают за расчетные.

Территория Республики Беларусь разделена на четыре района, различающиеся по условиям снегоборьбы на дорогах (рис. 3.2) [6].

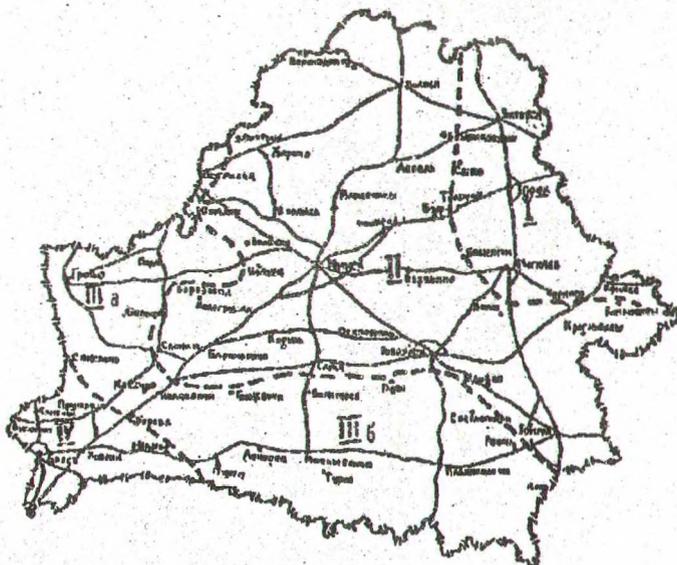


Рис. 3.2. Районирование территории Республики Беларусь по условиям снегоборьбы на автомобильных дорогах:

I-IV - районы по условиям снегоборьбы;

----- границы районов;

————— дороги общегосударственного значения.

Для выделенных районов максимальные объемы снегоприноса (Q_{\max}) за зимний период к различным сторонам дорог приведены в табл. 3.2 [8].

Таблица 3.2

Районы снегозаносимости дорог		Максимальные объемы снегоприноса Q_{\max} к сторонам дорог, м ³ /м							
обозначение	часть территории Беларуси	северной	северовосточной	восточной	юговосточной	южной	югозападной	западной	северозападной
I	Северовосточная	90	120	150	135	120	105	90	75
II	Центральная	70	80	100	100	90	70	70	60
IIIa	Западная	70	70	75	70	55	55	60	60
IIIб	Южная	45	55	75	70	55	45	45	45
IV	Югозападная	40	45	50	45	35	35	40	40

При решении вопросов уменьшения снегозаносимости дорог за счет элементов поперечного профиля земляного полотна или путем устройства временных средств снегозащиты необходимо руководствоваться в первую очередь средними объемами снегоприноса за зимний период (Q_{cp}), а затем объемами снегоприноса за одну метель Q_m , которые приведены в табл. 3.3 [8].

Объемы снегоприноса, приведенные в табл. 3.1 и 3.2, наблюдаются при ширине примыкающих снегосборных бассейнов 1,5 км и более. При меньшей ширине снегосборных бассейнов данные табл. 3.1 и 3.2 необходимо умножать на коэффициенты редукции (K_p), приведенные в табл. 3.4 [8].

Под снегосборным бассейном понимают свободную от различных препятствий территорию (пашня, луг, пастбище, водоем и т.д.), непосредственно примыкающую к каждой из сторон дороги.

Таким образом, для определения объемов снегоприноса необходимо определить район расположения дороги, румб направления дороги, ширину и ориентацию примыкающих снегосборных бассейнов.

Таблица 3.3

Район снегоза-носимости дорог		Средние объемы снегоприноса, Q_{cp} за зиму к сторонам дорог, м ³ /м								Объемы снегоприноса за одну метель (Q_m) 5%-й обеспеченности, м ³ /м
обозначение	часть территории Беларуси	северной	северо-восточной	восточной	юго-восточной	южной	юго-западной	западной	северо-западной	
I	Северовосточная	38	51	64	58	51	45	38	32	18
II	Центральная	30	35	44	44	39	30	30	27	12
IIIа	Западная	28	28	31	28	22	22	25	25	10
IIIб	Южная	24	28	40	36	28	24	24	24	11
IV	Юго-западная	19	19	21	19	15	15	17	17	8

Таблица 3.4

Ширина снегоборного бассейна, км	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,9	1,2	1,5
Коэффициент редукации, K_p	0,22	0,40	0,60	0,73	0,78	0,82	0,88	0,94	1,00

Ширину, ориентацию и рельеф снегоборных бассейнов определяют по плану дороги, топографическим и почвенным картам и уточняют при натурном обследовании. При отсутствии проектных и картографических материалов ширину бассейнов до 0,6 км определяют промером, а далее - до 1,5 км - визуально.

Вычисленный объем снегоприноса уменьшают на величину снегоборности кустарниковых зарослей, расположенных в снегоборном бассейне, которую рассчитывают по формуле

$$Q_k = 0,5 S h_k, \text{ м}^3/\text{м}, \quad (3.6)$$

где Q_k - объем снега, задерживаемого кустарником, м³/м;

S - ширина полосы, заросшей кустарником, м;

h_k - средняя высота кустарника, м.

4. ОЦЕНКА СНЕГОЗАНОСИМОСТИ ДОРОГИ И ВЫЯВЛЕНИЕ СНЕГОЗАНОСИМЫХ УЧАСТКОВ

Дорожная служба обязана в процессе эксплуатации дороги выявлять снегозаносимые участки, устанавливать причины снежных заносов, разрабатывать и осуществлять мероприятия, уменьшающие или полностью устраняющие заносимость.

Оценка снегозаносимости дороги осуществляется по данным исходной информации. На дорогах, проходящих по открытой местности, участки, подлежащие ограждению, определяют с учетом признаков заносимости, указанных в табл. 4.1 [7, 8].

Таблица 4.1

Категория заносимости участков	Краткая характеристика участка	Очередность ограждения
Сильно-заносимые (I)	Выемки, снегоемкость подветренного откоса которых меньше объема снегоприноса за одну метель Q_m . Все выемки на кривых.	Ограждаются в первую очередь
Средне-заносимые (II)	Выемки, снегоемкость подветренного откоса которых больше Q_m , но меньше средних объемов снегоприноса $Q_{ср}$. Полувыемки-полунасыпи. Нулевые места и невысокие насыпи ниже h_n . Пересечения в разных уровнях.	Ограждаются во вторую очередь
Слабо-заносимые (III)	Насыпи высотой от h_n до h_n . Пересечения в одном уровне. Насыпи с барьерами безопасности. Выемки с дополнительными полками или без них, снегоемкость подветренного откоса которых больше $Q_{ср}$, но меньше максимального объема снегоприноса Q_{max} .	Ограждаются в третью очередь
Незаносимые (IV)	Насыпи, высота которых равна или больше h_n , не имеющие барьерных ограждений. Глубокие выемки, снегоемкость подветренного откоса которых равна или больше Q_{max} . Участки дорог, проложенных через сплошные лесные массивы.	Не ограждаются

Зная объемы снегоприноса за одну метель Q_m , средние объемы снегоприноса Q_{cp} и максимальные объемы снегоприноса Q_{max} , определяют минимальные значения глубины незаносимых выемок:

$$\begin{aligned} h_a^m &= \sqrt{(Q_m / K)} ; \\ h_a^{cp} &= \sqrt{(Q_{cp} / K)} ; \\ h_a^{max} &= \sqrt{(Q_{max} / K)} , \end{aligned} \quad (4.1)$$

где h_a^m , h_a^{cp} , h_a^{max} – соответственно минимальные значения глубины незаносимых выемок при объемах снегоприноса Q_m , Q_{cp} , Q_{max} ;

K - коэффициент, зависящий от заложения откосов выемки, при 1 : 1,5 $K = 0,65$, при 1 : 3 $K = 1,02$.

Анализируя сокращенный продольный профиль (рис. 4.1), с учетом данных, приведенных в табл. 4.1, определяют категорию заносимых участков. Местоположение снеготаносимых участков записывают в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Характеристика снеготаносимых участков автомобильной дороги

№ п/п	Местоположение снеготаносимого участка, км+. . .				Категория снеготаносимости земполотна		Ширина снеготаносимого бассейна, км	Объем снегоприноса, м ³ /м			Примечание
	сторона дороги	начало	окончание	протяженность, м	насыпь	выемка		Q_m	Q_{cp}	Q_{max}	
1	правая	2+000	2+630	630	III	-	0,9	8	19	40	Высота насыпи в пределах от $h_{г1}$ до $h_{г2}$, $h_a < h_a^m$
2	левая	2+800	2+875	75	-	I	1,5	8	15	35	

Всего:

правая сторона

левая сторона

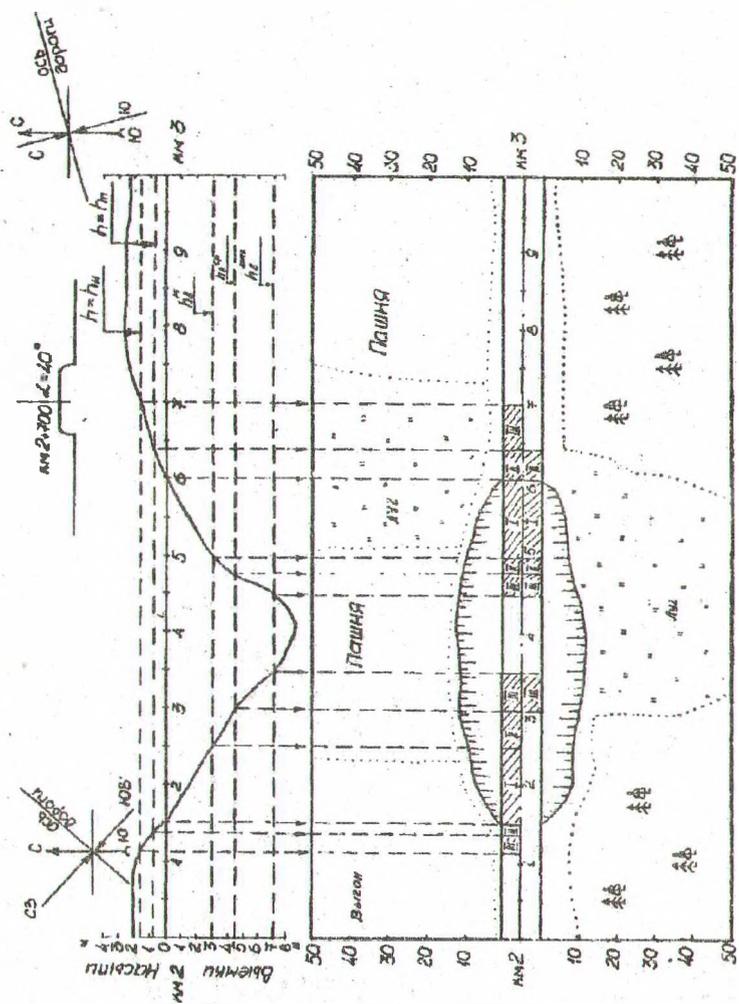


Рис. 4.1. Схема определения заносимых участков

5. ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБОВ ЗАЩИТЫ ДОРОГ ОТ СНЕЖНЫХ ЗАНОСОВ

Защита дорог от снежных заносов производится на снегозаносимых участках с целью предупреждения образования снегоотложений на проезжей части автомобильных дорог.

Защита дорог осуществляется с помощью снегозащитных устройств, размещенных на прилегающих к дороге землях. Снегозащитные устройства могут быть постоянные или временные. К постоянным относят средства защиты, которые устраивают при строительстве или ремонте дороги на весь срок службы. К ним относят снегозащитные насаждения, аккумуляционные полки в выемках, снегозадерживающие устройства.

Средства защиты, которые ежегодно устраивают в конце осени или в начале зимы, называют временными. К временным средствам защиты относят переносные щиты, полимерные сетки и ленты, снежные валы и траншеи и др.

5.1. Защита дорог от снежных заносов с помощью снегозащитных насаждений

Снегозащитные лесонасаждения - наиболее надежный, экономичный и долговечный вид постоянной снегозащиты.

При небольших объемах снегоприноса применяют живые изгороди. Они представляют собой одно- или двухрядные густые посадки из ели высотой 2-4 м. Изгороди создают на расстоянии не менее 10-и высот деревьев от бровки земляного полотна.

Снегоемкость однорядных живых изгородей определяют по формуле

$$W_{ж.и} = 7H^2, \text{ м}^3/\text{м}, \quad (5.1)$$

где H - высота деревьев, м.

Число рядов живой изгороди можно определить по формуле

$$n = Q_{\max} / W_{ж.и}, \quad (5.2)$$

где Q_{\max} - максимальный объем снегоприноса, $\text{м}^3/\text{м}$.

Снегоемкость двухрядных изгородей увеличивается за счет накопления снега между рядами.

$$W_{ж.и} = 7H^2 \cdot 0,8NB, \quad (5.3)$$

где B – расстояние между рядами деревьев, м.

Надежность снегозащитных сооружений определяют по формуле

$$N = \frac{W}{Q_{\max}} 100\% , \quad (5.4)$$

где W – снегоемкость сооружения, $\text{м}^3/\text{м}$;

Q_{\max} – максимальный объем снегоприноса, $\text{м}^3/\text{м}$.

При $N > 100\%$ участок дороги гарантирован от образования снежных заносов.

При недостаточной снегоемкости снегозащитные полосы усиливают путем посадки дополнительных рядов со стороны поля. Расчет ширины полосы усиления для еловых изгородей производят по следующей схеме.

Определяют дополнительный объем снега ΔQ , который необходимо задержать.

Этот объем будет равен разнице между максимальным объемом снегоприноса и расчетной снегоемкостью изгороди, т.е.

$$\Delta Q = Q_{\max} - W_{\text{ж.и}} . \quad (5.5)$$

Дополнительный объем снега должен отложиться в пространстве между кулисами.

Расстояние между кулисами определяют по формуле

$$L_1 = \Delta Q / 0,8 H . \quad (5.6)$$

Общая ширина полос усиления, необходимая для размещения дополнительной кулисы, будет равна

$$L = L_1 + L_2 + L_3 , \quad (5.7)$$

где L_2 – ширина между деревьями дополнительной кулисы, $L_2 = 3\text{м}$;

L_3 – ширина закраек, $L_3 = 1,5$.

Если грунтовые условия неблагоприятны для еловых пород, то защиту предусматривают путем посадки лиственных снегозащитных полос.

Снегозащитная лесная полоса состоит из нескольких рядов деревьев и кустарника. Лесные полосы формируют из нескольких групп растений (рис. 5.1).

Требуемую ширину лесополос вычисляют по формуле

$$L_{\text{п}} = Q_{\text{max}} / h_{\text{ср}} - 8h_{\text{ср}}, \quad (5.8)$$

где Q_{max} — максимальный объем снегоприноса, м³/м;

$h_{\text{ср}}$ — средняя высота снегоотложений в полосе, равная 2,5... 3 м.

Необходимое удаление полосы от бровки земляного полотна определяют по формуле

$$l = 20 + 0,25 Q_{\text{max}}. \quad (5.9)$$

Полученные по расчету значения ширины снегозащитных полос и удаления полос от бровки земляного полотна сравнивают с типовыми схемами снегозащитных насаждений (рис. 5.1).

Живые изгороди создают из деревьев одной породы. В еловые изгороди через каждые 100-200 м следует включать перемычки длиной не менее 10 м из лиственных пород в противопожарных целях.

Однорядные насаждения из ели проектируют на глинистых и суглинистых почвах, двухрядные — на супесчаных, двухрядные из можжевельника — на супесчаных и песчаных почвах. Расстояние между деревьями в ряду принимают равным 1 м.

Для обеспечения надежной защиты дорог обязательно должно быть не менее двух рядов кустарника лиственных пород.

Длину снегозадерживающих насаждений принимают на 50 м больше снегозаносимых участков.

Анализируя каждый снегозаносимый участок дороги, определяют максимальные снегоприносы справа и слева от дороги, ширину лесопосадок и необходимое удаление лесопосадок от бровки земляного полотна. Все расчеты сводят в ведомость (табл. 5.1).

На основании данных, внесенных в ведомость, строят линейный график проектируемых снегозадерживающих насаждений в масштабе 1:5000 по горизонтали и 1:1000 по вертикали (рис. 5.2).

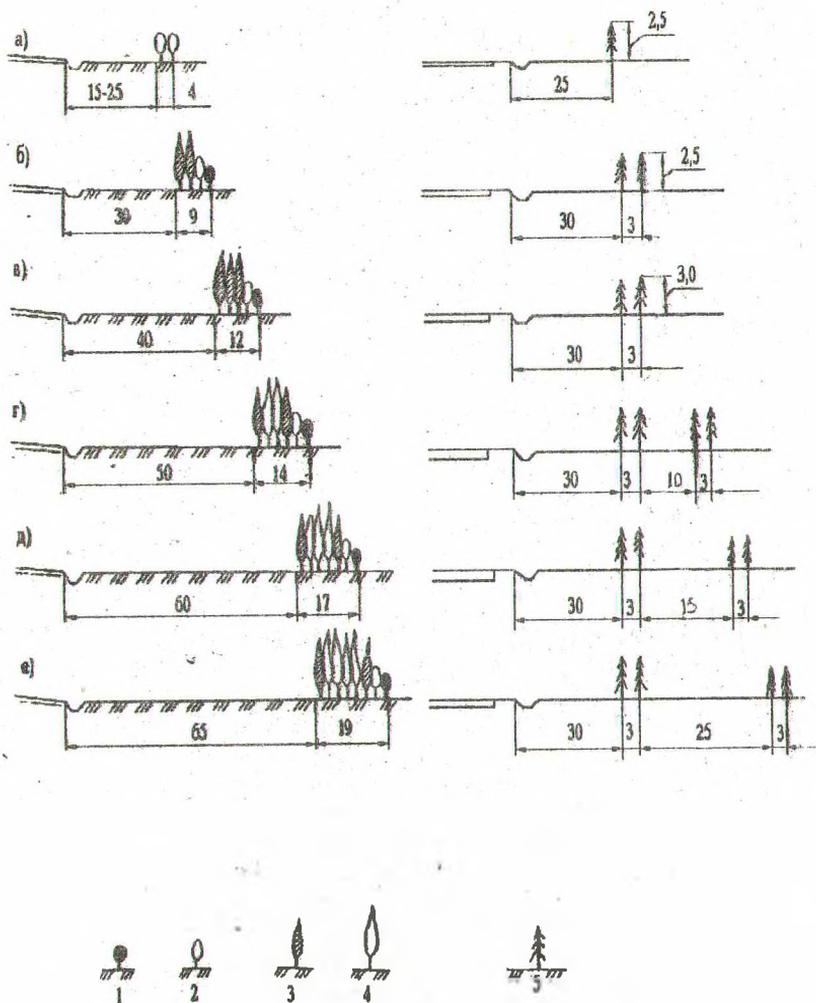
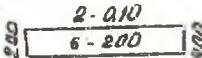


Рис. 5.1. Типовые схемы снегозащитных насаждений автомобильных дорог:
 а - при объеме снеготранспорта до $25 \text{ м}^3/\text{м}$; б - до $50 \text{ м}^3/\text{м}$; в - до $75 \text{ м}^3/\text{м}$;
 г - до $100 \text{ м}^3/\text{м}$; д - до $125 \text{ м}^3/\text{м}$; е - до $150 \text{ м}^3/\text{м}$;
 1 - кустарники низкие; 2 - кустарники высокие;
 3 - деревья низкокронные; 4 - деревья высококронные;
 5 - еловые насаждения

Условные обозначения к рис. 5.2

-  - не заносимые снегом участки дорог;
 -  - заносимые снегом участки дорог;
 -  - проектируемые насаждения из лиственных пород;
 -  - насаждения из хвойных и лиственных пород;
 -  - двухрядная живая изгородь;
-
-  200 - начало посадок;
- 2 - номер участка;
 - 0,10 - площадь участка, га;
 - 6 - ширина полосы, м;
 - 200 - протяженность участка, м;
 - 1, 11 - категория снегозаносимости дороги;
 - Н - 0,5 - насыпь высотой 0,5 м;
 - В - 1,0 - выемки глубиной 1,0 м;
-  - существующая декоративная посадка;
 -  - решетчатые щиты;
 -  - снежные траншеи

Характеристика снегозадерживающих насаждений
на а/д.....

№ п/п	Местоположение участка				Рас- стоя- ние от бровки земпо- лупа, м	Кולי- чест- во рядов	Глав- ные дре- вес- ные и куст- тар- нико- вые поро- ды	Схе- ма разме- щения поса- доч- ных мест	Потреб- ность в поса- доч- ном мате- риале, тыс. шт.	Пло- щадь, зани- мае- мая под посад- ки, га	При- меча- ние
	сто- рона а/д	нача- ло	окон- чание	про- тя- жен- ность, м							

Всего:

левая сторона

правая сторона

Учитывая, что снегозадерживающие насаждения вступают в работу через 5-6 лет, снегозаносимые участки следует оснастить на этот период временными снегозадерживающими устройствами - переносными щитами и снежными траншеями.

5.2. Защита дорог от снежных заносов с помощью переносных щитов

Наиболее часто для защиты дорог от снежных заносов используют переносные щиты. Они могут применяться в качестве самостоятельного средства защиты от снежных заносов и как средство усиления посадок. Переносные щиты применяются и на участках, где снегозащитные насаждения еще не вступили в работу.

Применяются четыре типа щитов, конструктивные данные которых приведены на рис. 5.3. Чаще всего в условиях Беларуси применяют щиты 3-го и 4-го типа.

Снегоемкость однорядных решетчатых щитов определяют по формуле

$$W_{щ} = 9H^2, \text{ м}^3/\text{м}, \quad (5.10)$$

а многорядных - по формуле

$$W_{щ} = K_p (n - 1) nL + 9H^2, \quad (5.11)$$

где H – высота щита, м;

K_p – коэффициент заполнения снегом пространства между рядами,
 $K_p = 0,6 \dots 0,8$;

n – число рядов щитов;

L – расстояние между рядами, м, $L = 20 \dots 30 H$.

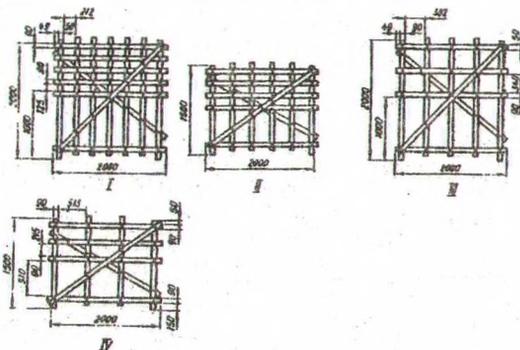


Рис. 5.3. Конструкции переносных щитов
(толщина вертикальной щитопанки 16 мм, горизонтальной - 12-13 мм)

Ближайший ряд щитов должен быть расположен на расстоянии 15... 20 H от земляного полотна.

Эффективность работы щитов зависит не только от их конструкции, но и от способа установки. Щиты обычно устанавливают сплошной линией параллельно оси дороги, привязывая их к кольям. Колья диаметром 6-8 см и длиной 2,5-3,5 м вбивают (закапывают) на глубину 0,5 м. Расстояние между кольями - 1,9 м. При недостатке щитов можно ставить щитовые линии с разрывом в один щит через каждые 3-4 щита. Перестановку на вершину снежного вала или подъем щитов по кольям производят, когда высота снежного вала достигает 2/3 высоты щита.

При перестановке щиты снимают и устанавливают на некотором расстоянии в сторону поля (рис. 5.4).

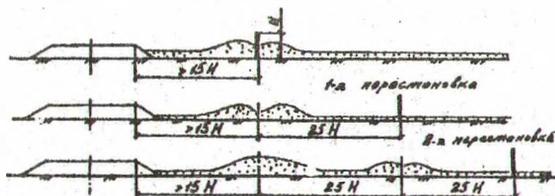


Рис. 5.4. Перестановка щитов

По окончании зимы щиты и кольца собирают и складывают в полосу отвода.

При расчете временных снегозащитных устройств принимают средние объемы снегоприноса.

Сравнивая объем снегоприноса слева и справа от дороги и снегоемкость щитовой защиты, определяют необходимое число рядов щитов, которые необходимо установить параллельно дороге по обеим ее сторонам. Данные расчета сводят в ведомость (табл. 5.2).

Таблица 5.2

Ведомость установки переносных щитов
на а/д.

№ п/п	Местоположение участка				Расстояние от щитов до бровки земли, м	Объем снегоприноса, м ³ /м	Тип щитов	Число рядов щитов	Количество щитов, шт.	Кол-во колец, шт.	Примечание
	сторона а/д	начало	окончание	протяженность, м							

Всего слева:
Всего справа:
Итого:

Если средний объем снегоприноса окажется больше снегоемкости щитовой защиты, то следует применять комбинированную защиту, то есть использовать для защиты дорог от снежных заносов переносные щиты и снежные траншеи (рис. 5.5).

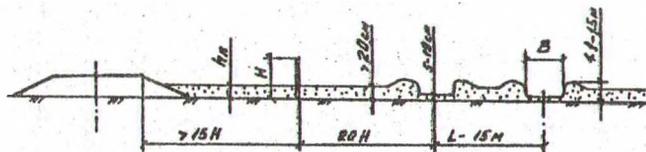


Рис. 5.5. Устройство комбинированной защиты

Дополнительный объем снега ΔQ , который следует задержать, определяют по формуле

$$\Delta Q = Q_{cp} - W_{щ}, \quad (5.12)$$

где W_{cp} – средний объем снегоприноса, $\text{м}^3/\text{ч}$;
 $W_{щ}$ – снегоемкость щитовой защиты.

Места установки щитов обозначают на рис. 5.2.

Для защиты дороги от дополнительного снегоприноса необходимо использовать снежные траншеи.

5.3. Защита дорог от снежных заносов с применением снежных траншей

Снежные траншеи применяют как самостоятельное средство защиты на слабозаносимых участках дороги или в сочетании с другими средствами защиты.

Снежные траншеи следует устраивать при толщине снежного покрова более 20 см последовательными проходами бульдозера параллельно дороге. Ближайшую к дороге траншею располагают не ближе 30 м и не далее 100 м от бровки земляного полотна.

После заполнения траншеи снегом до половины ее глубины производится прочистка проходом бульдозера по старому следу. Траншеи прочищают до тех пор, пока толщина снегоотложений в них не достигнет 1-1,5 м. Новые траншеи закладывают с полевой стороны на расстоянии 12-15 м от первоначальных траншей.

Объем снега, задерживаемый одной траншеей, определяют по формуле

$$W_T = 10h_n^2 + 2Bh_n, \quad (5.13)$$

где h_n – толщина снежного покрова, м;
 B – ширина траншеи, м.

Снегоемкость многорядных траншей определяют по формуле

$$W_{T.M} = 0,5 (B h_n + L \sqrt{B h_n}),$$

где L – расстояние между траншеями ($L = 10 \dots 15$ м).

Необходимое число траншей для защиты дорог от заносов определяют по формуле

$$n = Q_{cp} / W_{T.M}. \quad (5.14)$$

Дальнейшие расчеты по определению числа траншей слева и справа от дороги заносят в табл. 5.3 и обозначают на рис. 5.2.

Необходимое количество бульдозеров для прокладки траншей может быть определено по формуле

$$N_6 = (L \cdot n \cdot P_n) / (V_p \cdot K_i \cdot t_0), \quad (5.15)$$

где L – длина участков, на которых прокладывают траншеи, км;
 n – число одновременно прокладываемых траншей, не менее трех;
 P_n – количество проходов бульдозера по одной и той же траншее;
 V_p – рабочая скорость бульдозера, $V_p = 5 \dots 10$ км/ч;
 K_i – коэффициент использования бульдозера во времени, $K_i = 0,7$;
 t_0 – возможное время работы по прокладке траншей в течение промежутка между метелями. Принимают: для I-й и II-й зоны – 48 часов; для III-й и IV-й зоны – 72 часа.

Т а б л и ц а 5.3

Ведомость
 размещения снежных траншей
 на а/д.

№ п/п	Местоположение участка				Расстояние от бровки земполотна, м	Объем снегоприноса, м ³ /м	Число рядов траншей	Общая длина траншей, км	Примечание
	сторона а/д	начало	окончание	протяженность, м					

Всего:
 слева
 справа

6. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ И ЛИКВИДАЦИИ ЗИМНЕЙ СКОЛЬЗКОСТИ

Основным требованием при проведении работ по предупреждению и ликвидации зимней скользкости является своевременное и качественное распределение противогололедных материалов с соблюдением норм и сроков очистки.

Технология работ по предупреждению зимней скользкости предусматривает проведение следующих операций:

профилактическая обработка покрытий до начала снегопада или образования гололедицы;

распределение гололедных материалов во время снегопада или после образования гололедицы и снежно-ледяного наката;

очистка покрытий от снега и снежно-ледяных отложений.

К профилактической обработке покрытий приступают в первую очередь на особо аварийных участках сразу же после получения сообщения от метеорологической службы о возможности образования гололеда на дороге, выпадения снега или начала метелей.

К аварийным участкам относят: подъемы и спуски с большими уклонами, в пределах населенных пунктов, на кривых малого радиуса, на участках с необеспеченной видимостью, в пределах автобусных остановок, на пересечениях в одном уровне, на искусственных сооружениях и подходах к ним и другие участки, где может потребоваться экстренное торможение. При профилактической обработке покрытий может быть полностью исключено образование зимней скользкости.

Для каждой дороги должны быть установлены директивные сроки обработки покрытия противогололедными материалами (табл. 6.1).

В местах, где зимняя скользкость не ликвидирована в директивные сроки, дорожно-эксплуатационная служба по согласованию с ГАИ должна установить дорожные знаки "Скользкая дорога", "Ограничение скорости движения".

Как правило, обледенение покрытий происходит при температуре воздуха от $+3$ до -5 °С и относительной влажности воздуха более 70%.

Трудоемкость работ по борьбе с зимней скользкостью зависит от частоты, интенсивности и продолжительности снегопадов, метелей и обледенений дорог. С учетом этих факторов на территории Республики Беларусь выделены четыре района, различные по условиям борьбы с зимней скользкостью (рис. 6.1).

Основным химическим реагентом для предупреждения образования и ликвидации зимней скользкости в условиях Беларуси являются галитовые отходы Солигорских калийных комбинатов. Галитовые отходы содержат: 91% хлористого натрия, 4,5% хлористого калия, 1,2% сернистого кальция, 0,3% хлористого магния и 4-6% механических примесей.

Галитовые отходы, поступающие в отвал, имеют влажность 8-12% и могут слеживаться и смерзаться.

Для предотвращения слеживаемости галитовые отходы смешиваются с песком в соотношении от 1:1 до 1:4.

Галитовые отходы можно применять при температуре воздуха до -15 °С.

При температуре ниже -15 °С применяют фрикционные материалы с содержанием 3-5% галитовых отходов.

Для уменьшения коррозии металлов автомобилей в твердые и жидкие хлориды добавляют ингибиторы.

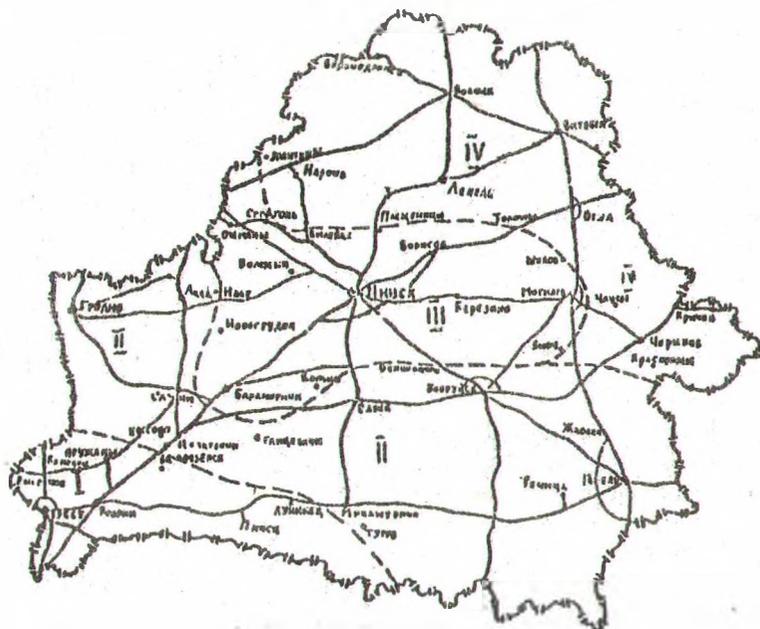


Рис. 6.1. Районирование Беларуси по условиям борьбы с гололедницей на автомобильных дорогах:
 I-IV – районы по условиям борьбы с гололедницей;
 - - - границы районов;
 — — — дороги общегосударственного значения

Расчет потребности в галитовых отходах производят по формуле

$$M = q \cdot b \cdot n_{п} \cdot L, \quad (6.1)$$

где M – потребность в галитовых отходах на зимний период, т;
 q – расчетная норма распределения галитовых отходов, т/1000 м²;
 b – ширина распределения противогололедных материалов, м; принимается равной 7 м для дорог с двухполосным движением;
 $n_{п}$ – количество посыпок за зимний период;
 L – протяженность обслуживаемого участка дороги, км.

Нормы распределения галитовых отходов рассчитывают по формуле

$$q = 0,008 \cdot T \cdot h \cdot \rho, \quad (6.2)$$

где T – средняя температура воздуха за зимний период, °С (табл. 6.1), при гололедице $T = -5$ °С;

h – высота снежно-ледяных отложений, мм;

ρ – плотность снежно-ледяных отложений, г/см³; для рыхлого снега $\rho = 0,2$ г/см³, для снежно-ледяного наката $\rho = 0,6$ г/см³, при гололедице $\rho = 0,8$ г/см³.

Количество посыпок за зимний период рассчитывают по формуле

$$n_{\text{п}} = n_{\text{г}} + n_{\text{с}} \cdot \frac{t_{\text{с}}}{t_{\text{дир}}}, \quad (6.3)$$

где $n_{\text{г}}$ – число случаев гололеда (табл. 6.1);

n – число случаев снегопадов;

$t_{\text{с}}$ – продолжительность снегопадов;

$t_{\text{дир}}$ – директивное время, в течение которого необходимо ликвидировать зимнюю скользкость, ч.

Таблица 6.1

Район	Часть территории Республики Беларусь	$n_{\text{г}}$	$n_{\text{с}}$	$t_{\text{с}}$	T	h
I	Юго-западная	15	30	6	-7	0,7
II	Южная, западная	20	35	6	-8	0,9
III	Центральная	25	40	6	-9	1,3
IV	Восточная и северная	20	40	5	-10	1,1

При образовании гололедицы борьбу с ней необходимо вести, посыпая дорогу смесью отходов с фрикционными материалами, содержание которых должно быть не менее 30%. Нормы расхода смеси рассчитывают по формуле

$$q_{\text{см}} = \frac{100 \cdot q}{p_{\text{г}}}, \quad (6.4)$$

где $q_{\text{см}}$ – требуемая норма расхода смеси галитовых отходов с фрикционными материалами, г/м² или т/1000 м²;

q – норма расхода чистых хлоридов, г/м² или т/1000 м²;

$p_{\text{г}}$ – содержание галитовых отходов в приготовленной смеси, %.

При минимальной плотности посыпки 100 г/м^2 для распределения 20 г/м^2 галитовых отходов необходимо приготовить смесь галитовых отходов с песком в соотношении 1:4, а для распределения 30 г/м^2 необходимо приготовить смесь в соотношении 1:2. Для распределения 50 г/м^2 необходимо приготовить смесь в соотношении 1:1.

При расчете следует руководствоваться 50%-м содержанием песка в смеси. Тогда потребность в заготовке песка будет аналогична потребности в галитовых отходах.

Усредненные нормы распределения хлоридов приведены в табл. 6.2.

Время, необходимое для обработки 1 км покрытия противогололедными материалами для конкретных распределителей, рассчитывают по формуле

$$T = \left[\left(\frac{q_{см} \cdot b \cdot t_3}{Q} + \frac{1}{V_p} \right) + \frac{l_{ск} \cdot q_{см} \cdot b}{8 \cdot Q} \cdot \left(\frac{1}{V_1} + \frac{1}{V_2} \right) \right] : K_u, \quad (6.5)$$

где $q_{см}$ – норма распределения противогололедных материалов, т/1000 м²;

b – ширина распределения материала, м;

t_3 – время загрузки одного распределителя, равное 0,1 ч;

V_p – рабочая скорость распределителя, км/ч;

Q – грузоподъемность распределителя, т;

$l_{ск}$ – расстояние между складами (пескобазами), км;

V_1 – скорость движения распределителя с грузом, км/ч;

V_2 – скорость движения распределителя без груза, км/ч;

K_u – коэффициент использования рабочего времени, $K_u = 0,7$.

Необходимое число распределителей определяют по формуле

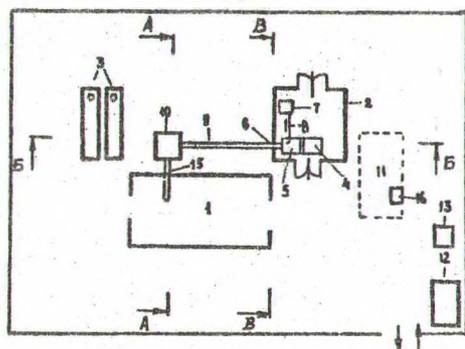
$$n = \frac{T \cdot L}{t_{дир}}, \quad (6.6)$$

где $t_{дир}$ – директивное время распределения противогололедных материалов.

Рекомендуется размещать базы для хранения противогололедных материалов для дорог I категории через 20 км, для остальных дорог – через 40–50 км.

Нормы расхода противогололедных материалов на опасных участках увеличивают в два раза.

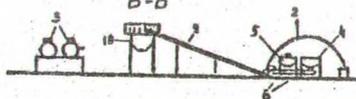
Анализируя план и продольный профиль, опасные участки вносят в ведомость (табл. 6.3) и определяют их общую длину.



A-A



Б-Б



В-В



Рис. 6.2. Принципиальная схема базы противогололедных материалов:

- 1 - навес для готовой смеси;
- 2 - склад для галитовых отходов, хлористого кальция и ингибиторов;
- 3 - цистерна для жидких противогололедных материалов;
- 4 - бункер для песка;
- 5 - бункер для галитовых отходов;
- 6 - весовые дозаторы;
- 7 - бункер для ингибитора;
- 8 - ленточный конвейер для ингибитора ;
- 9 - ленточный конвейер готовой смеси;
- 10 - раздаточный бункер;
- 11 - площадка для песка;
- 12 - бытовое помещение;
- 13 - душевые и санузел;
- 14 - операторская;
- 15 - ленточный конвейер раздаточного бункера;
- 16 - грохот вибрационный

Таблица 6.2

Химические вещества	Гололед				Снежно-ледяной накат				Рыхлый снег			
	Нормы распределения, г/м ² , при отрицательной температуре воздуха, °С											
	0-5	6-10	11-15	16-20	0-5	6-10	11-15	16-20	0-5	6-10	11-15	16-20
Соль силикатных отвалов (галитовые отходы), техническая поваренная соль	30	50	75	-	25	35	60	-	15	25	35	-
Чешуирированный хлористый кальций	30	60	80	100	25	40	65	80	20	30	40	50
Смесь галитовых отходов с хлористым кальцием 88:12	25	50	75	-	20	40	65	-	15	25	40	-
Природные рассолы, пластовые воды, концентрированные растворы хлористонариевого состава	170	240	-	-	140	170	-	-	100	120	-	-
То же, хлористо-кальциевого состава	140	180	220	260	100	130	160	200	80	100	130	160

ПРИМЕЧАНИЯ. 1. Нормы рассчитаны при толщине слоя льда 1 мм, снежно-ледяного наката - 1 см, рыхлого снега - 2 см.

2. Знак "-" означает, что при данной температуре воздуха применять обозначенное химическое вещество нельзя.

3. Чешуирированный хлористый кальций целесообразно применять при температуре воздуха от -15 до -35 °С.

Ведомость
участков дорог, подлежащих первоочередной
обработке противогололедными материалами

Адрес участка		Наименование опасного участка	Пло- щадь участка, м ²	Расход песчано-со- леной смеси, кг	
начало	конец			при го- лолде, при нор- ме q , г/м ²	при сне- гопаде, при нор- ме q , г/м ²

При наличии вдоль дороги нескольких баз хранения противогололедных материалов определяют границы действия каждой базы.

Для этого в масштабе вычерчивают схему дороги и подъездов от баз. Затем под углом 45° к горизонтальной линии проводят лучи от места положения баз до их взаимного пересечения между смежными базами. Проекция точек пересечения лучей на ось дороги и будут являться границами действия баз. Для каждой базы в пределах границ ее действия рассчитывают требуемое количество машин-распределителей противогололедных материалов (рис. 6.3).

Потребность в машинах для всех баз суммируют, определяя необходимое количество машин для всей дороги.

Протяженность участка, обработанного за один рейс распределителя l_{cp} (км), определяют по формуле

$$l_{cp} = \frac{Q}{q_{cp} \cdot b}, \quad (6.7)$$

где Q – грузоподъемность распределителя, кг, т;
 q_{cp} – норма распределения материала, г/м², т/1000 м²;
 b – ширина распределения материала, м.

Время на разгрузку одного распределителя определяют по формуле

$$t_p = \frac{l_p}{V_p}, \quad \text{ч}, \quad (6.8)$$

где V_p – скорость движения машины при распределении материалов, км/ч.

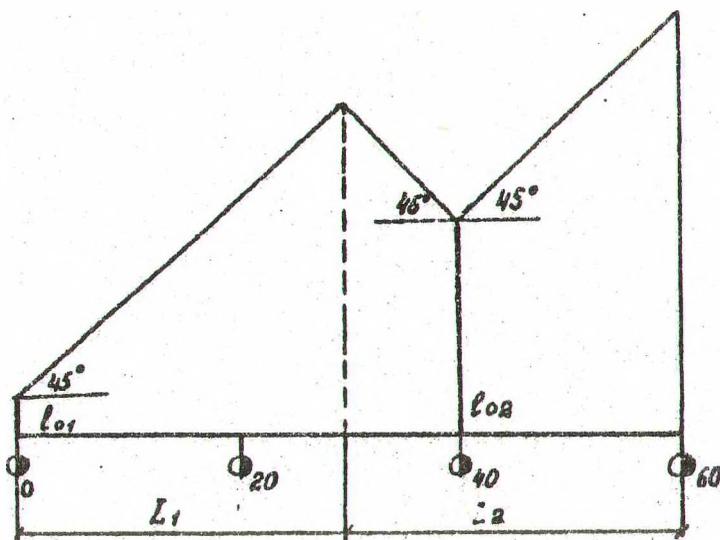


Рис. 6.3. Определение границ действия баз

Время погрузки одной машины определяют по формуле

$$t_n = \frac{Q}{1000 \cdot \Pi \cdot K_u \cdot \rho}, \text{ ч}, \quad (6.9)$$

где Π – производительность погрузчика, $\text{м}^3/\text{ч}$;

K_u – коэффициент использования рабочего времени;

ρ – плотность противогололедного материала, $\text{т}/\text{м}^3$.

Ориентировочно время одной погрузки принимают 0,05-0,1 ч.

Число рейсов распределителя для обработки каждого участка с данной базы определяют по формуле

$$n_p = \frac{L_i}{l_p}, \quad (6.10)$$

где L_i – длина участка дороги, обрабатываемого с данной базы противогололедных материалов, км

Продолжительность одного рейса распределителя определяют по формуле

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{п}} + \frac{l_{\text{гр}}}{V_{\text{гр}}} + \frac{l_{\text{р}}}{V_{\text{р}}} + \frac{l_{\text{х}}}{V_{\text{х}}}, \quad (6.11)$$

где $t_{\text{п}}$ – время загрузки машины, ч;

$l_{\text{гр}}$ – расстояние от базы до начала места распределения материалов, км;

$l_{\text{х}}$ – расстояние от окончания участка до базы, км;

$l_{\text{р}}$ – длина участка распределения материала, км;

$V_{\text{гр}}, V_{\text{х}}$ – скорость груженого и порожнего распределителя, км/ч;

$V_{\text{р}}$ – скорость машины при распределении материала, км/ч.

Данные расчетов сводим в табл. 6.4.

Аналогично определяем время распределения противогололедных материалов на опасных участках (табл. 6.5).

Среднее число рейсов одного распределителя за директивное время ликвидации зимней скользкости на каждом участке определяют по формуле

$$n_{\text{ср}} = \frac{t_{\text{дир}} - t_{\text{оп}}}{t_{\text{ц}}}, \quad (6.12)$$

где $t_{\text{дир}}$ – максимальный срок ликвидации зимней скользкости, ч;

$t_{\text{оп}}$ – время на оповещение, запуск, прибытие и постановку под отгрузку распределителя, ч.

Время на подготовку распределителя должно быть минимальным. Оно зависит от организации службы оповещения, места дежурства распределителей, оборудования их стоянки, но должно превышать 0,5 часа.

Количество требуемых распределителей на каждом участке равно

$$N_i = \frac{n_{\text{р}}}{K_{\text{и}} \cdot n_{\text{ср}}}. \quad (6.13)$$

Количество распределителей, требуемых для ликвидации гололеда на всей дороге, рассчитывают по формуле

$$N = \sum_{i=1}^k N_i, \quad (6.14)$$

где k – количество баз хранения противогололедных материалов.

Аналогично определяют потребность в распределителях противогололедных материалов для ликвидации зимней скользкости при снегопадах.

Затем приступают к построению линейного графика производства работ.

Т а б л и ц а 6. 4

Расчет времени работы распределителя
КДМ 130 № _____ при снегопаде

№ п/п	Вид работ	Но- мер рейса	Маршрут		Рас- стоя- ние, км	Ско- рость дви- жения, км/ч	Время рабо- ты, ч	
			от пунк- та	до пунк- та			на уча- стке	с на- чала рабо- ты
1	Подготовка распределителя к работе	1	-	-	-	-	0,5	0,5
2	Погрузка ПСС		-	-	-	-	0,1	0,6
3	Доставка к месту распределения		база ПСС	км 0 +000	10	50	0,2	0,8
4	Распределение материала на участке		км 0 +000	км 10 +000	10	25	0,4	1,2
5	Подъезд к месту погрузки		км 10 +000	база ПСС	20	60	0,33	1,53
6	Погрузка ПСС	2	-	-	-	-	0,1	1,63
7	Подвозка к месту распределения		база ПСС	км 10 +000	20	50	0,4	2,03
8	Распределение смеси		км 10 +000	км 20 +000	10	25	0,4	2,43
9	Подъезд к месту погрузки		км 20 +000	база ПСС	30	60	0,5	2,93
10	Погрузка ПСС	3	-	-	-	-	0,1	3,03
11	Подвозка к месту распределения		база ПСС	км 20 +000	30	50	0,6	3,63
12	Распределение смеси		км 20 +000	км 30 +000	10	25	0,4	4,03
13	Подъезд к месту погрузки		км 30 +000	база ПСС	40	60	0,67	4,7

Таблица 6.5

Расчет
времени работы распределителя
КДМ-130 № _____ при
обработке опасных участков

№ п/п	Вид работы	Но- мер рейса	Маршрут		Рас- стоя- ние, км	Ско- рость дви- же- ния, км/ч	Время рабо- ты, ч	
			от пунк- та	до пунк- та			на уча- стке	с на- чала рабо- ты
1	Подготовка распределителя к работе	1	-	-	-	-	0,5	0,5
2	Погрузка ПСС		-	-	-	-	0,1	0,6
3	Подвозка к месту распределения		база ПСС	км 10 +000	20	50	0,4	1,0
4	Распределение смеси		км 10 +000	км 12 +000	2	25	0,08	1,08
5	Переезд на новый участок		км 12 +000	км 15 +000	3	50	0,06	1,14
6	Распределение смеси		км 15 +000	км 18 +000	3	25	0,12	1,26
7	Подъезд к месту погрузки		км 18 +000	база ПСС	28	60	0,47	1,73
8	Погрузка ПСС	2	-	-	-	-	0,1	1,83
9	Подвозка к месту распределения		база ПСС	км 18 +000	28	50	0,56	2,39
10	Распределение смеси		км 18 +000	км 20 +000	2	25	0,08	2,47
11	Переезд на новый участок		км 20 +000	км 27 +000	7	50	0,14	2,61
12	Распределение смеси		км 27 +000	км 30 +000	3	25	0,12	2,73
13	Подъезд к месту погрузки		км 30 +000	база ПСС	40	60	0,67	3,4

Чертят сетку графика с таблицей внизу, в которой указывают план дороги, длину участка, обрабатываемого одной машиной, количество материала для одной обработки, количество материала для участка, обрабатываемого одной машиной (рис. 6.4). Предусматривают перерывы на обед, для смены водителей и для заправки машин ГСМ.

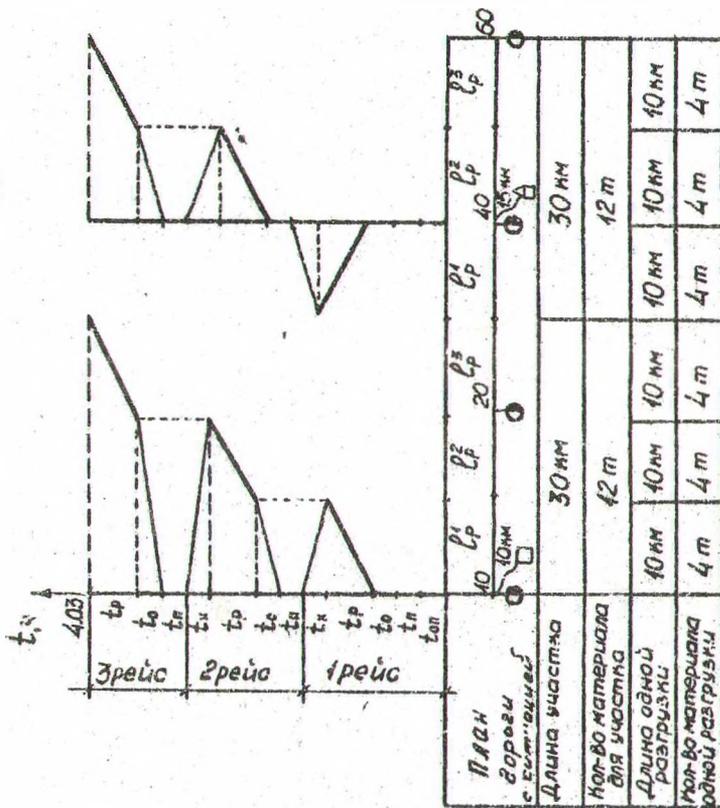


Рис. 6.4. График работы распределителей

7. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО СНЕГООЧИСТКЕ ДОРОГИ

Очистку автомобильных дорог от снега производят специальными снегоочистительными машинами.

Снегоочистка должна быть организована таким образом, чтобы в максимальной степени обеспечить бесперебойный и безопасный проезд транспортных средств.

Необходимой, независимо от наличия и степени эффективности снегозащиты, является патрульная снегоочистка.

Патрулирование выполняется плужными снегоочистителями путем периодических проходов по участкам длиной 10-15 км со скоростью 30-40 км/ч. Наибольший эффект достигается при одновременной работе нескольких снегоочистителей. Снегоочистители, располагаясь в плане уступами на половине ширины земляного полотна с интервалом не менее 30-60 м, с перекрытием следа на 0,3-0,5 м, перемещают снег от оси дороги за пределы проезжей части и обочин.

Снежные валы удаляют роторными снегоочистителями.

Толщина рыхлого снега, накапливающегося на дороге, зависит от интенсивности снегопада и времени между проходами снегоочистительных машин, называемого временем снегонакопления:

$$h = i_{сн} \cdot t_n \cdot \rho_s / \rho_c, \quad (7.1)$$

где h — толщина рыхлого снега, мм;

$i_{сн}$ — интенсивность снегопада, мм/ч;

t_n — время снегонакопления, ч;

ρ_c — плотность слоя снега на покрытии, равная 0,1...0,4 г/см³ для плотного снега, 0,07...0,25 г/см³ — для рыхлого снега, 0,1 г/см³ — для свежевыпавшего снега;

ρ_s — плотность воды, равная 1 г/см³.

Для организации патрульной снегоочистки на автомобильных дорогах в первую очередь необходимо знать допустимое время снегонакопления, то есть время, через которое патрульный снегоочиститель должен повторять проход по одному месту, чтобы не допустить снегонакопления на дороге слоем, толщиной больше допустимого [9].

Допустимое время снегонакопления в период снегопада определяют по формуле

$$t_n = \frac{h_{доп} \cdot \rho_c}{i_p \cdot \rho_s}, \text{ ч}, \quad (7.2)$$

где t_n — время между проходами снегоочистителей, ч;

$h_{доп}$ – максимально допустимая толщина слоя рыхлого снега на поверхности проезжей части, мм (принимается по табл. 7.1);

i_p – интенсивность расчетного снегопада, мм/ч.

Таблица 7.1

Дороги	Интенсивность движения, авт./сутки	Минимальная ширина полностью очищенного покрытия, м	Допустимая толщина, мм		Максимальный срок, ч	
			рыхлого снега на покрытии	уплотненного снега на обочинах	обработки покрытий противогололедными материалами	очистки покрытия от снега
Республиканского значения	> 7000	на всю ширину	10	-	2	4
	3000-7000	7,5	20	50	3	6
	1000-3000	7,0	25	60	4	8
	500-1000	6,0	30	70	5	12
	200-500	6,0	35	80	6	16
Местного значения с регулярным автобусным движением	3000-7000	7,0	30	60	4	8
	1000-3000	6,0	40	70	5	12
	500-1000	5,0	60	80	6	16
	до 500	3,0	70	100	8	20

ПРИМЕЧАНИЯ. 1. Максимальный срок очистки покрытия определяют с момента прекращения снегопада или метели до завершения работ, обеспечивающих требования, указанные в графах 3-7.

2. В графе 4 указана допустимая толщина снега на покрытии в перерывах между проходами снегоочистителей.

3. Образование уплотненного снега на покрытиях с усовершенствованным типом покрытия не допускается. На покрытиях переходного типа допускается толщина уплотненного снега не более 100 мм.

4. На дорогах областного и местного значения без регулярного автобусного движения срок обработки и очистки покрытий от снега устанавливается дорожными организациями.

$$t_p = \frac{W_a}{n_c \cdot t_c}, \quad (7.3)$$

где W_a – количество осадков за зимний период, мм;

n_c – количество снегопадов за зимний период;

t_c – средняя продолжительность снегопада, ч (принимают по табл. 6.1).

Число проходов снегоочистительных машин за один снегопад по одному следу рассчитывают по формуле

$$n_{np} = \frac{t_c}{t_n} \quad (7.4)$$

Число плужных снегоочистителей, необходимых для очистки дороги от снега за один проход, – по формуле

$$N_c = \frac{2 L \cdot n_{np}}{V_p \cdot K_n \cdot t_n} \quad (7.5)$$

где L – длина участка, км;

V_p – рабочая скорость снегоочистителя, км/ч;

K_n – коэффициент использования рабочего времени, принимается равным 0,7...0,9;

n_n – число проходов снегоочистителей, необходимых для полной очистки снега с половины дорожного полотна.

$$n_n = \frac{B_n}{(b - c)} \quad (7.6)$$

где B_n – ширина очищаемой полосы (обычно принимают половину ширины земляного полотна), м;

b – ширина захвата снегоочистителя, м;

c – перекрытие снега, принимается 0,3...0,5 м.

После окончания снегопада необходим еще один проход комплекта машин, чтобы закончить уборку. Число машин для этой операции N_d принимают равным n_n .

Число машино-часов работы снегоочистителей для удаления рыхлого снега после каждого снегопада определяют по формуле

$$T_i = N_c \cdot t_c + N_d \cdot 2 L / V_p \cdot K_n \quad (7.7)$$

Общая потребность плужных снегоочистителей за зиму составит

$$T_o = T_i \cdot n_c \quad (7.8)$$

где n_c – число снегопадов за зимний период.

Определяем время, за которое удалит снег с покрытия расчетное количество снегоочистителей:

$$t = \frac{2 \cdot L \cdot n_n}{N_c \cdot V_p \cdot K_n}, \text{ ч.} \quad (7.9)$$

Полученное значение сравниваем с предельно допустимым временем очистки дороги от снега. Предельно допустимые значения времени приведены в табл. 7.1 [8].

Расчетное время t , необходимое для очистки дороги от снега, должно быть меньше $t_{\text{дир}}$. Если в расчете получим, что $t > t_{\text{дир}}$, то необходимо выполнить перерасчет и увеличить число снегоочистителей.

По данным расчета строят почасовой линейный график патрулирования снегоочистителей.

При составлении графика патрулирования сначала вычерчивают сетку линейного почасового графика (рис. 7.1). Указывают места дислокации снегоочистителей и границы их действия. Места дислокаций назначают исходя из условий обеспечения круглосуточного патрулирования, с учетом создания необходимых бытовых условий машинистам.

На левой ординате графика наносят часы суток. После этого наносят линии патрулирования снегоочистителей (для одного отдельно взятого снегоочистителя или для звена снегоочистителей). Линии патрулирования наносят с учетом скорости движения V_p и необходимого времени между проходами снегоочистителей t_n .

При построении графика учитывают неизбежные остановки: на обеденный перерыв (30 мин), для смены водителей (5-10 мин), для заправки ГСМ (20 мин). Остановки показывают условными обозначениями на линии патрулирования. Места остановок на обед, смену и отдых водителей необходимо увязывать с расположением населенных пунктов, пунктов питания и отдыха машинистов.

Началом патрулирования может быть любой час суток. Это зависит от времени начала снегопада или метели.

Время, затрачиваемое снегоочистителем или звеном на один проход, определяется путем деления длины участка обслуживания на рабочую скорость движения машины с учетом коэффициента использования рабочего времени. Это время откладывают на ординате графика. Если на перегоне одного прохода полагается остановка, то время остановки добавляется к времени рабочего прохода.

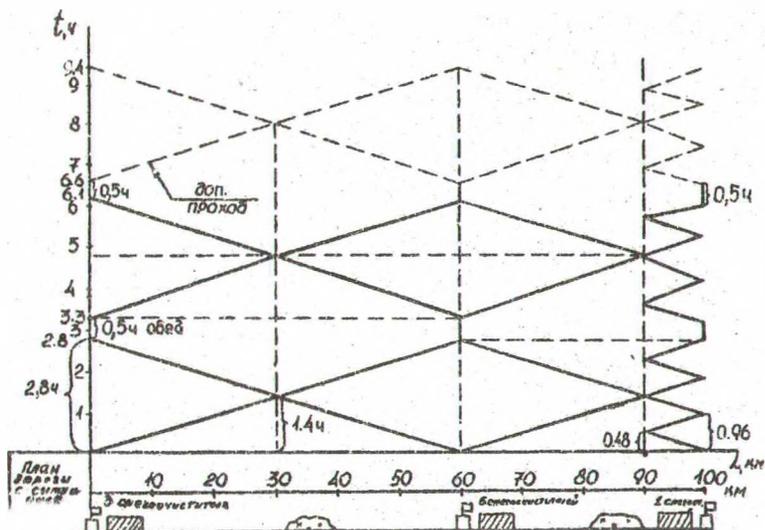


Рис. 7.1. График работы снегоочистителей

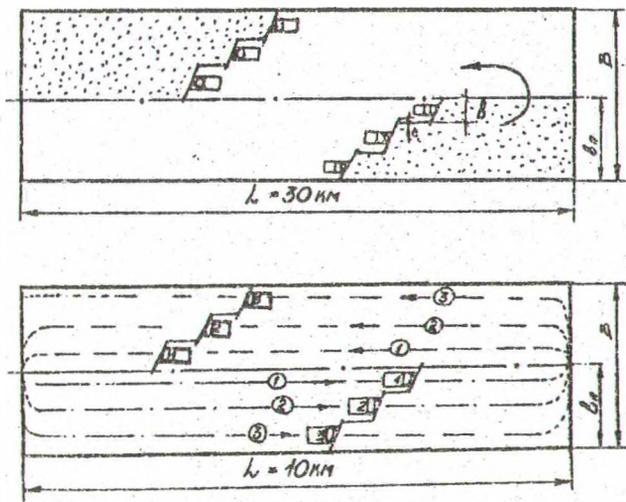


Рис. 7.2. Схема работы снегоочистителей

8. РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИНЯТЫХ РЕШЕНИЙ

При определении целесообразности создания снегозадерживающих устройств вдоль дорог производят экономический расчет.

Экономическую эффективность от использования принятых решений можно оценить, определяя их общую или сравнительную эффективность. Общая экономическая эффективность измеряется отношением эффекта ко всей сумме капитальных вложений. Сравнительная экономическая эффективность определяется путем сравнения затрат по нескольким вариантам. Более эффективным признается вариант с наименьшими затратами.

Целесообразность создания защиты считается обоснованной в том случае, если показатель общей эффективности равен или превышает величину норматива.

$$E = \frac{\mathcal{E}}{K}, \quad (8.1)$$

где E – коэффициент экономической эффективности дополнительных капиталовложений;

\mathcal{E} – годового экономического эффект от использования принятых решений, руб.;

K – капиталовложения начального года на создание снегозащиты, руб.

Принятое решение считается эффективным, если соблюдается условие

$$E \geq E_n, \quad (8.2)$$

где E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений в транспортное строительство, $E_n \geq 0,15$ [13, 14].

Если не будут проведены работы по защите дороги от снежных заносов, годовые потери от снижения скорости движения составят в t -м году

$$P_t = t_3 \left(\frac{L}{V_3} - \frac{L}{V_0} \right) \left(\frac{E_n}{T \cdot a} \sum_{i=1}^m N_{t_i} \cdot k_i + \sum_{i=1}^m N_{t_i} \cdot C_i \right), \quad (8.3)$$

где t_3 – продолжительность движения по занесенной снегом дороге, сут.;

L – протяженность заносимых снегом участков, км;

V_3 – средняя скорость автомобиля на занесенной снегом дороге;

V_0 – средняя скорость на очищенной от снега дороге;

t_m – количество автомобилей разной грузоподъемности в потоке;

C_1 – стоимость одного машино-часа работы автомобилей данной грузоподъемности, руб.; принимаем $C_1 = 0,37$ для автомобилей типа УАЗ-451, $C_2 = 0,63$ – для автомобилей типа ЗИЛ-130, $C_3 = 0,66$ – для автомобиля ЛАЗ-695, $C_4 = 0,96$ – для автопоезда (стоимость приведена в ценах 1984 года) [5];

T – средняя продолжительность работы одного списочного автомобиля в течение года, ч. $T = 288$ сут., расчетная продолжительность смены равна 6,28 ч; $T = 6,28 \cdot 288 = 1809$ ч;

a – коэффициент выпуска автомобилей на линию;

N_{it} – интенсивность движения автомобилей данной грузоподъемности, авт./сут.;

k_i – удельные капитальные вложения. В расчете принимают на один списочный автомобиль, включая затраты на создание авторемонтных предприятий, следующие значения, в тыс.руб. [5]:

$k_1 = 10,28$ – для автомобилей типа УАЗ-451,

$k_2 = 11,15$ – для автомобилей типа ЗИЛ-130,

$k_3 = 23,02$ – для автобуса типа ЛАЗ-695,

$k_4 = 15,75$ – для автопоезда на базе автомобиля МАЗ.

t_3 определяют по формуле

$$t_3 = n_m \cdot t_m,$$

где n_m – среднее число метелей в данном районе [10];

t_m – средняя продолжительность метелей и снегопадов.

Учитывая, что снегозадерживающие насаждения служат продолжительное время, расчет потерь, вызванных снижением скорости движения, производят за двадцатилетний срок с учетом роста интенсивности движения за этот период.

Расчетная интенсивность движения определяется по формуле

$$N_y = N_0 \cdot (1 + q)^{t-1}, \quad (8.4)$$

где N_t – интенсивность движения в t -м году, авт./сут.;

N_0 – исходная интенсивность движения, авт./сут.;

q – годовой рост интенсивности движения в долях единиц.

С учетом роста интенсивности движения определяют потери от снижения скорости движения за каждый год в отдельности.

Если капитальные вложения осуществляются в разные сроки или текущие затраты изменяются по времени, то затраты более поздних лет приводят к базисному году.

$$П_{П_t} = П_t \frac{1}{(i + E_{НП})^t}, \quad (8.5)$$

где $П_{П_t}$ – приведенные потери в t -м году;

$П_t$ – потери в t -м году;

$E_{НП}$ – норматив для приведения к базисному году разновременных затрат, $E_{НП} = 0,15$ [13, 14];

t – период времени приведения в годах.

Среднегодовые приведенные прогнозируемые потери за 20 лет определяют по формуле

$$П_{ср} = \frac{\sum_{t=1}^{20} П_{П_t}}{\sum_{t=1}^{20} \frac{1}{(1 + E_{НП})^t}}. \quad (8.6)$$

Если заносимые участки дороги оградить снегозадерживающими насаждениями, то годовой экономический эффект будет равен сумме среднегодовых потерь от снижения скорости автомобилей на незащищенных участках. Следовательно, в данном случае $\mathcal{E} = П_{ср}$.

По формуле (8.1) определяют коэффициент экономической эффективности капиталовложений.

Срок окупаемости определяют по формуле

$$T = \frac{1}{E}. \quad (8.7)$$

Капиталовложения начального года складываются из затрат на основную защиту 1 км снегозадерживающей лесной полосы и затрат на дополнительную защиту – установку решетчатых щитов и устройство смежных траншей. Расчет капиталовложений начального года приведен в табл. 8.1.

В табл. 8.2 приведен пример расчета потерь, вызванных снежными заносами.

На основании расчета по формулам (8.1), (8.2), (8.7) определена экономическая эффективность от использования принятых решений.

Таблица 8.1

Наименование работы	Ед. измерения	Кол-во ед.	Стоимость ед., руб.	Общая стоимость, руб.
ОСНОВНАЯ ЗАЩИТА				
Освоение новых земель взамен изымаемых под снегозадерживающие лесные полосы	1 км			
Подготовка почвы под снегозадерживающие лесные полосы	1 км			
Создание снегозадерживающих лесных полос и уход за ними в течение 5 лет	1 км			
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЗАЩИТА				
Изготовление щитов	1 км			
Изготовление кольев	1 км			
Первоначальная перевозка щитов после изготовления	1 км			
Первоначальная перевозка кольев после изготовления	1 км			
Установка щитов на колья	1 км			
Устройство снежных траншей	1 км			

Таблица 8.2

Среднегодовые приведенные прогнозируемые потери

Год эксплуатации	N_t , авт./сут.	P_t , руб.	I	P_t
			$(1 + E_{НП})^t$	$(1 + E_{НП})^t$
1	4725	6951,51	0,87	6047,81
2	4961	7299,09	0,78	5529,61
3	5209	7664,04	0,66	5042,13
4	5470	8047,25	0,57	4598,43
5	5743	8449,61	0,50	4203,79
6	6030	8872,09	0,43	3840,73
7	6332	9315,69	0,38	3502,14
8	6649	9781,48	0,33	3196,56
9	6981	10270,55	0,28	2917,77
10	7330	10784,08	0,25	2662,73
11	7697	11323,28	0,22	2435,11
12	8081	11889,45	0,19	2222,33
13	8485	12483,92	0,16	2029,91
14	8910	13108,12	0,14	1851,43
15	9355	13763,52	0,12	1690,85
16	9823	14451,70	0,11	1543,99
17	10314	15174,28	0,09	1410,25
18	10830	15933,00	0,08	1289,99
19	11371	16729,65	0,07	1171,08
20	11940	17566,13	0,06	1073,07
ВСЕГО:			6,29	58259,71

При защите дороги от снегованосов годовой эффект равен

$$\mathcal{E} = P_{cp} = 9262,28 \text{ руб.}$$

Коэффициент экономической эффективности $E = \mathcal{E} / K = 0,19$.

Срок окупаемости $T = 1 / E = 5,3$ года.

Так как $E > E_n = 0,15$, принятое решение считается эффективным.
Таблицы составлены в ценах 1984 года.

Л и т е р а т у р а

1. Агроклиматический справочник /Под ред. Н.А.Малишевской.- Мн.: Ураджай, 1970.
2. Л е о н о в и ч И. И. Дорожная климатология.-Мн.: БГПА, 1994.
3. СНиП 2.01.01-82. Климатология и геофизика.-М.: Госстрой, 1983.
4. СНиП 2.05.02-85. Автомобильные дороги.-М.: Госстрой, 1986.
5. Зимнее содержание автомобильных дорог /Под ред. А.К.Дюнина.- М.: Транспорт, 1983.
6. К а р ы ш е в В. Е. Защита автомобильных дорог Белоруссии от снежных заносов узкими лесными полосами: Автореф. диссертации кандидата сельскохозяйственных наук.- Мн., 1967.
7. Технические правила ремонта и содержания автомобильных дорог (ВСН 24-88)/Миндорстрой РСФСР.-М.: Транспорт, 1989.
8. Инструкция по защите автомобильных дорог Белоруссии от снежных заносов (проект).-Мн., 1992.
9. В а с и л ь е в А. П., С и д е н к о В. М. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения.-М.: Транспорт, 1990.
10. Инструкция по борьбе с зимней скользкостью на автомобильных дорогах Беларуси /ВСН 27-93.-Мн., 1993.
11. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения /Под ред. И.И.Леонovichа.-Мн.: Выш.школа, 1988.
12. Содержание и ремонт автомобильных дорог/Под ред. А.П.Васильева.-М.: Транспорт, 1989.
13. Ш и р и к о в а В. В., М а ц к е в и ч Л. И., М о р о з Ю. Д. Эффективность капиталовложений в условиях рынка.-Мн.: НИК "Маркетинг", 1994.
14. М и х а й л о в а Е. А., Р о ж к о в Ю. В. Финансово-кредитные методы регулирования инвестиционных рынков.-Л.: ЛФЭИ, 1991.

Содержание

Введение.....	3
1. ОБЩАЯ И ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ДИСЛОКАЦИИ ДОРОГИ.....	4
2. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СПОСОБОВ ОЦЕНКИ СНЕГОЗАНОСИМОСТИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА.....	5
3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ СНЕГОПРИНОСА.....	9
4. ОЦЕНКА СНЕГОЗАНОСИМОСТИ ДОРОГИ И ВЫЯВЛЕНИЕ СНЕГОЗАНОСИМЫХ УЧАСТКОВ.....	14
5. ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБОВ ЗАЩИТЫ ДОРОГ ОТ СНЕЖНЫХ ЗАНОСОВ.....	17
5.1. Защита дорог от снежных заносов с помощью снегозащитных насаждений.....	17
5.2. Защита дорог от снежных заносов с помощью переносных щитов.....	23
5.3. Защита дорог от снежных заносов с применением снежных траншей.....	26
6. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ И ЛИКВИДАЦИИ ЗИМНЕЙ СКОЛЬЗКОСТИ.....	27
7. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО СНЕГООЧИСТКЕ ДОРОГИ... ..	40
8. РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИНЯТЫХ РЕШЕНИЙ.....	45
Литература.....	50

Учебное издание

ЛЕОНОВИЧ Иван Иосифович
МЫТЬКО Леснид Романович

ЗИМНЕЕ СОДЕРЖАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ
Учебно-методическое пособие
для студентов специальности Т.19.03.00 -
"Строительство дорог и транспортных объектов"
специализации Т.19.03.01 -
"Строительство автомобильных дорог и аэродромов"

Редактор Г.В.Ширкина. Корректор М.П.Антонова

Подписано в печать 30.07.96.

Формат 60x84 1/16. Бумага тип. № 2. Офсет. печать.

Усл.печ.л. 3,1. Уч.-изд.л. 2,3. Тир. 100. Зак. 322.

Издатель и полиграфическое исполнение:

Белорусская государственная политехническая академия.

Лицензия ЛВ N 1049. 220027, Минск, пр. Ф.Скорины, 65.

Белорусская
библиотека
Беларусі