

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

Г. В. ПРОВАТОРОВА

ЗИМНЕЕ СОДЕРЖАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Учебное пособие
к курсовому и дипломному проектированию



Владимир 2021

УДК 625.7/.8

ББК 39.311

П78

Рецензенты:

Доктор технических наук, профессор
зав. кафедрой строительных конструкций
Владимирского государственного университета
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых
С. И. Рощина

Заместитель генерального директора, исполнительный директор
Владимирского обособленного подразделения
ООО «Спецстройпроект»
Д. А. Алексеенко

Издается по решению редакционно-издательского совета ВлГУ

Проваторова, Г. В. Зимнее содержание автомобильных до-
П78 рог : учеб. пособие к курсовому и диплом. проектированию /
Г. В. Проваторова ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. –
Владимир : Изд-во ВлГУ, 2021. – 67 с.
ISBN 978-5-9984-1413-8

Содержит общие положения, основные расчеты, методику определения объемов снегопереноса к дороге, варианты снегозадерживающих устройств, расчет потребности в снегоочистителях и распределителях противогололедных материалов (ПГМ), алгоритм выбора и определения необходимого количества противогололедных реагентов.

Предназначено для студентов вузов направления подготовки 08.03.01 «Строительство» (профиль «Автомобильные дороги») всех форм обучения.

Рекомендовано для формирования профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО.

Табл. 14. Ил. 15. Библиогр.: 16 назв.

УДК 625.7/.8

ББК 39.311

ISBN 978-5-9984-1413-8

© ВлГУ, 2021

ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебное пособие написано в соответствии с рабочей программой дисциплины «Эксплуатация автомобильных дорог» и входит в состав учебно-методического комплекса направления подготовки 08.03.01 «Строительство» (профиль «Автомобильные дороги»), также может использоваться студентами специальности 08.05.02 «Строительство, эксплуатация, восстановление и техническое прикрытие автомобильных дорог, мостов и тоннелей».

Издание содержит основные сведения по зимнему содержанию автомобильных дорог и дорожных сооружений. Приведены классификация участков дорог по трудности снегоборьбы, классификация видов снегоочистки, а также основные методы расчета объемов снеготранспорта и снегоприноса, потребности в машинах и материалах для зимнего содержания. Кроме того, даны примеры расчета и оформления курсовых работ, представлены справочные приложения, необходимые для курсового и дипломного проектирования, перечень действующей нормативной литературы.

Знание материала пособия, а также рассмотренные примеры помогут студентам при выполнении лабораторных и практических заданий и курсовом и дипломном проектировании. Изучение вопросов, связанных с зимним содержанием автомобильных дорог, базируется на дисциплинах общетехнического цикла и является необходимым требованием освоения специальных дисциплин государственного образовательного стандарта направления подготовки «Строительство».

ВВЕДЕНИЕ

Эксплуатация дорог в зимнее время – сложная задача, которая стоит перед дорожными службами, отвечающими за их содержание. Для этого периода характерны короткий световой день, отрицательные температуры, снегопады, метели, заносы, различные виды скользкости, обрушение лавин и др. В результате неблагоприятных природных факторов и несвоевременной борьбы с ними на дорогах зачастую возникают многокилометровые пробки или серьезные дорожно-транспортные происшествия, приводящие к человеческим жертвам.

В связи с этим дорожные службы должны обеспечивать высокий уровень зимнего содержания, основные показатели которого – ширина чистой дороги без снега и льда; толщина слоя рыхлого снега на поверхности, накапливающегося с начала снегопада или метели до начала снегоочистки и в перерывах между проходами снегоочистительных машин; толщина уплотненного слоя снега на проезжей части и обочинах; сроки очистки дороги от снега, ликвидации гололеда и зимней скользкости.

В курсовых работах студенты в качестве цели могут поставить: определение транспортной способности и характеристики метелевого потока; определение твердого расхода метели; определение насыщенности метелевого потока; определение объема снеготранспорта и мероприятий по снегозащите, снегоочистке и борьбе с зимней скользкостью, а также организацию зимнего содержания автомобильных дорог.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ЗИМНЕГО СОДЕРЖАНИЯ ДОРОГ

1.1. Требования к уровню зимнего содержания дорог

Зимнее содержание представляет собой комплекс мероприятий, включающий в себя защиту дорог от заносов, их очистку от снега, борьбу с зимней скользкостью, защиту от лавин и наледей. Основные показатели зимнего содержания следующие: ширина чистой дороги без снега и льда, толщина слоя рыхлого снега на поверхности, толщина снежного наката на проезжей части и обочинах, сроки очистки дорог от снега, ликвидации гололеда и зимней скользкости.

По уровню зимнего содержания дороги разделяют на три группы:

- 1) с чистой проезжей частью;
- 2) с чистой серединой проезжей части;
- 3) с уплотненным снегом.

Требования к уровню зимнего содержания каждой дороги устанавливаются на основе технико-экономических расчетов с учетом оснащенности дорожной службы машинами. Предельно допустимые значения требований приведены в табл. 1.

Мероприятия по зимнему содержанию дорог проводят с целью обеспечения потребительских свойств дороги в зимнее время. Для реализации этой цели осуществляют:

– защитные меры по предотвращению образования снежных заносов путем устройства постоянных или временных средств снегозащиты;

– профилактические меры, цель которых – не допустить образования зимней скользкости на дорожном покрытии от проходящего транспорта;

– меры по удалению снежных и ледяных образований на дороге и уменьшению их воздействия на автомобильное движение.

Таким образом, основная задача зимнего содержания – обеспечение бесперебойного, безопасного и удобного движения автомобилей с расчетными скоростями и нагрузками, установленными для данной категории дорог, и поддержание автомобильной дороги в сохранности и проезжаемом состоянии.

Таблица 1

Требования к уровню зимнего содержания автомобильных дорог

Народно-хозяйственное и административное значение дорог	Интенсивность движения, авт./сут	Минимальная ширина очищенной поверхности проезжей части, м	Допустимая толщина рыхлого снега на покрытии, мм	Допустимая толщина уплотненного снега на покрытии, мм	Допустимая толщина снега на обочинах, мм	Максимальный срок снегоочистки и ликвидации зимней скользкости, ч
Дороги общегосударственного и республиканского значения	> 7000	На всю ширину	10	–	–	3
	3000 – 7000	7,5	20	–	50	4
	1000 – 3000	7,0	25	–	60	5
	500 – 1000	6,0	30	–	70	6
	200 – 500	6,0	35	–	80	8
Дороги областного и краевого, местного значения с регулярным автобусным движением зимой	> 7000	7,5	20	–	50	3
	3000 – 7000	7,0	30	–	60	4
	1000 – 3000	6,0	40	–	70	5
	500 – 1000	5,0	60	–	80	6
	до 500	3,0	70	50	100	10
Дороги местного значения непрерывного действия без автобусного движения	200 – 500	–	70	70	120	12
	до 200	–	80	100	150	16
Дороги местного значения с допусаемым кратковременным перерывом движения	Движение нерегулярное	–	–	100 – 150	180 – 200	48

Зимний период года – самый сложный для эксплуатации дорог и организации дорожного движения. Он характеризуется короткой светлой частью суток, низкой температурой воздуха, туманами, в том числе и морозными, снегопадами и метелями, формирующими снежные отложения, а также зимней скользкостью.

При снегопадах и метелях по мере накопления снега на покрытии скорость автомобилей снижается (рис. 1), а при толщине слоя снега, равной высоте дорожного просвета, прекращается совсем.

Снежные отложения, образующиеся при снегопадах и метелях, имеют разную толщину и плотность. Минимальная толщина отложений наблюдается при спокойных безветренных снегопадах. В равнинных районах страны, особенно в районах с континентальным климатом, толщина слоя снега, выпадающего за один снегопад, составляет 1 – 5 см, иногда 5 – 15 см, редко 16 – 35 см. Свежевыпавший сухой, рыхлый снег обычно имеет плотность от 0,07 до 0,12 г/см³; если выпадает влажный или мокрый снег, его плотность может достигать 0,2 – 0,25 г/см³.

Свежевыпавший снег недолго остается в рыхлом состоянии. Под действием собственного веса, влиянием температурных колебаний, в результате уплотнения колесами движущегося транспорта снег оседает, плотность его увеличивается до 0,5 г/см³.

Плотность снега, принесенного ветром и образовавшего снежные заносы, в среднем варьируется от 0,25 до 0,35 г/см³, а в отдельных случаях до 0,45 г/см³ [15, с. 23].

Различные виды зимней скользкости на поверхности покрытия также создают для транспортных средств серьезные трудности. При обледенении резко снижаются сцепные качества дороги, увеличивается

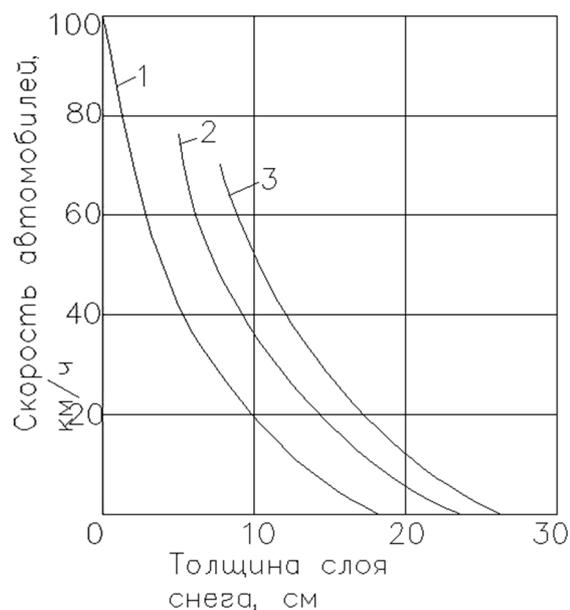


Рис. 1. Зависимость между скоростью движения автомобилей и толщиной рыхлого снега на дороге: 1 – легковые; 2 – легкие грузовые; 3 – средние грузовые

длина тормозного пути и, как следствие, возрастают опасность заноса и вероятность дорожно-транспортных происшествий.

Проезжую часть следует очищать от снега и льда, не допуская повреждения покрытий снегоочистителями. Очистку дороги от снега выполняют на всю ширину земляного полотна. Снежные валы, образующиеся при очистке, необходимо удалять в обязательном порядке и разравнивать за бровкой земляного полотна. Снегу, убранному за бровку, надо придавать уклон не менее 1:8. Поверхность дороги должна быть ровной и обтекаемой для снеговетрового потока.

При высокой вероятности возникновения зимней скользкости в первую очередь необходимо следить за состоянием опасных участков (с необеспеченной видимостью, крутыми уклонами и кривыми малого радиуса), пересечений в одном уровне и т. д.

При появлении зимней скользкости принимаются меры для полного удаления снежно-ледяных отложений, вызвавших скользкость, либо рассыпаются противогололедные материалы, повышающие коэффициент сцепления колеса с поверхностью дороги.

Таким образом, комплекс мер по зимнему содержанию включает в себя:

- 1) профилактические меры, цель которых – предупредить и максимально ослабить образование снежных и ледяных отложений на дороге;
- 2) защитные меры, с помощью которых преграждают доступ к дороге снега и льда. Главным критерием качества снегозащиты считают полное исключение отложения метелевого снега на дороге;
- 3) меры по удалению уже возникших снежных и ледяных отложений.

1.2. Факторы, влияющие на трудность зимнего содержания

Под трудностью зимнего содержания понимают общую характеристику условий, в которых приходится выполнять снегоочистку и ликвидировать зимнюю скользкость на дорогах, чтобы обеспечить проезжаемость дороги в зимнее время. По данному критерию определяют уровень затрат на зимнее содержание в разных регионах. Трудность зимнего содержания обусловлена большим количеством разнообразных факторов, которые можно классифицировать в три группы:

- природно-климатические;
- проектно-строительные;
- эксплуатационные.

К первой группе факторов относятся метеорологические факторы, а также рельеф местности и растительность. Часть информации о метеорологических факторах содержится в СП 131.13330.2020 «Строительная климатология», метеорологических справочниках, часть определяется в результате расчетов по данным гидрометеослужбы, а часть – путем специальных измерений.

Метеорологические факторы. *Продолжительность зимнего периода* – характеристика, обуславливающая общий объем работ, их организацию, а также суммарную величину материальных и денежных затрат на зимнее содержание. Данный показатель зависит от района эксплуатации. Сведения о продолжительности зимнего периода приведены в прил. 1.

Метелевый режим обуславливает вероятность образования снежных заносов на дорогах. Различают несколько типов снежно-метельных явлений:

- снегопад – выпадение снега без сдувания и переноса ветром, наблюдается при скорости ветра 2 – 3 м/с;
- верховая метель – снегопад при ветре, когда снег переносится в слое воздуха высотой до 100 м;
- низовая метель – перенос ранее выпавшего снега в слое высотой до 10 м;
- поземка – перенос частиц ранее выпавшего снега в слое высотой до 0,3 м;
- общая (двойная) метель – верховая и низовая метель одновременно.

От вида метели зависят степень снегозаносимости дорог и характер работы снегозащитных устройств, поэтому данные о соотношении различных видов метели необходимо учитывать при назначении мероприятий по снегоборьбе.

От общей продолжительности метелей за зиму и скорости метелевых потоков зависит важнейшая характеристика зимнего содержания – *объем снегопереноса* – общее количество снега, переносимого метелями в течение зимы в данной местности. Некоторая часть снега

задерживается различными преградами (растительность, рельеф и др.), остальная часть, называемая *объемом снегоприноса*, задерживается у дороги.

Частота и продолжительность метелей также влияют на объем и сроки снегоочистительных работ. Чем короче промежутки между метелями, тем выше должен быть темп работ по проведению мероприятий зимнего содержания.

Ветровой режим – основной метеорологический фактор, обуславливающий степень снегозаносимости дорог. На снегозаносимость оказывает влияние расположение дороги относительно направления господствующих ветров, а также скорость ветра. Подробные сведения о скоростях и направлениях ветров даны в СП 131.13330.2020 «Строительная климатология».

Температурный режим – фактор, определяющий состояние снежного покрова и виды зимней скользкости, а также условия работы машин и водителей. При низких температурах (ниже -10°C) снег остается рыхлым и не уплотняется под действием колес автотранспорта. В температурном интервале от -10 до -6°C снег становится вязким, влажным, затем твердым, смерзшимся и даже обледенелым. Одновременно изменяются его физико-механические свойства, что отражается на работе снегоочистительной техники.

Количество и интенсивность зимних осадков непосредственно влияют на состояние дорог и условия движения. Важно знать *вид осадков*, общую толщину слоя осадков, накопившихся на дороге, интенсивность накопления. При большой интенсивности выпадения осадков значительно ухудшается видимость.

Высота снежного покрова влияет на снегозаносимость дорог. При большой высоте снежного покрова поверхность дорожной конструкции, построенной без учета руководящей отметки по снегозаносимости, может оказаться ниже прилегающей снежной поверхности.

Рельеф местности. Оказывает заметное и разнородное влияние на уровень трудности зимнего содержания дорог. Возвышения и понижения рельефа воздействуют на обтекающий их снеговой поток, вызывая местные изменения направления потока, увеличивая и уменьшая его скорость. Над вершинами возвышенностей скорости потока значительно выше, чем на пониженных формах рельефа. Изменение скорости влияет на величину насыщенности снеговетрового потока. С воз-

вышенностей снег сдувается, а в пониженных местах накапливается. В связи с этим распределение снежного покрова в холмистой и сильно пересеченной местности характеризуется значительной неравномерностью [12; 15].

Растительность. В большинстве случаев растительность уменьшает трудность снегоборьбы, так как любая растительность препятствует переносу снега, гасит скорость снеговетрового потока. В залесенной местности снегопереноса не происходит совсем. В районах с очаговой растительностью перенос снега бывает менее интенсивным. Невысокий кустарник также задерживает снег, пока не отработается.

Кроме того, разного рода растительность служит препятствием сползанию крутых откосов и является одним из способов защиты дорог от лавин.

Проектно-строительные и эксплуатационные факторы. Дорога, правильно запроектированная с учетом направления господствующих ветров, нередко бывает так хорошо защищена от ветра особенностями рельефа, что совсем не страдает от заносов. Дорога, запроектированная без учета рельефа местности и направления господствующих ветров, подвержена действию больших масс снега и, как правило, является заносимой, что сопряжено со значительными затратами на снегоборьбу.

1.3. Уровни зимнего содержания

Роль каждого из факторов, о которых говорилось выше, зависит от географических особенностей разных районов Российской Федерации.

Продолжительность зимнего периода изменяется на территории страны следующим образом. Минимальную продолжительность этот период имеет в южных и юго-западных районах. По мере продвижения с юга на север продолжительность зимнего периода возрастает, причем на востоке больше, чем на западе.

Высота снежного покрова на территории страны неравномерна и зависит от сочетания нескольких факторов: количества выпадающих твердых осадков, продолжительности зимнего периода и плотности снега.

Метелевый и ветровой режимы в различных районах страны связаны между собой: чем выше скорость ветра, тем интенсивнее метель в данной местности. Однако для развития метели помимо соответствующей скорости ветра необходимы материал, который может участвовать в переносе, и открытое пространство для разгона метели. Установлено, что отрыв и перенос снега наблюдаются, если толщина снегового покрова не менее 10 см, скорость ветра более 4 м/с, поверхность снега не имеет снеговой корки.

На условия зимнего содержания дорог влияет и температурный режим зимы, который обуславливает вид наиболее вероятной для данной местности зимней скользкости и выбор метода и материала для борьбы с ней.

Зависимость зимнего содержания от природно-климатических факторов вызвала необходимость разработки районирования территории страны по условиям зимнего содержания. Цель такого районирования – обоснование планирования денежных затрат и материальных средств для зимнего содержания, разработка мер по уменьшению зависимости и защите от снежных заносов дорог, прокладываемых в различных районах нашей страны [14; 15].

В качестве критерия районирования был выбран объем снега, приносимого к дорогам, так как он интегрально учитывает влияние на условия снегоборьбы метелевого, ветрового и температурного режимов зимы.

Территория Российской Федерации разбита на семь зон по трудности снегоборьбы на автомобильных дорогах.

Первая зона – районы периодической снегоборьбы. Последняя носит периодический характер, в течение большинства зим снежный покров практически отсутствует. Продолжительность периода со снежным покровом составляет 10 – 60 суток.

Вторая зона – районы легкой снегоборьбы. Продолжительность периода со снежным покровом составляет 40 – 100 суток. Снежные заносы большой толщины образуются редко на участках небольшого протяжения и наблюдаются в наиболее снежные зимы.

Третья зона – районы со средней трудностью снегоборьбы. Период с устойчивым снежным покровом составляет от 100 до 180 дней.

Объем снегоприноса, как правило, не превышает $75 \text{ м}^3/\text{м}$ и лишь в отдельных пунктах может достигать до $100 \text{ м}^3/\text{м}$ и более.

Четвертая зона – районы трудной снегоборьбы. Продолжительность периода с устойчивым снежным покровом составляет от 100 до 180 дней, объем снегоприноса достигает $250 \text{ м}^3/\text{м}$, на дорогах систематически образуются снежные заносы, имеющие большую толщину и плотность.

Пятая зона – районы очень трудной снегоборьбы. Продолжительность периода с устойчивым снежным покровом составляет от 140 до 205 суток, объем снегоприноса достигает $400 - 600 \text{ м}^3/\text{м}$, отложения от интенсивных снегопадов и снежные заносы большой толщины систематически образуются на участках большой протяженности. В ряде районов появляются наледи.

Шестая зона – районы особо трудной снегоборьбы. Продолжительность периода с устойчивым снежным покровом составляет от 165 до 260 суток, объем снегоприноса достигает $600 - 1000 \text{ м}^3/\text{м}$. Снег обладает большой подвижностью и переносится метелями, образуя мощные снежные заносы на дорогах и в населенных пунктах.

Седьмая зона – горные районы. Эти участки характеризуются большой продолжительностью зимнего периода, большим количеством осадков и значительной толщиной снегового покрова. Особенность зоны – сход лавин, образующих на дороге мощные снежные завалы [4; 14].

1.4. Основные термины и определения

Согласно ОДМ 218.5.001 – 2008, при планировании мероприятий и организации зимнего содержания принято использовать следующие термины и определения.

Снегозаносимость – подверженность дороги образованию снежных заносов.

Незаносимые участки – участки дорог, не подверженные образованию снежных заносов.

Заносимые участки – участки дорог, подверженные образованию снежных заносов.

Директивные сроки очистки дороги – время, установленное дорожными организациями для очистки дорог, с момента окончания снегопада или метели до момента завершения работ.

Интенсивность снегопада (метели) – увеличение толщины снежного покрова (в сантиметрах) при выпадении (отложении) снега за определенный промежуток времени (часы, сутки).

Просветность – отношение суммарной площади просветов к общей площади внешнего контура снегозащитного устройства.

Интенсивность снегоприноса – объем снега, приносимого к участку дороги за единицу времени.

Общий объем снегопереноса – объем снега, который переносится через заданную точку со всех направлений за определенное время (за зимний период).

Объем снегоприноса – объем снега, приносимого метелью к одной стороне дороги (за зиму, в одну метель).

Расчетный объем снегоприноса – объем снегоприноса, определенный с расчетной вероятностью превышения.

Расчетный объем снегоотложений – возможный объем снегоотложений от расчетного объема снегоприноса.

Расчетная метель – единичная метель, параметры которой определены с расчетной вероятностью превышения.

Насыщенная метель – метель, при которой реализуется транспортирующая способность метели (при данной скорости ветра и достаточном количестве переносимого снега).

Снегозадерживающая способность защиты – показатель эффективности задержания снега защитными устройствами, оцениваемый коэффициентом снегозадержания.

Коэффициент снегозадержания – отношение объема отложенного у защиты снега к объему снегоприноса.

Снегосборная способность защиты – количество снега, которое может быть отложено у защиты при заданном коэффициенте снегозадержания.

Снегоемкость защиты – предельное количество снега, которое может быть ею задержано.

2. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

2.1. Состав курсовой работы

Цель курсовой работы – выполнить оценку снеготранспорта дороги и рассчитать объем снеготранспорта, назначить мероприятия по защите дорог от снежных заносов и очистке от снежных отложений, разработать мероприятия и технологию борьбы с зимней скользкостью.

В курсовой работе на основании анализа климатических условий заданного района, характеристик дороги и условий ее эксплуатации должны быть разработаны основные мероприятия по защите дороги от снежных заносов и удалению снежных отложений, а также по борьбе с зимней скользкостью. Данные для выполнения работы указаны в задании (рис. 2).

По результатам проведенной работы и выполненным расчетам должна быть представлена пояснительная записка объемом 20 – 25 страниц, а также графическая часть на листе формата А2.

Оформление расчетно-пояснительной записки в программе Microsoft Word должно соответствовать следующим требованиям:

- 1) лист формата А4 (210 × 297 мм);
- 2) поля по 20 мм;
- 3) шрифт Times New Roman;
- 4) размер основного шрифта – 14, в таблицах и рисунках – 12;
- 5) межстрочный интервал – одинарный;
- 6) выравнивание по ширине;
- 7) абзац 1,25 мм;
- 8) десятичный разделитель – запятая (0,52).

Оформление графической части в программном комплексе AutoCAD (*.dwg) должно соответствовать следующим требованиям:

- 1) формат текста – Standart;
- 2) размер шрифта – 2,5;
- 3) коэффициент сжатия – 1,0.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых

Кафедра автомобильных дорог

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой

_____ А. В. Вихрев

«_____» _____ 20__ г.

З А Д А Н И Е

на курсовую работу по дисциплине

«Эксплуатация автомобильных дорог»

на тему

«Зимнее содержание автомобильных дорог»

Студенту _____ группы _____

1. Категория дороги _____

2. Район строительства _____

3. Объем снегопереноса _____

Руководитель проекта _____

Дата выдачи задания _____

Срок сдачи проекта _____

Рис. 2. Бланк задания на курсовую работу

Состав и рекомендуемая последовательность выполнения курсовой работы приведены в табл. 2.

Таблица 2

Структура курсовой работы

№ п/п	Наименование раздела	Процент выполнения от общего объема
1	Анализ исходных данных и климатических условий района эксплуатации	10
2	Определение характеристик снеговетрового (метелевого) потока. Расчет объема снегоприноса	25
3	Назначение мероприятий по защите дороги от снежных заносов и очистке от снежных отложений	25
4	Назначение мероприятий и технологии борьбы с зимней скользкостью. Выбор и определение необходимого количества противогололедных реагентов	25
5	Разработка линейного графика организации зимнего содержания	15

2.2. Анализ исходных данных и климатических условий района эксплуатации

Исходные данные для выполнения курсовой работы получают из задания. Они сразу заносятся в линейный график организации зимнего содержания, который оформляется как графическое приложение работы по форме, указанной в энциклопедии [14]. Форму вычерчивают на листе формата А2 и заполняют по мере получения необходимых данных: наносят километраж, вычерчивают сокращенный продольный профиль по заданным характеристикам, наносят ситуацию полосы отвода, места расположения инженерных сооружений и элементов обстановки и обустройства дороги, определяют румбы участков дороги.

Природные условия района строительства характеризуются комплексом погодно-климатических факторов с учетом деления территории Российской Федерации на дорожно-климатические зоны (ДКЗ) в соответствии с СП 34.13330.

Метрологические данные, характеризующие климат района, приводят по многолетним наблюдениям из СП 131.13330. По условиям увлажнения верхней толщи грунтов, согласно СП 34.13330, различают три типа местности:

- сухие участки;
- сырые участки с избыточным увлажнением в отдельные периоды года;

– мокрые участки с постоянным избыточным увлажнением.

Среднюю высоту снежного покрова, а также дату образования и разрушения устойчивого снежного покрова находят по СП 131.13330.2020 «Строительная климатология».

Данные для построения розы ветров (повторяемость направлений ветра) приведены в СП 131.13330 для января (табл. 3).

Таблица 3

Направление и скорость ветра за зимний период

Республика, край, область, пункт	Повторяемость направлений ветра (числитель), %, средняя скорость ветра по направлениям (знаменатель), м/с, повторяемость штилей, %, максимальная и минимальная скорость ветра, м/с									Максимальная из средних скоростей по румбам за январь
	январь									
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	штиль	
Липецкая область	$\frac{12}{4,8}$	$\frac{8}{3,6}$	$\frac{8}{3,7}$	$\frac{15}{4,9}$	$\frac{13}{6}$	$\frac{17}{5,9}$	$\frac{12}{5,5}$	$\frac{15}{4,8}$	4	5,9

2.3. Определение характеристик снеговетрового (метелевого) потока

Определение удельного твердого расхода метели. Количество снега, переносимого метелью, определяется транспортирующей способностью, которая, в свою очередь, оценивается удельным твердым расходом метели.

Удельный твердый расход (интенсивность переноса метели) – это масса снега, переносимого в единицу времени через единицу площади вертикальной плоскости, перпендикулярной направлению ветрового потока.

$$Y_{\max} = CV_{\phi}^3, \quad (1)$$

где C – коэффициент пропорциональности, зависит от плотности снега в метелевых сугробах; V_{ϕ}^3 – скорость ветра на высоте флюгера [2; 3].

Определение насыщенности метелевого потока. Метелевый поток может быть насыщенным и ненасыщенным. Насыщенный поток переносит количество снега, соответствующее его максимальной

транспортирующей способности, ненасыщенный поток переносит снега меньше предела насыщения.

Для того чтобы поток стал насыщенным, он должен пройти определенный *путь разгона метели*, величину которого определяют по формуле

$$L = (86,4 U_{\max})/i, \quad (2)$$

где i – интенсивность снегопада, мм/сут.

Определение полного (общего) расхода. Полный (общий) расход – это вся масса снега, проносящегося в единицу времени через 1 м^2 фронта метелевого потока:

$$W_0 = 0,08 (V_{\phi} - 5)^3. \quad (3)$$

Определение объемов снегопереноса и снегоприноса. Снегопереносом (W_c) называют массу или объем снега, переносимого за время t (зиму). Снегоперенос вызывает наиболее интенсивное и опасное формирование отложений на проезжей части вследствие действия снежных метелей. Физическая сущность снегопереноса заключается в следующем. Снеговетровой поток представляет собой двухфазную среду, состоящую из воздуха и снега. Механизм снегопереноса, вызываемого ветром, складывается из трех непрерывно меняющихся процессов: отрыва частиц снега от поверхности, их переноса и отложения.

Согласно СП 131.13330.2020 «Строительная климатология», данным региональных метеостанций, справочнику по климату или другим климатическим справочникам для района эксплуатации определяют: даты образования и схода устойчивого снежного покрова, начала и конца периода с отрицательной температурой воздуха, среднее количество гололедов и снегопадов за зиму, месячные розы ветров за зимний период, максимальную, минимальную и среднемесячную температуру воздуха, среднемесячное количество осадков в миллиметрах воды, среднемесячные скорости ветров и высоту снежного покрова.

По этим данным строят розу ветров по восьми румбам за зимний период. Пример построения розы ветров представлен в табл. 3. Розу ветров для зимнего периода см. на рис. 3.

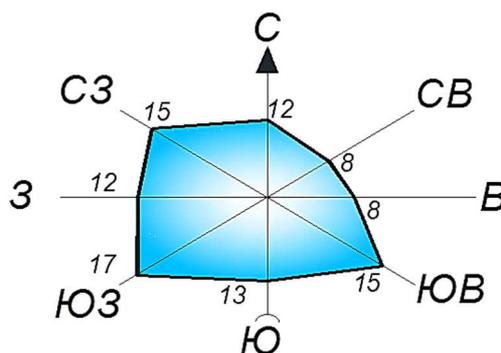


Рис. 3. Роза ветров в зимний период по данным табл. 3

Условно считают, что общий объем снеготранспорта W_c , указанный в задании, например $W_c = 49 \text{ м}^3/\text{м}$, распространяется по направлениям в том же соотношении, что и число случаев повторяемости ветра. Тогда объем снеготранспорта, $\text{м}^3/\text{м}$, по каждому направлению, указанному по розе ветров, определяется по формулам (4), (5).

$$w_i = \lambda_i W_c, \quad (4)$$

где w_i – объем снеготранспорта по i -му румбу; λ_i – доля ветров данного направления на розе ветров.

Пример расчета

$$w_C = 0,12 \cdot 49 = 5,88;$$

$$w_{CB} = 0,08 \cdot 49 = 3,92;$$

$$w_B = 0,08 \cdot 49 = 3,92;$$

$$w_{ЮВ} = 0,15 \cdot 49 = 7,35;$$

$$w_{Ю} = 0,13 \cdot 49 = 6,37;$$

$$w_{ЮЗ} = 0,17 \cdot 49 = 8,33;$$

$$w_З = 0,12 \cdot 49 = 5,88;$$

$$w_{CЗ} = 0,15 \cdot 49 = 7,35.$$

Результаты расчётов сведены в табл. 4.

Таблица 4

Объемы снеготранспорта по каждому из румбов, $\text{м}^3/\text{м}$

w_C	w_{CB}	w_B	$w_{ЮВ}$	$w_{Ю}$	$w_{ЮЗ}$	$w_З$	$w_{CЗ}$
5,88	3,92	3,92	7,35	6,37	8,33	5,88	7,35

Сумма объемов снеготранспорта по всем направлениям равна общему объему снеготранспорта:

$$W_c = \sum w_i. \quad (5)$$

Расчетный объем снеготранспорта в зависимости от скорости ветра на высоте флюгера и повторяемости метелевых ветров приведен в прил. 2.

Снегоприносом ($W_{сп}$) называют количество снега, приносимого метелями к автомобильной дороге в течение зимы. Для определения снегоприноса к дороге за зиму с каждой стороны на розу ветров (розу метелей) накладывают направление оси рассматриваемого участка автомобильной дороги, т. е. румб участка дороги совмещают с таким же румбом розы метелей. Поскольку часть румбов розы метелей рас-

положена с правой стороны участка автомобильной дороги, а часть – с левой, то снегопринос определяют отдельно с левой и правой сторон по формулам (6) и (7):

$$W_{\text{сп}}^{\text{л}} = \sum w_i^{\text{л}} \sin \gamma^{\text{л}}, \quad (6)$$

$$W_{\text{сп}}^{\text{п}} = \sum w_i^{\text{п}} \sin \gamma^{\text{п}}, \quad (7)$$

где $W_{\text{сп}}^{\text{л}}$, $W_{\text{сп}}^{\text{п}}$ – снегоприносы с левой и правой сторон соответственно; $w_i^{\text{л}}$, $w_i^{\text{п}}$ – соответственно снегоприносы по полученным румбам с левой и правой сторон; γ – угол между рассматриваемым румбом и осью участка дороги.

Схема разбивки автомобильной дороги на участки для расчета объема снегоприноса представлена на рис. 4.

Пример расчета

Участок 1

Схема наложения румба автомобильной дороги и розы метелей участка 1 представлена на рис. 5.

$$\begin{aligned} W_{\text{л}} &= w_{\text{CB}} \sin \gamma_{\text{CB}} + w_{\text{C}} \sin \gamma_{\text{C}} + \\ &+ w_{\text{CЗ}} \sin \gamma_{\text{CЗ}} + w_{\text{З}} \sin \gamma_{\text{З}} = 3,92 \sin 16^\circ + \\ &+ 5,88 \sin 61^\circ + 7,35 \sin 106^\circ + 5,88 \sin 151^\circ = \\ &= 16,14 \text{ м}^3/\text{м}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{\text{п}} &= w_{\text{В}} \sin \gamma_{\text{В}} + w_{\text{ЮВ}} \sin \gamma_{\text{ЮВ}} + \\ &+ w_{\text{Ю}} \sin \gamma_{\text{Ю}} + w_{\text{ЮЗ}} \sin \gamma_{\text{ЮЗ}} = 3,92 \sin 29^\circ + 7,35 \sin 74^\circ + 6,37 \sin 119^\circ + \\ &+ 8,33 \sin 164^\circ = 16,83 \text{ м}^3/\text{м}. \end{aligned}$$

Участок 2

Схема наложения румба автомобильной дороги и розы метелей участка 2 представлена на рис. 6.

$$\begin{aligned} W_{\text{л}} &= w_{\text{CЗ}} \sin \gamma_{\text{CЗ}} + w_{\text{З}} \sin \gamma_{\text{З}} + w_{\text{ЮЗ}} \sin \gamma_{\text{ЮЗ}} + w_{\text{Ю}} \sin \gamma_{\text{Ю}} = 7,35 \sin 29^\circ + \\ &+ 5,88 \sin 74^\circ + 8,33 \sin 119^\circ + 6,37 \sin 164^\circ = 18,26 \text{ м}^3/\text{м}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{\text{п}} &= w_{\text{C}} \sin \gamma_{\text{C}} + w_{\text{CB}} \sin \gamma_{\text{CB}} + w_{\text{В}} \sin \gamma_{\text{В}} + w_{\text{ЮВ}} \sin \gamma_{\text{ЮВ}} = 5,88 \sin 16^\circ + \\ &+ 3,92 \sin 61^\circ + 3,92 \sin 106^\circ + 7,35 \sin 151^\circ = 12,38 \text{ м}^3/\text{м}. \end{aligned}$$

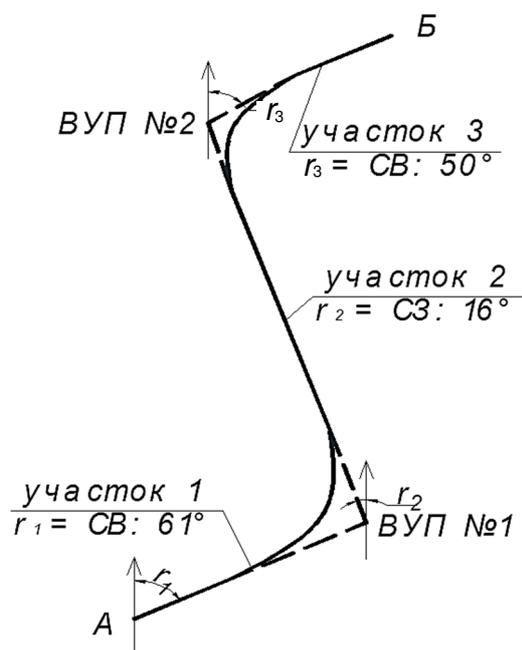


Рис. 4. Схема участков для расчета объемов снегоприноса

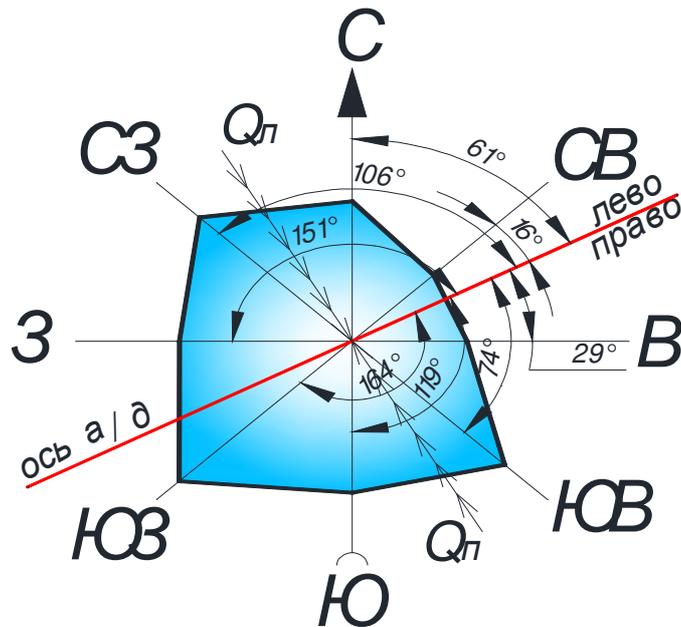


Рис. 5. К расчету объема снегоприноса на участке 1

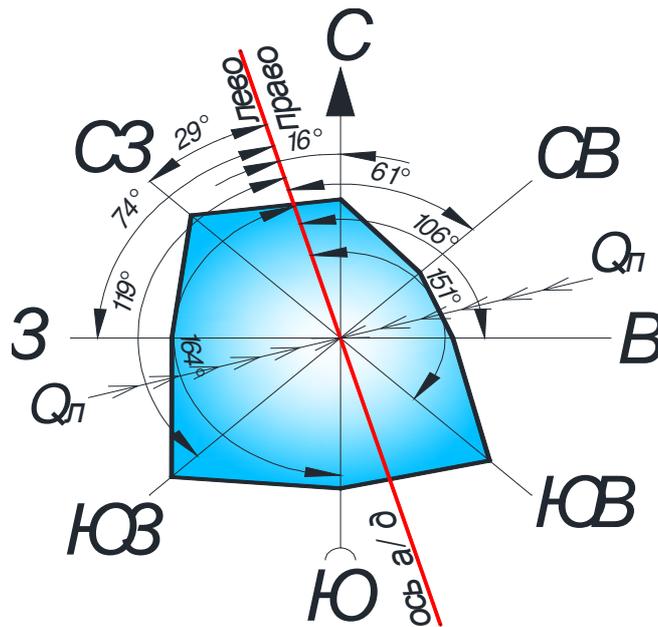


Рис. 6. К расчету объема снегоприноса на участке 2

Участок 3

Схема наложения румба автомобильной дороги и розы метелей участка 3 представлена на рис. 7.

$$W_{\text{л}} = w_{\text{СВ}} \sin \gamma_{\text{СВ}} + w_{\text{С}} \sin \gamma_{\text{С}} + w_{\text{СЗ}} \sin \gamma_{\text{СЗ}} + w_{\text{З}} \sin \gamma_{\text{З}} = 3,92 \sin 5^\circ + 5,88 \sin 50^\circ + 7,35 \sin 95^\circ + 5,88 \sin 140^\circ = 15,95 \text{ м}^3/\text{м};$$

$$W_{\Pi} = w_B \sin \gamma_B + w_{ЮВ} \sin \gamma_{ЮВ} + w_{Ю} \sin \gamma_{Ю} + w_{ЮЗ} \sin \gamma_{ЮЗ} = 3,92 \sin 40^\circ + 7,35 \sin 85^\circ + 6,37 \sin 130^\circ + 8,33 \sin 175^\circ = 15,45 \text{ м}^3/\text{м}.$$

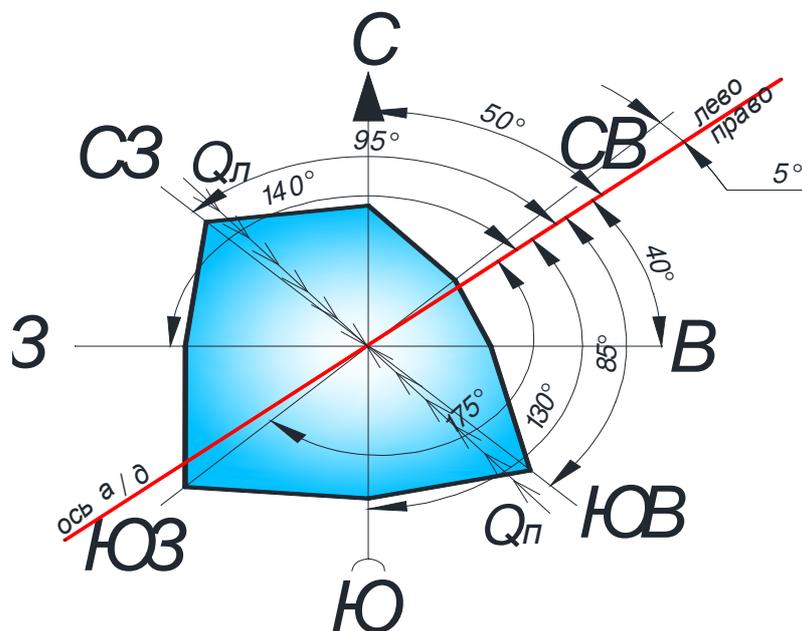


Рис. 7. К расчету объема снегоприноса на участке 3

Таким образом, все снегоприносы по румбам справа и слева приводят к одному снегоприносу, направленному перпендикулярно к оси дороги. Их принимают за расчетные для рассматриваемой зимы ($W_{л}$, $W_{пр}$) и заносят в график организации зимнего содержания для каждой стороны.

3. НАЗНАЧЕНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЗАЩИТЕ ДОРОГ ОТ СНЕГА И СНЕГООЧИСТКА

3.1. Оценка снегозаносимости дороги и выявление участков, опасных для движения

Под *снегозаносимостью* понимают подверженность дорог образованию снежных заносов. Главный источник снежных отложений на дороге – снегоперенос, вызванный метелями. Ветром снежные частицы поднимаются над поверхностью снежного покрова и снова от-

кладываются там, где скорость ветра снижается. В зависимости от количества снегоотложений участки дорог классифицируют по степени снеготранспорта на три категории: слабозаносимые, среднетранспортные, сильнозаносимые.

К снеготранспортным участкам относят мелкие выемки, места перехода из насыпи в выемку, невысокие насыпи, имеющие необтекаемый профиль, нераскрытые выемки, выемки на кривых.

Главнейший фактор, от которого зависит снеготранспортность дороги, – её проектное положение, поэтому необходимо соблюдение следующих основных требований к поперечному профилю дороги [5; 7]:

- 1) проложение трассы по наименее заносимым местам;
- 2) земляное полотно должно быть аэродинамически обтекаемым для ветра без образования вихревых зон;
- 3) скорость ветра должна быть достаточной, чтобы сдувать весь снег с дороги.

Для оценки условий снеготранспортности дороги необходимо в первую очередь по СП 34.13330 «Автомобильные дороги» определить высоту снеготранспортной насыпи (выемки) для дороги заданной категории.

Условия по снеготранспортности следующие.

Для насыпи

$$h_n = H_{\max} + h_{\text{мет}} + \Delta H, \quad (8)$$

где H_{\max} – среднеегодовое максимальная высота снежного покрова; $h_{\text{мет}}$ – высота метелевых снегоотложений от расчетного объема снегоприноса, определенного с вероятностью превышения. Расчетная вероятность превышения принимается равной 10 % для дорог с интенсивностью движения до 3000 авт./сут, 5 % – для дорог с интенсивностью движения от 3000 до 7000 авт./сут и 3 % – для дорог с интенсивностью движения свыше 7000 авт./сут; ΔH – возвышение насыпи над H_{\max} , назначается согласно СП 34.13330 «Автомобильные дороги» (табл. 5).

Таблица 5

Возвышение насыпи ΔH по СП 34.13330

Ширина земляного полотна, м	28	15	12	10	8
ΔH , м	1,2	0,7	0,6	0,5	0,4

Для выемки

$$h_{в} \geq \sqrt{W_{ср}/0,3}, \quad (9)$$

где c – коэффициент, зависящий от направления ветра, приблизительно равен 0,5; ρ – плотность снега.

Затем, пользуясь классификацией участков дорог по снегозаносимости, представленной в табл. 6 [7; 13; 15], анализируя продольный профиль, план трассы, придорожную ситуацию, объем снегоприноса с каждой стороны, определяют пикетажное положение участков дороги с разной степенью заносимости и отмечают на графике организации зимнего содержания условными обозначениями.

Таблица 6

Характеристики участков дорог по снегозаносимости

Категория заносимости участков	Характеристика участка
Сильнозаносимые	Нераскрытые выемки любой глубины, если на подветренном откосе не может разместиться весь снег, приносимый в течение зимы
Среднезаносимые	Раскрытые выемки, выемки, разделанные под насыпь, нулевые места и насыпи ниже высоты снежного покрова в данной местности, определенной с расчетной вероятностью превышения
Слабозаносимые	Насыпи высотой менее руководящей рабочей отметки по условию снегонезаносимости, но более высоты снежного покрова с вероятностью превышения
Незаносимые	Насыпи высотой более руководящей рабочей отметки по условию снегонезаносимости; нераскрытые выемки, подветренный откос которых может вместить весь снег, приносимый за зиму; выемки с полками, предусмотренными для размещения приносимого метелью снега на подветренных откосах выемок и над полками

В табл. 7 приведен пример оформления ведомости снегозаносимых участков с указанием причины заносимости.

Кроме того, выделяют наиболее опасные для движения участки дороги при образовании зимней скользкости. К ним относят участки пересечений, примыканий, участки, проходящие по населенным пунктам, мосты и путепроводы, крутые подъемы и спуски, кривые малых радиусов и др.

Таблица 7

Ведомость снегозаносимых участков автомобильной дороги

Номер участка	Пикетажное положение	Длина участка, м	Тип участка	Причина снегозаносимости
1	ПК0+10-ПК0+60	50	Слабозаносимый	Низкая насыпь
2	ПК0+60-ПК0+90	30	Среднезаносимый	Низкая насыпь
3	ПК0+90-ПК2+00	110	Сильнозаносимый	Неглубокая выемка, нулевые места
4	ПК3+20-ПК3+50	30	Среднезаносимый	Нулевые места
5	ПК4+30-ПК5+40	110	Сильнозаносимый	Выемка на кривой
6	ПК5+40-ПК6+00	60	Слабозаносимый	Низкая насыпь
7	ПК8+50-ПК9+30	80	Среднезаносимый	Низкая насыпь
8	ПК9+30-ПК10+50	120	Сильнозаносимый	Выемка на кривой
9	ПК10+50-ПК11+40	90	Среднезаносимый	Неглубокая выемка, нулевые места
10	ПК12+40-ПК14+10	170	Сильнозаносимый	Выемка на кривой
11	ПК14+10-ПК15+50	140	Среднезаносимый	Низкая насыпь
12	ПК19+50-ПК19+80	30	Среднезаносимый	Низкая насыпь, нулевые места
13	ПК21+30-ПК21+50	20	Среднезаносимый	Низкая насыпь, нулевые места
14	ПК25+00-ПК27+00	200	Среднезаносимый	Низкая насыпь
15	ПК27+00-ПК29+00	200	Слабозаносимый	Низкая насыпь
16	ПК29+00-ПК32+90	390	Сильнозаносимый	Выемка на кривой
17	ПК32+90-ПК33+50	60	Среднезаносимый	Низкая насыпь
18	ПК34+70-ПК35+50	80	Среднезаносимый	Низкая насыпь, нулевые места

3.2. Назначение мероприятий по защите дорог от снежных отложений

Классификация снегозадерживающих устройств. Существуют три способа защиты дорог от снега [5; 8; 13]:

- 1) задержать переносимый снег на подступах к дороге и вызвать образование снежных отложений на безопасном расстоянии;
- 2) увеличить скорость ветрового потока над дорогой;
- 3) полностью укрыть дорогу от снега.

Практически применяют два первых способа.

В данном разделе курсовой работы на основании анализа данных о снегоприносе и придорожной ситуации с каждой стороны дороги на каждом участке назначают вид снегозадерживающих сооружений и их основные параметры, главный из которых – снегоемкость, или задерживающая способность, защиты [3; 5; 7; 12; 15]. Снегоемкость снегозащитных сооружений должна быть равна расчетному снегоприносу или быть больше его.

Все снегозадерживающие устройства по продолжительности службы делят на постоянные и временные. К постоянным можно отнести лесонасаждения, совершенствование формы земляного полотна, снегозадерживающие и снегопередающие заборы, навесы, галереи. Временными являются устройства из снега (валы, траншеи, снежные стенки), переносные щиты [7; 11].

Постоянные снегозадерживающие устройства следует проектировать на расчетный объем снегоотложений к концу зимнего периода или на расчетную метель, имеющую объем снегоприноса больший, чем объем снегоотложений в конце зимнего периода. Это возможно за счет разности плотности снегоотложений в конце зимнего периода (до 0,25 – 0,30 т/м³) и в снегоотложениях от свежепринесенного снега. При этом необходимо учитывать объем снегоотложений от снегопада.

Возможный объем снегоотложений от расчетного объема снегоприноса в конце зимы определяют с учетом коэффициента потерь снега от испарения и таяния во время оттепелей и увеличения плотности в снегоотложениях к концу зимнего периода.

Временные снегозащитные устройства следует проектировать на расчетную метель, так как после отработки временной снегозащиты предусматривается ее восстановление.

По принципу воздействия на снеговетровой поток снегозащитные устройства подразделяют:

– на снегозащитные средства снегозадерживающего действия, которые работают по принципу задержания метелевого снега на подступах к дороге;

– снегозащитные средства снегопередающего действия, которые увеличивают скорость снеговетрового потока и способствуют переносу снега через дорогу (снегопередающие заборы);

– снегозащитные средства, которые полностью изолируют объекты от попадания снега (галереи и тоннели).

Наибольшее распространение на автомобильных дорогах получили устройства снегозадерживающего действия.

Исходя из реальных условий, в качестве защиты принимают постоянные или временные средства, а также их сочетания. В пояснительной записке приводят расчеты снегоемкости, или снегозадерживающей способности, выбранных конструкций, а на графике указывают места их установки.

Снегоемкость защиты. *Снегозащитные насаждения* – наиболее надежные и экономичные средства снегозащиты. Насаждения для защиты автомобильных дорог от снежных заносов создают в виде одной или нескольких полос, а при небольших объемах снегоприноса – в виде живых изгородей из ели или кустарников. По своему действию снегозащитные насаждения представляют собой объемную преграду, внутри и вблизи которой снижается скорость ветра и происходит отложение снега. Они состоят из нескольких рядов деревьев и кустарниковой опушки, расположенной с полевой стороны лесной полосы. Лесные полосы формируют из нескольких групп растений: низких кустарников высотой до 2 м; высоких кустарников высотой до 4 м; низкокронных деревьев высотой до 15 м и высококронных деревьев высотой до 25 м. Расстояние от бровки земляного полотна до придорожной лесной полосы, ширина лесных полос и величина разрывов между ними при объемах снегоприноса до 250 м³/м определяются в зависимости от объема снегоприноса по табл. 8.

На основе типовых схем (рис. 8) [7; 11; 12] выбирают рабочие схемы полос для каждого конкретного участка, определяя состав древесных и кустарниковых пород, их размещение по рядам, а также количество рядов, ширину междурядий и размещение растений в рядах. Расстояние между рядами должно быть одинаковым и в благоприятных условиях принимается равным 2,5 м, а в тяжелых условиях – 3 – 3,5 м. Расстояние между растениями в ряду допускается в пределах 0,5 – 1 м.

Таблица 8

Размещение лесных полос в зависимости от объема снегоприноса

Расчетный объем снегоприноса, м ³ /м	Расстояние от бровки земельного полотна до лесонасаждений, м	Ширина разрыва между лесонасаждениями, м	Ширина полос отвода земель для лесонасаждений, м
10 – 25	15 – 25	–	4
50	30	–	9
75	40	–	12
100	50	–	14
125	60	–	17
150	65	–	19
200	70	–	22
250	50	50	2 × 14

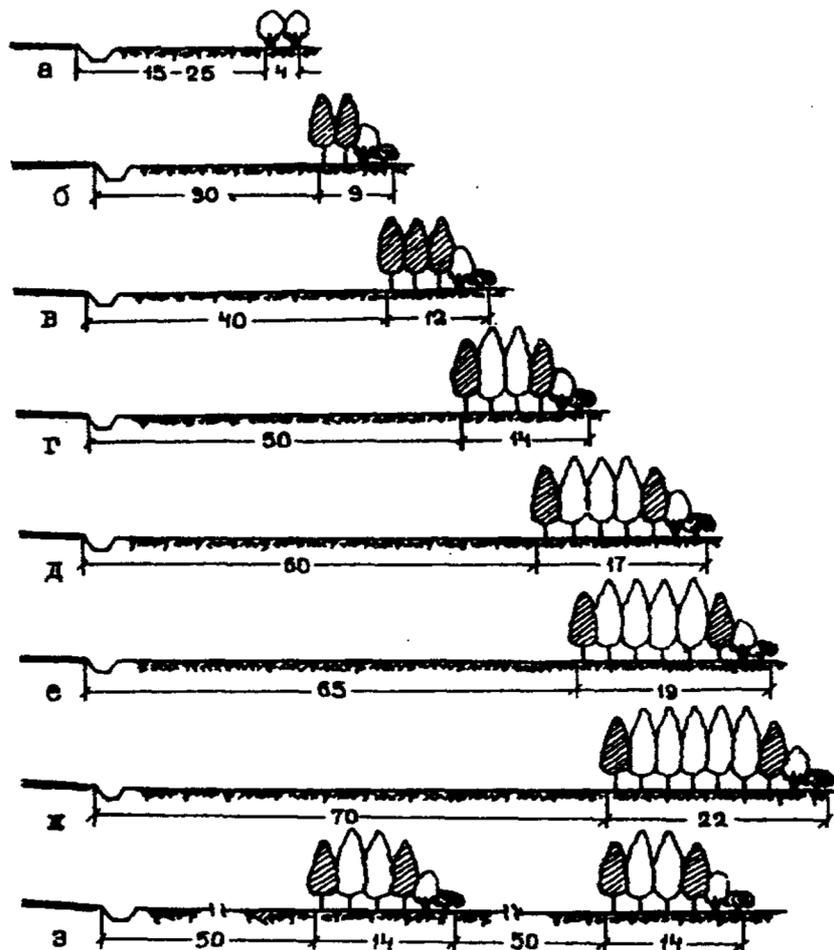


Рис. 8. Типовые схемы снегозащитных лесных насаждений вдоль автомобильных дорог при объеме снегопереноса, м³/м: а – до 25; б – до 50; в – до 75; г – до 100; д – до 125; е – до 150; ж – до 200; з – до 250

В связи с возможностью переноса снега под углом по отношению к оси дороги снегозащитные лесополосы создаются длиннее защищаемого участка дороги на 50 – 100 м.

Новые снегозащитные насаждения и посадка дополнительных лесных полос специально проектируются, а работоспособность существующих посадок поддерживается рубками ухода.

Чтобы полностью задержать снег, приносимый к дороге, снегозадерживающая лесополоса должна иметь ширину

$$L = W_c / (h_{cp} - 8h_{cp}), \quad (10)$$

где h_{cp} – средняя высота снегоотложений в полосе (от 1 до 2,5 м).

Требуемая ширина полосы

$$L_{тр} = 0,09W_{сп} + 6, \quad (11)$$

необходимое удаление от бровки полотна

$$l = 20 + 0,25W_{сп}, \quad (12)$$

снегоемкость полосы

$$W = (L_{ф} - 6) / 0,09, \quad (13)$$

где $L_{ф}$ – фактическая ширина полосы, м; $W_{сп}$ – расчетный снегопринос, м³/м.

Живые изгороди – одно- или двухрядные густые посадки высотой 2 – 3 м, работающие по принципу плоской просветной преграды. Изгороди создают из одной породы деревьев на расстоянии от подошвы насыпи или выемки не менее 10 высот деревьев, практически не ближе 25 м к ней. Снегоемкость однорядных живых изгородей

$$W = 7H. \quad (14)$$

Снегоемкость двухрядных изгородей увеличивается за счет накопления снега между рядами:

$$W = 7H + 0,8HB, \quad (15)$$

где H – высота деревьев, м; B – расстояние между рядами, равное 2 – 3 м.

Если насаждения еще не вступили в работу или их применение невозможно по почвенно-климатическим или другим условиям, необходимо использовать искусственные снегозащитные устройства или защиты из снега.

В местности с интенсивной метелевой деятельностью рекомендуется применять заборы. Они могут быть снегозадерживающего и снегопередающего действия [7].

Надежное средство защиты дорог от снежных заносов – снегозадерживающие заборы (рис. 9). Это устройства капитального типа с большой затратой материалов и высокой стоимостью, поэтому постройку заборов обосновывают экономически.

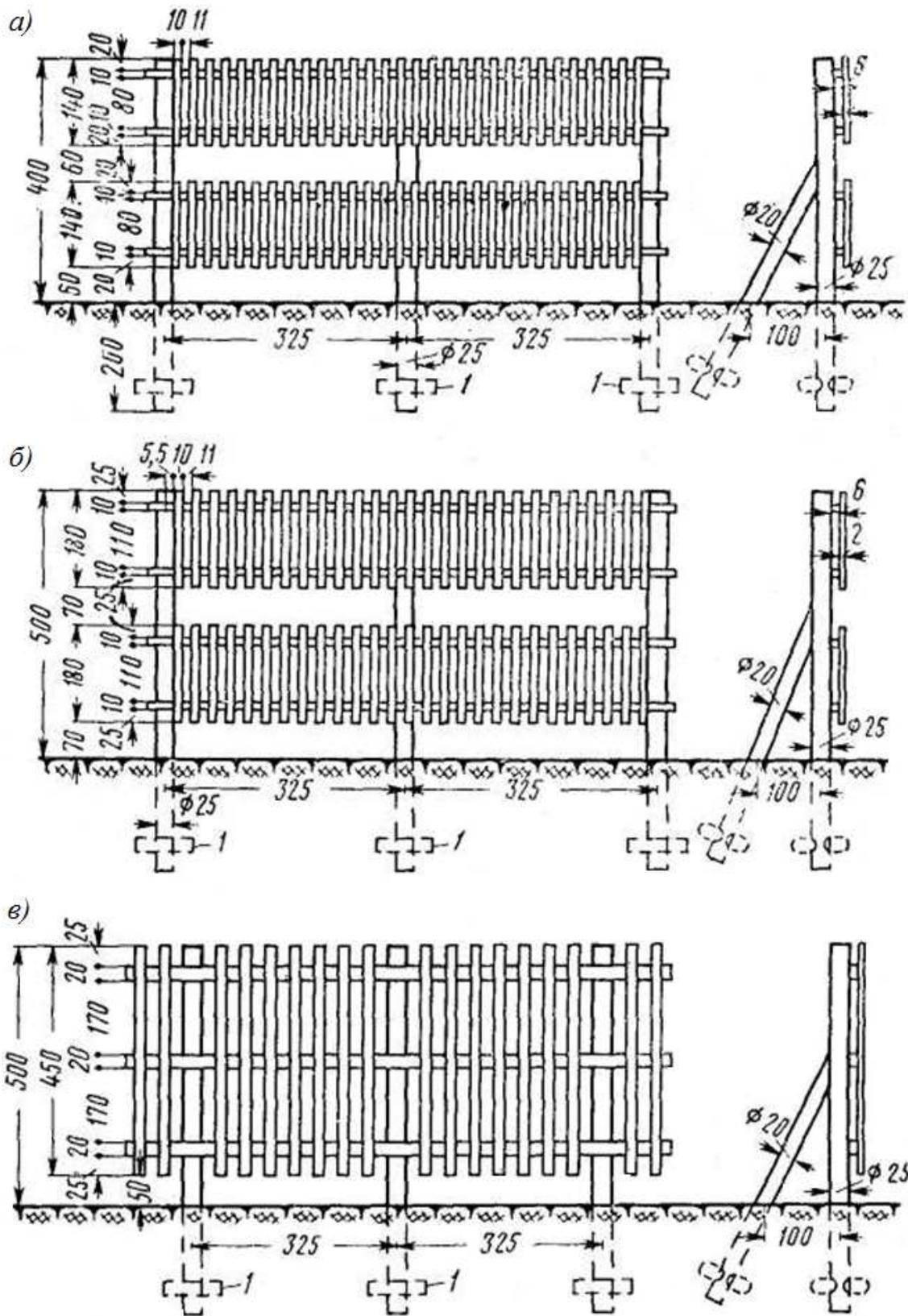


Рис. 9. Рекомендуемые типы снегозадерживающих заборов:
 1 – противопучинные анкеры
 (брусок размерами 10 × 14 см или пластины длиной 50 см)

Заборы могут быть сплошными и решетчатыми, деревянными, железобетонными или комбинированными. Сплошные заборы собирают меньше снега, чем решетчатые, поэтому они применяются только в том случае, когда требуется одностороннее задержание снега. В зависимости от объема приносимого к дороге снега снегозадерживающие заборы устраивают высотой от 3 до 5 м.

Высоту забора определяют исходя из объема снегоприноса и высоты снежного покрова в данной местности:

$$H_3 = 0,34 \sqrt{W_{\text{сп}} + H_{\text{п}}}, \quad (16)$$

где H_3 – высота забора, м; $W_{\text{сп}}$ – объем снегоприноса, м³/м; $H_{\text{п}}$ – средняя многолетняя наибольшая высота снежного покрова в данной местности, м.

Не рекомендуется делать заборы выше 5 м. Если по расчету требуется бо́льшая высота, то устраивают два и более рядов заборов. Общая снегосборная способность заборов, поставленных в несколько рядов, определяется по формуле

$$W = \beta(n - 1)H_3l + KH_3^2, \quad (17)$$

где W – объем задерживаемого снега у многорядных защит, м³/м; β – коэффициент заполнения снегом пространства между рядами (при расчетах можно принимать $\beta = 0,8$); n – количество рядов заборов; H_3 – высота забора, м; l – расстояние между рядами заборов (следует принимать в пределах $30H_3$), м; K – коэффициент, равный 8,0.

При устройстве решетчатых заборов для уменьшения их заносимости, а также увеличения снегосборности оставляют просветы между землей и нижней панелью забора, а также и между панелями. Высоту просветов в зависимости от общей высоты забора можно проектировать до 0,5 – 0,8 м.

Расстояние от линии защиты до бровки земляного полотна должно составлять от 15 до 25 высот забора в зависимости от просветности обрешетки конструкции (от 35 до 50 % соответственно). Если по

местным условиям нельзя удалить забор на указанное расстояние, допускается сокращение расстояния до 10 высот забора при уменьшении просветности его решетки до 30 %.

Для лучшего использования снегозадерживающей способности заборов и предотвращения повреждений, особенно при весенней осадке снега, заборы, особенно деревянные, наиболее правильно располагать перпендикулярно к направлению господствующих ветров, если даже при этом заборы будут расположены по отношению к дороге под тем или иным углом.

Деревянные снегозадерживающие заборы рекомендуется применять трех типов:

I – двухпанельные высотой 4 м, высота продуваемых проемов 0,6 м и каждой панели по 1,4 м (см. рис. 9, а);

II – двухпанельные высотой 5 м, высота продуваемых проемов 0,7 м и каждой панели по 1,8 м (см. рис. 9, б);

III – однопанельные с увеличенной просветностью высотой 5 м, высота нижнего продуваемого проема 0,5 м (см. рис. 9, в).

В районах с устойчивым направлением метелевых ветров и открытой безлесой местностью могут использоваться *снегопередающие (снеговывывающие) заборы*. Их применяют при одновременном соблюдении следующих условий:

– господствующий ветер должен быть направлен под углом от 50 до 90° к оси дороги;

– снег сухой и легкоподвижный;

– объем снегоприноса более 300 м³/м.

Заборы снегопередающего действия могут быть железобетонными и деревянными. Высоту забора принимают равной 5 – 8 м.

Наиболее распространенные типы снегопередающих заборов представлены в табл. 9.

Таблица 9

Характеристика снегопередающих заборов

Тип забора	Общая высота, м	Высота ветронаправляющей панели, м	Высота продуваемого проема, м	Угол наклона панели к горизонту	Ширина зоны выдувания, м
I	5,0	3,0	2,0	90°	до 6,0
II	6,5	4,0	2,5	90	от 6 до 8
III	8,0	5,0	3,0	90	от 8 до 10

В случае невозможности размещения на прилегающих к автомобильной дороге землях постоянных средств снегозащиты или при невозможности усиления существующих, а также во всех случаях, когда это экономически оправданно, следует использовать временные снегозадерживающие устройства: снегозадерживающие щиты, траншеи, снежные стенки и т. д. Они могут применяться в качестве защиты дорог от снежных заносов и как средство усиления посадок или заборов.

Переносные щиты – маневровое средство снегозащиты, самостоятельное средство защиты или средство усиления посадок и заборов. Применяют четыре типа щитов, конструктивные данные которых приведены в табл. 10.

Таблица 10

Конструктивные данные переносных щитов

Тип щита	Высота, м	Просветность, %			Скорость ветра, м/с	Объем снегоприноса, м ³ /м
		общая	нижней части	верхней части		
I	2,0	50	60	40	Более 20	Более 100
II	1,5	50	60	40	Более 20	Менее 100
III	2,0	60	70	50	20 и менее	Более 100
IV	1,5	60	70	50	20 и менее	Менее 100

Снегозадерживающие щиты изготавливают из дерева с разреженной решеткой в нижней части. Конструкции переносных щитов показаны на рис. 10.

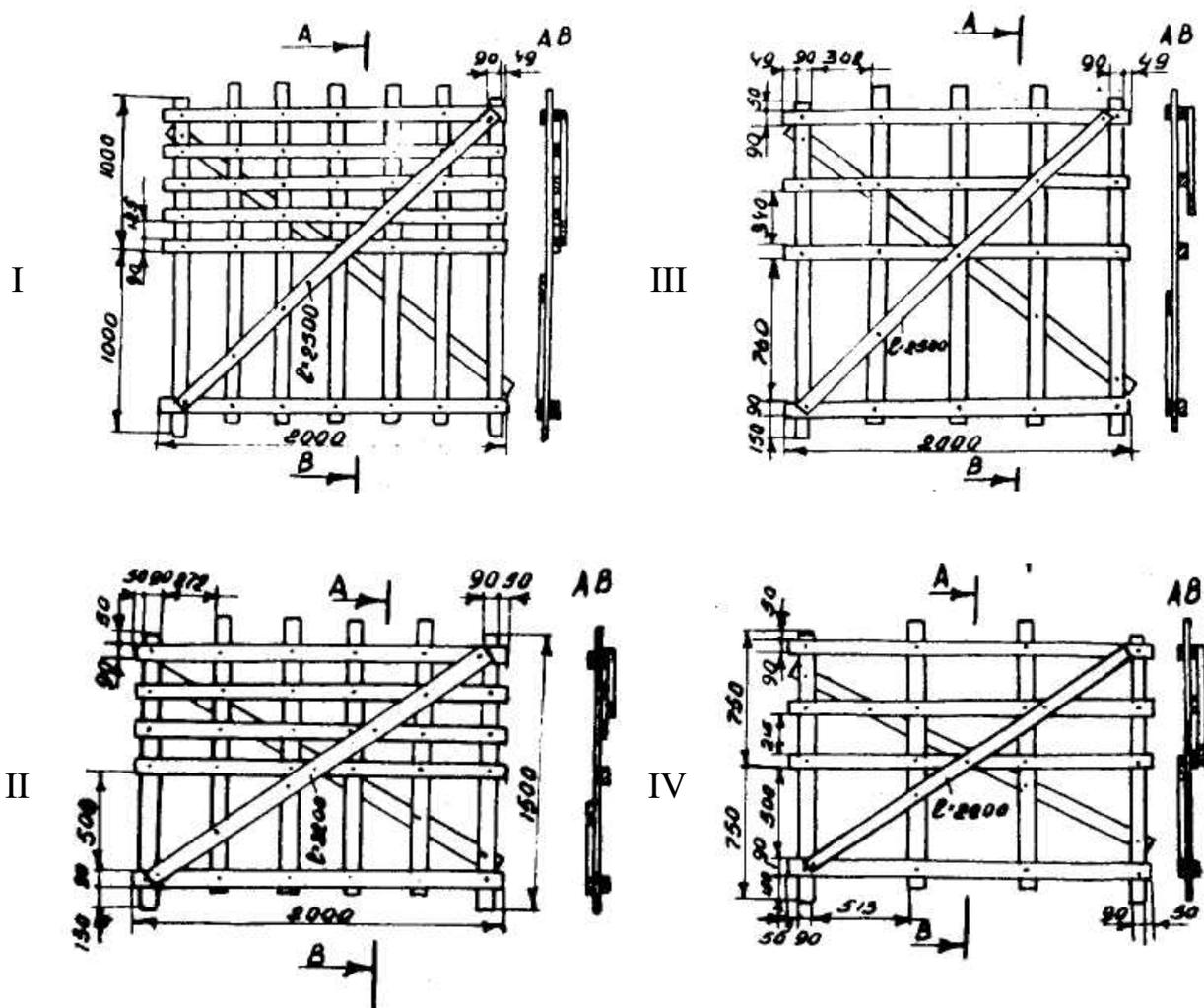


Рис. 10. Переносные решетчатые щиты

Щиты устанавливают сплошной линией параллельно оси дороги, привязывая их к кольям. Расстояние между кольями должно быть 1,9 м. Щитовая защита в плане должна иметь вид прямой или плавной кривой линии без изломов и резких перегибов.

Щиты следует привязывать к кольям так, чтобы между грунтом и ножками щитов оставалось расстояние 5 см для исключения примерзания к грунту.

Для повышения снегосборной способности щитов [7] при отработке их переставляют на вершину образующегося около них снежного вала или поднимают по кольям:

– когда высота снежного вала в местностях с интенсивной метелевой деятельностью достигает уровня, составляющего 2/3 высоты щита, а в местности с неинтенсивной метелевой деятельностью – полной высоты щита;

– толщина слоя снега у щитовой линии достигает 50 см.

Необходимость перестановки щитов устанавливают по тому признаку, который наступает раньше.

Первоначальное расстояние установки щитов от бровки земляного полотна назначают в зависимости от объема снегоприноса: до 25 м³/м – 30 м; до 75 м³/м – 50 м; более 75 м³/м – 60 м.

В районах с длительными и интенсивными метелями, во время которых перестановка щитов затруднительна, щитовые линии ставят в два, три и более рядов.

Расстояние между рядами двух-, трехрядных щитовых линий принимают равным 30 высотам щитов, причем первый, ближайший к дороге, ряд ставят на расстоянии 20 высот от бровки земляного полотна.

Снегоемкость однорядной линии щитов можно подсчитать по следующей формуле:

$$W = H^2 (0,5c + b + ac_1 + 0,5ac_2), \quad (18)$$

для многорядной снегозащиты

$$W = H^2 (13 + 1,8b + 1,8ac_1 + 1,3ac_2), \quad (19)$$

где H – высота щита, м; $c = 10H$; b – показатель, характеризующий просветность щита, назначают по отношению b/H , приведенному в табл. 11, и в зависимости от просветности k ; ac_1 и ac_2 – параметры, зависящие от скорости ветра, назначаются по табл. 3.

Таблица 11

Просветность щитов

k	0,35	0,40	0,50	0,60	0,70
b/H	0,50	1,10	2,25	3,30	4,40

При объемах снегоприноса до $75 \text{ м}^3/\text{м}$ можно применять *временные пространственные снегозащитные средства (ВПС)* (рис. 11), изготавливаемые из полимерных материалов и сетки на полимерной основе [7]. Их устанавливают параллельно оси дороги на расстоянии 30 высот от бровки земляного полотна.

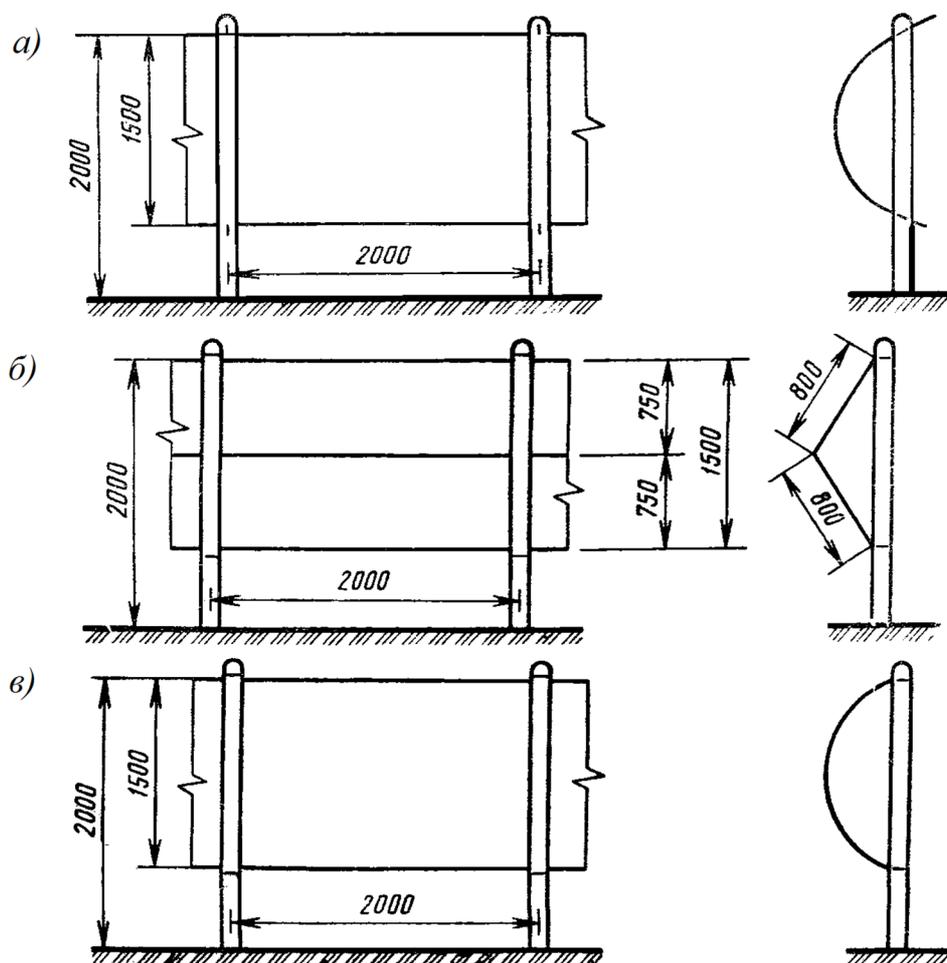


Рис. 11. Временные пространственные снегозащитные средства:
а – рулонное заполнение; *б* – листовое заполнение (угловоый профиль); *в* – листовое заполнение (криволинейный профиль)

Сетка на полимерной основе крепится к кольям (стойкам) на высоте 25 см над уровнем земли (рис. 12). Снегозащитное устройство из сетки должно находиться на расстоянии 60 м от бровки земляного полотна.

Широкое применение при защите автомобильных дорог от снежных заносов получили устройства из снега. Наиболее распространенные – снежные траншеи.

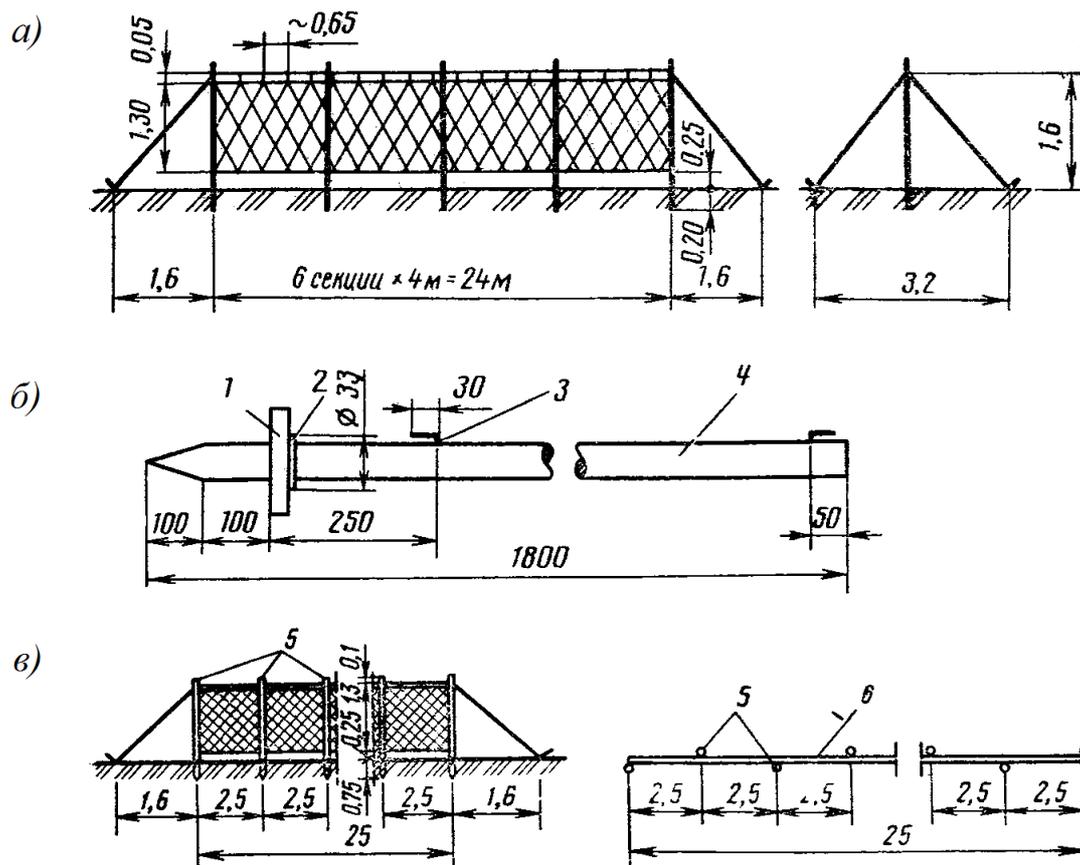


Рис. 12. Снегозадерживающие полиэтиленовые сетки:
 а – тип I на стойках металлических труб; б – тип II на деревянных кольях; в – размещение колея; 1 – стопорная шайба $15 \times 150 \times 5$ мм с отверстием диаметром 33 мм; 2 – упор; 3 – крепление для сетки диаметром 5 мм; 4 – стальная труба диаметром 24 – 33 мм; 5 – деревянные колья диаметром 80 – 100 мм; б – сетка

Снежные траншеи применяют как самостоятельное средство защиты на слабозаносимых участках дорог IV – V категорий или в сочетании с другими средствами снегозащиты (насаждения, заборы, щиты), чтобы усилить снегозадерживающее действие и повысить надежность снегозащитных линий на дорогах I, II, III категорий.

Первую со стороны дороги траншею при отсутствии других средств защиты размещают не ближе 30 м и не дальше 100 м от бровки земляного полотна. Если траншеи служат дополнительным средством защиты к имеющимся лесополосам, щитам или заборам, то ближайшую к дороге траншею размещают с полевой стороны имеющихся снегозащитных линий на расстоянии 20 – 30 м от них. Полная снегоборная способность траншей приведена в табл. 12.

Таблица 12

Снегосборная способность снежных траншей

Конструкция защиты	Высота снежного покрова, м	Расстояние между траншеями, м	Ширина траншеи, м	Снегозадерживающая способность, м ³ /м, при глубине траншей, м			
				0,3	0,5	0,8	1,0
Одиночная	0,2	–	4	2,56	4,00	–	–
	0,3	–	4	–	4,50	6,00	–
	0,5	–	4	–	–	7,60	8,90
Система из двух траншей	0,2	8,0	4	6,00	8,88	–	–
	0,3	8,0	4	–	10,02	14,34	17,22
	0,5	8,0	4	–	–	17,20	20,10
Система из трех траншей	0,2	8,0	4	9,40	13,80	–	–
	0,3	8,0	4	–	15,50	22,00	26,30
	0,5	8,0	4	–	–	26,18	30,50
Система из четырех траншей	0,2	8,0	4	12,88	18,64	–	–
	0,3	8,0	4	–	21,06	29,70	35,46
	0,5	8,0	4	–	–	35,19	40,90
Система из пяти траншей	0,2	8,0	4	16,32	23,52	–	–
	0,3	8,0	4	–	26,58	37,38	44,58
	0,5	8,0	4	–	–	44,10	51,30
Система из шести траншей	0,2	8,0	4	19,76	28,40	–	–
	0,3	8,0	4	–	32,10	45,06	53,70
	0,5	8,0	4	–	–	53,06	61,70
Система из семи траншей	0,2	8,0	4	23,20	33,28	–	–
	0,3	8,0	4	–	37,62	52,74	62,82
	0,5	8,0	4	–	–	62,02	72,10
Система из восьми траншей	0,2	8,0	4	26,64	38,16	–	–
	0,3	8,0	4	–	43,14	60,72	71,94
	0,5	8,0	4	–	–	70,98	82,50
Система из девяти траншей	0,2	8,0	4	30,08	43,04	–	–
	0,3	8,0	4	–	48,66	68,10	81,06
	0,5	8,0	4	–	–	79,94	92,90
Система из десяти траншей	0,2	8,0	4	33,52	47,92	–	–
	0,3	8,0	4	–	54,18	75,78	90,18
	0,5	8,0	4	–	–	88,90	103,3

С целью повышения эффективности работы траншей после заполнения их снегом до половины глубины их восстанавливают по старому следу. Траншеи прочищают до тех пор, пока толщина снегоотло-

жений в них не достигнет 1,0 – 1,5 м. В этом случае прокладывают новые траншеи параллельно имеющимся на расстоянии 12 – 15 м от них и на таком же расстоянии друг от друга.

Целесообразные условия применения различных снегозадерживающих устройств приведены в табл. 13.

Таблица 13

Целесообразные условия применения различных снегозадерживающих устройств

Вид защиты	Характеристика	Снегозадерживающая способность, м ³ /м
Снегозащитные лесные полосы	Одна полоса	25 – 200
	Две полосы	250 – 300
Снегозадерживающие заборы	Однорядные	100 – 200
	Двухрядные	500 – 800
Переносные щиты	Высота 2 м	30 – 120
Устройство с изменяющейся просветностью	Один ряд	20 – 90
	Два ряда	90 – 120
	Три ряда	140 – 170
	Два ряда с перестановкой	250 – 300
Сетка из полимерных материалов	Высота 2 м	10 – 75
Снежные траншеи (валы)	Один ряд	до 10
	Два ряда	10 – 20
	Четыре ряда	20 – 40
	Шесть рядов	40 – 60
	Восемь рядов	50 – 80
	Десять рядов	70 – 100

Прокладывать и возобновлять траншеи следует по возможности в тихую, безветренную погоду (в промежутках между метелями) или при слабом ветре, когда перенос снега не препятствует видимости.

Для обеспечения надежной защиты и максимального задержания переносимого снега необходимо прокладывать с каждой стороны дороги одновременно следующее количество траншей [12]: при объеме снегоприноса до 100 м³/м – не менее трех; до 200 м³/м – не менее четырех; более 200 м³/м – не менее пяти с постоянным возобновлением при отработке на половину глубины.

3.3. Очистка дорог от снега

Как бы тщательно ни была ограждена дорога снегозащитой, снег попадает на нее при снегопадах, верховых и общих метелях, поэтому один из важнейших видов работ по зимнему содержанию дорог – очистка их от снега.

С целью повышения эффективности работ по снегоочистке составляется проект организации работ как составная часть проекта содержания автомобильных дорог. В проекте указывают технологию зимней уборки, типы снегоочистителей, разрабатывают схемы снегоочистки, определяют места стоянки снегоочистительной техники.

Для эксплуатируемых дорог проекты организации работ по снегоочистке составляются подрядной организацией и согласовываются с органами управления дорожным хозяйством [7].

Организационное обеспечение зимнего содержания автомобильных дорог, взаимодействие структурных подразделений в зимний период, вопросы дорожного обеспечения освещены в «Руководстве по борьбе с зимней скользкостью на автомобильных дорогах» (ОДМ 218.3.023 – 2003).

На случай возможных экстремальных погодных условий с целью недопущения перерыва движения распоряжением органа управления дорожным хозяйством в составе одной из дорожных организаций создается мобильный дорожный отряд, за которым закрепляются снегоочистительная техника и бригада из водительского состава.

Требования к снегоочистке следующие:

- снегоочистка должна быть своевременной;
- расчищать необходимо всю ширину земляного полотна;
- на дорогах с усовершенствованными покрытиями должна производиться полная очистка, т. е. на всю толщину снежного покрова, а на дорогах с переходными и низшими типами покрытий разрешается оставлять 5 – 10 см снега, но обязательно в уплотненном состоянии.

Очистка дорог от снега должна обеспечить такое состояние дороги, при котором в максимально возможной степени удовлетворяются требования непрерывного, удобного и безопасного движения автомобилей с расчетной скоростью, а также снижается до минимума объем снежных отложений на проезжей части и обочинах. В зависимости от толщины снежных отложений (H_c) на дороге выполняют следующие виды снегоочистки:

- патрульная ($H_c = 30$ см);
- интенсивная ($H_c = 30 \dots 50$ см);

- расчистка валов ($H_c = 50 \dots 100$ см);
- расчистка завалов ($H_c = 100 \dots 500$ см);
- расчистка лавин ($H_c =$ более 500 см);
- удаление уплотненного снега ($H_c = 25$ см).

Интенсивность снегопада имеет три режима:

- I режим – интенсивность снегопада 0,5 – 1 мм/ч;
- II режим – интенсивность снегопада 1 – 3 мм/ч;
- III режим – интенсивность снегопада свыше 3 мм/ч.

Для предупреждения образования снежного наката необходимо проводить в период снегопада обработку дорожного покрытия химическими материалами или песко-соляной смесью. В период снегопада интенсивностью 1 – 3 мм/ч к распределению реагентов приступают через 10 – 15 мин после начала снегопада. При слабом снегопаде интенсивностью 0,5 – 1 мм/ч твердые химические материалы начинают распределять по поверхности дороги через 20 – 30 мин. Розлив жидких реагентов целесообразно проводить в начале снегопада [6].

После обработки ПГМ необходима выдержка, т. е. следует дать сработать химическим реагентам. К подметанию приступают после того, как агрегатное состояние снега может характеризоваться как сыпучее.

С учетом свойств снега, при которых достигается качественная очистка, оптимальные нормы внесения реагентов в снег приведены в табл. 14 [7].

Очистку дорог от снега проводят специальными снегоочистительными машинами (прил. 3), целесообразные условия применения которых приведены в прил. 4 [15]. Схемы организации движения снегоочистителей для различных категорий дорог представлены на рис. 13.

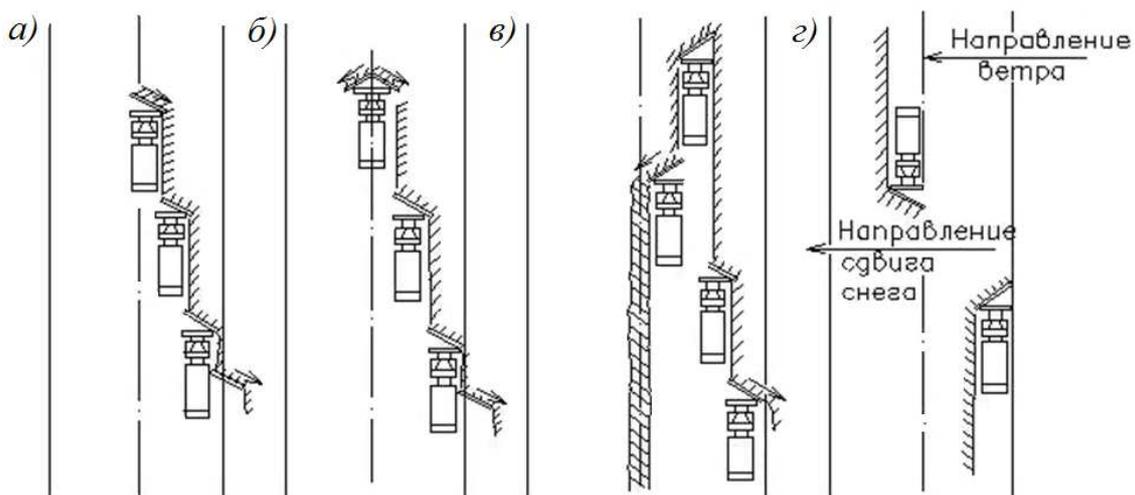


Таблица 14

Виды и нормы распределения противогололедных материалов

Наименование ПГМ	Соответствующий номер ТУ на ПГМ	Рыхлый снег и накат при $t, ^\circ\text{C}$					
		-2	-4	-8	-12	-16	-20
Твердые ПГМ, г/м ²							
<i>Хлориды</i>							
1. Технический хлористый натрий карьерный	ТУ 2152-067-00209 527-95	10	20	30	50	60	–
2. ПГМ на основе хлористого натрия	ТУ 2152-082-002 09527-99	10	15	30	45	55	–
3. Биомаг	ТУ 2152-001-53561075-02	15	30	50	60	70	80
4. ХКФ	ТУ 2152-05761643-2000	10	20	30	40	50	60
<i>Карбамиды</i>							
5. КАС	ТУ 2149-001-4018052-97	20	25	60	–	–	–
<i>Нитраты</i>							
6. АНС (НКМ)	ТУ 6-03-349-73	20	25	50	75	–	–
7. НКММ	ТУ 2149-051-05 761643-98	10	20	40	65	–	–
Жидкие ПГМ, мл/ м ²							
<i>Хлориды</i>							
8. ХКМ	ТУ 2149-026-13164401-98	20	40	65	80	95	110
9. Биомаг	ТУ 2152-001-53561075-02	20	50	70	90	100	115
<i>Ацетаты</i>							
10. Антиснег-1	ТУ 2149-001-45052508-00	10	20	30	50	60	80
11. Нордикс	ТУ 2149-002-40874358-00	5	10	15	25	30	40

Потребность в снегоочистителях, одновременно работающих на расчистке, зависит от ширины очищаемой поверхности и количества снега на дороге. Рекомендуемая техника для снегоочистки приведена также в прил. 4.

Необходимое число снегоочистителей определяется по формуле [14]

$$N = \Pi_{\text{п}} / (\Pi_{\text{э}} T_{\text{ц}}), \quad (20)$$

где N – количество снегоочистителей; $\Pi_{\text{п}}$ – площадь очистки, тыс. м²; $\Pi_{\text{э}}$ – эксплуатационная производительность снегоочистителя, тыс. м²/ч; $T_{\text{ц}}$ – продолжительность одного цикла очистки, ч.

Эксплуатационная производительность снегоочистителей определяется исходя из того, что каждая машина, кроме первой, обрабатывает ширину меньшую, чем ширина ее захвата. Производительность, м²/ч,

$$P_p = cVK_{и}K_{п}, \quad (21)$$

$$K_{п} = (c - b)/c, \quad (22)$$

где c – ширина захвата снегоочистителя, м; V – рабочая скорость снегоочистителя, м/ч; $K_{и}$ – коэффициент использования; $K_{п}$ – коэффициент перекрытия очищаемой полосы; b – средняя ширина перекрытия следа снегоочистителями, м.

Количество проходов зависит от ширины очищаемой поверхности и количества работающих очистителей. Время на очистку

$$T = P_{п} / (P_{э} n), \quad (23)$$

где n – количество машин на маршруте.

4. НАЗНАЧЕНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ И ТЕХНОЛОГИИ БОРЬБЫ С ЗИМНЕЙ СКОЛЬЗКОСТЬЮ. ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ПРОТИВОГОЛОЛЕДНОГО РЕАГЕНТА

Работы по борьбе с зимней скользкостью должны обеспечивать транспортно-эксплуатационное состояние дорог, удовлетворяющее требованиям ГОСТ Р 50597 – 93, и соответствовать заданному уровню содержания.

Для выполнения этих требований осуществляют следующие мероприятия:

- профилактические, цель которых не допустить образования зимней скользкости на дорожном покрытии или максимально снизить прочностные характеристики снежно-ледяных образований при их возникновении на покрытии, ослабить сцепление слоя снежно-ледяных отложений с покрытием;

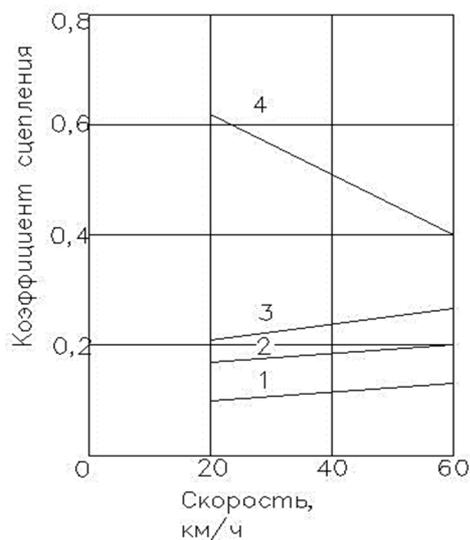


Рис. 14. Зависимость скорости движения от коэффициента сцепления

- эксплуатационные: повышение сцепных качеств дорожных покрытий (рис. 14)

при образовании на них снежно-ледяных отложений, уплотненного снега или расплавление снежно-ледяных отложений или гололедных пленок [6].

4.1. Дорожная классификация зимней скользкости

Все виды снежно-ледяных отложений, образующихся на дорожных покрытиях, по внешним признакам подразделяют:

- на рыхлый снег (откадывается на покрытии в виде ровного по толщине слоя);
- снежный накат (слой снега, уплотненный колесами проходящего транспорта);
- стекловидный лед (появляется на покрытии в виде гладкой стекловидной пленки толщиной от 1 до 3 мм, изредка в виде матовой белой шероховатой корки толщиной до 10 мм и более).

Для организации работ по борьбе с зимней скользкостью и предотвращению ее образования необходимо учитывать ее вид, погодные условия, предшествующие и сопутствующие образованию скользкости, и тенденцию их изменения.

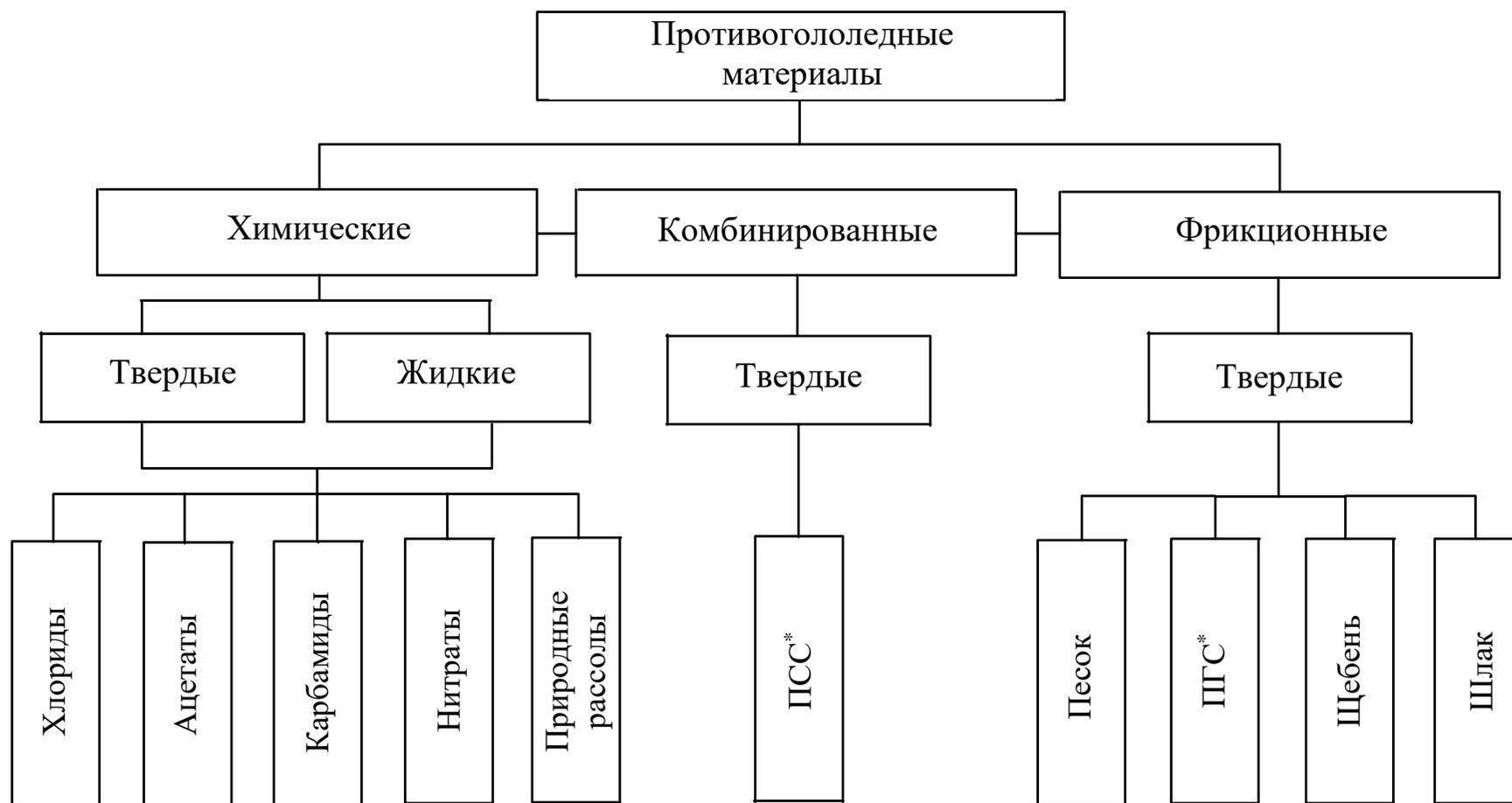
4.2. Противогололедные материалы

Классификация противогололедных материалов следующая (рис. 15).

Фрикционные ПГМ должны повышать коэффициент сцепления со снежно-ледяными отложениями на покрытии для обеспечения безопасных условий движения; иметь высокие физико-механические свойства, препятствующие разрушению, износу, дроблению и шлифованию ПГМ. Их применяют в сухом рассыпчатом состоянии с влажностью, не превышающей безопасную в отношении смерзания.

Комбинированные ПГМ обладают одновременно функциями фрикционных и химических материалов и состоят из смеси песка и химических реагентов.

В качестве *химических добавок* используют твердые соли: технический хлористый натрий, соль сильвинитовых отвалов и хлористый кальций. Из жидких хлоридов для этих целей пригодны высококонцентрированные хлориды натрия, кальция и магния.



* ПСС – песко-соляная смесь

* ПГС – песчано-гравийная смесь

Рис. 15. Классификация противогололедных материалов

Песко-соляную смесь приготавливают на базах ПГМ путем тщательного перемешивания компонентов смеси.

Все *химические ПГМ* применяют в твердом, жидком и смоченном виде. Они должны обладать следующими общими свойствами:

- понижать температуру замерзания раствора;
- обеспечивать таяние снежно-ледяных отложений на дорожных покрытиях;
- проникать сквозь слои снега и льда, разрушая межкристаллические связи, и снижать силы смерзания слоев отложений с дорожным покрытием;
- не увеличивать скользкость обработанных покрытий, особенно при использовании ПГМ в виде растворов;
- быть технологичными при хранении, транспортировке и применении;
- быть экологически безопасными и не оказывать вредного влияния на природную среду, металл, бетон, кожу и резину.

По химическому составу ПГМ этой группы разделяют на четыре подгруппы: хлориды, ацетаты, карбамиды и нитраты.

Противогололедные материалы распределяют равномерно по поверхности покрытия в соответствии с необходимыми нормами расхода, которые устанавливают в зависимости от вида и толщины гололедных образований, а также температуры и влажности воздуха.

Оптимальные нормы распределения твердых химических (г/м^2) и жидких химических (л/м^2) ПГМ представлены в табл. 14 и прил. 3.

4.3. Способы борьбы с зимней скользкостью

При зимнем содержании автомобильных дорог применяют химический, комбинированный, фрикционный и физико-химический способы борьбы с зимней скользкостью.

Химический способ основан на использовании химических материалов, обладающих способностью при контакте со снежно-ледяными отложениями переводить их в раствор, не замерзающий при отрицательных температурах. При химическом способе распределяют чистые ПГМ в твердом или жидком виде с целью профилактики образования зимней скользкости или ликвидации уже образовавшихся снежно-ледяных отложений.

Комбинированный (химико-фрикционный) способ предусматривает совместное применение химических и фрикционных материалов. К нему обращаются при необходимости ликвидации снежно-ледяных отложений и повышения коэффициента сцепления на них.

Фрикционный способ применяют на дорогах III, IV, V категорий, а также на дорогах, расположенных в регионах с продолжительными и устойчивыми низкими температурами, или там, где использование химических реагентов запрещено.

Физико-химический способ заключается в придании противогололедных свойств покрытию путем введения в асфальтобетонную смесь противогололедного наполнителя [6].

4.4. Расчет потребности в распределителях ПГМ

Последовательность расчета следующая.

1. Расчет потребности в распределителях ПГМ ведется из условия необходимости одновременной обработки участка автодороги на всем его протяжении. Рекомендуемые машины приведены в прил. 3.

2. Потребность в распределителях ПГМ определяется отдельно для каждого мастерского участка или ГУП. Потребность в распределителях ПГМ для всей автодороги или сети дорог есть сумма потребностей всех мастерских участков.

3. Для расчета потребности в распределителях для каждого конкретного мастерского участка необходимы следующие исходные данные:

1) линейная схема обслуживаемого участка (километраж, ширина проезжей части) с привязкой местоположения базы (баз) ПГМ;

2) вид применяемого ПГМ и планируемые среднесезонные нормы его распределения ($\text{кг}/\text{м}^2$);

3) средний объем (вместимость) кузова распределителя (м^3);

4) ширина полосы распределения ПГМ;

5) средние транспортные (с грузом, без груза) и рабочие скорости распределения;

6) время загрузки одного распределителя;

7) заданный срок обработки покрытия, позволяющий уложиться в директивные сроки ликвидации зимней скользкости.

Пример расчета потребности в распределителях ПГМ.

1. Линейная схема обслуживаемого участка
2. В качестве ПГМ применяем песко-соляную смесь со среднесезонной нормой распределения $p = 0,250 \text{ кг/м}^2$.
3. Объем кузова распределителя $P = 6,0 \text{ м}^3$ (или 9,0 т).
4. Ширина распределений (H) для участка 1 – 7,5 м, для участков 2 и 3 – 5,625 м.
5. Транспортная скорость порожнего распределителя $V_{\text{тп}} = 60 \text{ км/ч}$, груженого – $V_{\text{тг}} = 50 \text{ км/ч}$, рабочая скорость $V_p = 30 \text{ км/ч}$.
6. Время загрузки одного распределителя $t_3 = 7 \text{ мин}$.
7. Заданный срок обработки покрытия $t = 3 \text{ ч}$.
8. Коэффициент использования пробега $K_{\text{пр}} = 0,5$.
9. Коэффициент использования машины $K_{\text{м}} = 0,7$.
10. Определяем средневзвешенные дальности возки ПГМ на участки с разной шириной обработки:
 - для участка 1 $R = 3,55/2 + 8,8 = 10,575 \text{ км}$;
 - для участков 2 и 3
$$R_{2,3} = (8800 \cdot 22,58 \cdot 4,4 + 17\,000 \cdot 22,5 \cdot 8,5) / (8800 \cdot 22,5 + 17\,000 \cdot 22,5) = 7,1 \text{ км}.$$
11. Определяем по участкам требуемое количество ПГМ для обработки (Q):
 - участок 1: $3550 \text{ п. м.} \cdot 30 \text{ м} \cdot 0,250 \text{ кг/м}^2 = 26,625 \text{ т}$;
 - участки 2 и 3: $25\,800 \text{ п. м.} \cdot 22,5 \text{ м} \cdot 0,250 \text{ кг/м}^2 = 145,125 \text{ т}$.
12. Среднее время пробега машины до участка распределения ($t_{\text{п}}$):
 - участок 1: $(60 \cdot 10,575) / (0,5(60 + 50)/2) = 23,07 \text{ мин}$;
 - участки 2 и 3: $(60 \cdot 7,1) / (0,5(60 + 50)/2) = 15,49 \text{ мин}$.
13. Время распределения ($t_{\text{р}}$):
 - участок 1: $(60 \cdot 9,0) / (0,25 \cdot 7,5 \cdot 30) = 9,6 \text{ мин}$;
 - участки 2 и 3: $(60 \cdot 9,0) / (0,250 \cdot 5,625 \cdot 30) = 12,8 \text{ мин}$.
14. Средняя продолжительность одного цикла ($t_{\text{ц}} = t_3 + t_{\text{п}} + t_{\text{р}}$):
 - участок 1: $7 + 23,07 + 9,6 = 39,67 \text{ мин}$;
 - участки 2 и 3: $7 + 15,49 + 12,8 = 35,29 \text{ мин}$.
15. Производительность одного распределителя по участкам:
 - участок 1: $\Pi = P K_{\text{м}} \cdot 60 / t_{\text{ц}} = 9,0 \cdot 0,7 \cdot 60 / 39,67 = 9,53 \text{ т/ч}$;
 - участки 2 и 3: $9,0 \cdot 0,7 \cdot 60 / 35,29 = 10,71 \text{ т/ч}$.
16. Потребность в распределителях по участкам:
 - участок 1: $n = Q / (\Pi \cdot t) = 26,625 / (9,53 \cdot 3) = 0,93 \text{ шт.}$;
 - участки 2 и 3: $n = 145,125 / (10,71 \cdot 3) = 4,52 \text{ шт}$.

17. Потребность в распределителях для обработки всего обслуживаемого участка: $0,93 + 4,52 = 5,45$ шт., принимается равной 6 шт.

5. ДЕТАЛЬ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

В качестве детали может быть принято решение одного из следующих вопросов:

- разработка схем очистки от снега сложных участков дороги (пересечения и примыкания, кривые малого радиуса, серпантины и др.);
- разработка технологии очистки от снега многополосных автомагистралей;
- расчет аккумуляционных полостей и грунтовых кавальеров в выемках;
- разработка конструкций и технологии строительства покрытий с противогололедными свойствами;
- разработка базы приготовления и хранения противогололедных материалов;
- разработка противоналедных мероприятий;
- выбор и обоснование противолавинных мероприятий.

Курсовая работа также может содержать другие детали научно-исследовательского, расчетного, конструкторского, технологического или организационного характера.

6. РАЗРАБОТКА ЛИНЕЙНОГО ГРАФИКА ОРГАНИЗАЦИИ ЗИМНЕГО СОДЕРЖАНИЯ

Каждая дорожная организация до наступления зимнего периода составляет план подготовки и организации зимнего содержания автомобильных дорог с учетом опыта предыдущих лет. План содержит график работ, схему защиты дороги от заносов, очередность и сроки очистки участков от снега и ликвидации зимней скользкости, состав отрядов и порядок работы машин, схему размещения баз противогололедных материалов. Все эти сведения оформляются в линейный график организации зимнего содержания, образец которого приведен в прил. 5 [14].

Контрольные вопросы

1. Что такое снегоперенос и снегопринос?
2. Каковы источники формирования снежных отложений?
3. Что включают в себя требования к уровню зимнего содержания?
4. Какие методы определения снегоприноса вы знаете?
5. Что такое снежно-метельный режим дорог?
6. Какие закономерности отложения снега у различных препятствий вы можете назвать?
7. Как формируется снегозащита автомобильных дорог?
8. Каким образом можно классифицировать снегозадерживающие устройства?
9. Каким образом можно классифицировать снегозащитные лесонасаждения?
10. Каким образом располагаются снегозащитные устройства из снега?
11. Каким образом устраиваются снегозадерживающие щиты и заборы?
12. Какие виды снегоочистки и требования к ней вы можете назвать?
13. Как выполняется патрульная снегоочистка, расчистка валов?
14. Как выполняется расчистка завалов и снежных лавин?
15. Каким образом классифицируются виды зимней скользкости?
16. Какие методы борьбы с зимней скользкостью применяются в дорожной отрасли?
17. Какие материалы для борьбы с зимней скользкостью вы знаете?
18. Как выполняется противогололедная обработка искусственных сооружений?
19. Какова профилактика зимней скользкости?
20. Как рассчитывается потребность в противогололедных реагентах?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В учебном пособии подробно рассмотрены вопросы организации зимнего содержания автомобильных дорог, включая проектирование системы снегозащиты, мероприятия по снегоочистке и борьбе с зимней скользкостью.

Приведенные сведения могут быть использованы студентами при курсовом и дипломном проектировании по дисциплине «Эксплуатация автомобильных дорог», в том числе для выполнения самостоятельной работы по представленной тематике.

Расчет потребности в снегоочистителях и другой технике для зимнего содержания, а также потребности в противогололедных реагентах можно выполнять с помощью методики и приложений, приведенных в пособии. Расчет основных элементов снегозадерживающей системы рассмотрен с общих позиций и может быть использован при проектировании снегозадерживающей системы в более сложных условиях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Основная литература

1. ГОСТ Р 21.1701 – 97. СПДС. Правила выполнения рабочей документации автомобильных дорог. – М., 1997. – 34 с.
2. СНиП 2.01.01 – 82. Строительная климатология и геофизика. – М., 1984. – 109 с.
3. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23.01.99. – М., 2012. – 37 с.
4. СП 34.13330.2012. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02 – 85. – М., 2013. – 127 с.
5. СП 131.13330.2020. Строительная климатология. – М., 2021. – 154 с.
6. ГОСТ Р 50597 – 93. Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. – М. : Стройиздат, 1993. – 11 с.
7. Руководство по борьбе с зимней скользкостью на автомобильных дорогах / М-во транспорта Рос. Федерации, Гос. служба дорож. хоз-ва. – М. : Росавтодор Минтранса РФ, 2003. – 69 с.
8. ОДМ 218.5.001 – 2008. Методические рекомендации по защите и очистке автомобильных дорог от снега. – М. : Росавтодор Минтранса РФ, 2008. – 83 с.

Дополнительная литература

9. СП 78.13330.2012. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 3.06.03 – 85. – М., 2012. – 80 с.
10. ГОСТ Р 52398 – 2005. Классификация автомобильных дорог. Основные параметры и требования. – М., 2006. – 4 с.

11. ГОСТ Р 52399 – 2005. Геометрические элементы автомобильных дорог. – М., 2006. – 5 с.

12. ВСН 33 – 87. Указания по производству изысканий и проектированию лесонасаждений вдоль автомобильных дорог. – М. : Транспорт, 1988. – 95 с.

13. ВСН 24 – 88. Технические правила ремонта и содержания автомобильных дорог. – М. : Транспорт, 1988. – 128 с.

14. Справочная энциклопедия дорожника. Содержание и ремонт автомобильных дорог / под ред. А. П. Васильева. – М. : Информавтодор, 2004. – 507 с. – ISBN 5-900121-25-9.

15. Васильев, А. П. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения / А. П. Васильев, В. М. Сиденко. – М. : Транспорт, 1990. – 303 с. – ISBN 5-277-00877-2.

16. Зимнее содержание автомобильных дорог / Г. В. Бялобжеский [и др.] ; под ред. А. К. Дюнина. – М. : Транспорт, 1983. – 197 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Среднемноголетние данные об образовании зимней скользкости и ориентировочной потребности в ПГМ (в пересчете на твердые хлориды) в различных регионах Российской Федерации

Центр региона	Зимняя скользкость			Число дней с возможными случаями образования зимней скользкости	Ориентировочная годовая потребность в ПГМ в пересчете на твердые хлориды, т/1000 м ²
	Средняя дата начала	Средняя дата окончания	Продолжительность периода, дни		
Архангельск	20.10	21.04	179	112	2,2
Астрахань	25.11	16.03	112	35	0,2
Белгород	15.11	23.03	129	64	0,8
Благовещенск	20.10	9.04	171	33	0,8
Брянск	14.11	26.03	133	73	1,1
Владивосток	11.11	29.03	138	33	1,2
Владикавказ	1.12	4.03	94	34	0,4
Владимир	2.11	4.04	154	79	1,9
Волгоград	16.11	23.03	129	59	0,7
Вологда	30.10	7.04	160	93	1,8
Воронеж	10.11	27.03	141	72	0,9
Грозный	8.12	28.02	83	32	0,1
Екатеринбург	20.10	9.04	172	73	1,9
Иваново	31.10	6.04	158	95	1,8
Ижевск	24.10	5.04	164	93	1,9
Иркутск	16.10	13.04	180	63	1,5
Йошкар-Ола	28.10	5.04	160	84	1,9
Казань	31.10	6.04	158	80	2,0
Калининград	5.12	10.03	96	56	0,6
Калуга	7.11	5.04	150	77	1,4
Кемерово	19.10	18.04	182	87	1,6
Киров	25.10	9.04	169	92	2,4
Кострома	31.10	6.04	158	93	1,9
Краснодар	20.12	24.02	64	32	0,1
Красноярск	23.10	8.04	168	66	1,4
Курган	22.10	10.04	171	65	1,8
Курск	11.11	26.03	136	78	1,2
Липецк	9.11	29.03	141	73	1,0
Махачкала	3.01	14.02	43	14	0,1
Москва	5.11	5.04	152	79	1,7
Мурманск	17.10	21.04	187	106	1,5
Нальчик	2.12	9.03	98	37	0,2

Окончание

Центр региона	Зимняя скользкость			Число дней с возможными случаями образования зимней скользкости	Ориентировочная годовая потребность в ПГМ в пересчете на твердые хлориды, т/1000 м ²
	Средняя дата начала	Средняя дата окончания	Продолжительность периода, дни		
Н. Новгород	29.10	5.04	159	88	1,9
Новгород	5.11	2.04	146	71	1,1
Новосибирск	22.10	17.04	178	98	2,2
Омск	20.10	14.04	177	68	1,3
Оренбург	1.11	6.04	157	69	1,4
Орел	9.11	3.04	146	73	1,0
Пенза	3.11	4.04	153	79	1,9
Пермь	21.10	8.04	170	101	2,2
Петрозаводск	3.11	10.04	159	89	2,3
Петропавловск-Камчатский	8.11	20.04	162	66	1,7
Псков	13.11	1.04	139	73	0,7
Ростов-на-Дону	27.11	12.03	113	46	0,3
Рязань	5.11	4.04	151	78	1,6
Самара	1.11	6.04	157	74	1,7
Санкт-Петербург	11.11	3.04	143	85	1,2
Саранск	4.11	4.04	152	72	1,7
Саратов	9.11	31.03	149	60	1,4
Смоленск	8.11	1.04	145	78	1,1
Ставрополь	26.11	14.03	109	34	0,5
Сыктывкар	17.10	10.04	176	107	2,2
Тамбов	7.11	2.04	147	78	1,4
Тверь	4.11	3.04	151	82	1,8
Томск	8.10	17.04	183	105	3,5
Тула	8.11	2.04	145	77	1,4
Тюмень	21.10	7.04	169	64	1,8
Улан-Удэ	14.10	12.04	181	40	0,7
Уфа	27.10	6.04	162	94	2,4
Ульяновск	31.10	6.04	153	74	1,9
Хабаровск	27.10	7.04	162	39	1,2
Челябинск	23.10	8.04	168	65	1,7
Чита	14.10	15.04	184	25	0,5
Элиста	23.11	17.03	115	39	0,2
Южно-Сахалинск	8.11	16.04	160	113	2,6
Якутск	3.10	1.05	211	82	1,3
Ярославль	3.11	4.04	153	83	2,0

Приложение 2

Расчетный объем снеготранспорта в зависимости от скорости ветра на высоте флюгера и повторяемости метелевых ветров

Повторяемость ветров (продолжительность, ч) при восьми срочных наблюдениях в сутки	Расчетный объем снеготранспорта W , м ³ /м, при скорости ветра, м/с										
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	25
Плотность снега 0,25 т/м ³ ; $c = 0,00031$											
1 (3)	0,2	0,5	0,9	1,6	2,6	3,8	5,4	7,4	9,9	12,8	14,5
5 (15)	1,0	2,4	4,6	8,0	12,8	19,0	27,1	37,2	49,5	64,3	72,6
10 (30)	2,0	4,8	9,3	16,1	25,5	38,1	54,2	74,4	99,0	128,6	145,3
15 (45)	3,0	7,1	14,0	24,1	38,3	57,1	81,4	111,6	148,5	192,8	218,0
20 (60)	4,0	9,5	18,6	32,1	51,0	76,2	108,5	148,8	198,0	257,1	250,6
25 (75)	5,0	11,9	23,2	40,2	63,8	95,2	135,6	186,0	247,6	321,4	363,3
30 (90)	6,0	14,3	27,9	48,2	76,6	114,3	162,7	223,2	–	–	–
35 (105)	7,0	16,7	32,6	56,2	89,3	133,3	189,9	–	–	–	–
40 (120)	8,0	19,0	37,2	64,3	102,1	152,4	–	–	–	–	–
Плотность снега 0,3 т/м ³ ; $c = 0,00026$											
1 (3)	0,2	0,4	0,8	1,3	2,1	3,2	4,5	6,2	8,3	10,8	12,2
5 (15)	0,8	2,0	3,9	6,7	10,7	16,0	22,7	31,2	41,5	53,9	60,9
10 (30)	1,7	4,0	7,8	13,5	21,4	31,9	45,5	62,4	83,0	107,8	121,9
15 (45)	2,5	6,0	11,7	20,2	32,1	47,9	68,2	93,6	124,6	161,7	182,8
20 (60)	3,4	8,0	15,6	27,0	42,8	63,9	91,0	124,8	166,1	215,6	243,7
25 (75)	4,2	10,0	19,5	33,7	53,5	79,9	113,7	156,0	207,6	269,6	304,7
30 (90)	5,0	12,0	23,4	40,4	64,2	95,6	136,5	187,2	–	–	–
35 (105)	5,9	14,0	27,3	47,2	74,9	111,8	159,2	–	–	–	–
40 (120)	6,7	16,0	31,2	53,9	85,6	127,8	–	–	–	–	–

Приложение 3

Технические характеристики распределителей твердых и жидких противогололедных материалов

Наименование и местонахождение завода-изготовителя	Марка машины	Базовое шасси	Монтаж оборудования	Вид ПГМ	Вместимость кузова, ёмкости, м ³	Ширина распределения, м	Плотность распределения, г/м ²	Скорость, км/ч, до		Дополнительное оборудование для зимнего содержания
								транспортная	рабочая	
ОАО «Амурдор-маш», Амурская обл., п. Прогресс	ЭД-403Д-01	ЗИЛ-431412	Стационарно-съемная	Твердые	3,25	4,0 – 10,6	25 – 940	60	30	Передний отвал, средняя щетка
	ЭД-242	КамАЗ-55111, 65111	Навесная к кузову самосвала (0,7 м ³)	»	6,6; 8,2	4,0 – 6,0	100 – 400	40	20	Передний скоростной отвал
Саратовский завод дорожно-эксплуатационного и дорожно-строительного оборудования «Транс-Магистраль» г. Саратов	4906	ЗИЛ-4331	Стационарно-съемная	»	3,25	До 8,5	50 – 1000	60	40	Передний отвал
	ДМ-32 ДМ-32М	ЗИЛ-431410	»	»	4,0	До 8,5	50 – 1000	60	40	»
	ДМ-1 ДМ-28-10 ДМ-6м-30	КамАЗ-55111 МАЗ-5551 ЗИЛ-4520	Быстросъемная в кузове а/м	»	4,5	До 8,5	25 – 500	60	40	Передний скоростной отвал
	ДМ-34 ДМ-39	МАЗ-5334 КамАЗ-5320	Стационарно-съемная	»	4,5	До 8,5	50 – 1000	60	40	Передний скоростной отвал, средний и боковой (на КамАЗ)
	ДМ-6м ДМ-38 ДМ-41	КамАЗ-5320 ЗИЛ-133ГЯ, Г40 КамАЗ-55111	Быстросъемная в кузове а/м	»	6,0	До 8,5	25 – 500	60	40	Передний скоростной отвал

ЗАО «Смоленский автоагрегат- ный завод АМО ЗИЛ», г. Смоленск	МДК- 433362-00, 01, 05, 06	ЗИЛ-433362	Стационарно- съемная	Твердые	4,0	3,0 – 9,0	10 – 400	60	30	Передний отвал, щетка
	МДК-133 Г4-S1	ЗИЛ-133Г4	»	»	6,0	4,0 – 9,0	25 – 400	60	20	Передний отвал, скорост- ной отвал, боковой отвал, щетка
	МДК-5337- 00, 01, 05, 06	МАЗ-533700	»	»	5,9	3,0 – 9,0	10 – 400	60	30	Передний отвал, щетка
ОАО «Комплекс- ные дорожные машины», г. Смоленск	КДМ-130 В ЭД-226	ЗИЛ-433362 ЗИЛ-433102	»	»	3,25	4,0 – 10,0	25 – 500	60	30	»
	ЭД-224	МАЗ-5337	»	»	5,6	4,0 – 12,0	10 – 500	60	30	»
	ЭД-403 ЭД-410	ЗИЛ-133 Г4, Д4	»	»	5,6	4,0 – 12,0	25 – 500	60	30	»
	ЭД-405 ЭД-405А	КамАЗ- 53213, КамАЗ-55111	»	»	6,5	4,0 – 12,0	10 – 500	60	30	Передний отвал, скорост- ной отвал, щетка
	ЭД-243 (оборудова- ние фирмы «Шмидт» Германия)	МАЗ-63039	»	Твердые (в том числе смоченные), жидкие	6,0	2,0 – 12,0	5 – 500	60	30	Передний, боковой отвал, щетка

Продолжение

Наименование и местонахождение завода-изготовителя	Марка машины	Базовое шасси	Монтаж оборудования	Вид ПГМ	Вместимость кузова, ёмкости, м ³	Ширина распределения, м	Плотность распределения, г/м ²	Скорость, км/ч, до		Дополнительное оборудование для зимнего содержания
								транспортная	рабочая	
ОАО «Новосибирский завод дорожных машин», г. Новосибирск	ЭД-242	Самосвалы семейства ЗИЛ, КамАЗ, УРАЛ	Навесная к кузову самосвала (0,7 м ³)	Твердые	3,25; 5,6; 6,2	4,0 – 6,0	100 – 400	40	40	Передний отвал, скоростной отвал
	ЭД-240	ЗИЛ-433362 ЗИЛ-133 Г4 КамАЗ-55111	Стационарно-съемная	»	3,25; 5,6; 6,2	4,0 – 10,6	25 – 500	60	30	Передний отвал, скоростной отвал, щетка
ОАО «Росдормаш», Московская обл., п. Мамонтовка	КО-713 М КО-713-02М	ЗИЛ-433362 ЗИЛ-433360	»	»	3,25	4,0 – 10,0	25 – 500	60	30	Передний отвал, щетка
ОАО «Севдормаш», Архангельская обл., г. Северодвинск	КО-713 М	ЗИЛ-433362	»	»	3,0	4,0 – 9,0	50 – 300	60	30	»
	КО-822-1 КО-822-2	Урал-43203-1922-30	»	Жидкие	8,0	До 15,8	10 – 400	60	20 – 30	Передний отвал, скоростной отвал, щетка
ОАО «Мценский завод коммунального машиностроения», г. Мценск	КО-713-02 КО-713-03	ЗИЛ-433362	»	Твердые	3,0	4,0 – 9,0	50 – 300	60	30	Передний отвал, щетка
	КО-806	КамАЗ-4925	»	»	5,0	4,0 – 9,0	50 – 300	60	30	»
	КО-823	КамАЗ-53229	»	»	6,5	4,0 – 9,0	50 – 300	60	30	»

Окончание

Наименование и местонахождение завода-изготовителя	Марка машины	Базовое шасси	Монтаж оборудования	Вид ПГМ	Вместимость кузова, ёмкости, м ³	Ширина распределения, м	Плотность распределения, г/м ²	Скорость, км/ч, до		Дополнительное оборудование для зимнего содержания
								транспортная	рабочая	
Концерн «Амкодор», республика Беларусь, г. Минск	НО-075	МАЗ-5551	Быстросъемная в кузове а/м	Твердые, в том числе смоченные	4,0	2,0 – 8,0	5 – 40	60	30	Передний отвал
ООО «Евразия», г. Челябинск	Тройка-2000	Урал-55571-30, Урал-Ивеско	»	Твердые, жидкие	4,0	6,0 – 14,0	20 – 400	60	30	Передний, скоростной, средний, боковой отвал, щетка
ОАО «Арзамасский завод коммунального машиностроения», Нижегородская обл., г. Арзамас	КО-829 А	ЗИЛ-433362	Стационарно-съемная	Твердые	3,1	4,0 – 9,0	25 – 500	60	30	Передний отвал, щетка

ОАО «Кургандормаш», г. Курган	КДМ (испытания)	Урал-43206	Стационарно- съемная	Твердые, жидкие	Испытания					
	МД-433	ЗИЛ-433362	»	Твердые	3,0	4,0 – 9,0	100 – 400	60	30	Передний отвал, щетка
	КУМ-99	ЗИЛ-452632	»	»	4,0	3,0 – 9,0	10 – 300	60	30	»
«Доркомтех- ника», г. Москва	ДКТ-503 (оборудова- ние)	КО-829 А КО-713-01 КДМ-130 (ЗИЛ- 433362)	»	Жидкие	6,1	3,5 – 7,0	10 – 150	60	25	»
ОАО «Ряз- ский авторе- монтный завод», Рязанская обл., г. Рязск	КУМ-100	ЗИЛ-433362	»	»	6,0	3,5 – 7,0	20 – 200	60	40	»
	КУМ-99	ЗИЛ-452632	»	Твердые	4,0	4,0 – 9,0	10 – 300	60	40	»

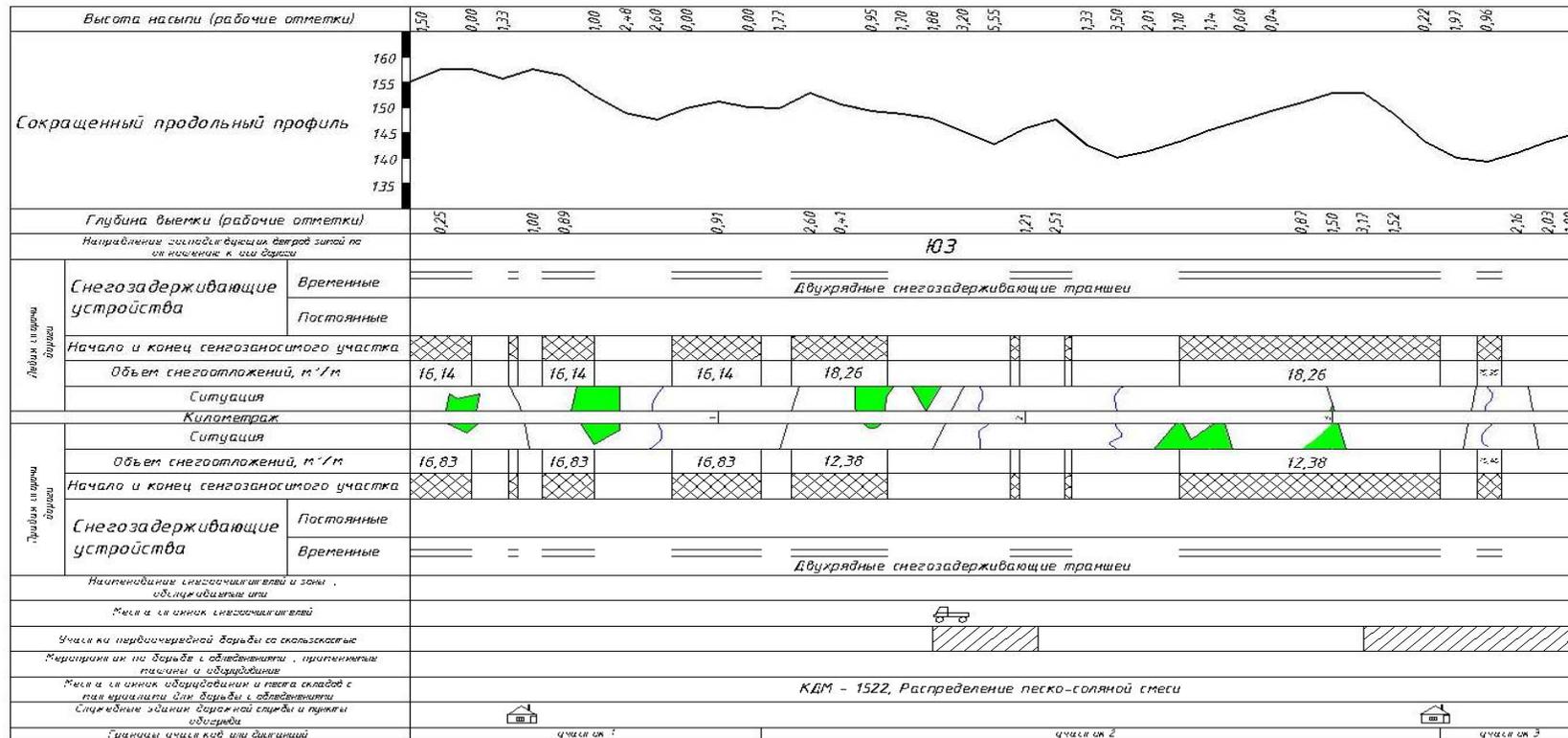
Приложение 4

Целесообразные условия применения снегоочистительных машин

Тип машины	Плотность снега, г/м ³	Толщина слоя, м, при которой возможна работа машины		Работы, на которых целесообразно использование машин	
		При полной ширине захвата	При неполной ширине захвата	Основные	Прочие
Одноотвальные плужно-щеточные автомобильные снегоочистители	0,3	0,3	0,7	Патрульная очистка	Расчистка снежных заносов небольшой толщины, уширение полосы расчистки
Двухотвальные плужные автомобильные снегоочистители	0,4	На коротких участках – до 0,6, на длинных – до 0,4	0,8	Расчистка снежных заносов средней толщины	Уширение полосы расчистки, патрульная очистка
Двухотвальные тракторные снегоочистители	0,6	1,0	1,2	Прокладка снегозащитных траншей в снегу на прилегающих к дороге полях	Прокладка колонных путей, удаление снежных отложений большой толщины
Автогрейдеры	0,6	0,5	0,6	Расчистка отложений средней толщины. Удаление плотного снега	Разравнивание или полное удаление снежных валов при совместной работе с роторными снегоочистителями
Бульдозеры	0,7	За один проход – 1 м; при разработке слоями – без ограничений		Расчистка снежных отложений большой толщины (в том числе снежных завалов)	Устройство снегозащитных траншей. Удаление плотного снега
Валоразбрасыватели	0,6	До 1,5		Удаление снежных валов (в том числе расположенных над кюветами)	Расчистка снежных заносов

Линейный график организации зимнего содержания

65



					ВЛГУ. 08.03.01.		
					Курсовая работа		
Имя	Фамилия	Имя	Фамилия	Подпись	Дата	Организация зимнего содержания и/или отдельной фирмы	
Имя	Фамилия	Имя	Фамилия	Подпись	Дата	КР	1
					Имена организаторов зимнего содержания участка с указанием их должностей		
					ВЛГУ С-417		

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Введение	4
1. Общие положения зимнего содержания дорог	5
1.1. Требования к уровню зимнего содержания дорог	5
1.2. Факторы, влияющие на трудность зимнего содержания	8
1.3. Уровни зимнего содержания	11
1.4. Основные термины и определения	13
2. Курсовое проектирование	15
2.1. Состав курсовой работы	15
2.2. Анализ исходных данных и климатических условий района эксплуатации	17
2.3. Определение характеристик снеговетрового (метелевого) потока	18
3. Назначение мероприятий по защите дорог от снега и снегоочистка	23
3.1. Оценка снегозаносимости дороги и выявление участков, опасных для движения	23
3.2. Назначение мероприятий по защите дорог от снежных отложений	26
3.3. Очистка дорог от снега	41
4. Назначение мероприятий и технологии борьбы с зимней скользкостью. Выбор оптимального противогололедного реагента	44
4.1. Дорожная классификация зимней скользкости	45
4.2. Противогололедные материалы	45
4.3. Способы борьбы с зимней скользкостью	47
4.4. Расчет потребности в распределителях ПГМ	48
5. Деталь курсовой работы	50
6. Разработка линейного графика организации зимнего содержания	50
Контрольные вопросы	51
Заключение	52
Библиографический список	53
Приложения	55

Учебное издание

ПРОВАТОРОВА Галина Владимировна

ЗИМНЕЕ СОДЕРЖАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Учебное пособие
к курсовому и дипломному проектированию

Редактор Т. В. Евстюничева
Технический редактор Ш. В. Абдуллаев
Корректор О. В. Балашова
Компьютерная верстка Е. А. Герасиной
Выпускающий редактор А. А. Амирсейидова

Подписано в печать 24.12.21.
Формат 60×84/16. Усл. печ. л. 3,95. Тираж 50 экз.

Заказ

Издательство

Владимирского государственного университета
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых.
600000, Владимир, ул. Горького, 87.