

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования

«Брестский государственный технический университет»

Кафедра оснований, фундаментов,
инженерной геологии и геодезии

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к курсовому проекту по дисциплине

«Эксплуатация дорог, мостов и транспортных сооружений»

для студентов специальности 70 03 01 –

«Автомобильные дороги»

Брест, 2005

УДК 625.768.5

В методических указаниях изложены способы уменьшения снегозаносимости дороги, основные методы защиты дорог от снежных заносов.

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом Брестского государственного технического университета

Составители: Н.В.Чумичева, ассистент
Н.Г.Юркевич, ассистент

Рецензент: П.В. Кишкевич, - главный инженер УП «Брестдорпроект»

ВВЕДЕНИЕ

Зимнее содержание автомобильных дорог занимает центральное место в деятельности дорожных организаций.

Вся система мероприятий по зимнему содержанию автомобильных дорог должна быть построена таким образом, чтобы обеспечить наилучшие условия для движения автотранспорта, максимально облегчить и удешевить выполнение работ по ликвидации зимней скользкости. Для выполнения этих требований осуществляют:

- профилактические меры, цель которых – не допустить или максимально ослабить образование зимней скользкости на дороге;
- защитные меры по предотвращению образования снежных заносов путем устройства постоянных и временных средств снегозащиты;
- меры по удалению снежных и ледяных образований на дороге и уменьшению их воздействия на автомобильное движение.

При разработке организационно-технических мероприятий по зимнему содержанию дорог необходимо четко определить сроки, характер и объемы работ.

В данном курсовом проекте должны быть выполнены расчеты по определению объемов снегоприноса, аргументировано приняты меры по снегозащите. Рассчитано необходимое количество противогололедных материалов распределителей и снегоочистительных машин. Завершающий этап проектирования связан с обоснованием принятых технико-экономических решений.

Нижеприведенный материал ставит своей целью сориентировать студентов в вопросах зимнего содержания автомобильных дорог. При этом студент должен использовать нормативную и справочную литературу, список которой приведен в конце методических указаний.

Данное пособие предназначено для курсового и дипломного проектирования.

1. ТРЕБОВАНИЯ К ЗИМНЕМУ СОДЕРЖАНИЮ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Зимняя скользкость образуется практически одновременно на значительном протяжении автомобильных дорог, а ее устранение связано с затратами времени, технических и людских ресурсов на выполнение большого объема работ, а также с ограниченными производственно-техническими возможностями дорожных организаций. Вся сеть автомобильных дорог общего пользования разделена на 5 уровней содержания, в т.ч. зимнего, в соответствии с таблицей 1.1.

Директивные сроки обработки покрытия противогололедным материалом и выполнение работ по очистке покрытия и обочин от снега при обычных и экстремальных погодных условиях приведены в таблице 1.2.

Примечания:

1. Директивные сроки снегоочистки определяются с момента прекращения снегопада или метели, или образования (обнаружения) гололеда до завершения работ по обеспечению требований, указанных в таблице 1.3.

2. На местных дорогах 4 и 5 уровней содержания директивные сроки обработки покрытия противогололедными материалами указаны для опасных участков.

Таблица 1.1.

| Уровни содержания дорог | Народнохозяйственное и административное значение автомобильных дорог общего пользования данного уровня содержания | Интенсивность движения, авт./сут | |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|
| | | приведенная к легковому автомобилю | в транспортных единицах |
| 1. | Республиканские автомобильные дороги, включенные в сеть международных автомобильных дорог; важнейшие республиканские дороги, соединяющие г. Минск с административными центрами областей и Национальным аэропортом «Минск» и административные центры областей между собой | более 6000 | более 3000 |
| 2. | Республиканские дороги, соединяющие административные центры областей с административными центрами районов; подъезды к пограничным пунктам таможенного оформления; местные автомобильные дороги, имеющие важное народнохозяйственное значение | 3000-6000 | 1000-3000 |
| 3. | Республиканские дороги, не отнесенные к уровням содержания 1 и 2, соединяющие, как правило, административные центры районов между собой по одному из направлений; местные автомобильные дороги, соединяющие города районного подчинения, поселки городского типа с административными центрами районов, а также с ближайшими железнодорожными станциями и республиканскими автомобильными дорогами | 1000-3000 | 500-1000 |
| 4. | Прочие республиканские дороги, не отнесенные к уровням содержания 1, 2 и 3; местные дороги, не отнесенные к уровням содержания 2 и 3, а также автомобильные дороги, соединяющие центральные усадьбы совхозов и колхозов, административные центры сельсоветов, больницы, культурно-исторические памятники с административными центрами областей и районов и с ближайшими железнодорожными станциями и республиканскими автомобильными дорогами | 200-1000 | 100-500 |
| 5. | Местные дороги, не отнесенные к уровням содержания 2, 3 и 4 | менее 200 | менее 100 |

Таблица 1.2.

| Уровни содержания дорог | Директивные сроки, ч | | | | Директивные сроки очистки остановочных площадок и обочин, дни | |
|-------------------------|------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------|
| | обработки покрытия ПГМ | | очистки покрытия от снега | | в обычных условиях | в экстремальных условиях |
| | в обычных условиях | в экстремальных условиях | в обычных условиях | в экстремальных условиях | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 3 | 4 | 4 | 8 | 1,5 | 3,0 |

Продолжение таблицы 1.2

| | | | | | | |
|---|----|----|----|----|------|------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 2 | 4 | 6 | 6 | 11 | 2,5 | 5,0 |
| 3 | 6 | 8 | 8 | 15 | 4,0 | 7,0 |
| 4 | 9 | 12 | 12 | 18 | 8,0 | 11,0 |
| 5 | 12 | 16 | 16 | 22 | 12,0 | 17,0 |

Предельные значения показателей, характеризующих состояние покрытия после истечения директивных сроков должны отвечать требованиям, приведенным в таблице 1.3.

Таблица 1.3

| Показатели состояния покрытия | Предельные значения показателей для уровней содержания | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|----------------|------|------|----------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Коэффициент сцепления по ПКРС-2 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| Наличие колеиности, ямочности в снежном накате глубиной, мм | не допускается | не допускается | 20 | 30 | не нормируется |
| Ровность снежного наката по ПКРС-2, см/км | не допускается | не допускается | 1200 | 2200 | не нормируется |
| Наличие заснеженных неровных участков, на которых скорость должна быть снижена, % от общей протяженности обслуживаемого участка дороги | не допускается | не допускается | 30 | 40 | не нормируется |

Допускается измерение коэффициента сцепления и ровности другими приборами, приведенными к ПКРС-2. На дорогах 4-5 уровней содержания коэффициент сцепления нормируется только для опасных участков.

2. 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 гололедов за зимний период.

На основании данных среднемесячной температуры воздуха и количества твердых осадков строят дорожно-климатический график (рис. 2.1).

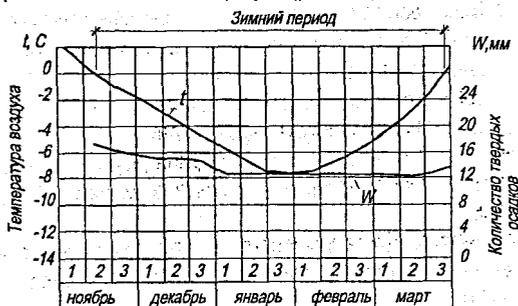


Рис. 2.1. Дорожно-климатический график

По дорожно-климатическому графику определяют продолжительность зимнего периода.

3. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СПОСОБОВ ОЦЕНКИ СНЕГОЗАНОСИМОСТИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

Для обеспечения снегонезаносимости земляного полотна необходимо, чтобы высота насыпи была больше высоты снегонезаносимой насыпи, которая определяется по формуле

$$h_n = h_n + \Delta h, \quad (3.1)$$

где h_n – 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. 3.1 в зависимости от категории дороги.

Таблица 3.1.

| 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

$$\Delta H = 0,375 h_n \frac{b}{a}, \quad (3.2)$$

где ΔH – возвышение бровки насыпи над расчетным уровнем снежного покрова по условиям снегоочистки, м; h_n – 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 снегонезаносимость выемок за счет элементов поперечного профиля 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_n), или под снегонезаносимую насыпь;
- уплотнения 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. 3.1. При этом пологие откосы используют для выращивания сельскохозяйственных культур.

Снегосборность подветренного откоса выемок (Q_6) в м³/м рассчитывают:

- при заложении откосов 1:1,5 по формуле

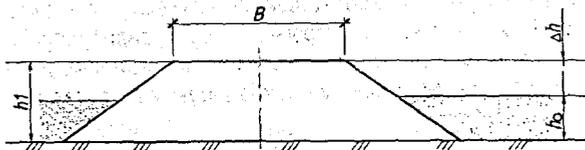
$$Q_{1,5} = 0,9h_0^2; \quad (3.3)$$

- при заложении откосов 1:3 по формуле

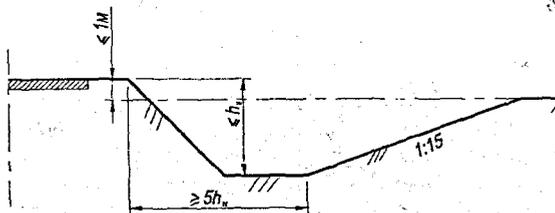
$$Q_3 = 1,2h_0^2; \quad (3.4)$$

где h_0 – глубина выемки, м. Минимальное значение h_0 равно 2,0 м.

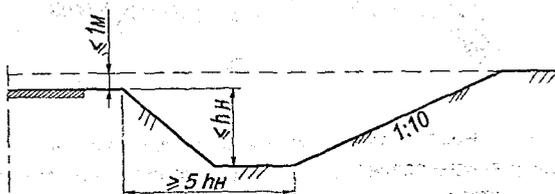
а)



б)



в)



г)

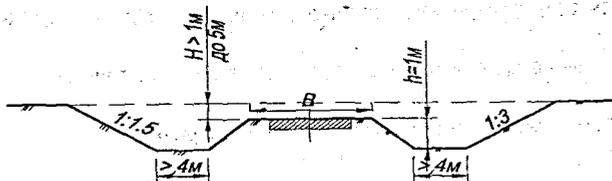


Рис 3.1. Элементы поперечного профиля дорог по условиям снегонезаносимости:

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.

Таблица 4.1.

| | | | | | | | |
|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $V_{ср}, м/с$ | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | 20 |
| $L_3, км$ | 0,5 | 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:

$$Q_i = \frac{Q_z \cdot P_i}{P_z}, \quad (4.2)$$

где Q_i – снегопринос по отдельным румбам, $м^3/м$; Q_z – снегопринос от господствующего ветра $м^3/м$; P_i – повторяемость ветра по отдельным румбам, %; P_z – повторяемость господствующего ветра, %.

Поскольку часть румбов розы метелей расположена с правой стороны оси участка дороги, а часть – с левой, снегопринос определяют отдельно для каждой стороны по формулам

$$Q_{\alpha}^{\max} = \sum Q_{\alpha i} \cdot \sin \alpha_i, \quad (4.3)$$

$$Q_{np}^{\max} = \sum Q_{np i} \cdot \sin \alpha_i, \quad (4.4)$$

где Q_{α}^{\max} , Q_{np}^{\max} – соответственно снегоприносы с левой и правой стороны, $м^3/м$; $Q_{\alpha i}$, $Q_{np i}$ – соответственно снегоприносы по соответствующим румбам с левой и правой стороны, $м^3/м$; α – 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.

Принято различать максимальный объем снегоприноса, средний из максимальных объемов снегоприноса, и средние объемы снегоприноса за одну метель.

Средний объем снегоприноса определяется по формулам:

$$Q_n^{cp} = 0,425 \cdot Q_{\alpha}^{\max}, \quad (4.5)$$

$$Q_{np}^{cp} = 0,425 \cdot Q_{np}^{\max}. \quad (4.6)$$

По максимальным объемам снегоприноса на территории Республики Беларусь выделены четыре района, различающиеся по условиям снегоборьбы на автомобильных дорогах в соответствии с таблицей 4.2 и рисунком 4.2.

Таблица 4.2.

| Районы снегозаносимости дорог | | Максимальные объемы снегоприноса за расчетный период (Q_{α}), $м^3/пог.м^3$, к сторонам автомобильных дорог | | | | | | | |
|-------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------|---------------|-------|--------------|----------|-----------------|
| район | часть территории Беларуси | северной | северо-восточной | восточной | юго-восточной | южной | юго-западной | западной | северо-западной |
| | | I | Северо-восточная | 90 | 120 | 150 | 135 | 120 | 105 |
| II | Центральная | 70 | 80 | 100 | 100 | 90 | 70 | 70 | 60 |
| III | Западная | 70 | 70 | 75 | 70 | 55 | 55 | 60 | 60 |
| | Южная | 45 | 55 | 75 | 70 | 55 | 45 | 45 | 45 |
| IV | Юго-западная | 40 | 45 | 50 | 45 | 35 | 35 | 40 | 40 |

далее по тексту, $м^3/м$

При решении первоочередных вопросов защиты автомобильных дорог от снежных заносов с применением постоянных или временных средств защиты необходимо руководствоваться средними из максимальных объемов снегоприноса за расчетный период ($Q_{ср}$) и объемами снегоприноса за одну метель (Q_m), которые приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3.

| Районы снегоза-носимости дорог | | Средние из максимальных объемов снегоприноса за расчетный период ($Q_{ср}$), м ³ /м, к сторонам дорог | | | | | | | | Объемы снегоприноса за одну метель (Q_m), м ³ /м |
|--------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------|-----------------|--------|----------------|------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------|
| обозначение | часть территории Беларуси | се-верной | севе-ро-вос-точ-ной | вос-точ-ной | юго-вос-точ-ной | юж-ной | юго-за-пад-ной | за-пад-ной | севе-ро-запад-ной | |
| I | Северо-восточная | 38 | 51 | 64 | 58 | 51 | 45 | 38 | 32 | 18 |
| II | Центральная | 30 | 35 | 44 | 44 | 39 | 30 | 30 | 27 | 12 |
| III | Западная | 28 | 28 | 31 | 28 | 22 | 22 | 25 | 25 | 10 |
| | Южная | 24 | 28 | 40 | 36 | 28 | 24 | 24 | 24 | 11 |
| IV | Юго-западная | 19 | 19 | 21 | 19 | 15 | 15 | 17 | 17 | 8 |

Объемы снегоприноса, приведенные в таблицах 4.2 и 4.3, наблюдаются при ширине примыкающих снегосборных бассейнов 1,5 км и более.

При меньшей ширине снегосборных бассейнов объемы снегоприноса, приведенные в выше указанных таблицах, необходимо умножать на коэффициенты редукции (K_p), приведенные в таблице 4.4.

Таблица 4.4.

| Ширина снегосборного бассейна, км | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,9 | 1,2 | 1,5 |
|-----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Коэффициент редукции, K_p | 0,22 | 0,40 | 0,60 | 0,73 | 0,78 | 0,82 | 0,88 | 0,94 | 1,00 |

5. ОЦЕНКА СНЕГОЗАНОСИМОСТИ ДОРОГ И ВЫЯВЛЕНИЯ СНЕГОЗАНОСИМЫХ УЧАСТКОВ

В процессе эксплуатации дороги дорожные организации обязаны выявлять снегозаносимые участки, устанавливать причины заносимости и осуществлять мероприятия, уменьшающие или полностью устраняющие снежные заносы.

Категории снегозаносимости земляного полотна, основные критерии при выборе средств снегозащиты и очередность их создания приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1.

| Категория заносимости участков | Краткая характеристика участка | Очередность ограждения |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| Сильно-заносимые (I) | Выемки, снегоемкость подветренного откоса которых меньше объема снегоприноса за одну метель Q_m . Все выемки на кривых | Ограждаются в первую очередь |

Продолжение таблицы 5.1

| 1 | 2 | 3 |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Средне-заносимые (II) | Выемки, снегоемкость подветренного откоса которых больше Q_m , но меньше средних объемов снегоприноса Q_{cp} . 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_m , 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, положенные 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:

$$\begin{aligned}
 h_n^x &= \sqrt{Q_m / K}; \\
 h_n^{cp} &= \sqrt{Q_{cp} / K}; \\
 h_n^{max} &= \sqrt{Q_{max} / K},
 \end{aligned}
 \tag{5.1}$$

где h_n^x , h_n^{cp} , h_n^{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. 5.1) с учетом данных, приведенных в табл. 5.1, определяют категорию заносимых участков. Местоположение снегозаносимых участков записывают в таблицу 5.2.

Таблица 5.2. Характеристика снегозаносимых участков автомобильной дороги

| № п/п | Местоположение снегозаносимого участка, км+... | | | | Категория снегозаносимости земполотна | | Ширина снегоборного бассейна, км | Объем снегоприноса, м³/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_n до h_n |
| 2 | левая | 2+800 | 2+875 | 75 | - | I | 1,5 | 8 | 15 | 35 | $h_n < h_n^x$ |

Всего:
 правая сторона
 левая сторона

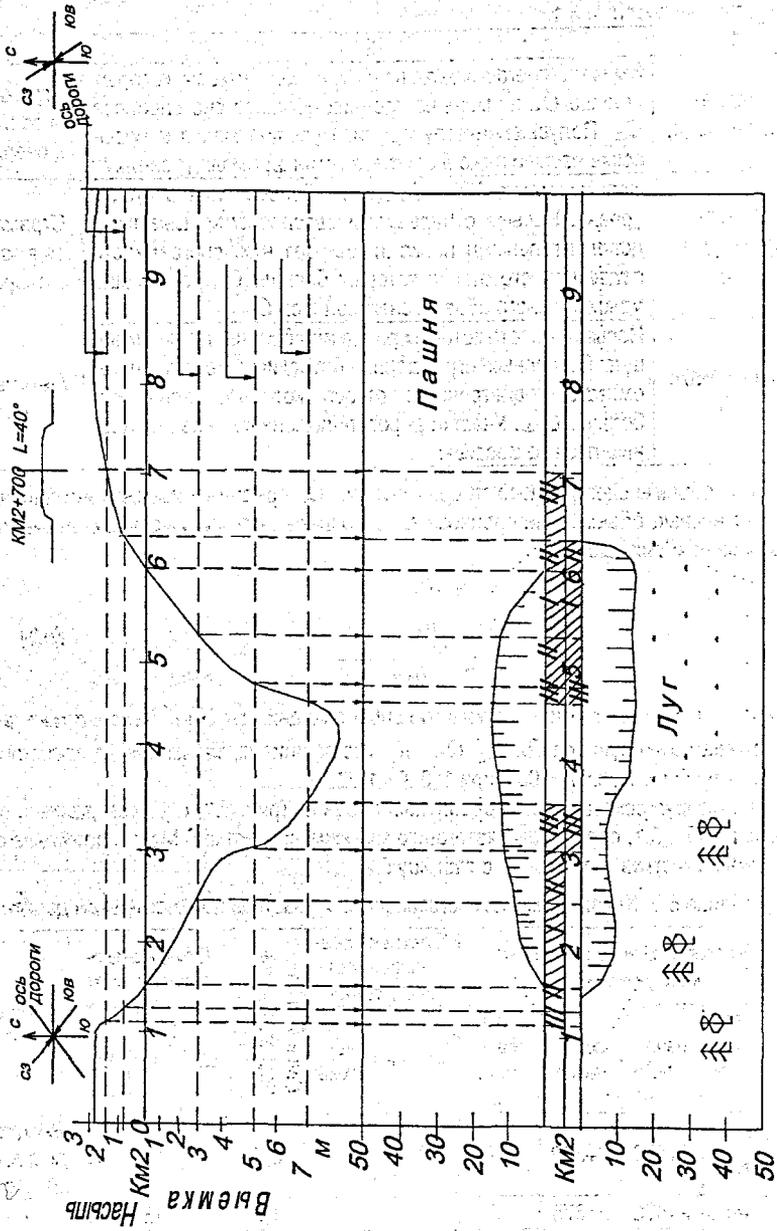


Рис.5.1. Схема определения заносимых участков

6. ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБОВ ЗАЩИТЫ ДОРОГ ОТ СНЕЖНЫХ ЗАНОСОВ

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

Для защиты дорог от снежных заносов или уменьшения снегозаносимости необходимо применять постоянные и временные средства снегозащиты, условия применения которых даны в таблице 6.1. [6].

Постоянные средства снегозащиты проектируют и создают специализированные организации. К ним относят снегозащитные насаждения, аккумуляционные полки в выемках, снегозадерживающие устройства.

Таблица 6.1.

| Снегозащитные устройства | Целесообразные условия применения | Краткая характеристика, преимущества и недостатки |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Постоянные средства снегозащиты | | |
| Снегозадерживающие лесные полосы, еловые изгороди | На сильно- и среднезаносимых участках с объемом снегоприноса более 25 м ³ /м | Надежное и экономичное средство снегозащиты. Локализация и нейтрализация вредных выбросов. Уменьшение ветровой нагрузки на транспорт. Повышение эстетики дорог. Требуется дополнительного отвода земли. |
| Снегонезаносимые насыпи | В условиях равнинного или слабоволнистого рельефа | Надежное средство снегозащиты. Увеличение объема земляных работ |
| Раскрытие невысоких насыпей, нулевых мест и неглубоких выемок или разделка их под насыпь | При глубине выемок до 2 м. В условиях равнинного или холмистого рельефа | Уменьшение снегозаносимости дорог. Увеличение объема земляных работ |
| Дополнительные аккумуляционные полки | При глубине выемок от 2 до 5 м. Полки шириной не менее 4 м | Надежное средство снегозащиты. Увеличение объемов земляных работ |
| Временные средства снегозащиты | | |
| Планочные щиты из древесины | Как самостоятельное средство, а также для усиления постоянных средств снегозащиты | Ограниченно-маневренные средства защиты. Расход дефицитной древесины. Требуются затраты ручного труда |
| Малогабаритные преграды из бортовых колец | То же, а также оперативно при угрозе образования снежных заносов | Утилизация отходов шинной промышленности. Весьма долговечны. Требуются затраты ручного труда |
| Снежные траншеи | При отсутствии других средств снегозащиты. Для усиления постоянных и временных средств снегозащиты | Механизация работ по устройству. Незначительная снегосборность. Требуется наличие устойчивого снежного покрова |

К временным снегозадерживающим преградам относятся преграды из щитопанки и бортовых колец автопокрышек, а также снежные траншеи. Временные преграды применяют в качестве самостоятельного средства или для усиления постоянных средств с недостаточной снегоборностью (таблица 6.1).

6.1. 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 определяется по формуле

$$W_{ж.и.} = 7H^2, \text{ м}^3/\text{м}, \quad (6.1)$$

где H – высота деревьев, м.

Число рядов живой изгороди можно определить по формуле

$$n = Q_{\text{max}}/W_{ж.и.}, \quad (6.2)$$

где Q_{max} – максимальный объем снегоприноса, м³/м.

Снегоемкость двухрядных изгородей увеличивается за счет накопления снега между рядами

$$W_{ж.и.} = 7H^2 + 0,8HB, \quad (6.3)$$

где B – расстояние между рядами деревьев, м.

Надежность снегозащитных сооружений определяют по формуле

$$N = \frac{W}{Q_{\text{max}}} \cdot 100\% \quad (6.4)$$

где W – снегоемкость сооружения, м³/м; Q_{max} – максимальный объем снегоприноса, м³/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.

$$\Delta Q = Q_{\text{max}} - W_{ж.и.} \quad (6.5)$$

Дополнительный объем снега должен отложиться в пространстве между кулисами.

Расстояние между кулисами определяют по формуле

$$L_1 = \Delta Q/0,8H. \quad (6.6)$$

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

$$L = L_1 + L_2 + L_3, \quad (6.7)$$

где L_2 – ширина между деревьями дополнительной кулисы, $L_2 = 3$ 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. 6.1).

Требуемую ширину лесополос вычисляют по формуле

$$L_n = Q_{max}/h_{cp} - 8h_{cp}, \quad (6.8)$$

где Q_{max} – максимальный объем снегоприноса, м³/м; h_{cp} – средняя высота снегоотложений в полосе, равная 2,5...3 м.

Необходимое удаление полосы от бровки земляного полотна определяют по формуле

$$l = 20 + 0,25 Q_{max}. \quad (6.9)$$

Полученные по расчету значения ширины снегозащитных полос и удаления полос от бровки земляного полотна сравнивают с типовыми схемами снегозащитных насаждений (рис. 6.1).

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.

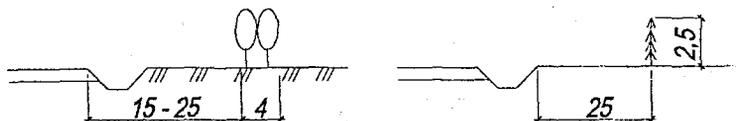
Для обеспечения надежной защиты дорог обязательно должно быть не менее двух рядов кустарника лиственных пород.

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. 6.2).

На основании данных, внесенных в ведомость, строят линейный график проектируемых снегозадерживающих насаждений в масштабе 1:5000 по горизонтали и 1:1000 по вертикали (рис. 6.2).

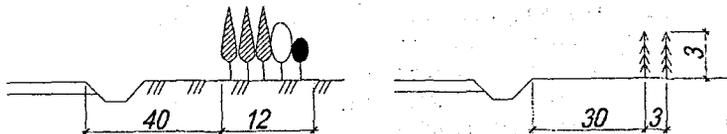
А)



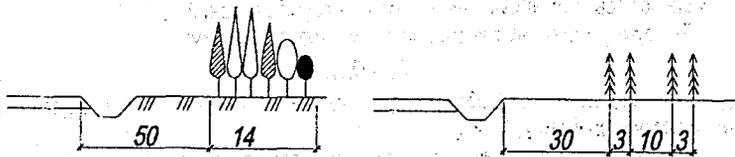
Б)



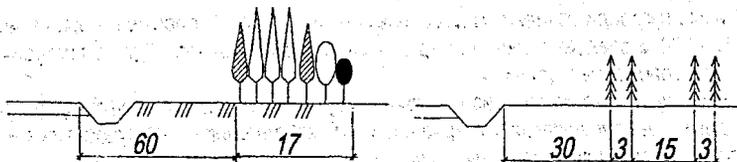
В)



Г)



Д)



Е)

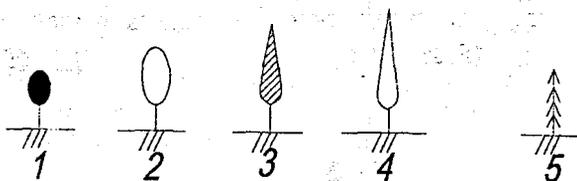
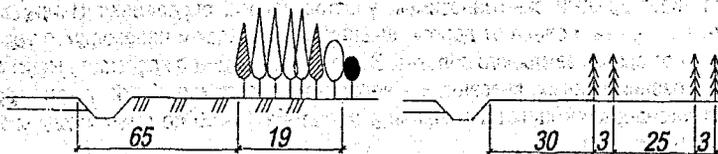


Рис 6.1. Типовые схемы снегозащитных насаждений автомобильных дорог.

А- при объёме снегопереноса 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- ёлочные насаждения.

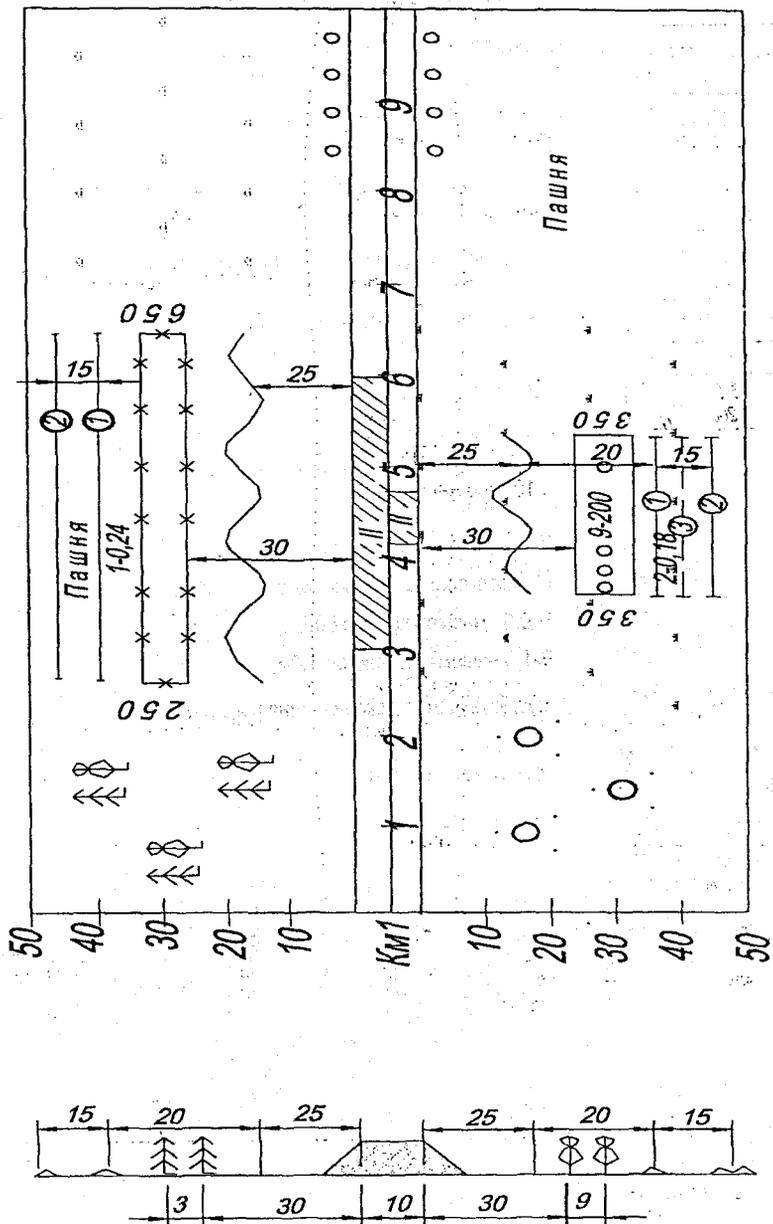


Рис. 6.2.

Условные обозначения к рис.6.2.

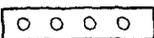
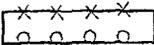
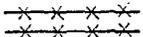
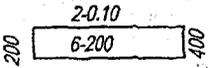
-  -не заносимые снегом участки дорог;
 -  -заносимые снегом участки дорог;
 -  -проектируемые насаждения из лиственных пород;
 -  -насаждения из хвойных и лиственных пород;
 -  -двухрядная живая изгородь;
- 
 200 -начало посадок;
 2 -номер участка;
 0,10 -площадь участка,га;
 6 -ширина полосы,м;
 200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

Таблица 6.2.

| № п/п | Местоположение участка | | | | Расстояние от бро-вки земполотна | Количество рядов | Главные древесные и кустарниковые по-роды | Схема размещения посадочных мест | Потребность в по-садочном материа-ле, тыс. шт. | Площадь, занимае-мая под посадки, га | При-меча-ние |
|-------|------------------------|---------|------------|--------------------|----------------------------------|------------------|-------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------|
| | сто-рона а/д | на-чало | окон-чание | протя-женно-сть, м | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |

Всего:

левая сторона

правая сторона

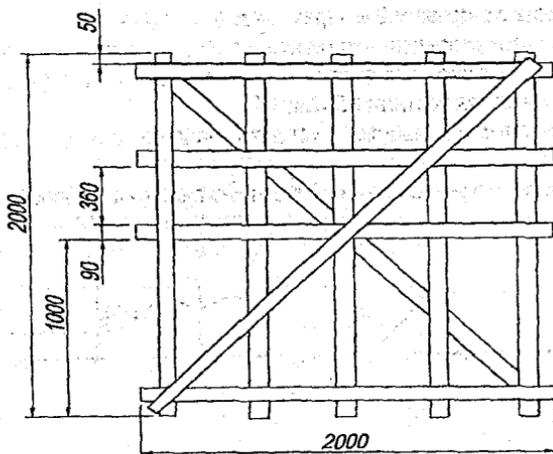
Учитывая, что снегозадерживающие насаждения вступают в работу через 5-6 лет, снегозаносимые участки следует оснастить на этот период временными снегозадерживающими устройствами – переносными щитами и снежными траншеями.

6.2. Защита дорог от снежных заносов с помощью переносных щитов

Переносные щиты применяются в качестве самостоятельного средства защиты от снежных заносов и как средство усиления посадок. Они также применяются и на участках, где снегозащитные насаждения еще не вступили в работу.

В климатических условиях Беларуси необходимо применять планочные щиты I и II типов с общей просветностью 60% и просветностью нижней части 70% в соответствии с рисунком 6.3.

А)



Б)

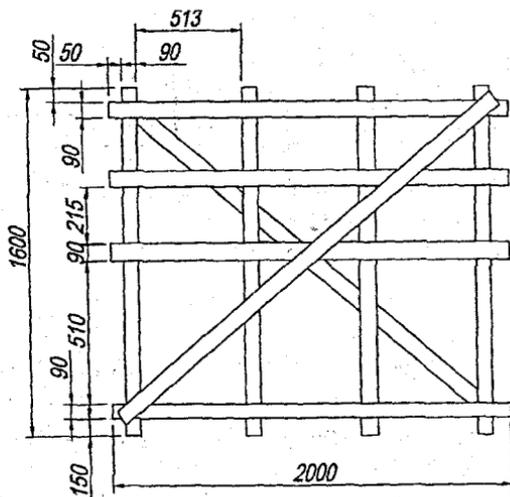


Рис.6.3. Переносные решетчатые щиты с неравномерным заполнением: а) тип I; б) тип 2

Щиты обычно устанавливают сплошной линией параллельно оси дороги, привязывая их к кольям.

Для обеспечения требуемой прочности вертикальные щитопланки изготавливают толщиной 15-16 мм, а горизонтальные и диагональные – 12-13 мм, шириной 90-95 мм. Щиты привязывают к кольям диаметром 60-80 мм так, чтобы просвет от поверхности земли или растительности составлял 50-100 мм.

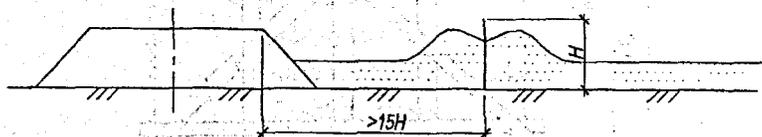
Для установки кольев в грунте просверливают отверстия глубиной 0,5-0,7 м с помощью ямобура. После установки кольев ямки засыпают грунтом и уплотняют.

На средне- и слабозаносимых участках дорог, а также при недостатке щитов, их можно устанавливать с разрывом 2 м через каждые три щита.

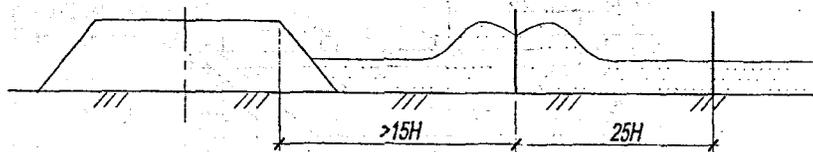
Перестановку на вершину снежного вала или подъем щитов по кольям производят тогда, когда высота снежного вала достигает $\frac{1}{2}$ высоты щита или когда слой снега непосредственно у линии щитов достигает 50 см.

При перестановке щиты снимают и устанавливают на некотором расстоянии в сторону поля (рис. 6.4).

По окончании зимы щиты и колья собирают и складывают в полосе отвода.



1-я перестановка



2-я перестановка

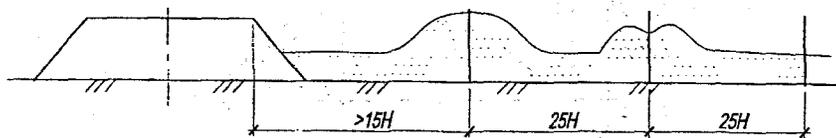


Рис. 6.4. Перестановка щитов

При расчете временных снегозащитных устройств принимают средние объемы снегоприноса.

Снегоемкость однорядных решетчатых щитов определяют по формуле

$$W_{щ} = 9H^2, \text{ м}^3/\text{м}, \quad (6.10)$$

а многорядных – по формуле

$$W_{щ} = K_p (n-1)HL + 9H^2, \quad (6.11)$$

где H – высота щита, м; K_p – коэффициент заполнения снегом пространства между рядами $K = 0,6 \dots 0,8$; n – число рядов щитов; L – расстояние между рядами, м; $L = 20 \dots 30 H$.

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

Сравнивая объемы снегоприноса слева и справа от дороги и снегоемкость щитовой защиты, определяют необходимое число рядов щитов, которые необходимо установить параллельно дороге по обеим ее сторонам.

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. 6.5).

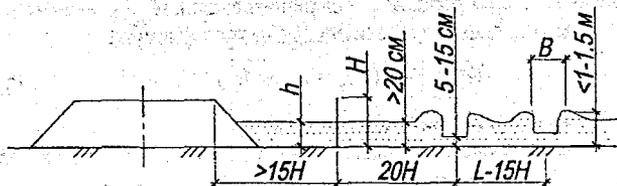


Рис. 6.5. Устройство комбинированной защиты

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

$$\Delta Q = Q_{ср} - W_{щ}, \quad (6.12)$$

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

Места установки щитов обозначают на рис. 6.2. Данные расчеты сводят в ведомость (табл. 6.3). Для защиты дороги от дополнительного снегоприноса или при невозможности поднятия щитов осуществляют установку преград из бортовых колец на вершину снежного вала, пропашу снежных траншей.

Таблица 6.3.

| № п/п | Местоположение участков | | | | Расстояние от щитов до бровки земполотна, м | Объем снегоприноса, $\text{м}^3/\text{м}$ | Тип щитов | Число рядов щитов | Количество щитов, шт. | Количество колец, шт. | Примечание |
|-------|-------------------------|--------|-----------|------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------|-------------------|-----------------------|-----------------------|------------|
| | сторонв а/д | начало | окончание | Протяженность, м | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |

Всего слева:

Всего справа:

Итого:

6.3. Защита дорог от снежных заносов с применением снежных траншей

Снежные траншеи следует устраивать при высоте снежного покрова более 20 см. Оптимальное расстояние между осями траншей, устраиваемых бульдозерами, составляет 12-15 м, а двухотвальными плужными снегоочистителями – 20 м. Одновременно необходимо устраивать не менее трех траншей.

Первую со стороны дороги траншею, при отсутствии других средств снегозащиты, размещают не ближе 25 м от бровки земляного полотна. Если траншеи служат дополнительным средством снегозащиты, то первую траншею устраивают со стороны поля по вершине собранного снежного вала, если его высота не превышает 1 м, или рядом с валом при высоте снежного покрова 30-40 см.

После заполнения траншей снегом до половины глубины производят их восстановление по старому следу. При этом толщина снега по дну траншей для исключения повреждения посевов озимых должна быть не менее 5 см. При толщине снежных отложений 1,0-1,5 м устраивают новые траншеи между занесенными снегом или параллельно им.

Объем снега, задерживаемый одной траншеей, определяют по формуле

$$W_T = 10h_n^2 + 2Bh_n, \quad (6.13)$$

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

Снегоемкость многорядных траншей определяют по формуле

$$W_{м.т.} = 0,5(Bh_n + L\sqrt{B \cdot h_n}), \quad (6.14)$$

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

Необходимое число траншей для защиты дорог от заносов определяют по формуле

$$n = Q_{ср} / W_{т.м.} \quad (6.15)$$

Дальнейшие расчеты по определению числа траншей слева и справа от дороги заносят в табл. 6.4 и обозначают на рис. 6.2.

Таблица 6.4: 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 |
|-------|------------------------|--------|-----------|------------------|------------------------------------|---------------------------------------|---------------------|-------------------------|------------|
| | стационар а/д | начало | окончание | протяженность, м | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |

Всего:

слева:

справа:

Необходимое количество бульдозеров для прокладки траншей может быть определено по формуле

$$N_6 = (L \cdot n \cdot P_n) / (V_p \cdot K_i \cdot t_6), \quad (6.16)$$

где L – общая 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, не менее 2-3; V_p – рабочая скорость бульдозера, $V_p = 5...10$ 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 и II-й зоны – 48 часов; для III и IV зоны – 72 часа.

7. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ И ЛИКВИДАЦИИ ЗИМНЕЙ СКОЛЬЗКОСТИ

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

Таблица 7.1. Основные виды зимней скользкости, образующейся под действием осадков и знакопеременных температур

| Виды зимней скользкости в т.ч. прогнозируемый | Агрегатное состояние осадков | Процесс образования | Очередность обработки покрытия ПГМ |
|-----------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------|
| Гололед (стекловидный лед) | жидкое | замерзание дождя, воды или мороси | профилактическая основная |
| Зернистый налет | парообразное | намерзание тумана на охлажденном покрытии | профилактическая основная |
| Зернистая изморозь | парообразное | замерзание переохлажденного тумана | профилактическая основная |
| Рыхлый снег | твердое | выпадение снега, снежные заносы во время метелей | основная профилактическая |
| Снежный накат | | уплотнение рыхлого снега | основная |
| Снежно-ледяной накат | | замерзание переувлажненного снега | основная |

Три первых вида зимней скользкости далее по тексту объединены под одним названием - гололед

Гололед образуется, как правило, при температуре воздуха от плюс 3 до минус 5°C и относительной влажности воздуха более 90%. Толщина ледяной корки обычно не превышает 1 мм при плотности льда 0,7-0,9 г/см³.

Гололед – наиболее опасный вид зимней скользкости, так как коэффициент сцепления составляет 0,08-0,15.

Рыхлый снег на покрытии образуется во время снегопадов и метелей. В зависимости от содержания влаги снег может быть сухим, влажным и мокрым. С увеличением влажности и повышением температуры воздуха плотность рыхлого снега возрастает от 0,07 до 0,2 г/см³. Наиболее интенсивно снег уплотняется при температуре воздуха, близкой к 0°C. Коэффициент сцепления при мокром и влажном снеге не превышает 0,2.

При несвоевременной россыпи ПГМ и уборке рыхлый снег под действием колес автотранспорта превращается в снежный или снежно-ледяной накат. Плотность снежного наката - 0,2-0,4 г/см³, а коэффициент сцепления – 0,2-0,5.

Снежно-ледяной накат представляет собой спрессованный слой снега с прослойками льда или обледенелые на всю толщину снежные отложения. Толщина снежно-ледяной наката не одинакова и может превышать 5 см. Плотность таких отложений - 0,5-0,7 г/см³, а коэффициент сцепления составляет 0,15-0,30.

Трудоемкость работ по борьбе с гололедицей зависит от частоты, интенсивности и продолжительности снегопадов, метелей и обледенения дорог, а также температуры воздуха при таких явлениях.

Исходя из этих показателей, на территории республики выделено четыре района, различающихся по условиям борьбы с зимней скользкостью (рис. 7.1).

Среднее число случаев образования гололедицы за зимний период в выделенных районах приведено в таблице 7.2.

Таблица 7.2.

| Район | Часть территории Беларуси | Среднее число случаев зимней скользкости по причине | | Всего | Продолжительность снегопадов, t_c , ч |
|-------|---------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------|-------|-----------------------------------------|
| | | гололеда, n_g | снегопадов и метелей, n_m | | |
| I | Юго-западная | 15 | 30 | 45 | 6 |
| II | Южная и западная | 20 | 35 | 55 | 6 |
| III | Центральная | 25 | 40 | 65 | 6 |
| IV | Восточная и северная | 20 | 40 | 60 | 5 |

Средняя продолжительность снегопадов в I-III районах составляет 6 часов, в IV - 5 часов. В 95% случаев максимальная продолжительность выпадения снега на всей территории республики не превышает 16 часов. Температура воздуха во время снегопадов, как правило, находится в пределах минус 5-6°C, ее минимальное значение - минус 14°C.

Средняя толщина разовых снежно-ледяных отложений в пересчете на воду в I, II, III и IV районах равна, соответственно, 0,7; 0,9; 1,3 и 1,1 мм, а их наибольшее значение не превышает 5 мм.

Исходя из числа случаев гололедицы, ее продолжительности, температуры воздуха и толщины снежно-ледяных отложений, рассчитывают количество посыпок дорог, нормы распределения технической соли; потребность в ПГМ и сроки выполнения работ.

При зимнем содержании автомобильных дорог применяют химический, химико-фрикционный и фрикционный способы борьбы с зимней скользкостью в соответствии с СТБ 1158.

При химическом способе распределяют чистые ПГМ в кристаллическом (техническая соль, хлористый кальций и др.) или жидком (рапа, пластиковые воды и др.) виде.

Химико-фрикционный способ предусматривает смешивание кристаллических ПГМ с инертными (песком, отсевом от камнедробления, мелким гравием и др.) в количестве, обеспечивающем распределение ПГМ, как и при химическом способе. При химико-фрикционном способе происходит более интенсивное разрушение гололедной пленки и снежно-ледяного наката и повышается коэффициент сцепления. Химико-фрикционный способ на основе технической соли необходимо применять при температуре воздуха до минус 15°C.

При фрикционном способе используют инертные материалы, повышающие коэффициент сцепления, но не ликвидирующие зимнюю скользкость. Для предотвращения смерзания инертные материалы смешивают с (5±1)% технической соли. Такую смесь целесообразно применять при температуре воздуха ниже минус 15°C, а также вблизи источников хозяйственного и питьевого водоснабжения, в водоохранных зонах рек и водоемов.

Технология работ по предупреждению зимней скользкости предусматривает проведение следующих операций:

- профилактическую (превентивную) обработку покрытий противогололедными материалами (ПГМ) до образования гололеда или в начале снегопада, чтобы предотвратить образование зимней скользкости или исключить примерзание снега к покрытию;
- плавление снежно-ледяных образований с помощью химических материалов;
- удаление снежных и ледяных образований с покрытий дорог и обочин;
- обработку снежно-ледяного наката фрикционными материалами для повышения коэффициента сцепления.

В первую очередь борьбу с зимней скользкостью необходимо проводить на участках с необеспеченной видимостью, крутыми уклонами и кривыми малого радиуса; на пересечениях в одном уровне, искусственных сооружениях и подходах к ним, в населенных пунктах, на остановочных площадках и во всех других местах, где особенно часто возможно экстренное торможение.

Профилактической обработке покрытий и свежевыпавшего снега необходимо уделять первостепенное значение, т.к. при образовании гололеда резко возрастает число ДТП.

Профилактическую обработку необходимо производить при:

- ожидаемом выпадении дождя на переохлажденное покрытие;
- прогнозируемом резком понижении температуры (от положительной до минус 2-5°C в ближайшие 2-6 часов) и мокрым покрытием или начале дождя;
- осадении и замерзании на покрытии водяных паров при влажности воздуха выше 60%, мороси и тумане;
- получении сообщения государственной метеослужбы об образовании гололеда;
- снегопаде и образовании на покрытии снега толщиной более 2 см.

Технология работ по предотвращению образования снежно-ледяного наката во время снегопадов предусматривает следующие этапы: выдержку, обработку свежевыпавшего снега ПГМ, интервал, очистку покрытия от снега.

При наличии на покрытии гололеда осуществляют распределение песчано-соляной смеси (ПСС), содержащей не менее 50% песка, т.к. песок повышает коэффициент сцепления и интенсифицирует процесс разрушения гололедной пленки. Нормы распределения ПСС при температуре воздуха до минус 5°C устанавливают из расчета 30 г/м² технической соли. Применять чистую соль и жидкие хлориды при образовании гололеда нельзя, т.к. это приводит к увеличению скользкости сразу же после распределения.

Для реализации указанных способов необходимо использовать следующие реагенты: техническую соль Солигорских калийных комбинатов (ТУ 2152-005-00-20-9527), хлористый кальций чешуирующий и порошкообразный, хлористый кальций фосфатированный – ХКФ, рапу хлоридов натрия и калия Солигорских калийных комбинатов, пластиковые воды Речницкого месторождения нефти и другие противогололедные материалы, отвечающие требованиям СТБ 1158.

Основным химическим реагентом для предупреждения образования и ликвидации зимней скользкости на дорогах Республики является техническая соль Солигорских калийных комбинатов (галитовые отходы), которая содержит не менее 90% хлористого натрия, не более 4,5 хлористого калия, 1,2 сернокислого кальция, 0,3 хлористого магния и 4-6% нерастворимого в воде остатка. Техническая соль транспортируется в насыпном

виде без тары при положительной температуре воздуха железнодорожным и автомобильным транспортом.

При влажности более 3% техническая соль слеживается при положительной температуре воздуха и смерзается при отрицательной и нетехнологична. Поэтому перевозить техническую соль железнодорожным транспортом необходимо при положительной температуре воздуха.

Для предотвращения слеживания и смерзания техническую соль в течение 1-5 дней после получения необходимо:

- высушивать до влажности, не превышающей 3%, или обрабатывать противослеживающими реагентами, например, «Антислеживатель» (ТУ РБ 37329551.001) и др., хранить в складах закрытого типа или под навесом. При хранении на открытых площадках соль должна быть обработана или укрыта влагонепроницаемыми материалами;

- смешивать с песком или другими фрикционными материалами в соотношении соль:песок от 1:1 до 1:4;

- смешивать с 4-7% хлористого кальция порошкообразного или 7-12% хлористого кальция чешуированного.

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

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

Таблица 7.3.

| Район | Часть территории Беларуси | Среднее количество посыпок за зиму (Γ_n) | Средняя отрицательная температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$ | Средняя толщина снежно-ледяных отложений, мм (д) | Средняя плотность снежно-ледяных отложений, $\text{г}/\text{см}^3$ (g) | Норма распределения технической соли, $\text{т}/1000 \text{ м}^2$, при борьбе со снежно-ледяными отложениями (N) | Потребность в технической соли (песке), $\text{т}/\text{км}$ (M) | |
|-------|------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| | | | | | | | всего | в т.ч. для ликвидации гололеда |
| I | Юго-западная | 60 | 6 | 0,7 | 0,4 | 0,018 | 7,6 | 3,9 |
| II | Южная и западная | 70 | 7 | 0,9 | 0,4 | 0,025 | 12,3 | 5,2 |
| III | Центральная | 85 | 7 | 1,2 | 0,3 | 0,025 | 14,9 | 6,5 |
| IV | Восточная и северо-восточная | 80 | 8 | 1,1 | 0,3 | 0,026 | 14,6 | 5,2 |

Расчет потребности в технической соли (M) производят по формуле

$$M = N \cdot B_p \cdot \Gamma_n \cdot L, \quad (7.1)$$

где N – норма распределения технической соли, $\text{т}/1000 \text{ м}^2$; B_p – ширина распределения ПГМ, м. Определяется с учетом ширины проезжей части; полос уширения, остановочных площадок или принимается равной 7 м для дорог с двухполосным движением; Γ_n – количество посыпок за зимний период; L – протяженность обслуживаемого участка дороги, км.

Нормы распределения технической соли (N) в $\text{т}/1000 \text{ м}^2$ рассчитывают по формуле

$$N = 0,005 + 0,008 \cdot T \cdot h \cdot q, \quad (7.2)$$

где T – средняя отрицательная температура воздуха за зимний период, °С (табл. 7.3); h – средняя толщина разовых снежно-ледяных отложений в пересчете на воду, мм (табл. 7.3); q – средняя плотность снежных и ледяных отложений, г/см². Принимается равной в I и II районах – 0,4 г/см²; в III-IV – 0,3 г/см² и для льда – 0,8 г/см².

Количество посылок за зимний период рассчитываем по формуле

$$\Pi_n = \Pi_z + \Pi_c \cdot \left(\frac{t_c}{t_{\text{дир}}} \right), \quad (7.3)$$

где Π_z – число случаев гололеда (табл. 7.2); Π_c – число случаев снегопадов и метелей (табл. 7.2); t_c – продолжительность снегопадов, ч (табл. 7.2); $t_{\text{дир}}$ – директивные сроки, в течение которых необходимо ликвидировать зимнюю скользкость, ч (табл. 7.2).

При образовании гололедицы борьбу с ней необходимо вести, посыпая дорогу смесью технической соли с фрикционными материалами, содержание которых должно быть не менее 30%. Нормы расхода смеси ($N_{\text{см}}$ в г/м²) рассчитываем по формуле

$$N_{\text{см}} = 100 \frac{N}{N_{\phi}}, \quad (7.4)$$

где N – норма распределения технической соли, рассчитанная по формуле 6.2, г/м² или т/1000 м²; N_{ϕ} – фактическое содержание технической соли в смеси, %.

При минимальной плотности насыпки 100 г/м² для распределения 20 г/м² технической соли необходимо приготовить смесь технической соли с песком в соотношении 1:4, а для распределения 30 г/м² необходимо приготовить смесь в соотношении 1:2. Для распределения 50 г/м² 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 технической соли.

Усредненные нормы распределения хлоридов приведены в таблице 7.4.

Таблица 7.4.

| ПГМ | Гололед | | | | Снежно-ледяной накат | | | | Рыхлый снег | | | |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|-------|----------------------|------|-------|-------|-------------|------|-------|-------|
| | Усредненные нормы распределения чистых хлоридов, г/м ² , при отрицательной температуре воздуха, °С | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| | 0-5 | 6-10 | 11-15 | 16-20 | 0-5 | 6-10 | 11-15 | 16-20 | 0-5 | 6-10 | 11-15 | 16-20 |
| Техническая соль (соль сильвинитовых отвалов, галитовые отходы) | 30 | 50 | 75 | - | 25 | 35 | 60 | - | 15 | 25 | 35 | - |
| Чешуируванный хлористый кальций, ХКФ | 30 | 60 | 80 | 100 | 25 | 40 | 65 | 80 | 20 | 30 | 40 | 50 |
| Смесь технической соли с хлористым кальцием (88:12) | 25 | 50 | 75 | - | 20 | 40 | 65 | - | 15 | 25 | 40 | - |

Продолжение таблицы 7.4

| | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Рапа, природные рассолы, пластовые воды, концентрированные растворы хлористонариевого состава | 170 | 240 | - | - | 140 | 170 | - | - | 100 | 120 | - | - |
| Пластовые воды и концентрированные растворы хлористокальциевого 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. Проверк обозначает, что при такой температуре воздуха применять данное химическое вещество нельзя.

3. Чешуированный хлористый кальций целесообразно применять при температуре воздуха от минус 15 до минус 35°С.

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

$$T_{np} = \left[\left(N \cdot B \cdot \frac{t_z}{Q} + \frac{1}{V_p} \right) + L_{ck} \cdot N \cdot \frac{B}{8Q} \cdot \left(\frac{1}{V_1} + \frac{1}{V_2} \right) \right] : K_p, \quad (7.5)$$

где N – норма распределения ПГМ, т/1000 м²; B – ширина распределения материала, м; t_z – время загрузки одного распределителя, час; V_p – скорость движения распределителя при посылке дороги, км/ч; Q – грузоподъемность распределителя, т; L_{ck} – расстояние между складами (пескобазами), км; V_1 – скорость движения распределителей с грузом, км/час; V_2 – скорость движения распределителей без груза, км/час; K_p – коэффициент использования рабочего времени, $K_p = 0,7$.

Таблица 7.5. Характеристика распределителей

| Марка распределителя | Грузоподъемность распределителя, т | Скорость движения с грузом, км/ч | Скорость движения без груза, км/ч | Время загрузки одного распределителя, ч | Ширина распределения материала, м | Скорость движения при посылке дорог, км/ч |
|----------------------|------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------|
| КДМ-130 | 4,0 | 50 | 60 | 0,1 | 7 | 25 |
| КО-104 | 3,5 | 50 | 60 | 0,1 | 7 | 20 |
| ЭД-403 | 4,5 | 50 | 60 | 0,1 | 7 | 40 |

Базы для хранения противогололедных материалов (рис. 7.2) рекомендуется размещать для дорог I категории через 20 км, для остальных дорог – через 40-50 км.

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

Анализируя план и продольный профиль, опасные участки вносят в ведомость (табл. 7.6) и определяют их общую длину.

Таблица 7.6. Ведомость участков дорог, подлежащих первоочередной обработке противогололедными материалами

| Адрес участка | | Наименование опасного участка | Площадь участка, м ² | Расход песчано-соленой смеси, кг | |
|---------------|-------|-------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| начало | конец | | | при гололеде, при норме q , г/м ² | при снегопаде, при норме q , г/м ² |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |

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. Проекции 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. 7.3).

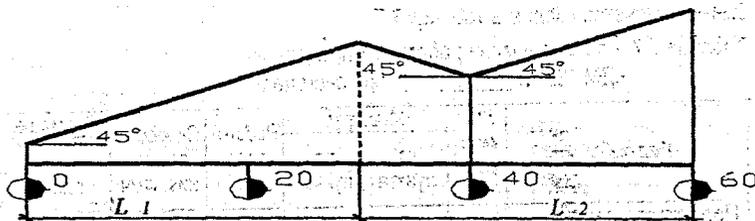


Рис. 7.3. Определение границ действия баз

Необходимое число распределителей определяют по формуле

$$n = \frac{T_{np} \cdot L}{t_{дир}} \quad (7.6)$$

где L – длина участка дороги до границы действия базы, км; $t_{дир}$ – директивное время распределения противогололедных материалов, ч.

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

Протяженность участка, обработанного за один рейс распределителя: l_p (км), определяют по формуле

$$l_p = \frac{Q}{N_{см} \cdot B}, \text{ ч} \quad (7.7)$$

где Q – грузоподъемность распределителя, кг, т; $N_{см}$ – норма распределения материала, г/м², т/1000 м²; B – ширина распределения материала, м.

Время на разгрузку одного распределителя определяют по формуле

$$t_p = \frac{l_p}{V_p}, \quad (7.8)$$

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

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

$$n_p = \frac{L_i}{L_p}, \quad (7.9)$$

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

Продолжительность одного рейса распределителя определяют по формуле

$$t_{cp} = t_s + \frac{l_1}{V_1} + \frac{l_p}{V_p} + \frac{l_2}{V_2}, \quad (7.10)$$

где t_s – время загрузки машины, ч; l_1 – расстояние от базы до начала места распределения материалов, км; l_2 – расстояние от окончания участка до базы, км; l_p – длина участка распределения материала, км; V_1, V_2 – скорость груженого и порожнего распределителя, км/ч; V_p – скорость машины при распределении материала, км/ч.

Данные расчетов сводим в таблицу 7.7.

Таблица 7.7. Расчет времени работы распределителя
КДМ 130 № _____ при снегопаде

| № п/п | Вид работ | Номер рейса | Маршрут | | Расстояние, км | Скорость движения, км/ч | Время работы, ч | |
|-------|------------------------------------|-------------|------------|------------|----------------|-------------------------|-----------------|-----------------|
| | | | от пункта | до пункта | | | на участке | с начала работы |
| 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 +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 |

Аналогично определяем время распределения противогололедных материалов на опасных участках (таблица 7.8).

Таблица 7.8. Расчет времени работы распределителя
КДМ 130 № _____ при обработке опасных участков

| № п/п | Вид работ | Но- мер рейса | Маршрут | | Расстоя- ние, км | Скорость движения, км/ч | Время работы, ч | |
|-------|--------------------------------------|---------------|------------|------------|------------------|-------------------------|-----------------|-----------------|
| | | | от пункта | до пункта | | | на уча- стке | с начала работы |
| 1. | Подготовка распре- делителя 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 | 1,62 |
| 7. | Подъезд к месту по- грузки | | 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 по- грузки | | км 30 +000 | база ПСС | 40 | 60 | 0,67 | 3,4 |

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

$$n_{cp} = \frac{t_{дир} - t_{он}}{t_{рп}}, \quad (7.11)$$

где $t_{дир}$ – максимальный срок ликвидации зимней скользкости, ч; $t_{он}$ – время на оповещение, запуск, прибытие и постановку под отгрузку распределителя, ч, $t_{он} = 0,4$ ч.

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

Количество требуемых распределителей на каждом участке равно

$$N_{mp} = \frac{n_p}{K_p \cdot n_{cp}} \quad (7.12)$$

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

$$N_{mp} = \sum_{i=1}^k N_{mp} \cdot i, \quad (7.13)$$

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.

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. 7.4). Предусматривают перерывы на обед, для смены водителей и для заправки машин ГСМ.

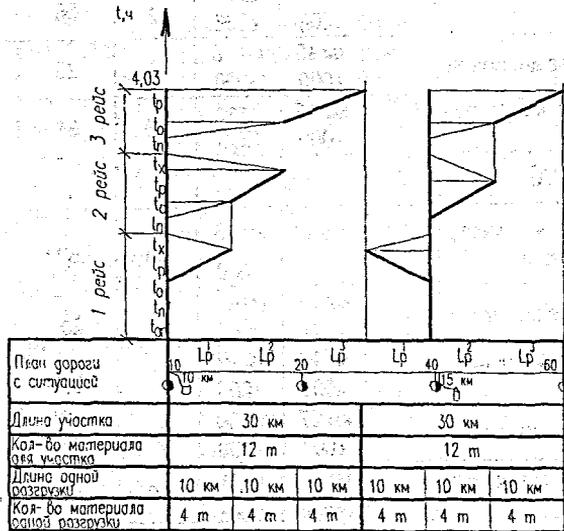


Рис. 7.4. График работы распределителей

8. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО СНЕГООЧИСТКЕ

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.

К очистке проезжей части во время снегопадов и метелей необходимо приступать при толщине рыхлого снега, указанной в таблице 8.1.

Таблица 8.1.

| Уровни содержания дорог | Виды работ по очистке | Интенсивность снегопада, см/ч | Толщина рыхлого снега, при которой необходимо приступать к очистке, см |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 1; 2 | Периодическая | <5 | 6 |
| | Патрульная | 5-8 | 5 |
| | Патрульная | >8 | 3 |
| 3; 4 | Периодическая | <5 | 8 |
| | Патрульно-периодическая | 5-8 | 6 |
| | Патрульная | >8 | 4 |
| 5 | Не производится | <5 | Очистка производится после прекращения снегопада |
| | Периодическая | 5-8 | 10 |

При периодической снегоочистке производится россыпь ПГМ на опасных участках, а очистка покрытия от снега осуществляется после прекращения снегопада или толщине рыхлого снега 6-10 см.

При патрульной снегоочистке работы выполняют плужными снегоочистителями на закрепленном участке в течение всего снегопада или метели с распределением при необходимости ПГМ.

При патрульно-периодической снегоочистке основное внимание уделяют распределению ПГМ с целью сохранения снега в рыхлом состоянии, а также периодической снегоочистке плужными снегоочистителями.

Если толщина рыхлого снега за директивный срок обработки покрытий ПГМ не достигнет 3-8 см (таблица 8.1), осуществляют их повторное распределение, а после прекращения снегопада или метели производят снегоочистку.

Для дорог с уровнем содержания 1 и 2 после прекращения снегопада или метели и при наличии после снегоочистки рыхлого снега на покрытии осуществляют распределение ПГМ до полной ликвидации зимней скользкости.

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 располагаются в плане уступами на половине ширины земляного полотна.

При работе двух и более снегоочистителей на дорогах полоса, очищенная впереди идущей машиной, должна перекрываться следующей за ней машиной на 0,2-0,5 м. Разрыв между снегоочистителями в плане должен быть 30-60 м.

Несоблюдение изложенного технологического регламента очистки покрытий от свежевывавшего снега, как правило, приводит к возникновению на дороге участков, покрытых уплотненным снегом, который может превратиться в снежно-ледяной накат. Поэтому его необходимо удалять в возможно кратчайшие сроки на дорогах 1-3 уровней содержания.

Для организации патрульной снегоочистки на автомобильных дорогах в первую очередь необходимо знать допустимое время снегонакопления, то есть время, через ко-

торое патрульный снегоочиститель должен повторять проход по одному месту, чтобы не допустить снегонакопления на дороге слоем, толщиной больше допустимого.

Допустимое время снегонакопления в период снегопада определяют по формуле

$$t_n = \frac{h_{дон} \cdot P_c}{i_p \cdot P_e}, \quad (8.1)$$

где $h_{дон}$ – максимально допустимая толщина слоя рыхлого снега на поверхности проезжей части, мм (принимается по табл. 8.2); i_p – интенсивность расчетного снегопада, мм/ч.

$$i_p = \frac{W_a}{n_c \cdot t_c}, \quad (8.2)$$

где n_c – число случаев снегопадов за зимний период (табл. 7.2); t_c – продолжительность снегопадов, ч (табл. 7.2); W_a – количество твердых осадков за зимний период, мм.

Таблица 8.2. Толщина очистки покрытия и допустимая толщина снежного и снежно-ледяного наката

| Уровни содержания дождя | Ширина очистки от снега, % | | | | Допустимая толщина снежного и снежно-ледяного наката, $h_{дон}$, мм | | | |
|-------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------|
| | проезжей части | | обочин | | на проезжей части | | на обочинах | |
| | в обычных условиях | в экстремальных условиях | в обычных условиях | в экстремальных условиях | в обычных условиях | в экстремальных условиях | в обычных условиях | в экстремальных условиях |
| 1 | 100 | 80 | 80 | 50 | нет | 20 | 20 | 10 |
| 2 | 100 | 60 | 70 | 40 | нет | 30 | 25 | 50 |
| 3 | 80 | 50 | 65 | 30 | 30 | 60 | 35 | 80 |
| 4 | 70 | 50 | 60 | 30 | 60 | 100 | 70 | 130 |
| 5 | 60 | 50 | 50 | 30 | 100 | 150 | 120 | 180 |

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

$$h = i_{сн} \cdot t_n \cdot P_c / P_e, \quad (8.3)$$

где h – толщина рыхлого снега, мм; $i_{сн}$ – интенсивность снегопада, мм/ч; t_n – время снегонакопления, ч; P_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 свежевывапавшего снега; P_e – плотность воды, равная 1 г/см³.

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

$$n_{np} = \frac{t_c}{t_n}. \quad (8.4)$$

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

$$N_c = \frac{2L \cdot n_n}{V_p \cdot K_p \cdot t_n}, \quad (8.5)$$

где L – длина участка, км; V_p – рабочая скорость снегоочистителя, км/ч; K_p – коэффициент использования рабочего времени, принимается равным 0,7...0,9;

$$L = \frac{t_n \cdot V_p \cdot K_p}{2} \quad (8.6)$$

Время, необходимое для очистки 1 км покрытия от снега ($T_{сч}$), ч, для конкретных снегоочистителей рассчитывают по формуле

$$T_{сч} = \frac{L \cdot n}{V_p \cdot K_p}, \quad (8.7)$$

где L – длина обслуживаемого участка дороги, 1 км; n – число проходов снегоочистителя, необходимое для полной уборки снега с проезжей части или обочин рассчитывают по формуле

$$n = \frac{B}{e \cdot K_n}, \quad (8.8)$$

где B – ширина проезжей части или обочины, м (обычно принимают половину ширины земляного полотна); e – ширина отвала, м; K_n – коэффициент, учитывающий перекрытие ширины очистки в зависимости от угла установки отвала и высоты снега. Находится в пределах от 0,4 до 0,8; V_p – средняя рабочая скорость снегоочистителя, км/ч.

После окончания снегопада необходим еще один проход комплекта машин, чтобы закончить уборку. Число машин для этой операции N_0 принимают равным n .

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

$$T_I = N_c \cdot t_c + N_0 \cdot 2LV_p \cdot K_p, \quad (8.9)$$

Общая потребность плужных снегоочистителей за зиму составит

$$T_o = T_I \cdot n_c, \quad (8.10)$$

где n_c – число снегопадов за зимний период (табл. 7.2).

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

$$t = \frac{2 \cdot L \cdot n_n}{N_c \cdot V_p \cdot K_p}, \quad \text{ч.} \quad (8.11)$$

Полученное значение сравниваем с предельно допустимым временем очистки дороги от снега. Предельно допустимые значения времени приведены в табл. 1.2 [8].

Расчетное время t , необходимое для очистки дороги от снега, должно быть меньше $t_{доп}$. Если в расчете получим $t > t_{доп}$, 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. 8.1). Указывают места дислокации снегоочистителей и границы их действия. Места дислокаций назначают исходя из условий обеспечения круглосуточно патрулирования, с учетом создания необходимых бытовых условий машинистам.

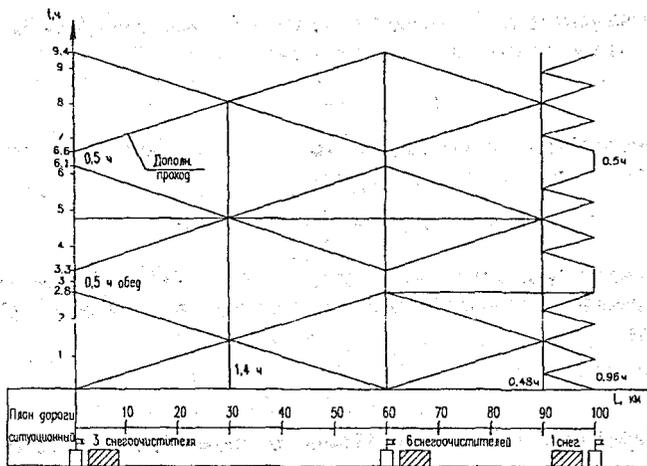


Рис. 8.1. График работы снегоочистителей

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

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.

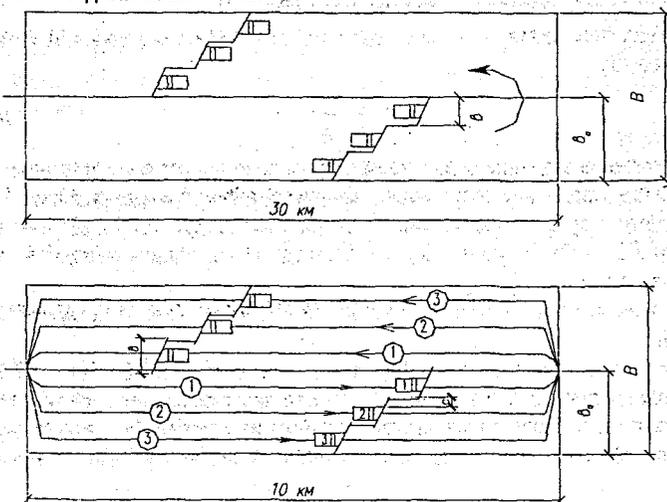


Рис. 8.2. Схема работы снегоочистителей

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

$$t_{np} = \frac{L}{V_p} \cdot K_p,$$

где L – длина участка обслуживания, км; V_p – рабочая скорость движения машины, км/ч.

Это время откладывают на ординате графика. Если на перегоне одного прохода полагается остановка, то время остановки добавляется к времени рабочего прохода.

9. 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.

$$E = \frac{\mathcal{E}}{K}, \quad (9.1)$$

где E – коэффициент экономической эффективности дополнительных капиталовложений; \mathcal{E} – годовой экономический эффект от использования принятых решений, руб.; K – капиталовложения начального года на создание снегозащиты, руб.

Принятое решение считается эффективным, если соблюдается условие:

$$E \geq E_n, \quad (9.2)$$

где E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений в транспортное строительство, $E_n \geq 0,15$ [12, 13].

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

$$П_i = t_i \left(\frac{L}{V_z} - \frac{L}{V_o} \right) \left(\frac{E_n}{T \cdot a} \sum_{i=1}^m N_{ii} \cdot K_i + \sum_{i=1}^m N_{ii} \cdot C_i \right), \quad (9.3)$$

где t_i – продолжительность движения по занесенной снегом дороге, час; L – протяженность заносимых снегом участков, км; V_z – средняя скорость автомобиля на занесенной снегом дороге, км/ч; V_o – средняя скорость на очищенной от снега дороге, км/ч; m – количество автомобилей разной грузоподъемности в потоке; C_i – стоимость одного машино-часа работы автомобилей данной грузоподъемности, руб.; $C_1 = 0,71$ для автомобилей типа УАЗ-451, $C_2 = 1,21$ – для автомобилей типа ЗИЛ-130, $C_3 = 1,27$ – для автомобилей ЛАЗ-695, $C_4 = 1,84$ – для автопоезда (стоимость приведена в ценах 1991 года) [5, 15];

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_0 – 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, 15]:

$K_1 = 19,74$ – для автомобилей типа УАЗ-451;

$K_2 = 21,41$ – для автомобилей типа ЗИЛ-130;

$K_3 = 44,20$ – для автобуса типа ПАЗ-695;

$K_4 = 30,24$ – для автопоезда на базе автомобиля МАЗ;

t_s – определяют по формуле

$$t_s = n_c \cdot t_c,$$

где n_c – среднее число метелей в данном районе; t_c – средняя продолжительность метелей и снегопадов [14].

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

$$N_t = N_0 \cdot (1 + q)^{t-1}, \quad (9.4)$$

где N_t – интенсивность движения в t -ом 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

$$P_{пт} = P_t \frac{1}{(1 + E_{нп})^t}, \quad (9.5)$$

где $P_{пт}$ – приведенные потери в t -м году; P_t – потери в t -м году; – норматив для приведения к базисному году разновременных затрат; $E_{нп} = 0,15$ [12, 13]; t – период времени приведения в годах.

Все расчеты сводим в таблицу 9.2.

Среднегодовые приведенные прогнозируемые потери за 20 лет определяют по формуле

$$P_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^{20} P_{пт}}{\sum_{i=1}^{20} \frac{1}{(1 + E_{нп})^i}} \quad (9.6)$$

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 $\mathcal{E} = P_{cp}$.

По формуле (9.1) определяют коэффициент экономической эффективности капиталовложений.

Срок окупаемости определяют по формуле

$$T = \frac{1}{E} \quad (9.7)$$

Капиталовложения начального года складываются из затрат на основную защиту 1 км снегозадерживающей лесной полосы и затрат на дополнительную защиту – установку решетчатых щитов и устройство снежных траншей. Расчет капиталовложений начального года приведен в табл. 9.1.

В табл. 9.2. приведен пример расчета потерь, вызванных снежными заносами.

На основании расчета по формулам (9.1), (9.2), (9.7) определена экономическая эффективность использования принятых решений.

Таблица 9.1

| Наименование работ | Ед. измерения | Кол-во ед. | Стоимость ед., руб. | Общая стоимость, руб. |
|------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|---------------------|-----------------------|
| ОСНОВНАЯ ЗАЩИТА | | | | |
| Освоение речных 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 | | | |
| Установка снежных траншей | 1 км | | | |

Таблица 9.2. Среднегодовые приведенные прогнозируемые потери

| Год эксплуатации | N_t , авт./сут. | Π_t , руб. | $\frac{1}{(1 + E_{ин})^t}$ | $\frac{\Pi_t}{(1 + E_{ин})^t}$ |
|------------------|-------------------|----------------|----------------------------|--------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 4725 | 6951,51 | 0,87 | 6047,81 |
| 2 | 4961 | 7299,09 | 0,76 | 5547,31 |
| 3 | 5209 | 7664,04 | 0,66 | 5042,13 |
| 4 | 5470 | 8047,25 | 0,57 | 4598,43 |
| 5 | 5743 | 8449,61 | 0,50 | 4203,79 |

Продолжение таблицы 9.2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------|-------|----------|------|----------|
| 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 | 697 | 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: | | | 6,27 | 58277,41 |

При защите дороги от снеготаносов годовой эффект равен

$$\mathcal{E} = \Pi_{\text{р}} = 9294,64 \text{ руб.}$$

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 1991 года.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агроклиматический справочник /Под ред. Н.А.Малишевской. – Мн.: Ураджай, 1970.
2. Леонович 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. Зимнее содержание автомобильных дорог общего пользования Республики Беларусь (РД 0 219.1.18-2000). – Мн., 2000.
7. Васильев А.П., Сиденко В.М. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения. – М.: Транспорт, 1990.
8. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения /Под ред. И.И.Леоновича. – Мн.: Высшая школа, 1988.
9. Содержание и ремонт автомобильных дорог /Под ред. А.П.Васильева. – М.: Транспорт, 1989.
10. Ширикова В.В., Мацкевич Д.И., Мороз Ю.Д. Эффективность капиталовложений в условиях рынка. – Мн.: НИК «Маркетинг», 1994.
11. Михайлова Е.А., Рожков Ю.В. Финансово-кредитные методы регулирования инвестиционных рынков. – Л.: ЛФЭИ, 1991.

ПРИЛОЖЕНИЕ



- I - IV - районы по условиям снегоборьбы на автомобильных дорогах;
- - границы районов;
- М-1; Р-20 - республиканские автомобильные дороги

Рисунок 1 - Районирование территории Республики Беларусь по условиям снегоборьбы на автомобильных дорогах

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

Составители: Чумичева Наталья Валентиновна
Юркевич Нина Георгиевна

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к курсовому проекту по дисциплине
«Эксплуатация дорог, мостов и транспортных сооружений»
для студентов специальности 70 03 01 –
«Автомобильные дороги»

Ответственный за выпуск: Чумичева Н.В.

Редактор: Строкач Т.В.

Корректор: Шульга Т.Ю.

Компьютерная вёрстка: Кармаш Е.Л.

Подписано к печати 29.12.2004 г. Формат 60×84 $\frac{1}{16}$. Усл. печ. л. 2,6 Уч. изд. л. 2,75

Тираж 100 экз. Заказ № 31. Отпечатано на ризографе учреждения образования «Брестский государственный технический университет», 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.