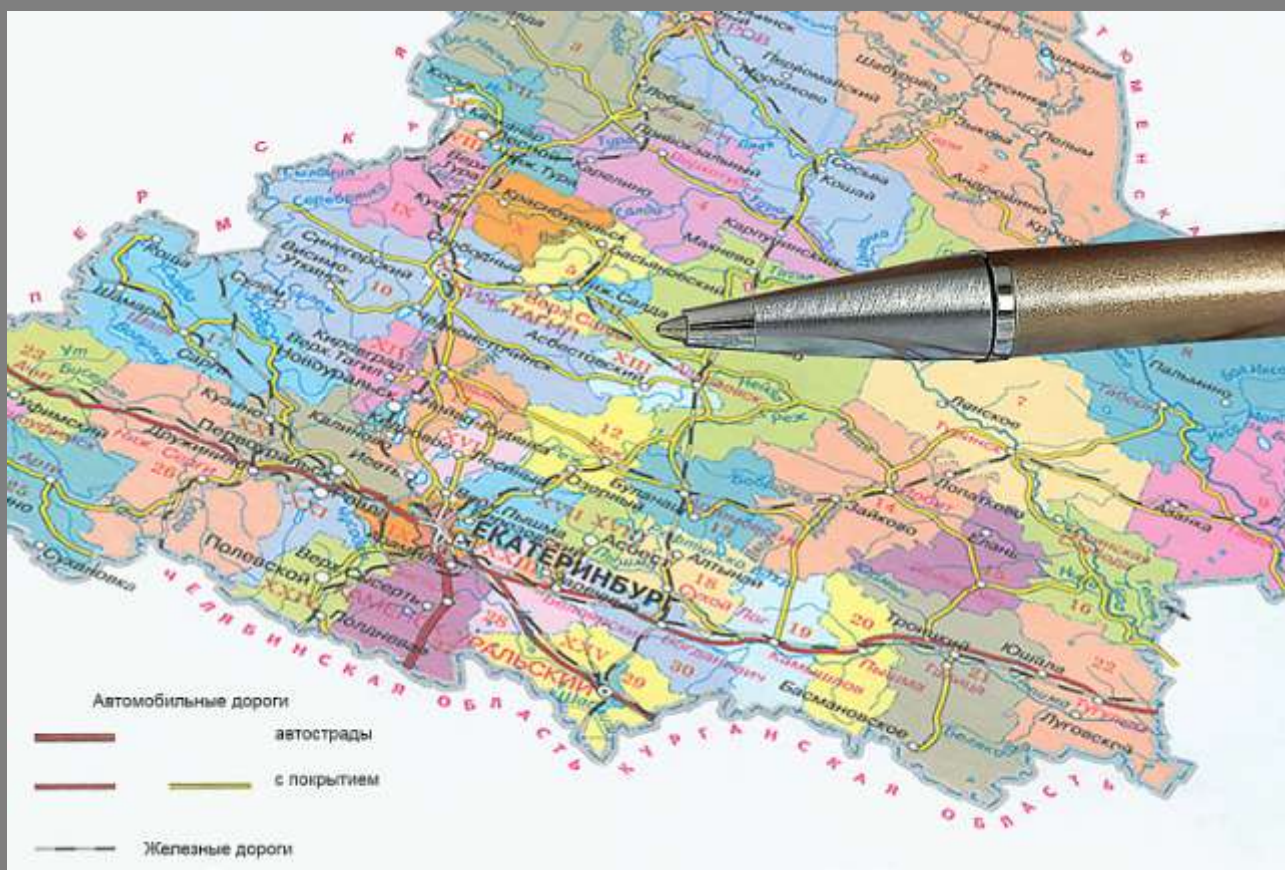




С.И. Булдаков
Ю.Д. Силуков
М.Д. Малиновских

СОДЕРЖАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ



Электронный архив УГЛТУ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

С.И. Булдаков
Ю.Д. Силуков
М.Д. Малиновских

СОДЕРЖАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Монография

Екатеринбург
2017

УДК 625.72
ББК 39.313я73
Б90

Рецензенты:

Доктор технических наук, профессор Уральского государственного университета путей сообщения Г.Л. Аккерман;
Директор Уральского филиала «УралГИПРОДОРНИИ» О.М. Понарина.

Булдаков, С.И.

Б90 **Содержание и ремонт автомобильных дорог:** моногр. / С.И. Булдаков, Ю.Д. Силуков, М.Д. Малиновских. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2017. – 200 с.

ISBN 978-5-94984-609-4

Рассматриваются важные вопросы: содержание и ремонт автомобильных дорог в летний и зимний периоды, что позволяет осуществлять эксплуатацию дорожных сооружений на высоком уровне. В результате обеспечивается безопасное движение транспорта с нормативными скоростями и высокими нагрузками.

Приводятся дефекты и разрушения на дорогах, дается подробная классификация работ по ремонту, капитальному ремонту и содержанию автомобильных дорог.

Приведены формулы для расчета объема выполняемых работ и производительности дорожно-строительных машин для всех технологических операций.

Особое внимание уделено планировке откосов насыпей и выемок, засеву их травами, окашиванию и уборке травы, а также содержанию обстановки дороги с покраской и заменой устаревших знаков.

Монография будет полезна в первую очередь для обучающихся по направлению «Строительство» и производственникам, занимающимся содержанием и ремонтом автомобильных дорог.

Издается по решению редакционно-издательского совета Уральского государственного лесотехнического университета.

УДК 625.72
ББК 39.313я73

ISBN 978-5-94984-609-4

© ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», 2017

© С.И. Булдаков, Ю.Д. Силуков,
М.Д. Малиновских, 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	8
Раздел I. Взаимодействие автомобиля с дорогой	9
<i>Глава 1.</i> Содержание и ремонт автомобильных дорог	9
1.1. Структурная схема водитель – автомобиль – дорога – внешняя среда	9
1.2. Организация дорожно-эксплуатационной службы	12
1.3. Принципы планирования и назначения ремонтных работ на дороге	14
1.4. Классификация и назначение дорожно-ремонтных работ Классификация работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог	16
1.5. Модернизация автомобильных дорог и дорожных сооружений	17
1.6. Капитальный ремонт автомобильных дорог и дорожных сооружений	20
1.7. Ремонт автомобильных дорог и дорожных сооружений	22
1.8. Содержание автомобильных дорог и дорожных сооружений	26
Раздел II. Методы зимнего содержания автомобильных дорог	32
<i>Глава 2.</i> Особенности содержания дорог в зимний период	32
2.1. Требования к зимнему содержанию дорог	32
2.2. Уровни содержания зимних дорог	33
2.3. Характеристика снежно-метельных отложений	37
2.4. Расчет объема снегоприноса к участкам дороги	38
<i>Глава 3.</i> Снегозаносимость дорог	42
3.1. Обтекание насыпей и выемок снежным потоком	42
3.2. Расчет незаносимости выемки снегом	46
3.3. Степень заносимости снегом участков дороги	47
<i>Глава 4.</i> Защита дорог от снежных заносов	48
4.1. Способы снегозащиты дорог	48
4.2. Временные снегозадерживающие устройства	50
4.3. Снегозащитные устройства постоянного типа	56
<i>Глава 5.</i> Очистка дорог от снега	61
5.1. Расчет необходимого количества патрульных снегоуборочных машин	64
5.2. Усиленная очистка дороги от снега	65
5.3. Расчет количества снегоуборочных машин	69

<i>Глава 6. Образование зимней скользкости на дорожном покрытии</i>	70
6.1. Методы борьбы с зимней скользкостью	72
6.2. Агрессивное действие хлоридов на окружающую среду и его предупреждение	77
6.3. О применении пескосоляной смеси	78
6.4. Об обработке зимой дорог мелким щебнем	79
6.5. Снегосплавные пункты	80
6.6. Гололедобезопасные покрытия	80
6.7. Создание антигололедных дорожных покрытий на основе нанодисперсных технологий	82
<i>Глава 7. Базы хранения противогололедных материалов</i>	84
<i>Глава 8. Расчет машино-часов и количества распределителей для ликвидации гололеда</i>	88
8.1. Определение количества распределителей	88
8.2. Графики организации зимнего содержания дорог	90
<i>Глава 9. Борьба с наледями на дорогах</i>	93
Раздел III. Летнее содержание	96
<i>Глава 10. Дефекты на автомобильных дорогах. Классификация работ по капитальному ремонту, ремонту и содержанию автомобильных дорог</i>	96
10.1. Дефекты и разрушения на автомобильных дорогах и искусственных сооружениях.....	96
10.2. Дефекты и разрушения дорожной одежды	96
10.3. Дефекты и разрушения земляного полотна	97
10.4. Дефекты мостов, путепроводов, виадуков и скотопрогонов	97
10.5. Дефекты водопропускных труб	98
10.6. Дефекты дорожных знаков	98
10.7. Прочие дефекты автомобильных дорог	98
<i>Глава 11. Классификация работ по капитальному ремонту автомобильных дорог</i>	99
11.1. Капитальный ремонт автомобильных дорог и дорожных сооружений	99
11.2. Капитальный ремонт земляного полотна и системы водоотвода	100
11.3. Капитальный ремонт дорожных одежд	100
11.4. Капитальный ремонт искусственных и защитных дорожных сооружений	101
11.5. Капитальный ремонт элементов обустройства автомобильных дорог	101
11.6. Прочие работы по капитальному ремонту автомобильных дорог	101

<i>Глава 12.</i> Ремонт автомобильных дорог	102
12.1. Ремонт земляного полотна и системы водоотвода	103
12.2. Ремонт дорожной одежды	103
12.3. Ремонт искусственных и защитных дорожных сооружений	104
12.4. Ремонт элементов обустройства автомобильных дорог	104
12.5. Прочие работы по ремонту автомобильных дорог	104
<i>Глава 13.</i> Содержание автомобильных дорог.....	105
13.1. Содержание полосы отвода, земляного полотна и системы водоотвода	105
13.2. Содержание дорожной одежды	106
13.3. Содержание искусственных и защитных дорожных сооружений	107
13.4. Содержание элементов обустройства автомобильных дорог	107
13.5. Содержание работ по озеленению прилегающих к автомобильной дороге территорий	107
13.6. Содержание работ по обустройству автомобильной дороги	108
13.7. Прочие работы по содержанию автомобильной дороги	108
<i>Глава 14.</i> Уровни содержания автомобильных дорог и их характеристики	108
<i>Глава 15.</i> Принципы планирования и назначения ремонтных работ на автомобильной дороге	117
15.1. Коэффициент ровности дорожных покрытий	118
15.2. Измерение ровности дорожного покрытия	120
15.3. Показатель сцепных качеств колес автомобилей с покрытием (коэффициент скользкости)	124
15.4. Коэффициент износа покрытия	128
15.5. Коэффициент прочности дорожной одежды	131
15.6. Коэффициент интенсивности движения	134
15.7. Итоговый коэффициент аварийности движения	136
Раздел IV. Технология капитального ремонта, ремонта и содержания автомобильных дорог.....	141
<i>Глава 16.</i> Ремонты земляного полотна и водоотводных сооружений	141
16.1. Ремонт обочин	142
16.2. Применение синтетических материалов при ремонте земляного полотна для повышения его прочности	146
<i>Глава 17.</i> Ремонт дорожных одежд	152
17.1. Однослойная поверхностная обработка с однократным распределением вяжущего и щебня.....	152

17.2. Однослойная поверхностная обработка с двойным распределением щебня	152
17.3. Двухслойная поверхностная обработка	153
17.4. Последовательность ремонтных работ при выполнении поверхностной обработки	153
17.5. Выполнение однослойной шероховатой поверхностной обработки с синхронным распределением битума и щебня	156
17.6. Материалы для поверхностной обработки	159
17.7. Контроль качества поверхностной обработки при ремонтных работах	161
<i>Глава 18. Устройство защитных слоев износа из литых эмульсионно-минеральных смесей по типу «Сларри Сил»</i>	<i>162</i>
18.1. Устройство слоев износа из литых эмульсионно-минеральных смесей	164
18.2. Требования к материалам эмульсионно-минеральной смеси.....	166
18.3. Контроль за качеством устраиваемого слоя износа	167
<i>Глава 19. Ремонт дорожной одежды с удалением изношенного слоя асфальтобетонного покрытия</i>	<i>168</i>
19.1. Технические характеристики дорожных фрез	168
19.2. Последовательность ремонтных работ с удалением изношенного слоя асфальтобетона и его заменой новым слоем покрытия	170
<i>Глава 20. Расчет производительности дорожно-строительных машин и необходимого количества материалов для ремонта автомобильных дорог</i>	<i>172</i>
20.1. Расчет удельного расхода асфальтобетонной смеси при ремонте дорожного покрытия	172
20.2. Расчет количества асфальтобетонной смеси, необходимой для ремонта покрытия	173
20.3. Расчет производительности асфальтоукладчика	173
20.4. Расчет производительности дорожных фрез	174
20.5. Расчет количества автосамосвалов для вывозки дорожно-строительных материалов	174
20.5.1. Количество автосамосвалов для обеспечения непрерывной работы асфальтоукладчиков при своевременной загрузке их бункеров асфальтобетонной смесью	174
20.5.2. Производительность автосамосвала для вывозки различных грузов (щебень, раздробленные куски старого асфальтобетона, песок, гравий и др.)	175

20.6. Производительность катка на укатке уложенного слоя материала	176
20.7. Расчет производительности автогудронатора	176
20.8. Расчет производительности автогрейдера	177
20.9. Производительность поливомоечной машины	178
20.10. Производительность подметально-уборочных машин	179
<i>Глава 21.</i> Ремонт покрытия переходного типа (щебеночного, гравийного, грунтового) с добавлением нового дорожного материала.....	180
<i>Глава 22.</i> Ремонт с помощью холодной регенерации оснований дорожной одежды	181
22.1. Дорожные машины для холодной регенерации	181
22.2. Технология производства ремонтных работ при холодной регенерации	183
<i>Глава 23.</i> Усиление слоев основания дорожной одежды без разрушения асфальтобетонного покрытия	185
<i>Глава 24.</i> Заделка выбоин и трещин струйно-инъекционным методом с помощью пломбировщика БЦМ-24	186
24.1. Ремонт выбоин струйно-инъекционным методом с помощью БЦМ-24	187
24.2. Ремонтные работы по заделке трещин покрытия пломбировщиком БЦМ-24.3	188
24.3. Расход материалов при заделывании выбоин и трещин дорожного покрытия	188
<i>Глава 25.</i> Содержание автомобильных дорог	189
25.1. Подметание, очищение от грязи и полив водой покрытия дороги	189
25.2. Содержание укрепленных и неукрепленных обочин, рытье и засыпка осушительных воронок	189
25.3. Содержание водопропускных сооружений.....	190
25.4. Планировка откосов насыпей и выемок, засев их травами, окашивание и уборка травы	191
25.5. Содержание обстановки автомобильной дороги с покраской и заменой изношенных знаков	192
25.6. Мойка дорожных знаков и металлических ограждений с помощью «гидропушки».....	194
25.7. Восстановление разметки на проезжей части	194
Заключение	196
Библиографический список	197

ВВЕДЕНИЕ

Автомобильная дорога представляет собой целый комплекс сооружений, предназначенных для обеспечения безопасного, удобного, круглогодичного движения автомобилей с заданными скоростями и весовыми нагрузками.

Эффективность работы автомобилей во многом зависит от состояния дорог, поэтому главной задачей эксплуатации является обеспечение содержания и своевременного ремонта всего комплекса дорожных сооружений и на таком уровне, чтобы не снижались технико-экономические показатели работы автомобильного транспорта. Научное обоснование правильной эксплуатации дорог, их содержания и ремонта приобретает важное значение для дорожного хозяйства страны. В соответствии с этим в монографии уделяется большое внимание теории эксплуатации дорог.

Дорожная служба анализирует состояние и условия эксплуатации дороги, осуществляет постоянный уход за дорогой, ее сооружениями и полосой отвода, в том числе проводит планово-предупредительные и ремонтно-восстановительные работы.

При написании монографии использованы научные труды профессоров Г.Д. Дубелира, А.К. Бируля, В.Ф. Бабкова, А.П. Васильева, а также исследования многих других ученых по основам эксплуатации автомобильных дорог.

Настоящая монография подготовлена на кафедре транспорта и дорожного строительства Автомобильно-дорожного института Уральского государственного лесотехнического университета и будет полезной при подготовке будущих инженеров-дорожников.

Раздел I

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АВТОМОБИЛЯ С ДОРОГОЙ

Глава 1. Содержание и ремонт автомобильных дорог

1.1. Структурная схема водитель – автомобиль – дорога – внешняя среда

Совместная эксплуатация автомобилей и дорог представляет собой сложную взаимосвязанную систему, где нормальная работа транспорта зависит от состояния покрытия дорожной одежды, а срок службы пути во многом определяется условиями работы автомобилей.

Для организации эффективной эксплуатации дорог следует проводить комплексное изучение взаимосвязанных между собой элементов, из которых состоит структурная схема эксплуатации транспорта.

Рассмотрим более подробно эту схему. На основе принципов системного анализа структурную схему системы эксплуатации автомобилей в первом приближении можно представить в виде комплекса водитель – автомобиль – дорога – среда (ВАДС). Такое представление схемы удобно для выполнения качественного анализа отдельных ее элементов и подсистем.

В структуре системы можно выделить следующие подсистемы: водитель – автомобиль (ВА); автомобиль – дорога (АД); внешняя среда – дорога (СД); внешняя среда – автомобиль (СА); внешняя среда – водитель (СВ); автомобиль – водитель (АВ); дорога – автомобиль (ДА) и др.

В комплексе ВАДС, кроме парных, существуют множественные связи: дорога – автомобиль – водитель (ДАВ); внешняя среда – дорога – автомобиль (СДА) и др.

Связи между элементами и подсистемами определяют их взаимное воздействие на эксплуатационные качества дороги.

Понятия, определения и анализ блоков системы ВАДС

Подсистемы СА и ВС тесно связаны между собой и в значительной степени учитывают психологическое состояние водителя, зависящее от условий движения.

Основная роль в подсистеме принадлежит водителю, так как он управляет автомобилем и принимает решения по режиму движения с учетом внешней среды. Окружающая среда все время выдает водителю информацию и вызывает у него эмоциональное напряжение.

Под внешней окружающей средой в условиях дороги понимается ландшафт, погодные условия (дождь, туман, ветер, положение солнца), освещенность дороги, дорожные знаки, растительность, животный мир, встречные и попутные автомобили, дорожная разметка, пешеходы, придорожные здания и др.

Зрением водитель воспринимает дорожно-транспортную обстановку, геометрические параметры дороги, состояние дорожного покрытия и окружающую дорожную среду. Осязанием он воспринимает холод, ветер, тепло, колебания автомобиля во время его движения. На слух водителя действуют шумы от двигателя, переключения коробки перемены передач (КПП), от работы рессор из-за неровностей проезжей части, трения пневматических колес о покрытие дороги и от встречных автомобилей. Обонянием шофер воспринимает запахи в кабине, когда она загазована и запылена или в ней находятся пахнущие материалы; на водителя действуют также запахи выбросов, попадающие в придорожную полосу от близко расположенных предприятий.

Критерием оценки опасности внешней ситуации является эмоциональное возбуждение водителя. На практике степень эмоционального возбуждения можно оценить по изменению электрического сопротивления кожи водителя. Для этого на кожу подается небольшое по величине постоянное напряжение. Возбуждение водителя меняет сопротивление его кожи и изменяет величину силы тока, которая измеряется в микроамперах.

Исследованиями установлено [1], что оптимальная величина эмоционального напряжения \mathcal{E}_0 будет, когда $\mathcal{E}_0 = 5,5$ мкА.

Введем обозначения:

\mathcal{E} – общее эмоциональное напряжение,

V – скорость автомобиля,

Π – годовая производительность автомобиля,

Y – убытки в народном хозяйстве от дорожно-транспортных происшествий.

Оптимальным взаимодействием подсистем водитель – внешняя среда будет, когда

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_0; \quad V \rightarrow V_{\max}; \quad \Pi \rightarrow \Pi_{\max}; \quad Y \rightarrow Y_{\min}.$$

С ростом пройденного пути эмоциональное напряжение водителя возрастает, так как в его мозгу происходит суммирование предыдущих и настоящих ситуаций.

Субъективное ощущение внешней среды основано на психофизиологических особенностях водителя, т. е. на его органах чувств.

Абсолютный порог ощущений – это минимальная величина внешнего раздражителя, которая уже способна вызывать у водителя заметное ощущение.

Восприятие – это чувственное отражение окружающей внешней среды в целом.

Абсолютный порог восприятия – это минимальный объем информации о дорожной среде, который вызывает чувственное отражение у водителя. Превышение этого объема информации приводит к восприятию предметов или явлений как единого целого. Если водителю недостает информации о внешней среде, то снижается абсолютный порог восприятия и в мозг начинает поступать больший объем информации. И, наоборот, при излишнем объеме информации абсолютный порог восприятия повышается и воспринимается меньший объем сведений. При оптимальном объеме сведений водитель уверенно ведет автомобиль и своевременно реагирует на изменения внешней среды. Слишком большое количество поступающей информации может привести к психофизиологической перегрузке и даже вызвать *отказ, когда водитель не воспринимает изменения внешней среды.*

Порог насыщения – это объем информации, при котором наступает отказ и водитель начинает неправильно оценивать ситуацию на дороге.

Эффективность трудовой деятельности водителя зависит от условий, в которых он работает. Микроклимат в кабине автомобиля, уровень шума, величина вибрации должны соответствовать нормативным требованиям. Психическая и физическая нагрузки не должны превышать возможности водителя.

Если обозначить через T_a фактический расход энергии водителем, а через T_e предельную норму расхода энергии, то отношение T_a/T_e должно быть < 1 . В данном случае соответствие физической нагрузки возможностям водителя будет оптимальным.

Аналогично можно оценить соответствие микроклимата, уровня шума и вибрации в кабине автомобиля условиям комфорта. Если отношение фактического состояния условий в кабине к нормативной их величине < 1 , то нормальные условия для работы водителя будут обеспечены.

При соблюдении этих норм водитель автомобиля менее подвержен эмоциональному возбуждению, меньше устает, более внимателен на дороге, что благоприятно сказывается на его здоровье и работе транспорта, так как ведет к снижению числа дорожно-транспортных происшествий.

Приведенные в табл. 1 данные показывают, что коэффициент сцепления φ особенно зависит от состояния покрытия (сухое или мокрое). Например, для $G_{\text{сц}} = 100\ 000$ Н на обледенелой дороге при $\varphi = 0,15$ сила тяги по сцеплению $F_{\text{св}} = 100\ 000 \cdot 0,15 = 15\ 000$ Н, а на сухой дороге при $\varphi = 0,6$ $F_{\text{сц}} = 100\ 000 \cdot 0,6 = 60\ 000$ Н, т. е. на сухой дороге можно реализовать силу тяги автомобиля в 4 раза больше.

Таблица 1

Среднее значения коэффициента сцепления

Тип и состояние покрытия дороги	Коэффициент сцепления, ϕ
Твердые покрытия всех видов:	
сухие и чистые	0,6...0,8
влажные и грязные	0,3...0,4
покрытые укатанным снегом	0,2...0,4
обледенелые	0,15...0,3
Гладкий лед	0,15...0,25
Грунтовая дорога, глинистая сухая	0,5...0,6
Грунтовая дорога, влажная	0,3...0,4
Песок, рассыпанный по льду	0,3...0,4

Приведенный пример показывает, насколько важно содержать проезжую часть дороги на хорошем эксплуатационном уровне и что гололед на дороге нужно быстро устранять.

1.2. Организация дорожно-эксплуатационной службы

Дорожно-эксплуатационная служба организуется для обеспечения безопасного движения автомобилей с соблюдением необходимого уровня содержания дорог и дорожных сооружений.

В соответствии с техническими правилами ремонта и содержания дорожного комплекса на дорожную службу возложены следующие задачи:

- обеспечение безопасного движения автомобилей с заданными скоростями и нагрузками;
- организация качественного содержания дорог на необходимом уровне и своевременное выполнение ремонта;
- обеспечение сохранности дорог и дорожных сооружений, наилучших технико-экономических показателей системы водитель – автомобиль – дорога – внешняя среда;
- повышение работоспособности и увеличение межремонтных сроков службы дорог;
- технический учет и ежегодная паспортизация дорог;
- обеспечение экологической безопасности при ремонте и содержании дорог.

Дорожная служба в России организуется по различным вариантам, которые непрерывно совершенствуются. Обычно организуются две системы дорожно-эксплуатационной службы: для федеральных дорог и для

дорог территориального значения. В первом случае руководит работами Федеральная дорожная служба Российской Федерации, а во втором случае при областных правительствах или в республиках образуются областные (республиканские) государственные учреждения – Управления автомобильных дорог, которым подчинены Автодоры.

Управления автомобильных дорог не имеют своей производственной базы и выступают в роли заказчика, выбирая на конкурсной основе наиболее выгодных подрядчиков для строительства, содержания и ремонта дорог. Автодорам подчинены районные дорожные ремонтно-строительные управления (ДРСУ), которые выполняют непосредственно все работы по содержанию, ремонту и строительству автомобильных дорог.

В большинстве случаев в ДРСУ организуются прорабские участки, в составе которых работают мастерские участки. Мастерские участки обслуживают от 30 до 100 км дорог. Количество мастерских участков зависит от категории дороги, типов покрытий, климатических условий (СНиП 2.05.02-85, табл.12.1).

Мастерские участки имеют специализированные звенья (бригады) по текущему ремонту и содержанию земляного полотна, обстановки дороги (столбики, ограждения, знаки), содержанию автобусных остановок и т.д.

Для принятия решений об организации подразделений дорожно-ремонтных служб можно в первом приближении пользоваться табл. 2 («Технические правила ремонта и содержания автомобильных дорог» ВСН 24-88).

Таблица 2

Подразделения дорожно-ремонтных служб

Подразделения дорожной службы	Протяженность участков, км, при категории дорог с различными покрытиями				
	I	II	III	IV	V
	Капитальные		Облегченные	Переходные	Низшие
Облавтодоры	800...1000	2000...3000	3000...5000	-	-
ДРСУ	100...120	120...80	180...210	210...250	250...300
Мастерские участки	30...40	40...55	55...70	70...90	90...100
Комплексные звенья (бригады)	10...15	20...25	20...25	20...25	20...25

1.3. Принципы планирования и назначения ремонтных работ на дороге

Ремонтные работы планируются и назначаются на основе оценки прочности и состояния дорожной одежды с учетом транспортно-эксплуатационных показателей, изложенных в гл. 7.

На рис. 1 показано влияние дефектов дорожной одежды и величин транспортно-эксплуатационных коэффициентов на планирование ремонтно-дорожных работ. Характер и объем ремонтных работ определяется на основе обследования дороги весной, когда выявляются деформации и разрушения, которые нужно устранить для обеспечения нормальной работы дороги в летний период [2]. Состояние дороги оценивается на каждом ее километре. Общее состояние дороги оценивается эксплуатационным коэффициентом обеспеченности расчетной скорости $k_{эс}$ (коэффициентом службы $k_{сл}$). При $k_{эс} < 1$ необходимо выяснить причины снижения скорости по сравнению с расчетной.

Фактическая скорость может снизиться из-за образования разрушений и деформаций на дорожном покрытии, а также из-за плохого состояния поверхности покрытия (пыльное, влажная пленка глинистого грунта, остатки ледяной корки). Необходимо срочно очистить покрытие от пыли и грязи поливомоечной машиной.

При снижении шероховатости покрытия, когда коэффициент скользкости $k_{ск} < 0,5$, а коэффициент сцепления $\varphi \leq 0,4$, необходимо обновить слой износа поверхностной обработкой.

Когда коэффициент износа $k_{изн} < 1$, можно судить об оставшейся толщине покрытия, предназначенной на износ. Если $k_{изн} > 1$, то это означает, что покрытие, предназначенное на износ, полностью изношено и его требуется восстановить проведением ремонта.

При коэффициенте прочности дорожной одежды $k_{пр} = 0,8 \dots 1,0$ следует установить, сможет ли участок работать без ремонта. При $k_{пр} < 0,8$ нужно срочно назначить ремонт по усилению или перестройке старой дорожной одежды, особенно если $k_{изн} > 1$.

Если на отдельных перегонах коэффициент интенсивности движения $k_{ин} < 1$, т. е. фактическая интенсивность оказалась больше расчетной для данной категории дороги, то сначала намечают ремонтные работы, которые позволяют приблизить дорогу по показателям к новой категории. Если это невозможно из-за большой стоимости ремонтных работ, то ставится вопрос о реконструкции отдельных участков или всей дороги.

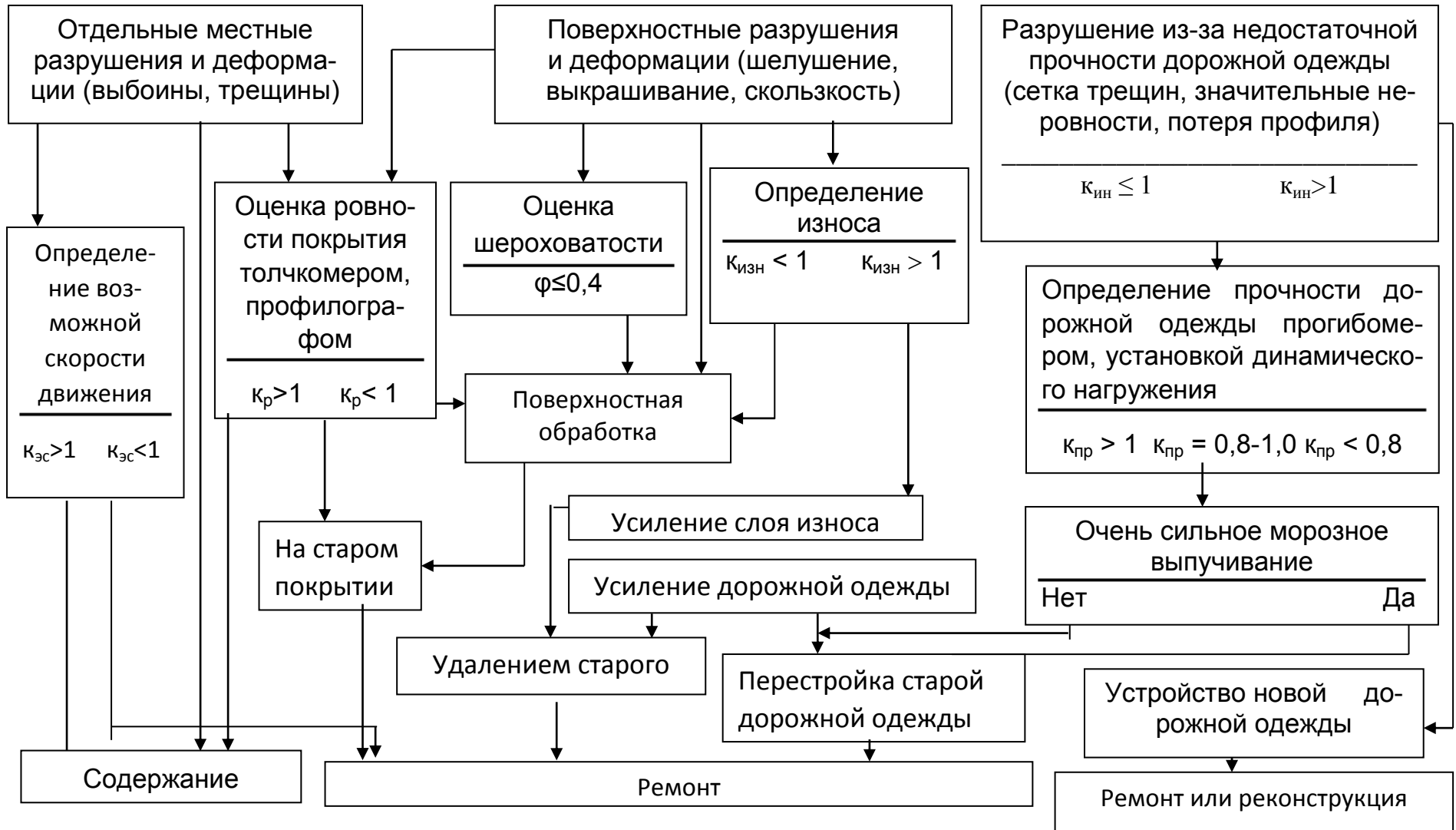


Рис. 1. Планирование дорожно-ремонтных работ

1.4. Классификация и назначение дорожно-ремонтных работ

Классификация работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог

Дорожно-строительные организации ежегодно выполняют большой объем работ по содержанию и ремонту автомобильных дорог. Одни работы проводятся систематически на всей длине дороги, а другие – периодически на отдельных изношенных участках. Эти работы выполняются для того, чтобы обеспечить непрерывное безопасное движение автомобилей с нормативными скоростями и весовыми нагрузками. При этом большое внимание уделяется уходу за дорогой, выявлению и систематическому своевременному устранению мелких повреждений, чтобы не допускать их перерастания в более крупные разрушения.

Срок службы введенных в эксплуатацию дорог исчисляется десятками лет. За это время появляются новые марки автомобилей с повышенной осевой нагрузкой, которая ранее не учитывалась при проектировании дорожной одежды. Возникает необходимость не только восстановить при ремонте параметры дороги, но и существенно их улучшить в соответствии с новыми требованиями, например перепроектировать дорожную одежду с применением более прочных и современных дорожно-строительных материалов.

В целях улучшения системы производства и планирования работ по содержанию и ремонту автомобильных дорог общего пользования Государственная служба дорожного хозяйства Министерства транспорта Российской Федерации утвердила 03.01.2002 г. за № ИС–5–р «Классификацию работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования», а также введены в действие 17.03.2004 г. № ОС–28/1270–ИС «Методические рекомендации по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования» (взамен ВСН–24–88).

Классификация устанавливает следующие виды работ по ремонту и содержанию дорог: капитальный ремонт, ремонт и содержание. Своевременное и полное выполнение этих работ должно обеспечить круглогодичное и безопасное движение автомобилей с нормативными скоростями и нагрузками.

В настоящее время по заданию Государственного дорожного агентства Министерства транспорта Российской Федерации разработана более расширенная «Классификация работ по модернизации, капитальному ремонту, ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования» [3]. Она дополнена новым термином «модернизация». Под модернизацией понимается комплекс работ по развитию и совершенствованию геометрических параметров плана и продольного профиля, уширению и усилению земляного полотна и дорожной одежды, искусственных и других

дорожных сооружений с учетом роста интенсивности движения и осевых нагрузок в пределах норм для данной категории дороги. Основанием для модернизации является состояние дороги и дорожных сооружений, когда скорость, безопасность движения, пропускная способность, уровень загрузки, несущая способность по своей величине опустились ниже нормативных значений и могут быть повышены без реконструкции с переводом дороги в более высокую категорию.

Рассмотрим более подробно содержание работ, определяемых термином «модернизация дорог».

1.5. Модернизация автомобильных дорог и дорожных сооружений

Модернизация автомобильных дорог и дорожных сооружений производится на всем протяжении дороги или поэтапно на отдельных ее участках в соответствии с разработанной и утвержденной в установленном порядке проектно-сметной документацией.

К модернизации относятся следующие работы (табл. 3).

Таблица 3

Элемент дороги	Виды работ
Земляное полотно и водоотвод	<p>Уширение земляного полотна.</p> <p>Устройство нового и переустройство существующего земляного полотна и водоотвода в местах пересечений с железными и автомобильными дорогами и примыканий автомобильных дорог.</p> <p>Строительство нового земляного полотна на участках спрямления трассы.</p> <p>Изменение геометрических параметров и уширение земляного полотна с доведением до норм фактической категории установленной для ремонтируемой дороги (смягчение продольных уклонов, обеспечение видимости в плане и продольном профиле, увеличение радиусов вертикальных и горизонтальных кривых).</p> <p>Строительство земляного полотна при обходе болот и мест подтопления или размыва дорог.</p> <p>Переустройство земляного полотна из-за полного несоответствия несущей способности дороги возросшей осевой нагрузке от автомобилей.</p> <p>Устройство очистных сооружений для загрязненных сточных вод с автомобильных дорог и мостовых сооружений, а также сооружение грунтовых бакенов и берм для защиты откосов от размыва и для задержания приносимого метелевого снега</p>

Элемент дороги	Виды работ
Дорожная одежда	<p>Устройство дорожной одежды на участках модернизации земляного полотна.</p> <p>Полное или частичное переустройство дорожной одежды при ее несоответствии возросшей осевой нагрузке от автомобилей и ее замена на более прочную и долговечную.</p> <p>Выравнивание ширины дорожной одежды на смежных участках.</p> <p>Уширение дорожной одежды до норм предполагаемой категории ремонтируемой дороги.</p> <p>Устройство новой дорожной одежды в местах восстановления и поднятия земляного полотна</p>
Искусственные сооружения	<p>Усиление и уширение мостовых сооружений с доведением их габаритов и грузоподъемности до норм вводимой категории дороги с сохранением или уширением опор и полной или частичной заменой пролетных строений.</p> <p>Изменение продольного профиля мостов и путепроводов в связи со смягчением продольных уклонов на подходах к ним.</p> <p>Добавление или уменьшение количества пролетов.</p> <p>Устройство водопропускных труб в местах с необеспеченным водоотводом.</p> <p>Устройство площадок для складирования материалов.</p> <p>Устройство лестничных сходов.</p> <p>Устройство водоотвода на мостах и в узлах сопряжения с насыпью.</p> <p>Устройство отсутствующих смотровых приспособлений для контроля за состоянием мостовых сооружений.</p> <p>Установка ограждений на мостах и подходах к ним.</p> <p>Перестройка или замена водопропускных труб</p>
Обустройство дорог и безопасность движения	<p>Установка дорожных знаков и ограждений на участках модернизации земляного полотна и дорожной одежды.</p> <p>Оборудование недостающими знаками и ограждениями автобусных остановок, туалетов, площадок для стоянок автомобилей и отдыха участников движения, смотровых ям и эстакад.</p> <p>Устройство с соответствующими знаками и ограждениями переходно-скоростных полос и разделительных островков на съездах и въездах, пересечениях и примыканиях, на автобусных остановках.</p> <p>Устройство аварийных улавливающих съездов (карманов) на затяжных спусках</p>

Элемент дороги	Виды работ
<p>Обустройство дорог и безопасность движения</p>	<p>Устройство пешеходных переходов, тротуаров, велосипедных дорожек, шумозащитных сооружений на участках дорог, проходящих в пределах населенных пунктов.</p> <p>Устройство и усовершенствование дорожных информационных систем мониторинга состояния дорог и условий движения, диспетчерского и автоматизированного управления с использованием дистанционно управляемых знаков и табло со сменной информацией, светофоров и систем автоматики и телемеханики.</p> <p>Устройство автоматических систем раннего обнаружения и прогнозирования зимней скользкости, а также автоматических систем распределения антигололедных реагентов на мостах, путепроводах, развязках в разных уровнях.</p> <p>Строительство новых баз противогололедных материалов и подъездов к ним.</p> <p>Бурение и обустройство скважин для добычи природных рассолов.</p> <p>Создание новых пунктов учета движения, снегомерных постов и постов для измерения температуры и состояния дорожной одежды и ее сооружений.</p> <p>Устройство недостающих остановочных полос на обочинах дорог высших категорий.</p> <p>Устройство электроосвещения на отдельных участках дорог, мостах, путепроводах и паромных переправах, в тоннелях.</p> <p>Сооружение линейной телеграфной или радиосвязи и других средств технологической и сигнально-вызываемой связи, кабельных сетей.</p> <p>Монтаж новых средств организации и регулирования движения на пересечениях автомобильных дорог с железными дорогами.</p> <p>Установка недостающих дорожных знаков, автономных и дистанционно управляемых знаков и табло со сменной информацией и светофоров.</p> <p>Устройство постоянных и временных снегозащитных и шумозащитных сооружений (заборов, грунтовых валов, экранов, сеток, щитов).</p> <p>Устройство снегозащитных и поглощающих токсичные выбросы лесных насаждений, а также декоративных посадок.</p> <p>Сооружение беседок, скамеек, обустройство источников питьевой воды и артезианских колодцев</p>

Элемент дороги	Виды работ
Прочие работы	<p>Строительство подъездных дорог и железнодорожных тупиков к производственным базам, карьерам и высоковольтным ЛЭП.</p> <p>Сооружение площадок для складирования дорожно-строительных материалов.</p> <p>Оборудование зимних автомобильных дорог, ледовых переправ, пунктов обогрева и организация эвакуации людей и машин.</p> <p>Отвод во временное и постоянное пользование земель, необходимых для модернизации дороги.</p> <p>Разработка проектно-сметной документации на модернизацию дороги и проведение ее экспертизы.</p> <p>Разработка пакета документов по экологическим вопросам для прохождения Государственной экологической экспертизы.</p> <p>Научные исследования и экспериментальные разработки и авторский надзор при модернизации автомобильных дорог и дорожных сооружений</p>

1.6. Капитальный ремонт автомобильных дорог и дорожных сооружений

Обычно капитальный ремонт выполняется комплексно по всем сооружениям и элементам дороги на всем протяжении ремонтируемого участка. Допускается при достаточном обосновании проведение капитального ремонта на отдельных отрезках участков, элементах дороги и дорожных сооружениях.

Для выполнения капитального ремонта обязательно разрабатывается и утверждается проектно-сметная документация. При чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера для ускорения работ разрешается проводить капитальный ремонт по ведомостям дефектов и исполнительным сметам.

Если до капитального ремонта участка дороги не были выполнены работы по содержанию и ремонту, то они могут быть включены в капитальный ремонт.

К капитальному ремонту автомобильных дорог и дорожных сооружений относятся следующие работы (табл. 4).

Таблица 4

Элемент дороги	Виды работ
Земляное полотно и водоотвод	<p>Поднятие земляного полотна на подтопляемых и снегозаносяемых участках.</p> <p>Усиление и стабилизация земляного полотна с заменой пучинистых грунтов, устройством морозозащитных и армирующих прослоек.</p> <p>Устройство виражей, смягчение крутизны откосов, насыпей и выемок, работы, повышающие устойчивость земляного полотна и обеспечивающие видимость на кривых участках дороги малого радиуса и перелома продольного профиля.</p> <p>Отвод в постоянное и временное пользование земель, необходимых для проведения капитального ремонта</p>
Дорожная одежда	<p>Устройство новых дорожных одежд в местах исправления и перестройки земляного полотна.</p> <p>Усиление дорожных одежд с одновременным исправлением неровностей, укладкой выравнивающих и дополнительных слоев основания и покрытия (армирование геосетками, георешетками).</p> <p>Устройство более совершенных покрытий с использованием существующих дорожных одежд в качестве основания (в том числе холодная регенерация).</p> <p>Покрытие изношенных цементобетонных участков дорог слоями из асфальтобетона и цементобетона.</p> <p>Переустройство дорожной одежды на участках с колееобразованием глубиной более 45 мм с удалением нестабильных слоев на ширину наката или на всю ширину покрытия фрезерованием с заменой их слоями сдвигоустойчивого асфальтобетона или цементобетона.</p> <p>Сплошное перемощение мостовых с заменой песчаного основания</p>
Искусственные сооружения	<p>Усиление пролетных строений и опор мостов с доведением их грузоподъемности до нормативных показателей, установленных для фактической категории дороги.</p> <p>Полная замена мостового полотна.</p> <p>Замена крайних балок многобалочных пролетных строений (5 и более балок в поперечном сечении).</p> <p>Замена части балок других пролетных строений (25...50 %).</p> <p>Подъем пролетных строений с наращиванием опор и высоты насыпи на подходах для повышения подмостового габарита.</p> <p>Замена плит проезжей части на сталежелезобетонные пролетные строения.</p>

Элемент дороги	Виды работ
Искусственные сооружения	<p>Перестройка тротуаров с увеличением их ширины, укрепления перил и ограждений, восстановление гидроизоляции и системы водоотвода.</p> <p>Восстановление тоннелей с заменой деталей от 25 до 50 %</p>
Обустройство дорог и безопасность движения	<p>Переустройство с оборудованием знаками и ограждениями существующих пересечений и примыканий в одном уровне.</p> <p>Улучшение параметров дополнительных въездов и съездов на существующих пересечениях и примыканиях в разных уровнях.</p> <p>Переустройство существующих средств организации и регулирования движения на пересечениях с автомобильными и железными дорогами</p>
Прочие работы	<p>Изыскание и освоение резервов грунта и месторождений местных каменных материалов, использование для выполнения ремонтных работ, устройство и ликвидация временных объездов на ремонтируемых участках.</p> <p>Рекультивация временной полосы отвода, земель, занятых под карьерами, резервами, объездными дорогами и производственными объектами.</p> <p>Разработка проектно-сметной документации на капитальный ремонт дороги и дорожных сооружений с ее экспертизой и выполнением документации по отводу земель.</p> <p>Научные исследования и экспериментальные разработки, инженерное сопровождение и авторский надзор при капитальном ремонте автомобильных дорог и дорожных сооружений</p>

1.7. Ремонт автомобильных дорог и дорожных сооружений

Ремонт автомобильной дороги – это комплекс работ, обеспечивающих первоначальные транспортно-эксплуатационные показатели по износу покрытия, его ровности и сцепным качествам, а также включающий устранение повреждений дорожного покрытия, земляного полотна, дорожных сооружений, обстановки и обустройства дороги с учетом организации и обеспечения безопасности движения. Под первоначальными транспортно-эксплуатационными показателями понимаются их значения в момент сдачи дороги после строительства, реконструкции, модернизации и капитального ремонта. После ремонта состояние дороги должно соответствовать нормативным требованиям при интенсивности движения для данной категории дороги.

Ремонт дороги назначается, когда состояние дорожного покрытия снизилось до предельно допустимых значений ровности и сцепных качеств, а устранение деформации и разрушений невозможно выполнить при содержании дороги.

Для ремонта составляется проектно-сметная документация, которая разрабатывается на основе материалов диагностики, оценки состояния дороги и инженерных изысканий.

Обычно ремонт проводится комплексно по всем элементам и сооружениям ремонтируемой дороги. При этом возможен ремонт отдельных элементов. Для выборочного ремонта и отдельных видов работ допускается взамен проекта использовать сметную документацию, которая выполняется на основе диагностики и оценки состояния дороги или на базе ведомостей дефектов, к которой могут быть приложены чертежи и технические решения.

В состав ремонта могут включаться работы по содержанию дороги, если они не были выполнены до начала ремонта.

К ремонту дороги относятся следующие работы (табл. 5).

Таблица 5

Элемент дороги	Виды работ
Земляное полотно и водоотвод	<p>Восстановление размытых и разрушенных участков.</p> <p>Засев травами откосов земляного полотна и резервов для создания устойчивого дернового покрытия.</p> <p>Поднятие на небольших участках земляного полотна, особенно на сырых и снегозаносимых местах, ликвидация небольших по протяженности пучинистых участков.</p> <p>Раскрытие снегозаносимых выемок, срезка откосов выемки для обеспечения видимости на кривых в плане и для сбора сбрасываемого с проезжей части снега.</p> <p>Восстановление поврежденного земляного полотна и водоотвода на пересечениях и примыканиях, остановочных площадках, подъездных дорогах, стоянках автомобилей, в достопримечательных местах и др.</p> <p>Очистка водоотводных канав, укрепление стенок и дна канав на размытых участках.</p> <p>Восстановление дренажных, защитных устройств, водоотводных лотков, быстротоков и водобойных колодцев, подводящих и отводящих русел у мостов и труб, ливневой канализации, восстановление берегозащитных и противоэрозийных сооружений, укрепление обочин.</p> <p>Отвод в постоянное и временное пользование земель, необходимых для обеспечения ремонта дороги</p>

Элемент дороги	Виды работ
<p>Дорожная одежда</p>	<p>Восстановление дорожной одежды в местах поднятия земляного полотна.</p> <p>Восстановление ровности и шероховатости изношенных верхних слоев дорожных покрытий с помощью выравнивающего или одного дополнительного слоя.</p> <p>Применение методов, обеспечивающих повторное использование старого покрытия (холодная регенерация).</p> <p>Устройство защитных слоев (слоев износа) на дорожных одеждах.</p> <p>Ликвидация колея глубиной до 45 мм способом фрезерования, укладкой нового слоя покрытия или поверхностной обработкой.</p> <p>Восстановление бордюров усовершенствованных покрытий, фрезерование и устройство покрытий из битумоминеральных смесей на укрепительных полосах и обочинах.</p> <p>Замена, подъем и выравнивание плит цементобетонных покрытий, нарезка продольных и поперечных бороздок.</p> <p>Перемощение отдельных участков мостовых с заменой основания.</p> <p>Восстановление профиля и усиление щебеночных, гравийных и грунтовых улучшенных дорог с добавлением щебеночных или гравийных материалов в количестве до 500 м³ на 1 км</p>
<p>Искусственные сооружения</p>	<p>Замена балок пролетных строений (до 25 %), ремонт и усиление оставшихся балок, ремонт плит пролетных строений, усиление балок пролетных строений (более 25 %).</p> <p>Усиление и замена ригелей и стоек опор.</p> <p>Устройство козырьков вдоль пролетов и сливов с горизонтальных поверхностей опор и пролетных строений.</p> <p>Частичная замена отделки тоннеля (до 25 %), восстановление гидроизоляции и дорожной одежды.</p> <p>Восстановление системы вентиляции и освещения тоннелей, скважин и штолен для защиты от грунтовых вод, водоотводных лотков.</p> <p>Восстановление конусов насыпей у мостовых переходов, укрепление откосов и лестничных сходов.</p> <p>Замена звеньев, оголовков и удлинение водопропускных труб.</p> <p>Восстановление наружной изоляции стыков труб с удалением земляного полотна и дорожной одежды.</p> <p>Замена системы водоотвода на мостах и узлах сопряжения с насыпью.</p>

Элемент дороги	Виды работ
Искусственные сооружения	<p>Восстановление дорожных очистных сооружений и других видов очистки сточных вод.</p> <p>Замена ограждений, перил и тротуаров.</p> <p>Восстановление или усиление опорных стен, галерей, навесов и других защитных и укрепительных сооружений.</p> <p>Восстановление связей пролетных строений при их повреждении (на площади более 25 %)</p>
Обустройство дорог и обеспечение безопасности движения	<p>Восстановление знаков и табло, элементов и систем диспетчерского и автоматизированного управления движением, светофорных объектов.</p> <p>Восстановление существующих остановочных, посадочных площадок и автопавильонов на автобусных остановках, туалетов, площадок для остановки и стоянки автомобилей.</p> <p>Восстановление пешеходных переходов, тротуаров, велосипедных дорожек.</p> <p>Восстановление постоянных снегозащитных и шумозащитных сооружений, лесных насаждений.</p> <p>Устройство и ремонт виражей на кривых участках дороги малого радиуса (меньше 2000 м).</p> <p>Восстановление электроосвещения на отдельных участках дороги, мостах, путепроводах, паромных переправах и в тоннелях.</p> <p>Ремонт дорожной линейной телефонной связи, кабельной сети</p>
Другие работы по ремонту дорог	<p>Рекультивация нарушенных при ремонте земель.</p> <p>Обследование и испытание мостовых сооружений, необходимых для составления проекта на ремонтные работы, а также диагностика состояния автомобильных дорог и других дорожных сооружений.</p> <p>Обследование и испытание мостовых сооружений после их ремонта с составлением паспорта.</p> <p>Разработка проектно-сметной документации и проведение ее экспертизы.</p> <p>Научные исследования и экспериментальные разработки, инженерное сопровождение и авторский надзор при ремонте автомобильных дорог и дорожных сооружений</p>

1.8. Содержание автомобильных дорог и дорожных сооружений

Содержание автомобильной дороги – это комплекс работ по уходу за дорогой, дорожными сооружениями и полосой отвода, по профилактике и устранению мелких повреждений, обеспечению безопасности движения, а также по зимнему содержанию и озеленению дороги.

Работы по содержанию дороги выполняются в течение всего года с учетом сезона.

Задачей содержания является сохранность дорог и дорожных сооружений, поддержание их в состоянии, обеспечивающем непрерывное и безопасное движение транспорта в любое время года.

Зимнее содержание дороги имеет свою специфику и включает защиту от снежных отложений, заносов, лавин, предупреждение и устранение зимней скользкости и наледей.

Озеленение придорожной полосы – это посев трав, устройство лесных насаждений, которые защищают дорогу от снежных и песчаных заносов, ветровой и водной эрозии, а также создают архитектурно-ландшафтное оформление дороги.

Содержание дорог и дорожных сооружений выполняется систематически на всем протяжении дороги по всем ее элементам с учетом сезона года. На содержание дорог обычно проектная документация не составляется, а работы выполняются на основе существующих нормативов, ведомостей дефектов и смет. В отдельных случаях по просьбе заказчика может быть разработана проектная документация.

К содержанию дорог и дорожных сооружений относятся следующие работы (табл. 6).

Таблица 6

Элемент дороги	Виды работ
Полоса отвода, земляное полотно и водоотвод	<p>Очистка полосы отвода, обочин, откосов и разделительных полос от мусора, грязи, пыли и посторонних предметов. Планировка, скашивание травы, вырубка кустарника. Ликвидация нежелательной растительности химическим способом.</p> <p>Прочистка и профилирование кюветов и водоотводных канав.</p> <p>Устранение мелких повреждений ливневой канализации, дренажных устройств, подводящих и отводящих русел у мостов и труб, быстротоков и перепадов.</p> <p>Устранение повреждений и планировка откосов, насыпей и выемок (при необходимости добавление выравнивающего грунта).</p> <p>Подсыпка, срезка, планировка и уплотнение поврежденных неукрепленных обочин.</p>

Элемент дороги	Виды работ
Полоса отвода, земляное полотно и водоотвод	<p>Ликвидация съездов и въездов в неустановленных местах, устройство и профилирование летних тракторных путей.</p> <p>Установление и обозначение придорожных полос дорог.</p> <p>Выполнение мероприятий по экологической безопасности автомобильной дороги и прилегающей территории</p>
Дорожная одежда	<p>Очистка покрытия дороги от мусора, грязи, пыли, посторонних предметов, устранение скользкости вытаявающего битума.</p> <p>Заделка выбоин, просадок и других мелких повреждений, исправление кромок (бордюров), заливка трещин, восстановление и заполнение деформационных швов на цементобетонных покрытиях.</p> <p>Ремонт сколов и обломков цементобетонных плит, замена, подъем и выравнивание отдельных плит.</p> <p>Устройство защитных слоев из эмульсионно-минеральных смесей для устранения шелушения и выкрашивания асфальтобетонных и цементобетонных покрытий.</p> <p>Ликвидация колея глубиной до 30 мм путем укладки слоев эмульсионно-минеральной смеси или поверхностной обработки по полосам наката шириной до 0,8 м.</p> <p>Частичное фрезерование или срезка гребней и неровностей по колеям с заполнением колея черным щебнем или асфальтобетоном и устройством защитного слоя из эмульсионно-минеральной смеси на всю ширину покрытия.</p> <p>Предотвращение дальнейшего развития трещин путем устройства изолирующего слоя (поверхностная обработка делается локальными картами).</p> <p>Снятие и восстановление изношенных верхних слоев асфальтобетонных покрытий с последующей их укладкой на отдельных небольших участках дороги протяженностью до 60 м.</p> <p>Выравнивание профиля щебеночных и гравийных покрытий с добавлением щебня или гравия, профилировка грунтовых и грунтовых улучшенных дорог с добавлением на проезжую часть щебня, гравия и шлака с расходом до 200 м³ на 1 км. Обеспыливание дорог.</p> <p>Уход за участками дорог с пучинистыми и слабыми грунтами.</p> <p>Открытие и закрытие воздушных воронок</p>
Искусственные сооружения	<p>Очистка от грязи и пыли мостового перехода, тротуаров, подферменных площадок, элементов пролетных строений, лестничных сходов, труб и тоннелей.</p>

Элемент дороги	Виды работ
Искусственные сооружения	<p>Очистка конусов, откосов, подмостовых русел, русел водопропускных труб на участках верхнего и нижнего барьеров и откосов насыпи над трубами.</p> <p>Заделка трещин и мелких выбоин в зоне деформационных швов на покрытии дорог и тротуарах, подкраска металлических элементов перил, ограждений, мачт освещения, нанесение разметки на проезжей части мостов, смазка опорных частей.</p> <p>На деревянных мостах очистка элементов от гнили и местное антисептирование.</p> <p>Пропуск ледохода и паводковых вод, уборка снега и льда, открытие и закрытие отверстий малых мостов и труб, техническое обслуживание очистных сооружений.</p> <p>Предупредительные работы по защите дорог и сооружений от наводнения, заторов, лесных и степных пожаров, противопожарные мероприятия.</p> <p>Техническое обслуживание паромных переправ, загрузка, перемещение и разгрузка паромов, регулирование высоты причалов, восстановление двигателей на паромах, устройство системы буксировки.</p> <p>Обслуживание наплавных и разводных мостов, сборка и разборка сезонных (временных) сооружений, разводка и наводка мостов, уход за подъемными и разводными механизмами, наплавными средствами и надстройками.</p> <p>Исправление водоотводных трубок, мостков и изоляции в зоне примыкания к ним, исправление повреждений деформационных швов, тротуаров, перил и ограждений.</p> <p>Устранение просадок до 10 см в зоне сопряжения моста с насыпью и промоин с ликвидацией протечек.</p> <p>Окраска перил, ограждений, столбов освещения, нанесение на конструкции мостового сооружения разметки.</p> <p>Устранение повреждений деталей опорных частей и связей пролетных строений, смотровых приспособлений, козырьков вдоль пролетов и сливов с горизонтальных поверхностей опор и пролетных строений.</p> <p>Удаление коррозии, зачистка металла, нанесение грунтовки на элементы металлических конструкций пролетных строений и опор и их окраска.</p> <p>Замена дефектных заклепок, подтяжка болтов, восстановление узлов и стыков в местах соединения стальных балок с железобетонными плитами.</p>

Элемент дороги	Виды работ
Искусственные сооружения	<p>Устранение повреждений отделки тоннелей и водоотводных лотков, гидроизоляции, вентиляции, освещения, средств пожаротушения, противоаварийных устройств, обеспечивающих безопасную эксплуатацию тоннелей.</p> <p>Частичная замена переходных плит или исправление их положения.</p> <p>Устранение мелких дефектов железобетонных конструкций (раковины, сколы, трещины, проломы, продольные швы).</p> <p>Восстановление части элементов с добавлением арматуры и последующим бетонированием этого участка (консоли плит, торцы балок), окраска отдельных мест пролетных сооружений.</p> <p>Замена или укладка асфальтобетонного покрытия, водоотводных трубок и лотков, восстановление системы водоотвода на мосту и подходов к нему.</p> <p>Восстановление или замена деформационных швов, тротуаров, перил и ограждений.</p> <p>Замена на деревянных мостах досок настила, тротуаров, прогонов, подтяжка тяжёлых узлов ферм, антисептирование деревянных конструкций пролетных строений и опор.</p> <p>Восстановление оголовков труб и открьлков, изоляции в стыках колец труб изнутри.</p> <p>Восстановление части ригелей, стоек, лестничных сходов, усиление пролетных строений.</p> <p>Замена (выправка) опорных частей с подъемом пролетного строения.</p> <p>Замена настила на паромных переправах и наплавных мостах; восстановление перил, ограждений, колесоотбойных брусьев, тротуаров, сопряжений и пролетных строений между собой, балочной клетки причалов, антисептирование деревянных конструкций и их окраска</p>
Обустройство дорог и организация безопасности движения	<p>Уход и замена поврежденных дорожных знаков.</p> <p>Уход за разметкой, восстановление изношенной разметки.</p> <p>Уход за ограждениями, исправление и замена поврежденных, покраска.</p> <p>Содержание в чистоте автобусных остановок, пешеходных переходов, площадок отдыха, шумозащитных сооружений и туалетов.</p> <p>Уход за беседками, скамейками, источниками питьевой воды.</p> <p>Содержание объездов, подтопляемых, наледных и заносимых участков дороги.</p>

Элемент дороги	Виды работ
<p>Обустройство дорог и организация безопасности движения</p>	<p>Уход за пунктами учета движения, снегомерными постами и постами для измерения температуры и оценки состояния обустройства дороги.</p> <p>Содержание находящихся на балансе дороги линий электроосвещений на мостах, путепроводах, в тоннелях, на транспортных развязках, паромных переправах. Ревизия трансформаторов и платы за расход электроэнергии на освещение.</p> <p>Содержание включенных в балансовую стоимость дороги телеграфной и радиосвязи, сигнально-вызывной, кабельной сети, светофоров, диспетчерского и автоматизированного управления движением, включая аренду связи для их функционирования.</p> <p>Содержание пунктов весового контроля, водомерных постов, метеопунктов, систем мониторинга погодных условий и условий движения, если эти пункты находятся на балансовой стоимости дороги</p>
<p>Зимнее содержание дорог</p>	<p>Уход за постоянными снегозащитными сооружениями.</p> <p>Установка (перестановка), разборка и восстановление временных снегозадерживающих щитов, изгородей и сеток.</p> <p>Устройство и восстановление снежных валов и траншей для задержания снега на придорожной полосе.</p> <p>Патрульная снегоочистка дорог, расчистка дорог от снежных заносов, уборка снежных валов с обочин, профилирование и уплотнение снежного покрова на проезжей части дорог низких категорий.</p> <p>Расчистка от снега и льда автобусных остановок, павильонов и площадок отдыха.</p> <p>Очистка от снега и льда элементов мостового полотна, зоны сопряжения с насыпью, подферменных площадок, пролетных строений, опор, конусов, лестничных сходов и подходов к ним.</p> <p>Содержание автозимников и ледовых переправ.</p> <p>Борьба с зимней скользкостью, устройство баз противогололедных материалов, обслуживание скважин для добычи рассолов, приготовление и хранение противогололедных материалов, устройство и очистка от снега верхнего слоя покрытия с антигололедными свойствами.</p> <p>Содержание автоматических систем раннего обнаружения и прогнозирования зимней скользкости, а также распределение антигололедных реагентов на мостах, путепроводах, развязках в разных уровнях.</p> <p>Борьба с наледями, расчистка и утепление русел около искусственных сооружений, ликвидация наледных образований.</p> <p>Проведение противолавинных мероприятий и уборка лавинных отложений для обеспечения движения на дорогах</p>

Элемент дороги	Виды работ
Озеленение дорог	<p>Подготовка почвы под посадку и лесопитомники.</p> <p>Уход за посадками, рубки ухода, обрезка веток для обеспечения видимости.</p> <p>Уборка сухостоя, защита лесопосадок от пожаров, борьба с вредителями и болезнями растений.</p> <p>Засев травой полосы отвода и разделительной полосы</p>
Прочие работы по содержанию дороги	<p>По усмотрению заказчика разработка проектно-сметной документации и ее экспертиза.</p> <p>Оценка качества содержания дорог и дорожных сооружений.</p> <p>Охрана автомобильных дорог и отдельных дорожных сооружений, включая сторожевую и пожарную охраны.</p> <p>Ограничение в установленном порядке движения большегрузного транспорта на дорогах в весенне-осеннюю распутицу.</p> <p>Инвентаризация и паспортизация дорог и отвод земель.</p> <p>Диагностика и оценка состояния автомобильных дорог. Текущие и периодические осмотры.</p> <p>Обследование и испытание мостов, путепроводов. Учет интенсивности движения.</p> <p>Формирование и ведение банков данных о состоянии дорог, мостов и других дорожных сооружений.</p> <p>Разработка проектов организации дорожного движения, схем размещения дорожных знаков и разметки на проезжей части.</p> <p>Учет дорожно-транспортных происшествий и выявление причин их возникновения.</p> <p>Обеспечение работы дежурно-диспетчерской службы, центров управления производством, метеорологической службы.</p> <p>Выполнение научных исследований, экспериментальных работ, инженерного сопровождения и авторского надзора при содержании автомобильных дорог и дорожных сооружений</p>

Раздел II

МЕТОДЫ ЗИМНЕГО СОДЕРЖАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Глава 2. Особенности содержания дорог в зимний период

2.1. Требования к зимнему содержанию дорог

Зимний период является наиболее сложным для содержания дорог и движения транспорта, особенно в районах с затяжной зимой и интенсивными снежными отложениями. Характеристика некоторых районов с продолжительной зимой приведена в табл. 7.

Зимнее содержание дорог представляет собой целый комплекс мероприятий: защиту дороги от снежных заносов и лавин, снегоочистку, ликвидацию зимней скользкости и борьбу с наледями. Только своевременное проведение этих мероприятий в полной степени обеспечивает безопасное и бесперебойное движение автомобилей зимой.

Дорожные службы во время зимней эксплуатации дорог должны обеспечить достаточную ширину чистой от снега и льда проезжей части, допустимую толщину рыхлого слоя снега на дороге, накапливающегося с начала снегопада или в перерывах между проходами снегоочистительных машин, оптимальные сроки очистки дороги, ликвидацию зимней скользкости, допустимую толщину снежного наката.

Таблица 7

Район	Количество дней с отрицательной температурой	Средняя глубина снежного покрова, см
Пермская область	173	53
Свердловская область	180	48
Тюменская область	198	57
Иркутская область	198	45
Коми-Пермяцкий национальный округ	181	73
Удмуртия	168	47

Отложение снега на дороге полностью исключить нельзя даже при наличии мощной снегоуборочной техники, так как между интервалами прохода машин снег снова будет накапливаться. Если своевременно не убирать снежные отложения на дороге, то значительно уменьшается ширина проезжей части для движения автомобилей, возрастает сопротивление движению и существенно снижается сцепление колес транспорта со снежной поверхностью покрытия.

При определении требований, предъявляемых к зимним дорогам, исходят из оценки влияния состояния дороги на обеспечение расчетной скорости движения автомобилей. Известно, что расчетная скорость зависит как от тяговых качеств автомобилей, так и от величины сопротивления движению и коэффициентов сцепления шин с дорогой.

При толщине слоя снега на дорожном покрытии до 20 мм, особенно при влажном снеге, движение легковых автомобилей становится затруднительным, а коэффициент расчетной скорости снижается до 0,75. При толщине снега больше 30 мм наблюдается буксование колес вплоть до полной остановки автомобиля. Грузовые автомобили могут ехать при толщине снега до 120 мм, однако их скорости будут очень низкими.

При небольшом слое снега (от 2 до 5 мм) автомобиль может преодолевать с расчетной скоростью подъемы в 10–30 %. На более крутых подъемах скорость существенно снижается.

Если слой снега на дороге не превышает 90 мм и регулярно разравнивается автогрейдером, то по ровной снежной поверхности может обеспечиваться нормальное движение транспорта. Однако, при первой возможности снег с проезжей части должен быть удален полностью, что позволит обеспечить достаточное сцепление колес автомобилей с дорожным покрытием.

2.2. Уровни содержания зимних дорог

Уровни содержания дорог и их характеристики были приведены в гл. 6. В соответствии с ГОСТ Р50597-93 и «Временным руководством по оценке уровня содержания автомобильных дорог» [4] требования к эксплуатационному содержанию зимних дорог подразделяются на три уровня: допустимый, средний и высокий.

Дефекты зимнего содержания дорог включают снежный накат, снежный вал, зимнюю скользкость, гололед и рыхлый снег.

Снежный накат на поверхности дороги образуется при уплотнении рыхлого снега колесами транспортных средств.

Снежный вал появляется при накоплении снега на дороге в виде вала вдоль дороги, который образуется во время сдвига снега при его уборке с дорожного покрытия.

Зимняя скользкость представляет собой обледенение проезжей части, стоянок транспорта и площадок отдыха, вызванное образованием снежного наката, особенно во время буксования колес автомобилей.

Гололед – это пленка гладкого льда толщиной от 1 мм до 10 мм, появившаяся в результате замерзания жидких осадков в виде дождя, тумана и талой воды на поверхности дорожного покрытия.

Рыхлый снег представляет собой неуплотненный слой снега, который образуется после снегопада или метели. Неуплотненный слой может образоваться при перемешивании снега с хлоридами во время борьбы со скользкостью на дороге.

Зимние дороги, как и летние, подразделяются на пять эксплуатационных категорий: Iэ, IIэ, IIIэ, IVэ, Vэ. На дороге Iэ интенсивность движения более 6000 авт./сут., а на дороге Vэ – меньше 200 авт./сут., поэтому требования к содержанию дороги для категории Iэ значительно выше, чем для категории Vэ.

В качестве примера и сравнения требований, предъявляемых к состоянию конструктивных элементов зимней дороги в зависимости от уровня ее содержания, в табл. 8 приведены требования к дороге категории IIIэ, а в табл. 9 – к дороге категории Vэ.

Таблица 8

Показатели состояния конструктивных элементов	Уровни содержания		
	допустимый	средний	высокий
1	2	3	4
Проезжая часть и земляное полотно			
Ширина очистки проезжей части от снега (при допустимой толщине рыхлого снега во время снегопада и до окончания снегоуборки)	На всю ширину (не более 40 мм)	На всю ширину (не более 30 мм)	На всю ширину (не более 20 мм)
Ширина очистки обочин и разделительной полосы от снега (при допустимой толщине рыхлого слоя снега во время снегопада и до окончания снегоуборки)	На ½ ширины (не более 80 мм)	На всю ширину (не более 60 мм)	На всю ширину (не более 40 мм)
Толщина уплотненного слоя снега на проезжей части	Нет	Нет	Нет
Возвышение обочин и разделительной полосы с уплотнением слоя снега над проезжей частью	Нет	Нет	Нет

Окончание табл. 8

1	2	3	4
Наличие снежного вала на обочинах, а на участках с дорожными ограждениями – за ограждениями	Допускается до завершения снегоочистки	Допускается до завершения снегоочистки	Допускается до завершения снегоочистки
Нормативные сроки снегоочистки и ликвидации зимней скользкости	Не более 5 ч	Не более 4,5 ч	Не более 4 ч
Повреждения (выбоины) не более 15х60х5 см (длина х ширина х глубина) распространяются и на проезжую часть моста	Допустимы общей площадью до 3,0 м ² на 1000 м ² покрытия	Допустимы общей площадью до 3,0 м ² на 1000 м ² покрытия	Нет
Определение фактического уровня съездов в зимний период производится по требованиям, принятым по интенсивности движения на дороге			
Искусственные сооружения. Мосты			
Ширина очистки проезжей части мостов от снега	На всю ширину	На всю ширину	На всю ширину

Таблица 9

Показатели состояния конструктивных элементов	Уровни содержания		
	допустимый	средний	высокий
1	2	3	4
Проезжая часть и земляное полотно			
Ширина очистки проезжей части от снега (при допустимой толщине рыхлого снега во время снегопада и до окончания снегоуборки)	На всю ширину (не более 70 мм)	На всю ширину (не более 60 мм)	На всю ширину (не более 50 мм)
Ширина очистки обочин и разделительной полосы от снега (при допустимой толщине рыхлого слоя снега во время снегопада и до окончания снегоуборки)	Не нормируется (не более 140 мм)	На ½ ширины (не более 120 мм)	На ½ ширины (не более 100 мм)

Окончание табл. 9

1	2	3	4
Толщина уплотненного слоя снега на проезжей части	Нет (не более 100 мм)	Нет (не более 90 мм)	Нет (не более 70 мм)
Возвышение обочин и разделительной полосы с уплотнением слоя снега над проезжей частью	Нет	Нет	Нет
Наличие снежного вала на обочинах, а на участках с дорожными ограждениями – за ограждениями	Допускается до завершения снегоочистки	Допускается до завершения снегоочистки	Допускается до завершения снегоочистки
Нормативные сроки снегоочистки и ликвидации зимней скользкости	Не более 6 (16) ч	Не более 5 (12) ч	Не более 4,5 (10) ч
Повреждения (выбоины) не более 15x60x5 см (длина x ширина x глубина) распространяются и на проезжую часть моста	Допустимы общей площадью до 7,0 м ² на 1000 м ² покрытия	Допустимы общей площадью до 6,0 м ² на 1000 м ² покрытия	Допустимы общей площадью до 4,5 м ² на 1000 м ² покрытия
Определение фактического уровня съездов в зимний период производится по требованиям, принятым по интенсивности движения на дороге			
Искусственные сооружения. Мосты			
Ширина очистки проезжей части мостов от снега	На всю ширину	На всю ширину	На всю ширину

Сравнивая табл. 8 и 9, видим, что эксплуатационные требования к уровням содержания зимних дорог категорий IIэ и Vэ значительно различаются между собой. Например, нормативные сроки снегоочистки и ликвидации зимней скользкости для дороги категории IIэ в зависимости от уровня содержания составляют от 4 до 5 ч, для дороги категории Vэ – от 4,5 до 6 ч, а на переходном покрытии – от 10 до 16 ч.

В зависимости от эксплуатационной категории дорог и уровней их содержания (допустимый, средний, высокий) и организуются работы по содержанию дорог в зимний период.

В Руководстве [5] приведены требования по содержанию зимних дорог и для других эксплуатационных категорий в зависимости от интенсивности движения и уровня их содержания.

Требуемый уровень содержания зимней дороги (или ее участков) устанавливается заказчиком и указывается в договоре, который заключается с исполнителем. Объем финансирования работ зависит от уровня содержания дороги. При допустимом уровне содержания он меньше, а при высоком – больше. В договоре приводится комплекс работ необходимый для зимнего содержания дороги. Если исполнитель не выполнит оговоренные в договоре дорожные условия и это приведет к дорожно-транспортным происшествиям, то заказчик снижает объем финансирования работ.

2.3. Характеристика снежно-метельных отложений

Отложения снега на поверхности дороги образуются в результате снегопадов и снегоприноса ветром с территории, прилегающей к дороге.

Снегопад характеризуется спокойным выпадением рыхлого снега в безветренную погоду и равномерным его отложением на дороге. Рыхлый снег имеет небольшую плотность (0,07–0,15 г/см³) и малую толщину (от 1 до 5 см). Обычно интенсивность снегопада не превышает 0,5–1,5 см/ч. В случае продолжительного интенсивного снегопада (интенсивность более 5 см/ч) на дороге в течение суток образуются большие снегоотложения высотой 10–30 см, а иногда до 50 см, которые могут затруднить или полностью прекратить движение.

В среднем продолжительность снегопада составляет 6–8 ч и редко 2–3 ч. Высота снежного покрова за год колеблется от 0,1 м на Кавказе и до 1 м на Камчатке, Сахалине, Алтае и Урале.

Число снегопадов за зиму доходит до 20–30 в равнинных районах, 30–50 в горных, до 100 на Сахалине, а на Камчатке – до 250. В связи со сравнительно небольшой глубиной снежного покрова от снегопадов борьба с ними на дорогах не представляла бы большого труда. Однако к объему снегопада прибавляется большой объем снега, приносимого ветром с прилегающей к дороге местности.

Поземка возникает, когда ветер метет снег с полей по поверхности снежного покрова при отсутствии снегопада. Снег над полем поднимается на небольшую высоту до 30 см. В результате на поверхности дороги образуется снежный занос в виде сплошного слоя или отдельных переметов.

Низовая метель в отличие от поземки характеризуется переносом снежной массы не только по поверхности снежного поля, но и в воздухе на высоте до 2 м и более. На дороге образуется плотный снежный слой снега.

Верховая метель бывает во время снегопада, когда дует слабый ветер и снежинки переносятся в воздухе, не отрываясь от снежного покрова.

На дороге образуется неравномерный по толщине рыхлый слой снега сравнительно небольшой глубины.

Комбинированная, или двойная, метель наблюдается, когда верховая метель идет одновременно с поземкой или вместе с низовой метелью. В результате такой двойной метели на дороге образуются снежные заносы большой глубины и плотности ($0,2-0,35 \text{ г/см}^3$).

Буря действует при низкой температуре и очень сильном ветре (более 20 м/с), а при большой влажности воздуха возникает *пурга*. Дорога снегом заносится полностью.

Наибольшая масса снега ($90-95 \%$) при метелях переносится в нижнем слое на высоте $2-30 \text{ см}$ над снежным покровом. При отсутствии снегопада объем переносимого ветром снега на высоте 2 м очень мал и не оказывает заметного влияния на занос дороги.

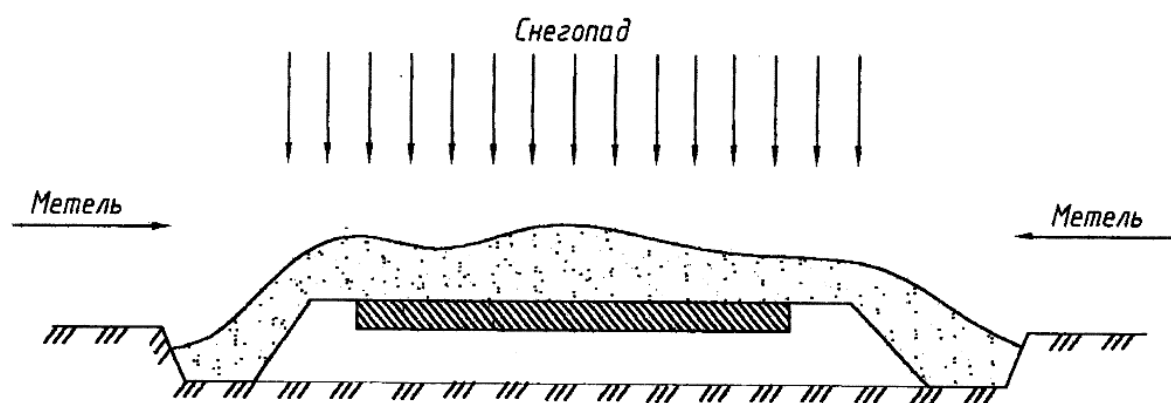


Рис. 2. Снежные отложения на дороге от снегопада и метелей (ветер дует попеременно с разных сторон)

Таким образом, в зимний период дорога заносится в результате идущего снега и приноса снежной массы ветром во время метелей (рис. 2). Для того чтобы защитить дорогу от метелей, нужно знать количество приносимого к дороге снега. В зависимости от объема приносимого снега решаются вопросы по снегозащите дороги.

2.4. Расчет объема снегоприноса к участкам дороги

Количество снега, приносимого к дороге за зиму в результате действия метелей, называется объемом снегоприноса. Снегопринос представляет собой только часть объема от общего снегопереноса, поэтому между снегоприносом $Q_{\text{п}}$ и снегопереносом $Q_{\text{пер}}$ существует зависимость

$$Q_{\text{п}} = Q_{\text{пер}} \sin \alpha, \quad (1)$$

где α – угол между метелевым ветром и дорогой.

Если ветер дует параллельно дороге, то снегоприноса к ней не будет, хотя в поле наблюдается перенос снега. Кроме того, еще происходят потери снега по длине зоны снегопереноса.

Первые работы в области изучения переноса снега были выполнены на основе законов термодинамики Н.Е. Жуковским, а математическое обоснование – С.А. Чаплыгиным. Дальнейшие исследования проводили А.К. Дюнин, Д.М. Мельник, А.А. Комаров, Г.В. Бялобжеский [6] и многие другие. В результате были установлены законы переноса снега и предложены формулы для расчета снегоотложений у препятствий.

Общая масса снега, которая переносится в единицу времени через 1 м фронта метелевого потока, называется полным расходом.

Полный расход измеряется в г/(м·с). Его можно определить с некоторым приближением по формуле, предложенной Д.М. Мельником:

$$q = cV_{\text{в}}^3, \quad (2)$$

где q – полный расход ветроснегового потока, г/(м·с);

c – коэффициент пропорциональности;

$V_{\text{в}}$ – скорость ветра по флюгеру метеостанции, м/с.

Для определения объема снегоприноса воспользуемся способом расходов, который разработал Д.М. Мельник. Сущность способа заключается в том, что суммарное количество снега, принесенное к одной стороне дороги в течение зимы $Q_{\text{п}}$, равно объему снега, принесенного всеми метелями за зиму, дувшими с этой стороны дороги. В свою очередь, в образовании объема снега, принесенного к дороге за одну метель, принимают участие все ветры, дующие по направлению к дороге в течение действия метели. С учетом сказанного снегопринос к одной стороне дороги за зиму может быть вычислен по следующей формуле:

$$Q_{\text{п}} = \frac{2,9 \cdot 10^{-4}}{\gamma} \sin \alpha \sum_1^n qt, \quad (3)$$

где $Q_{\text{п}}$ – объем снегоприноса за зиму к одной стороне дороги, м³/м ;

α – угол (углы) между направлением метелевого ветра и дорогой (снегозащитными сооружениями) во время метелей, град;

q – полный расход ветроснегового потока, г/(м·с);

t – продолжительность метелей, ч, с расходом q ;

n – число снежных метелей за зиму (количество дней, в течение которых дует ветер) при различном расходе q ;

γ – плотность снега в отложениях у дороги, г/м³.

Плотность свежего принесенного к дороге снега может быть принята $\gamma = 250000 \text{ г/м}^3$, тогда левая часть формулы (3) примет вид

$$\frac{2,9 \cdot 10^4}{8} = \frac{2,9 \cdot 10^4}{250000} = 0,12,$$

тогда

$$Q_{\pi} = 0,12 \sin \alpha \sum_1^n q t. \quad (4)$$

Полный расход ветроснегового потока можно найти по формуле (2), где величина коэффициента пропорциональности $c = 0,0215$ (по исследованиям Д.М. Мельника), тогда

$$q = 0,0215 V_{\text{в}}^3. \quad (5)$$

Эта формула дает хорошие результаты при скорости ветра $V_{\text{в}}$ от 8 до 20 м/с. С учетом полученного значения q формула (4) запишется в следующем виде:

$$Q_{\pi} = 0,12 \sin \alpha \sum_1^n 0,0215 V_{\text{в}}^3 t. \quad (6)$$

В этом виде формула более удобна для расчетов.

Господствующие ветры по отношению к дороге определяются по розе ветров и направлениям участков дороги (румбам). Для этого через центр розы ветров проводятся под заданным румбом направления участков дороги. Румбы участков берутся по карте или на продольном профиле. Затем находятся углы дующих ветров к дороге справа и слева от нее (рис. 3). На рисунке участок дороги имеет румб СЗ 60° . Северо-западный ветер дует по отношению к этому участку дороги под углом $\alpha_{\text{сз}} = \alpha_{\text{д}} - \alpha_1$. Северо-восточный ветер направлен к дороге под углом $\alpha_{\text{св}} = \alpha_2 - \alpha_3$. Аналогично вычисляются углы, под которыми направлены другие ветры справа и слева по отношению к дороге.

По исследованиям Г.В. Бялобжеского, опасность заноса дороги отсутствует, если ветер дует под углом меньше $20-30^{\circ}$. С учетом этого ветры, направленные к дороге под углом меньше 30° , можно не принимать во внимание.

Для всех ветров, дующих под одним румбом, принимается один угол α , средний для данного румба. На метеостанции берут данные по ветровому режиму за последние 10 или больше лет и затем по формуле (3) определяют объем снегоприноса Q_{π} за каждый год.

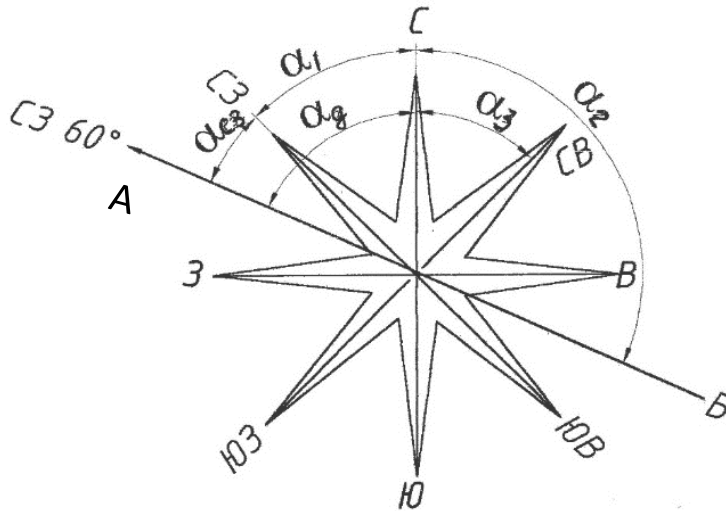


Рис. 3. Определение углов дующих ветров по направлению к дороге:
 АБ – направление участка дороги; α_d – румб дороги (С 360^0);
 α_1 – румб дующего с северо-запада ветра;
 $\alpha_{сз}$ – угол, под которым дует на дорогу северо-западный ветер;
 α_3 – румб дующего с северо-востока ветра;
 α_2 – угол между севером и направлением дороги

Затем из полученных значений Q_n составляют статистический ряд

$$Q_n^1 = Q_{ca} + \sigma t, \quad (7)$$

где Q_{ca} – среднеарифметическое значение снегоприноса к данной стороне дороги за 9–15 лет, m^3/m ;

σ – среднее квадратичное отклонение Q_{ca} за N лет:

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^N (Q_{ca} - Q_{ci})^2 / N}. \quad (8)$$

Здесь t – коэффициент, равный 1,5 для дорог II–IV категорий, и равный 2 для дорог I категории, т.е. соответственно учитывается 90 %-ная и 95 %-ная обеспеченность.

При определении углов дующих ветров по направлению к дороге был использован способ вычисления по восьми румбам (см. рис. 3). Для получения еще более точных результатов можно, по предложению Д.М. Мельника, считать суммарный принос снега по 16 румбам (рис. 4).

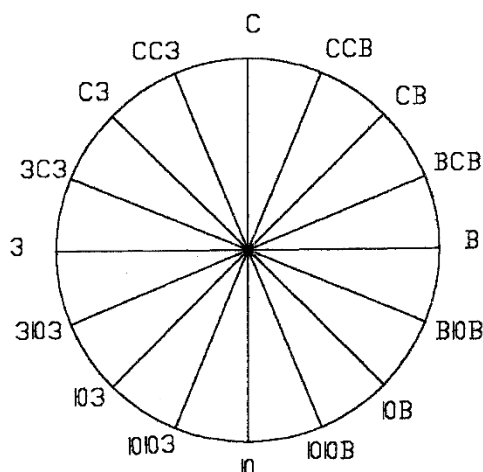


Рис. 4. Схема 16 румбов для определения углов дующих ветров к дороге

Методика расчета углов дующих ветров по направлению к дороге по 16 румбам аналогична методике расчета углов по 8 румбам. Только вычислений делается в два раза больше, и за счет этого точность получается выше.

Глава 3. СНЕГОЗАНОСИМОСТЬ ДОРОГ

3.1. Обтекание насыпей и выемок снежным потоком

Участки автомобильных дорог расположены под разными углами к господствующему ветру и находятся на различном уровне по отношению к окружающей местности, поэтому они будут характеризоваться разной степенью снегозаносимости. Защита участка дороги от снежных заносов зависит от степени его подверженности заносам, от его снегозаносимости и величины снегоотложений.

Объем снегоотложений – это количество снега, задержанного у препятствия в результате снижения скорости метелевой снежной массы. На открытой местности меньше всего заносится снегом проезжая часть у высоких насыпей. На них отлагается снег в основном при снегопадах и гораздо меньше при метелях.

Обтекание насыпи снежным воздушным потоком показано на рис. 5. При встрече с телом насыпи снежный поток обтекает ее. На наветренном откосе насыпи струи воздуха поднимаются вверх и сталкиваются со снежным потоком, дующим над насыпью. Происходит сжатие воздушных струй, и скорость воздушного потока V_3 становится больше скорости ветра

в поле V_1 . В результате этого транспортирующая способность метелей растет и снег не отлагается на насыпи.

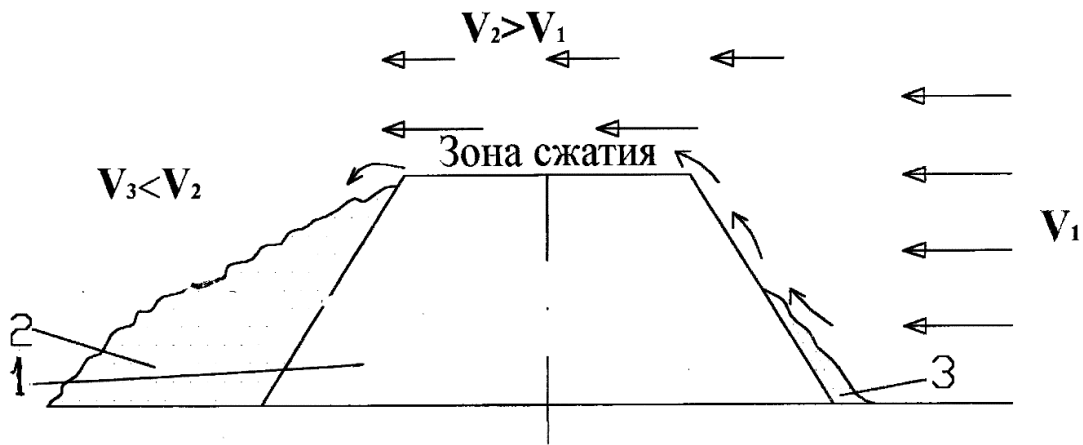


Рис. 5. Обтекание насыпи снежным потоком: V_1 – скорость ветра в поле по направлению к насыпи; V_2 – скорость ветра над насыпью в зоне сжатия снежного потока; V_3 – скорость ветра после зоны сжатия; 1 – насыпь; 2 – отложение снега на подветренном откосе насыпи; 3 – отложение снега на наветренном откосе

После прохода насыпи сжатие воздушных струй прекращается и на подветренном откосе наблюдается существенное гашение скорости ($V_3 < V_2$), что приводит к большому объему снегоотложений на этом откосе (2 – см. рис. 5). На наветренном откосе откладывается значительно меньше снега (3 – см. рис. 5).

После смены направления ветра наветренный откос становится подветренным и на нем откладывается больше снега. Таким образом, в течение зимы оба откоса насыпи заносятся снегом.

Чем больше высота насыпи, тем будет больше снегоемкость ее откосов и степень снегозаносимости дороги уменьшается. Под снегоемкостью откоса понимается количество снега, которое может на нем разместиться.

Снегоотложение на откосах будет продолжаться до тех пор, пока снежный шлейф на них не приобретет крутизну 1:5–1:6. При такой крутизне воздушный поток будет плавно обдуть насыпь и почти не заносить ее снегом. Для обеспечения незаносимости насыпей нужно поднять земляное полотно до незаносимой отметки. Согласно СНиП II-Д.5-72 высота снегонезаносимой насыпи H_n находится по формуле

$$H_n = H_p + \Delta h, \quad (9)$$

где H_p – расчетная высота снежного покрова (средняя высота за много лет) с вероятностью 5 %, т.е. при повторяемости 1 раз за 20 лет, м;

Δh – возвышение над расчетным уровнем снежного покрова, обеспечивающее незаносимость насыпи, м.

Величину Δh определяют из двух условий: обеспечение скорости снеговетрового потока, необходимой для переноса снега через земляное полотно без снегоотложений на дороге, и размещение объема снега, сбрасываемого с дороги при снегоочистке, вдоль земляного полотна. При этом бровка дороги должна оставаться выше снегового покрова. Для выполнения первого условия следует учитывать ширину земляного полотна:

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

Для выполнения второго условия Δh следует находить по графику (рис. 6) с учетом высоты снежного покрова на местности.

После определения величины возвышения насыпи над снежным покровом Δh для обоих случаев следует принять в расчет большее из полученных значений.

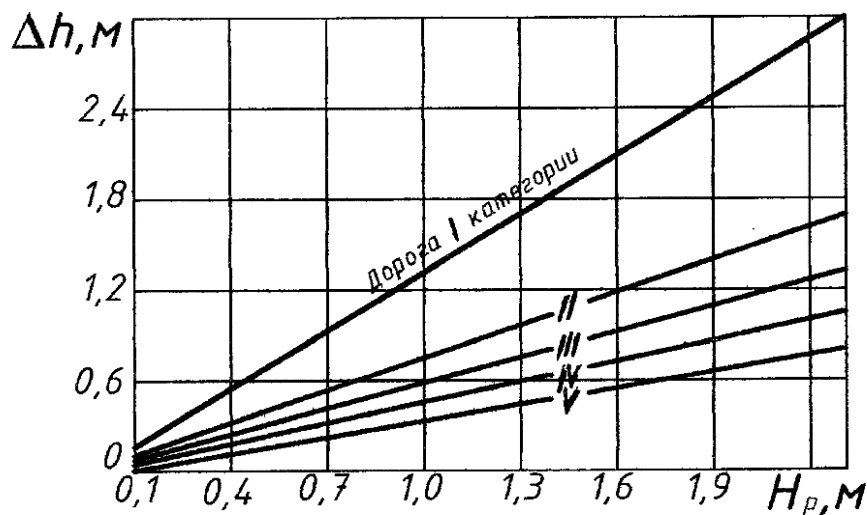


Рис. 6. График для нахождения величины Δh для обеспечения незаносимости снегом насыпи для дорог различных категорий в зависимости от глубины снежного покрова H_p

Взаимодействие снегового потока с выемкой показано на рис. 5. Снеговой поток перед выемкой имеет скорость V_1 (рис. 7), а при прохождении над выемкой она гасится до скорости V_2 ($V_2 < V_1$) и происходит отложение снега на ближнем по отношению к ветру откосе. В выемках глубиной 2–4 м возникает вихревое движение потока снежинок (см. рис. 7). Над проезжей частью вихревой поток имеет большую транспортирующую способность. В результате этого существенно снижается отложение снега на дороге.

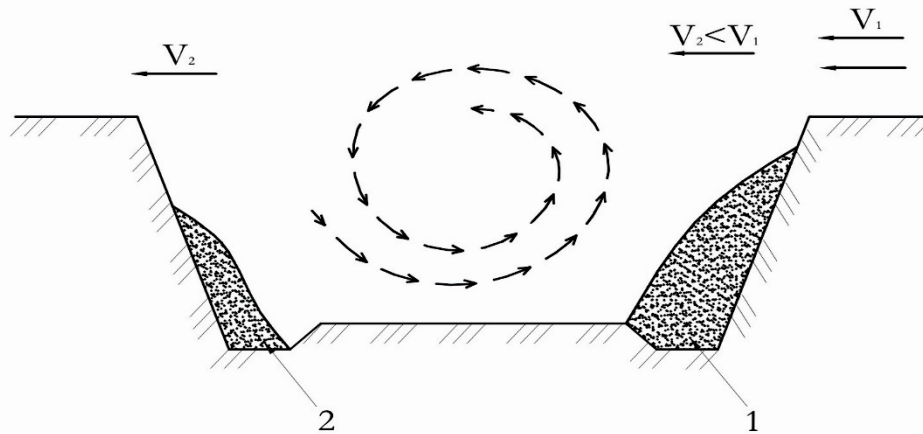


Рис. 7. Схема снегоотложения в выемке: V_1 – скорость ветра в поле по направлению к выемке; V_2 – скорость ветра в зоне начала выемки; 1 – отложение снега на ближнем по отношению к ветру откосе; 2 – отложение снега на дальнем откосе

На пологих откосах (1:4–1:6) снежный поток плавно обтекает контур выемки. Она лучше продувается и меньше заносится снегом. Чем глубже выемка, тем дорога меньше заносится снегом и тем интенсивнее в ней вихревое движение снежопотока. У глубоких выемок (6...8 м) длина откосов больше и снегоемкость их выше. На них может разместиться большой объем снегоотложений, поэтому дорога будет меньше заноситься снегом.

Когда ветер меняется и дует в противоположном направлении, снег начинает откладываться на другом откосе, который теперь стал ближним по отношению к направлению ветра.

Для уменьшения снегозаносимости выемок и облегчения их очистки от снега рекомендуются следующие мероприятия: мелкие выемки глубиной до 1 м делаются раскрытыми с уклонами откосов 1:5–1:10; в выемках глубиной от 1 м до 5 м с крутыми откосами (1:1,5–1:2) устраивают дополнительные полки шириной 4 м для проезда роторных снегоочистителей, которые удаляют отложившийся в выемках снег (рис. 8). В выемках глубже 5 м дополнительные полки не делаются, так как снегоемкость их откосов достаточно большая.

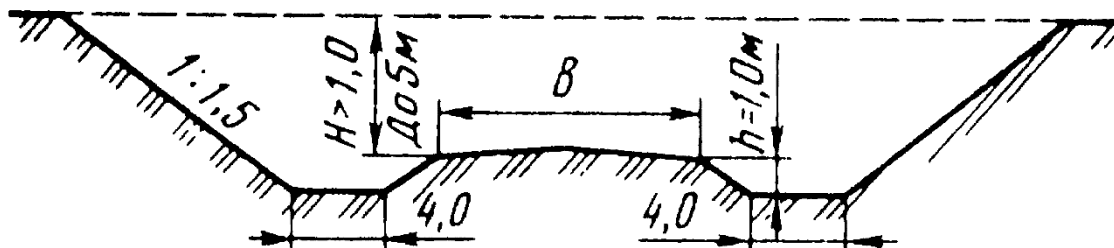


Рис. 8. Выемка глубиной от 1 до 5 м с дополнительными откосами шириной 4 м для проезда роторных снегоочистителей

Отложение снега на откосах выемки уменьшает видимость на кривых участках дороги, поэтому при радиусе кривой до 300 м делается срезка грунта внутрь откоса. Это позволяет увеличить ширину выемки и обеспечить видимость дороги на кривых с малым радиусом.

3.2. Расчет незаносимости выемки снегом

Дорога в выемке будет незначительно заноситься снегом, если снегоемкость ее откоса будет больше, чем объемы от снегопадов и от приносимого метелями снега. Условие незаносимости выемки снегом

$$W_o \geq W_c + W_m, \quad (10)$$

где W_o – снегоемкость откоса и подкюветной части выемки, т.е. объем снега, который может задержаться на склоне перед проезжей частью, $\text{м}^3/\text{м}$;

W_m – метельный снегопринос, поступающий за зиму к выемке с поля, $\text{м}^3/\text{м}$;

W_c – объем снега, попадающего на откос и кювет за зиму при снегопадах, $\text{м}^3/\text{м}$.

$$W_c = \frac{(b + mh_b)h_{\text{сн}}\rho_{\text{сн}}}{\rho_{\text{от}}}, \quad (11)$$

где h_b – глубина выемки, м;

m – крутизна откоса выемки в долях единицы;

$h_{\text{сн}}$ – слой снега, выпавшего за зиму, м;

$\rho_{\text{сн}}$ – плотность свежего снега, выпавшего при снегопаде, $\text{т}/\text{м}^3$;

$\rho_{\text{от}}$ – плотность снега у существующих снежных отложений, $\text{т}/\text{м}^3$;

b – ширина кювета поверху, занятая снегом, м.

Пример. Определить объем снега, выпадающего на откос и кювет, за один снегопад, если $b = 3$ м; $m = 0,5$; $h_b = 6$ м; $h_{\text{сн}} = 0,05$ м; $\rho_{\text{сн}} = 0,25$ $\text{т}/\text{м}^3$; $\rho_{\text{от}} = 0,35$ $\text{т}/\text{м}^3$.

Расчет выполняем на 1 м длины по формуле (11):

$$W_c = \frac{(3 + 0,5 \cdot 6) \cdot 0,05 \cdot 0,25}{0,35} = 0,21 \text{ м}^3/\text{м}.$$

Если принять, что за зиму будет 20 снегопадов примерно одинаковой интенсивности, то объем выпавшего снега на откос и кювет составит $20 W_c$, или $20 \cdot 0,21 = 4,2$ $\text{м}^3/\text{м}$.

Объем метелевого снегоприноса к выемке W_m можно вычислить по формуле (6) и затем, зная W_m и W_c , проверить незаносимость выемки по

неравенству (10). Снегоемкость ближнего к направлению ветра откоса выемки W_0 находится по следующей формуле [6]:

$$W_0 = 0,5 (d + 2b)(1 - dtg\alpha_c) + h_c(h_b d + b), \quad (12)$$

где d – заложение откоса выемки, м;

b – ширина надкюветного пространства, занятого валом снега, м;

α_c – угол откоса вала снега, град ($\alpha_c = 20...22^0$);

h_c – глубина снега над бровкой откоса выемки, м;

h_b – глубина выемки, м.

Заложение откоса выемки $d = mh_b$, где m – крутизна откоса в долях единицы.

3.3. Степень заносимости снегом участков дороги

Снегозаносимость – это подверженность дорог снежным заносам. Степень заносимости (количественная характеристика) представляет собой отношение объема отложившегося снега на дорожном полотне к общему объему снега, который приносится метелями к дороге.

Степень заносимости снегом участков дороги зависит от снижения (гашения) скорости ветра во время метелей, так как снегоотложения появляются при уменьшении скорости снежного потока. Причем образовавшиеся на дороге препятствия в виде снежных заносов сами вызывают изменение скорости метелевого потока, увеличивая отложения снега. Причиной такого местного изменения скорости ветра могут быть и любые снегозадерживающие препятствия, за которыми снег откладывается на дороге.

Задерживать снег и способствовать снежным заносам могут неровности на проезжей части и обочинах. Снежинки, которые находятся в нижнем слое снеговетрового потока, будут тормозиться на неровностях дороги и откладываться на ее поверхности.

Для улучшения обтекания дороги снеговетровым потоком следует по возможности уменьшить число ограждений, столбиков и других препятствий, которые задерживают снег, переносимый метелью. Временным препятствием могут служить и автомобили, проезжающие по дороге. Если вовремя не убирать выпавший снег, то проезжающие автомобили нарежут в нем колеи и гребни, которые будут тормозить ветровой поток и вызывать выпадение снежных частичек на дорогу. Так сами автомобили способствуют росту снежных заносов на проезжей части и затрудняют проезд по дороге.

В настоящее время применяемые конструкции ограждений способствуют сильному заносу дорог снегом. Пока не будут разработаны новые конструкции дорожных ограждений, свободно обтекаемых ветром, следует огражденные участки усиленно очищать от снега.

На разделительной полосе не рекомендуется сажать деревья, устраивать ограждения, так как они задерживают снег и способствуют снегоотложению на дороге.

Следует отметить, что заносимость дорог характеризуется объемом отложившегося снега, а не всем объемом снега, приносимого метелями. При одинаковом объеме приносимого снега на участках с разными поперечными профилями за одно и то же время откладывается разный объем снега (табл. 10).

Таблица 10

Категория снегозаносимости	Характеристика участка	Вид снежных отложений
1	2	3
I. Среднезаносимые участки	Насыпи высотой H_n , рассчитанной по формуле (9). Пересечение дорог в одном уровне	Снегопадные отложения, снежные заносы небольшого объема, небольшие снежные валы
II. Среднезаносимые участки	Раскрытые выемки. Полувыемки – полунасыпи. Нулевые места и низкие насыпи меньше H_n . Пересечения в разных уровнях. Дороги, проходящие через населенные пункты, в районах с интенсивными метелями	Снегопадные отложения. Снежные заносы толщиной до 1 – 1,5 м. Снежные валы
III. Сильнозаносимые участки	Нераскрытые выемки, ближний откос которых по направлению ветра, дующего к выемке, не может вместить снег от метелей и снегопадов. Все выемки на кривых	Снегопадные отложения. Снежные заносы, толщина которых может достигать глубины выемки

Примечание. Участки дороги, проложенные через сплошные лесные массивы, не заносятся при любом поперечном профиле дороги.

Глава 4. ЗАЩИТА ДОРОГ ОТ СНЕЖНЫХ ЗАНОСОВ

4.1. Способы снегозащиты дорог

Участки дороги можно защитить от снежных заносов тремя способами: задержать переносимый метелью снег на подступах к дороге специальными устройствами и благодаря этому вызвать образование снежных

отложений на безопасном расстоянии от дороги, увеличить скорость ветрового потока над дорогой, предотвратив этим снегоотложения на проезжей части, полностью укрыть участок дороги от снега путем устройства тоннелей и других защитных сооружений (противолавинных галерей).

На практике получили распространение два первых способа. Третий способ еще только начинает находить применение в мировой практике (например, прокладка дорог в тоннелях, чтобы не нанести экологический вред заповедникам и парковым зонам).

Все снегозадерживающие устройства основаны на том, что они снижают скорость снеговетрового потока, благодаря чему из потока выпадают снежинки и откладываются у препятствия или за ним.

Снегозадерживающие устройства по продолжительности службы делятся на временные и постоянные. К временным относятся ограждения, которые ежегодно устраиваются осенью или в начале зимы: снежные валы, траншеи, деревянные переносные щиты, сетки из полимерных материалов и др. К постоянным снегозадерживающим устройствам относятся ограждения, устраиваемые во время строительства, реконструкции и ремонта дорог, которые защищают заносимые участки в течение всего срока службы дороги. Это снегозащитные лесонасаждения, дополнительные полки в выемках для проезда роторных снегоочистителей, железобетонные и снегопередающие заборы, навесы, галереи, раскрытые выемки и др.

Снегозащитные сооружения выбираются в зависимости от объема снегоприноса и степени снегозаносимости участков дороги. В табл. 11 приведены ориентировочные данные по типам снегозащиты в зависимости от объема задерживаемого снега и высоты защиты.

Таблица 11

Тип снегозащиты	Высота снегозащиты, м	Объем задерживаемого снега, м ³ /м
Снеговой вал или снежная стенка	0,5...0,8	6...8
Снеговая траншея	0,8 (глубина)	16
Переносной деревянный однорядный решетчатый щит	2	20...65
Однорядный забор (просветность 50...65 %)	5	70...85
Древесно-кустарниковые посадки:		
ширина 7,5 м	5	30
ширина 100 м	5	500

4.2. Временные снегозадерживающие устройства

Наиболее простыми по устройству являются снеговые траншеи. Они устраиваются на сравнительно слабозаносимых участках дороги. Нарезание траншей полностью механизировано. Бульдозер нарезает в снегу траншеи, сгребая снег в валы (рис. 9).

Снеговые траншеи нарезаются при глубине снега не менее 20 см. Если траншеи устраиваются на прилегающих к дороге полях, то наименьшая толщина снега h_c на дне траншеи должна быть не меньше 10 см. Иначе можно повредить корни растений и спровоцировать вымерзание озимых культур.

Расстояние от бровки земляного полотна до первого вала траншеи колеблется в пределах от 30 до 100 м. Оптимальное расстояние между валами траншеи (траншеями) составляет 12...15 м. Если землепользователи ограничивают площадь под траншеи, то расстояние уменьшается до 6,5–8 м.

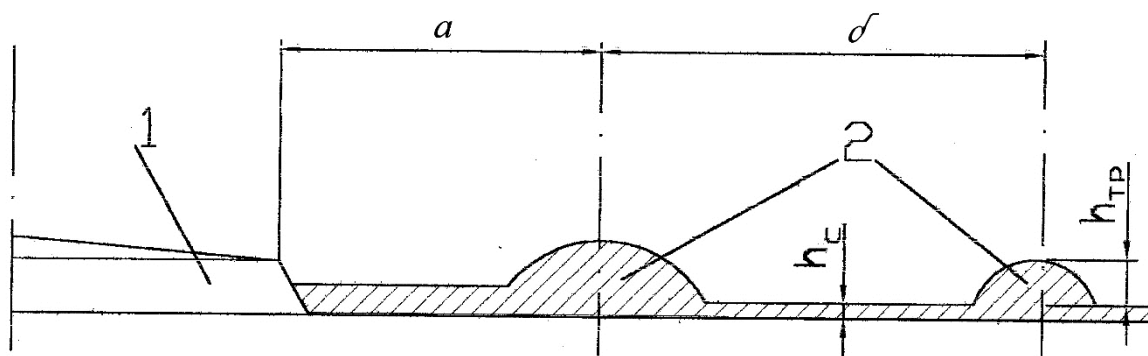


Рис. 9. Устройство снеговой траншеи: 1 – земляное полотно дороги; 2 – валы по краям траншеи; а – расстояние от бровки земляного полотна до вала траншеи; б – расстояние между валами траншеи; $h_{тр}$ – глубина траншеи; h_c – допустимая глубина снега на дне траншеи

Сразу после окончания метели вместо засыпанных траншей устраивают новые. Если же траншеи после метели заполнены на половину своей глубины, то их очищают проходами бульдозеров по старому следу. Одна снеговая траншея задерживает 15...16 м³/м снега. Если объем снега, приносимого одной метелью, больше, то можно устраивать несколько параллельных траншей (табл. 12).

Таблица 12

Объем снегоприноса, м ³ /м	Количество траншей с одной стороны дороги
До 100	≥ 3
До 200	≥ 4
> 200	≥ 5

Обычно траншеи нарезаются с двух сторон дороги, так как ветер может менять свое направление.

Снегоемкость снеговых траншей представляет собой наибольшее количество снега, которое может отлагаться в траншеях. Для одиночных траншей снегоемкость W_0 , м³/м, находится по следующей формуле:

$$W_0 = 10h^2 + 2hBk, \quad (13)$$

где h – высота снежного покрова, м;

B – ширина траншеи (понизу), м;

k – коэффициент заполнения траншеи снегом ($k = 0,9$).

Для нескольких параллельных траншей снегоемкость W_c , м³/м, определяется по формуле

$$W_c = 10h^2 + 2nh_{тр}Bk + (n-1)hbк_1, \quad (14)$$

где n – количество траншей;

$h_{тр}$ – глубина траншеи, м;

b – расстояние между осями траншей, м;

k_1 – коэффициент, учитывающий степень заполнения снегом как траншеи, так и пространства между траншеями; $k_1 = 0,8$.

Если при расчете получилось, что снегоемкость траншей W_c меньше объема снегоприноса $Q_{п}$, то нужно увеличить количество траншей. Ориентировочно количество траншей можно определить из следующего равенства:

$$n = \frac{Q_{п}}{W_0}, \quad (15)$$

где $Q_{п}$ – объем снегоприноса к дороге, м³/м.

Деревянные переносные щиты относятся к временным снегозащитным сооружениям. Щиты делаются решетчатыми и характеризуются проницаемостью и просветностью.

Проницаемость щита (любой преграды) оценивается коэффициентом $r = V_1/V_2$, где V_1 – средняя скорость ветра за преградой; V_2 – средняя скорость ветра в поле на подходах к преграде.

Просветность щита (преграды) оценивается коэффициентом $p = S_1/S_2$, где S_1 – площадь просветов; S_2 – общая площадь щита. Заметим, что для сплошной преграды коэффициент $p = 0$.

Медленнее заносятся снегом щиты с неравномерно распределенным заполнением, когда решетка сгущена вверху и разряжена внизу. Такие

щиты переставляются на другое место реже, чем щиты со сгущенной решеткой внизу или с равномерным заполнением.

На рис. 10 показано четыре типа щитов со сгущенной решеткой в верхней части. Параметры щитов приведены в табл. 13. Из таблицы видно, что конструктивные параметры щитов существенно влияют на снегозадержание. Например, щит типа I применяют в районах с объемом снегоприноса более $100 \text{ м}^3/\text{м}$ и скорости ветра более 20 м/с , а щит типа IV – для снегоприноса менее $100 \text{ м}^3/\text{м}$ и скорости ветра меньше 20 м/с .

Снегоемкость решетчатых щитов вычисляется по формулам

$$W_0 = 9H^2, \quad (16)$$

где W_0 – снегоемкость щитов, установленных в один ряд, $\text{м}^3/\text{м}$;
 H – высота щита, м;

$$W_M = 8[1+(n-1)\varepsilon]H^2, \quad (17)$$

где n – число рядов щитов;
 ε – коэффициент, учитывающий влияние снежного ряда ($\varepsilon = 1...2$);
 W_M – снегоемкость щитов, установленных в несколько рядов, $\text{м}^3/\text{м}$.

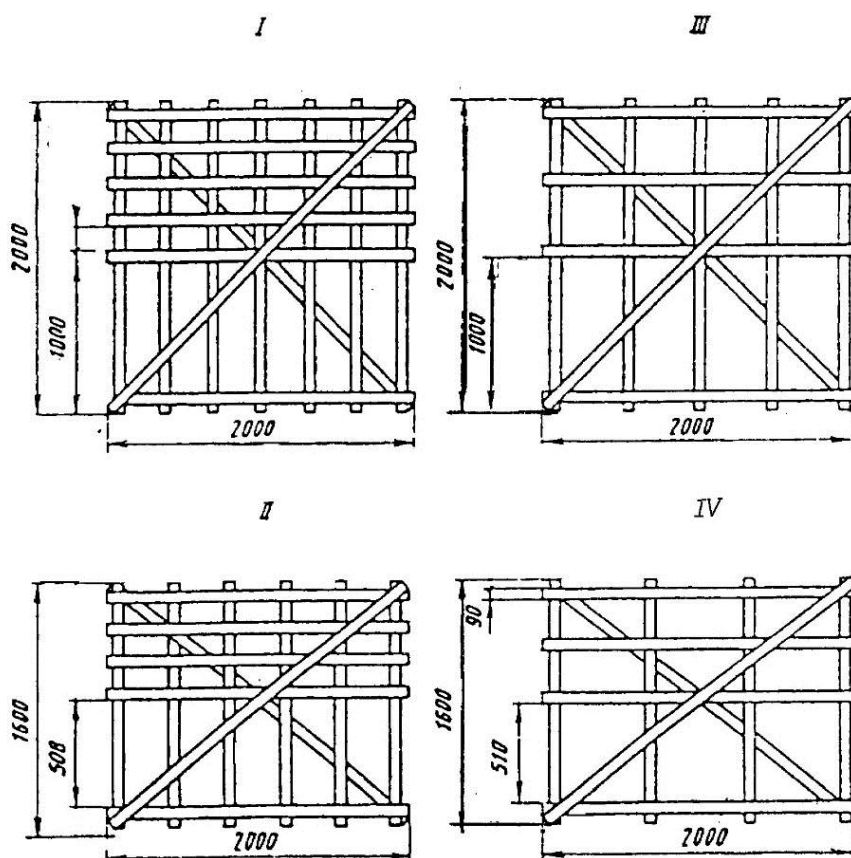


Рис. 10. Переносимые щиты со сгущенной решеткой в верхней части: типы I, II, III, IV

Таблица 13

Тип щита	Высота щита, м	Просветность, %			Скорость ветра, м	Объем снегоприноса, м ³ /м
		общая	нижней части	верхней части		
I	2	50	60	40	> 20	> 100
II	1,5	50	60	40	> 20	< 100
III	2	60	70	50	≤ 20	> 100
IV	1,5	60	70	50	≤ 20	< 100

Выбор той или иной конструкции щитов (см. табл. 13) зависит от объема снегоприноса к дороге и скорости ветра. Однорядное расположение щитов используется при малых значениях объема снегоприноса, который подсчитывается по формуле (16). Например, для высоты щита $H = 2$ м снегоемкость $W_o = 36$ м³/м.

Снегоемкость при двухрядном расположении щитов и $H = 2$ м составит $W_m = 64$ м³/м, а при трехрядном расположении $W_m = 96$ м³/м. С ростом количества рядов щитов их снегоемкость возрастает, но требуется большое количество щитов.

Следует иметь в виду, что снегоемкость щитов можно увеличить не только за счет многорядности, а и за счет их перестановки. Обычно щиты устанавливаются в один ряд с последующей их перестановкой один или два раза в течение зимы.

Решетчатый щит работает следующим образом. Снежная масса потока в поле перед щитом имеет скорость V_v , затем, проходя через отверстия щита, поток сжимается и скорость увеличивается. После прохода щита скорость уменьшается и происходит выпадание снежинок за щитом перед дорогой. Схема формирования снежного вала за решетчатым щитом показана на рис. 11.

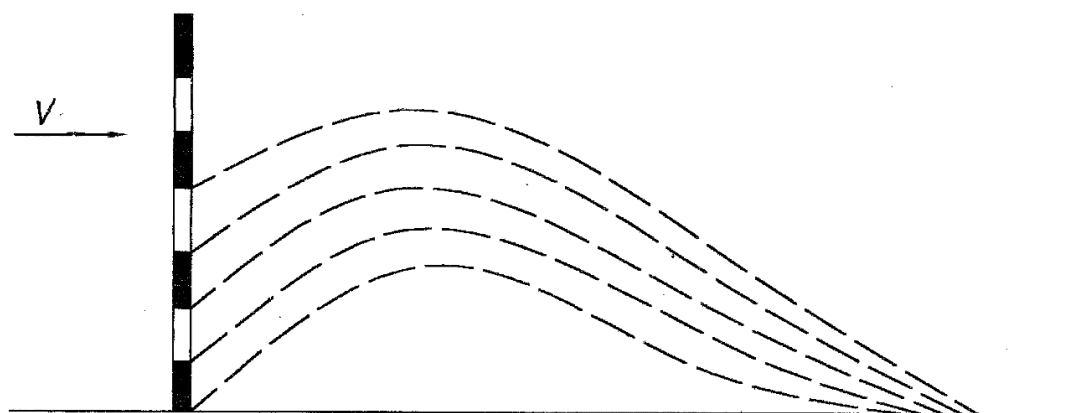


Рис. 11. Схема формирования снежного вала за решетчатым щитом перед дорогой

Меньшая часть снежинок, ударяясь о планки, осаждается перед щитом. Обычно щиты устанавливают сплошной линией параллельно оси дороги, привязывая их к кольям. Расстояние между кольями составляет 1,9 м, так как ширина щита 2 м.

Щиты следует привязывать к кольям на расстоянии 5 см выше от земли, иначе они примерзнут к грунту и их будет трудно переставлять на новое место. На скальных грунтах, где трудно забить колья, щиты ставят наклонно друг к другу так, чтобы один щит опирался на два других с перекрытием на 10 см. Верхние концы щитов прочно привязываются один к другому.

В местах с малоинтенсивными метелями, на слабо заносимых участках при объемах снегоприноса до $50 \text{ м}^3/\text{м}$ можно устанавливать щиты с разрывами в один щит через каждые 3–5 щитов. Такая установка щитов недостаточно эффективна и возможна как исключение.

При защите выемок наиболее опасными являются места перехода в насыпь. В этом случае на концах выемки устраивают отводы (перелом линии щитов) под углом 135° к основной линии щитов (рис. 12). Между основной линией и отводами щитов делается разрыв 4 м.

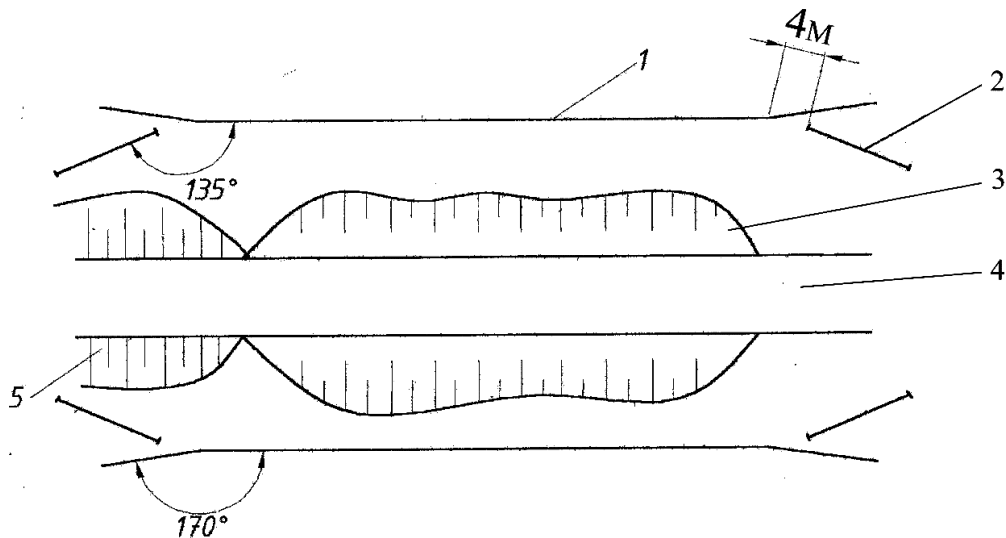


Рис. 12. Схема снегозащиты выемок в местах перехода в насыпь: 1 – основная линия щитов; 2 – отводы из щитов; 3 – выемка; 4 – дорога; 5 – насыпь

Первоначальное расстояние от бровки земляного полотна до линии щитов зависит от объема снегоприноса и составляет: 30 м, если объем снегоприноса до $25 \text{ м}^3/\text{м}$; 40 м, если объем до $50 \text{ м}^3/\text{м}$; 50 м, если объем до $75 \text{ м}^3/\text{м}$ и 60 м, если больше $75 \text{ м}^3/\text{м}$.

Когда высота снежных отложений у щита достигнет $2/3$ его высоты, в местности с интенсивной метелевой деятельностью делается первая перестановка щитов в сторону поля от дороги (рис. 13). В районах с неинтенсивной метелевой деятельностью щиты переставляются при достижении снежным валом полной высоты щита. Если у переставленных щитов высота

снежного вала составит $\frac{2}{3}$ высоты щита, то делается вторая перестановка в сторону дороги на вершину снежного вала.

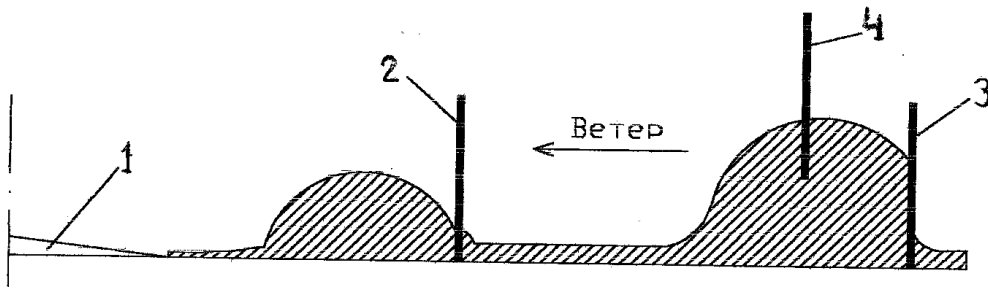


Рис. 13. Схема установки и переустановки щитов: 1 – дорога; 2 – установка щитов; 3 – первая перестановка; 4 – вторая перестановка

Если при первой перестановке перемещать щит не от дороги, а в сторону дороги, то около дороги будет образовываться большой снежный вал, который при таянии переувлажнит земляное полотно и уменьшит его прочность.

Недостатком временных щитов является короткий срок службы (3–5 лет), трудоемкость их установки и перестановки при достаточно высокой стоимости. С целью упрощения установки и удешевления конструкции в скандинавских странах (Финляндия, Швеция) широко используется вместо дорогой древесины синтетический материал «Нетлон».

«Нетлон» изготавливается из полиэтилена различной расцветки (черный, зеленый) и поставляется к дороге в рулонах длиной 25 и 50 м. Толщина материала – 3 мм; ширина – 600, 900, 1200 и 1800 мм. Материал имеет отверстия в виде ячеек с размером по диагонали 50 мм (рис. 14).

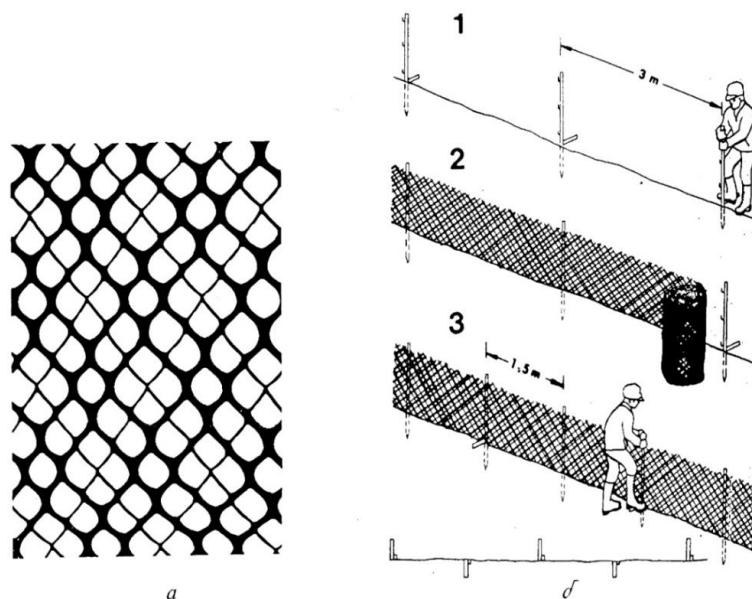


Рис. 14. Отверстие в синтетическом материале в виде ячеек (а) и монтаж синтетического снегоограждения (б): 1 – установка кольев; 2 – размотывание рулона и подвешивание сетки на кольях; 3 – закрепление сетки с другой стороны с помощью дополнительных колышков

Схема монтажа заграждения из «Нетлона» довольно проста. Сначала устанавливают металлические или деревянные колышки на расстоянии 3 м друг от друга. Затем рулон ставят вертикально, разматывая его вдоль колышек и подвешивая на гвоздь (крючок), вбитый в колышек. После этого закрепляют синтетическую решетку с другой стороны на дополнительные колышки, установленные между двумя вбитыми ранее. В результате синтетическая лента оказывается закрепленной с обеих сторон. Формирование снежного вала за синтетической решеткой аналогично его формированию за переносимыми щитами.

Как показывает практика, использование рулонных синтетических материалов на снегосодержании позволяет сократить затраты в три раза по сравнению с применением традиционных деревянных щитов.

4.3. Снегозащитные устройства постоянного типа

К снегозащитным устройствам постоянного типа относятся зеленые насаждения с развитыми кронами, способными снижать скорость снеговетрового потока и задерживать снег. Они устраиваются во время строительства, реконструкции и ремонта дорог на весь срок службы дороги.

Для одной и той же величины объема снегоприноса и скорости ветра зеленые насаждения в зависимости от их ширины и расположения дают различные результаты (рис. 15).

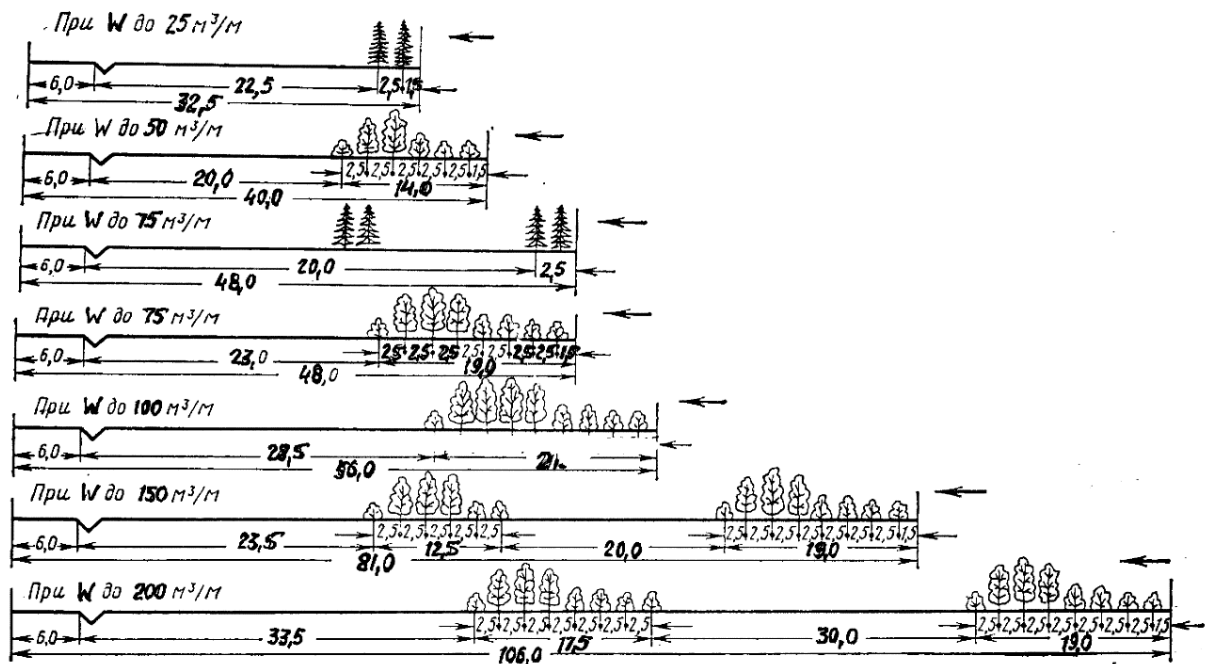


Рис. 15. Схемы снегозащитных лесонасаждений

Снегозащитные лесные полосы применяются для защиты любых снегозаносимых участков дороги с объемом снегоприноса более $10 \text{ м}^3/\text{м}$ в местах, где позволяет рельеф и почвенно-климатические условия. Это надежное и экономичное средство снегозащиты, обладающее большой снегоемкостью.

Предложенные схемы лесонасаждений (см. рис. 15) позволяют на подходе к посадкам снизить скорость ветра на 15...30 %, а при входе в полосу насаждений – на 20...25 %, что позволяет эффективно задерживать снег.

Количество снега, которое задерживают живые изгороди, подсчитывается по следующим формулам:

для однорядных насаждений

$$W_{\text{н}} = 7H^2, \quad (18)$$

где $W_{\text{н}}$ – снегоемкость, $\text{м}^3/\text{м}$;

H – высота изгороди из насаждений, обычно $H = 2,5...3 \text{ м}$;

для двухрядных насаждений

$$W_{\text{н}} = 7H^2 + 0,8H\alpha, \quad (19)$$

где α – расстояние между рядами насаждений, обычно $\alpha = 1,5...3 \text{ м}$.

для многорядных насаждений

$$W_{\text{н}} = 8 [1 + (n-1)\varepsilon]H^2, \quad (20)$$

где n – число рядов насаждений;

ε – коэффициент, учитывающий влияние рядов насаждений на образование снежных отложений; $\varepsilon = 1...2$.

Эффективность насаждений по снегозадержанию является достаточной, если их расчетная снегоемкость $W_{\text{н}}$ будет больше или равна объему снегоприноса к дороге $Q_{\text{п}}$, вычисленному по формуле (20).

В табл. 14 приведена рекомендуемая ширина снегозащитных лесонасаждений с каждой стороны дороги и расстояние от бровки земляного полотна до лесных посадок в зависимости от объема снегоприноса.

Таблица 14

Расчетный годовой снегопринос, м ³ /м	Ширина снегозащитных лесополос, м	Расстояние от бровки земляного полотна до лесных посадок, м
10...25	4	15...25
25...50	9	30
50...75	12	40
75...100	14	50
100...125	17	60
125...150	19	65
150...200	22	70

Примечание. При снегоприносе от 200 до 250 м³/м принимается двухполосная система лесонасаждений с разрывом между полосами 50 м.

Снегозадерживающие заборы постоянного типа устанавливаются в районах, где пахотные земли не позволяют создавать лесозащитные полосы, занимающие сравнительно большие площади. Такие заборы хорошо задерживают снег при интенсивных метелях. Снегозадерживающие заборы, двухпанельные с просветностью решетки 50 % и однопанельные с просветностью решетки 70 %, показаны на рис. 16.

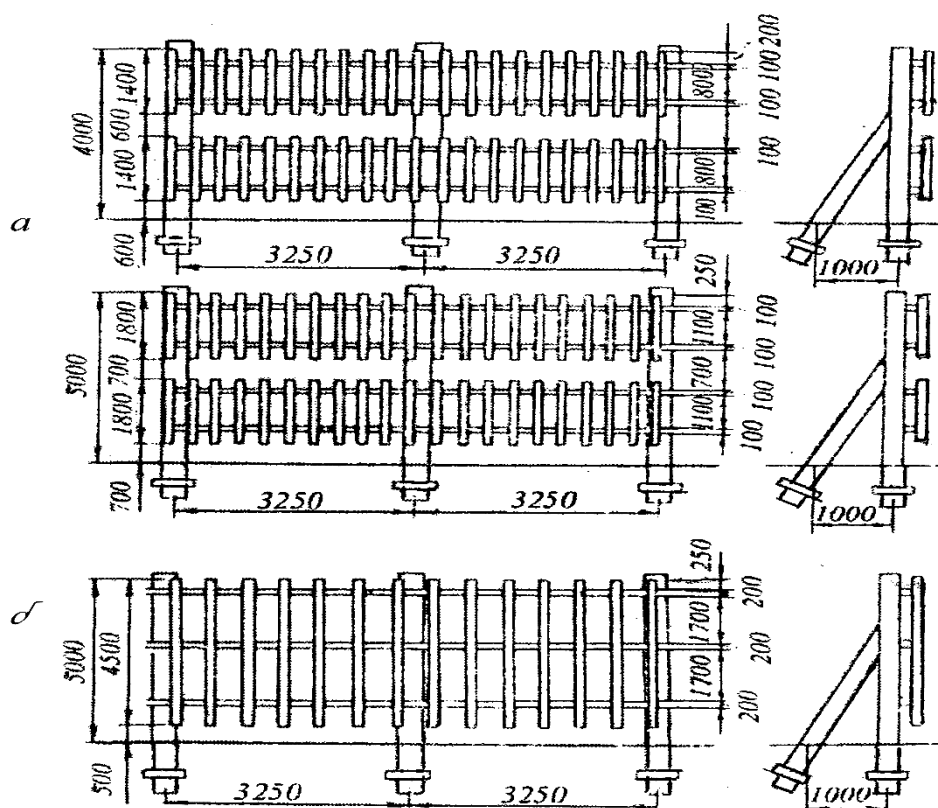


Рис. 16. Снегозадерживающие заборы:
а – двухпанельный; б – однопанельный

Объем снега, который может задерживать забор, существенно зависит от его высоты. Высоту забора рассчитывают исходя из объема снегоприноса к дороге Q_n :

$$H = 0,34 \sqrt{Q_n} + H_c, \quad (21)$$

где H_c – средняя многолетняя наибольшая высота снежного покрова в данной местности, м;

Q_n – объем снегоприноса, m^3/m , из расчета 7 %-ной обеспеченности.

Заборы выше 5 м по технико-экономическим показателям делать не рекомендуется. Если при расчете по формуле (21) получилась большая высота, то устраивают два и более рядов заборов.

Однопанельные заборы (см. рис. 16) используют для вторых и третьих рядов многорядных линий снегозадерживающих заборов. Двухпанельные применяются при устройстве однорядных заборов или в первом ряду к дороге при многорядных линиях. Заборы делают из дерева или из сборного железобетона. У двухрядного забора снегоемкость примерно в четыре раза больше, чем у однорядного.

Общая снегоемкость заборов, установленных в несколько рядов:

$$W = 0,8(n - 1)H\alpha + 8H^2, \quad (22)$$

где W – общая снегоемкость заборов, поставленных в несколько рядов, m^3/m ;

n – количество рядов заборов;

α – расстояние между рядами заборов (принимается равным 30 Н), м.

Расстояние установки первой линии заборов от бровки земляного полотна зависит от рельефа местности и направления господствующих ветров: (15...20) Н на горизонтальной местности или при наличии подъема от забора к дороге, (20...25) Н, если местность понижается от забора к дороге. Меньшее расстояние принимается для ветров, дующих по направлению к забору под острым углом, большее расстояние – для ветров, дующих к забору под углом, близким к 90° .

В многоснежные зимы и при часто повторяющихся метелях можно дополнительно усиливать забор линией переносных щитов.

Снегопередуваемые заборы устанавливают в открытой безлесной местности, где дуют с постоянным направлением метелевые ветры. Снегопередуваемые заборы устраивают для защиты выемок глубиной до 5 м, низких насыпей и нулевых мест. Снегопередуваемый забор представляет собой ряд глухих ветронаправляющих панелей (щитов), закрепленных на столбах на некотором расстоянии над дорогой (рис. 17).

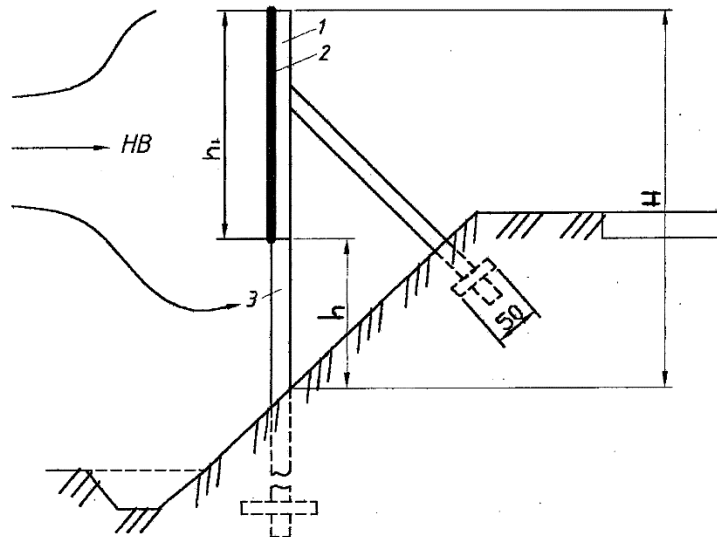


Рис. 17. Снегопереуваемы забор: HV – направление снеговетрового потока; 1 – стойки; 2 – глухая панель; 3 – отверстие для сдувания снега с дороги

Ветровой снеготок обтекает забор сверху и снизу, а часть его сужается и проходит в отверстия над дорогой с повышенной скоростью, пронося снег над дорогой и одновременно сдувая его с дорожного полотна. В результате предотвращаются снежные отложения на дороге, так как снег откладывается за дорогой.

Снегопереуваемые заборы хорошо работают, если господствующие ветры направлены под углом от 50 до 90⁰ к оси дороги и имеют скорость более 12...15 м/с, если имеется сухой легкоподвижный снег, а объем снеготприноса составляет более 300...350 м³/м.

Длина зоны выдувания над дорогой зависит от конструктивных параметров забора: высоты забора H, высоты снеготпродуваемого проема h, высоты глухой панели h₁. В зависимости от величины конструктивных параметров заборы подразделяются на три типа (табл. 15).

Таблица 15

Тип за- бора	Конструктивные параметры, м				Ширина зоны продувания, м
	H	h ₁	h	α, град	
I	5,0	3,0	2,0	90	До 6
II	6,5	4,0	2,5	90	От 6 до 8
III	8,0	5,0	3,0	90	От 8 до 10

Примечание. α – угол господствующих ветров по направлению к дороге.

Из табл. 15 следует, что чем выше снеготпродуваемы забор, тем больше зона продувания на дороге. Однако выше 8 м заборы устраивать не рекомендуется. Для увеличения зоны продувания заборы нужно располагать как можно ближе к кромке проезжей части. Иногда заборы устанавли-

ливают даже на обочине, соблюдая меры по безопасности движения (уменьшение скорости, запрещение обгона). Обычно снегопередаваемые заборы изготавливаются из дерева или сборного железобетона.

Глава 5. ОЧИСТКА ДОРОГ ОТ СНЕГА

Все снегозадерживающие устройства не полностью предохраняют дорогу от снега. Особенно снижается их эффективность при спокойном снегопаде в безветренную погоду. Для обеспечения нормального движения на дороге необходимо периодически проводить работы по снегоочистке проезжей части и обочин. Нормативные сроки снегоочистки зависят от эксплуатационной категории дороги и уровня ее содержания (см. гл. 16 и [5]).

К основным видам снегоочистительных работ относятся патрульная очистка, удаление валов, расчистка снегопадных отложений, снежных заносов и лавинных завалов.

Патрульная очистка дорог от снега относится к основным видам работ по борьбе со снегопадами. Это основа зимнего содержания дорог. К патрульной очистке приступают сразу, как только начинается снегопад. Плужные снегоочистители очищают обслуживаемый участок дороги от снега путем систематических проездов в течение всего времени, пока идет снег.

Задача заключается в том, чтобы снег не накопился на дороге и не укатался колесами автомобилей в скользкий слой (накат).

При патрульной снегоочистке снегоочистители должны иметь достаточную скорость (не меньше 35...45 км/ч), что позволяет не сдвигать снег в валы, а отбрасывать его в сторону. В Канаде и США [7] для патрульной снегоочистки применяют быстроходные мощные машины мощностью 185 кВт со скоростью движения 60...80 км/ч. Отвал таких машин отбрасывает снег на расстояние до 15...20 м. При этом снежные валы на обочинах дороги не образуются, а отброшенный снег откладывается за пределами земляного полотна.

Если слой снега на дороге имеет толщину 3...5 см, то в зависимости от скорости снегоочистительной машины снег будет отбрасываться на следующее расстояние [8]:

Скорость снегоочистителя, км/ч.....	30	35	40	45	50	60
Расстояние отбрасывания снега, м...	6,7	9,2	10,2	12,1	12,8	17,0

Автогрейдеры не рекомендуется применять при патрульной очистке дороги от снега, так как они имеют небольшие скорости движения и сдвигают снег в валы, а не отбрасывают его в сторону.

При увеличении толщины слоя снега на дороге от 0,1 до 0,3 м сопротивление движению плужного снегоочистителя резко возрастает и его скорость снижается в 1,5 раза, до 30 км/ч. Более эффективно использовать плужные снегоочистители на патрульной очистке при толщине слоя снега до 5 см.

Высокая скорость движения снегоочистителей позволяет быстро очищать участки дороги с меньшим количеством плужных машин и исключать образование снежных валов вдоль проезжей части. Для более эффективной работы патрульных снегоочистителей их формируют в отряды по две-три группы. Это обеспечивает расчистку сразу всей полосы движения за один проход.

На рис. 18 приведена схема патрульной очистки двухполосной дороги от снега отрядом из плужных снегоочистителей. Уборка снега ведется от оси дороги к обочине по направлению ветра. Ближняя к обочине машина снабжается боковым крылом, которое увеличивает дальность отбрасывания снега и разравнивает небольшие снежные валы, если они образовались у края полосы очистки.

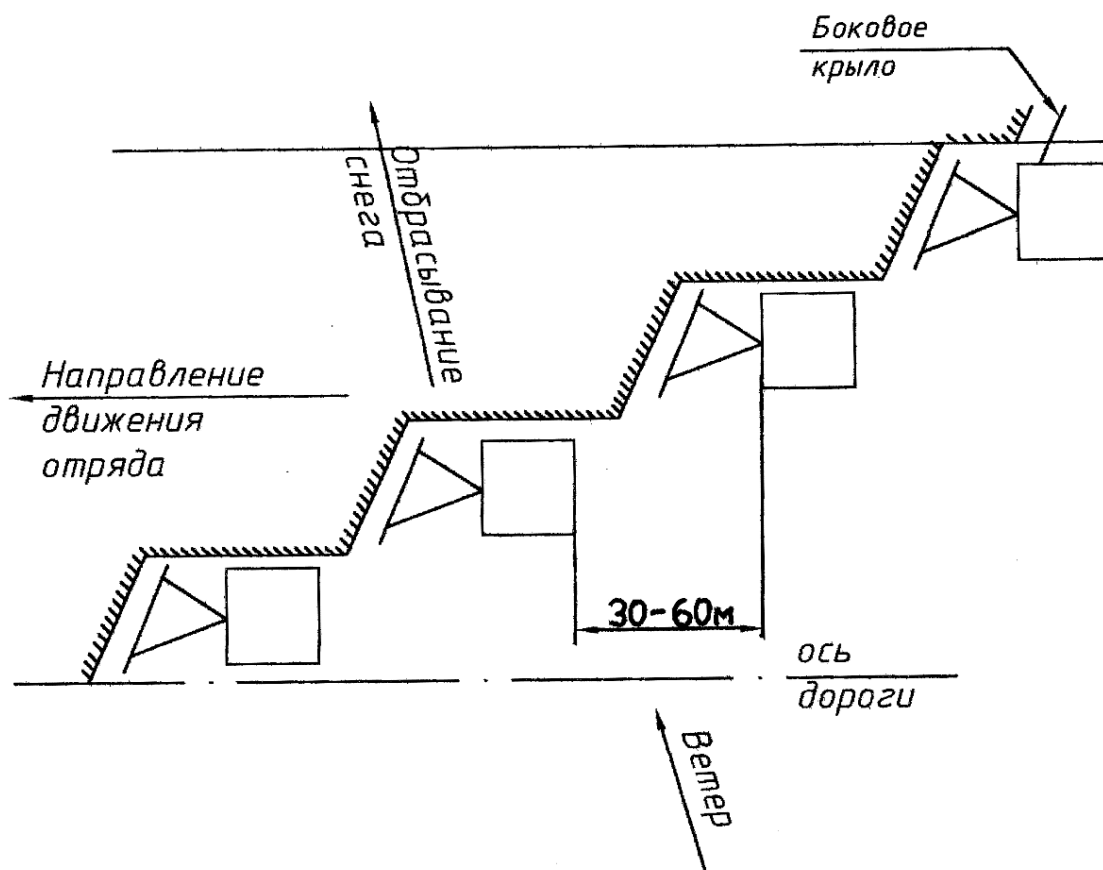


Рис. 18. Схема патрульной очистки дороги от снега отрядом с одноотвальными плужными автомобильными снегоочистителями

Машины движутся в одном направлении на расстоянии 30...60 м друг от друга с перекрытием следа на 0,3...0,5 м. Расстояние между снегоочистителями может достигать до 100 м, что обеспечивает видимость на дороге и пропуск проезжающих автомобилей.

При интенсивных метелях и снегопадах, когда на дороге появляются снежные косы и переметы, в патрульный отряд включают двухотвальный плужный снегоочиститель. Он идет по середине дороги, пробивая косы и переметы, а идущие за ним одноотвальные снегоочистители сдвигают или отбрасывают снег на сторону. Пройдя свой участок по одной стороне от оси дороги, отряд машин затем проходит по другой стороне.

При сильном боковом ветре можно вести патрульную очистку снега от одной обочины к другой по направлению ветра (рис. 19). Сначала снег отбрасывается плужными машинами по направлению ветра с одной полосы движения на встречную, а затем с нее при обратном проходе снегоочистителей отбрасывается также по направлению ветра за обочину.

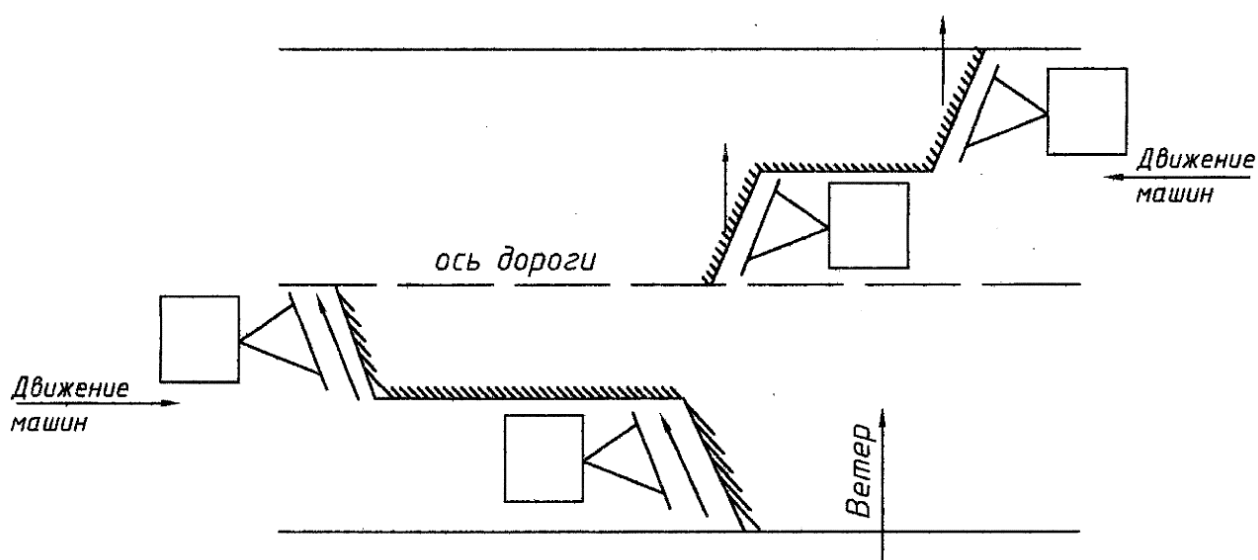


Рис. 19. Схема патрульной очистки снега от одной обочины к другой при сильном боковом ветре

Снегоуборочные машины имеют большие резервы увеличения ширины очистки снега. На рис. 20, а показана схема работы двух машин с дополнительным монтажом двух боковых отвалов, что увеличивает ширину уборки снега до 11 м за один проход. На рис. 20, б изображен автогрейдер с четырьмя отвалами, который убирает снег на ширине 7,5 м. Использование таких машин увеличивает производительность труда и сокращает число снегоуборочной техники.

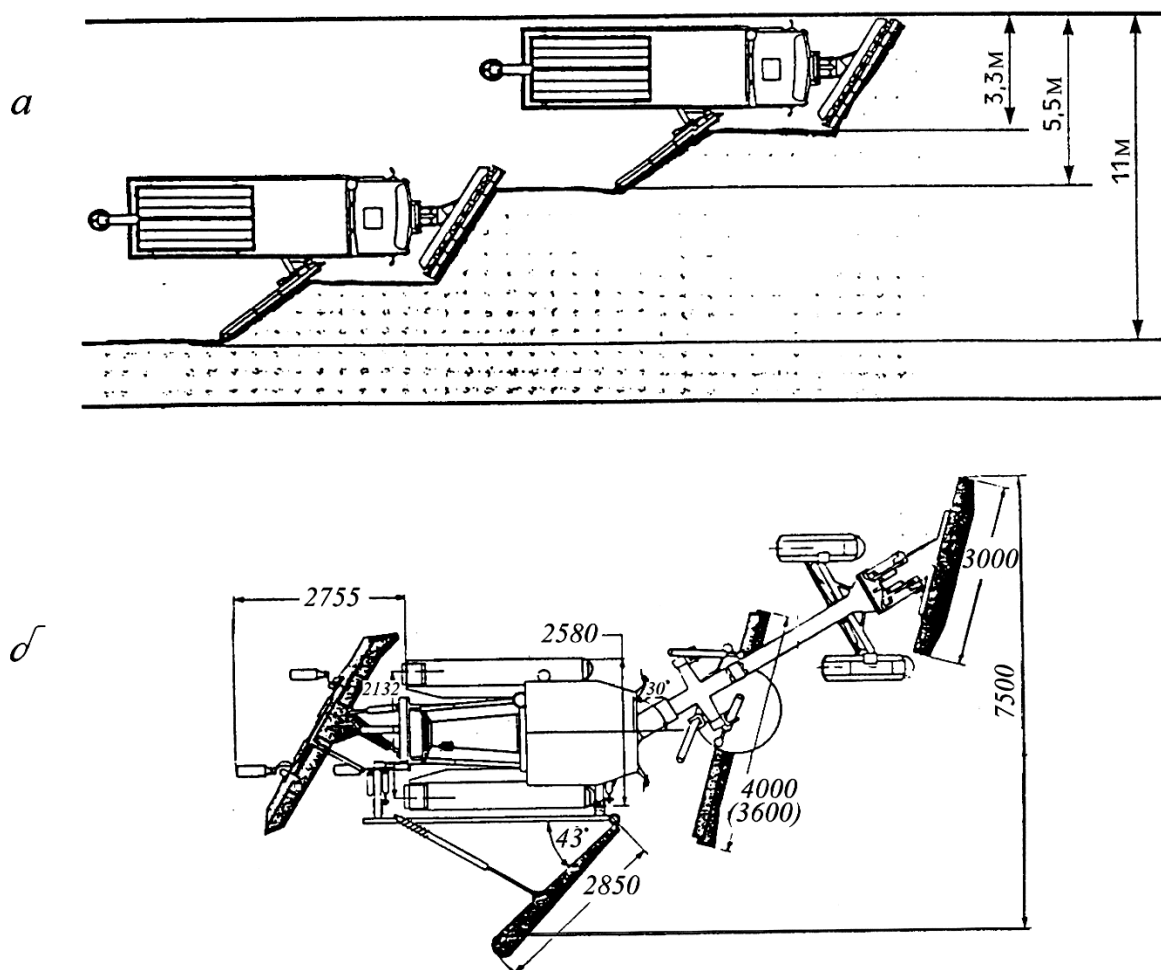


Рис. 20. Уборка снега на большую ширину: а – две машины, оборудованные двумя отвалами; б – автогрейдер с четырьмя отвалами

5.1. Расчет необходимого количества патрульных снегоуборочных машин

Количество необходимых патрульных машин $N_{п}$ находится по следующей формуле:

$$N_{п} = \frac{Zn}{Vkt}, \quad (23)$$

где Z – длина патрулируемого участка дороги, км;

V – рабочая скорость снегоочистителя или его производительность, км/ч;

k – коэффициент внутрисменного использования снегоочистителей ($k = 0,7...0,8$);

n – число проходов по ширине проезжей части:

$$n = \frac{B}{b \cos \alpha - 0,3}, \quad (24)$$

B – ширина очищаемой проезжей части, м ;

b – ширина отвала снегоочистителя, м;

α – угол захвата отвала снегоочистителя, град;

0,3 – перекрытие соседней полосы, м;

t – время патрулирования или время интервала между выходами патрульных машин, ч:

$$t = \frac{h_n}{h_c} \alpha, \quad (25)$$

здесь h_n – глубина выпавшего снега, см;

h_c – интенсивность накопления снега, см/ч;

α – коэффициент, учитывающий увеличение времени на разворот и остановку отряда машин в конце патрулируемого участка;

$\alpha = 1,1 \dots 1,2$.

Обычно патрулирование начинается при $h_n = 3$ см, однако на дорогах I, II категорий целесообразно накапливать снег до $h_n = 1,0 \dots 1,5$ см, а на дорогах IV категории можно до $h_n = 6$ см.

Интенсивность накопления снега h_c обычно составляет 0,5...1,2 см/ч и редко 4 см/ч.

Например, для $h_n = 3$ см, $h_c = 1,2$ и $\alpha = 1$ время интервала между выходами патрульных машин t составит по формуле (25) $t = 3/1,2 = 2,5$ ч, т.е. за 2,5 ч на дороге образуется слой снега $h_n = 3$ см.

5.2. Усиленная очистка дороги от снега

Усиленная очистка дороги от снега делается в том случае, если невозможно очистить дорогу, применяя только одно патрулирование.

При интенсивном накоплении снега, нехватке патрульных машин и небольшой скорости их передвижения на сильно заносимых участках дороги образуются толстые снегоотложения. В этом случае следует применять комплекс снегоочистительных машин. Сначала, когда глубина отложений равна 0,2...0,3 м, их расчищают плужными автомобильными снегоочистителями, которые работают в комплексе с роторными снегоочистителями. Плужные машины сдвигают снег в валы, а роторные отбрасывают его в сторону от дороги.

Если глубина снега на дороге достигла 0,6...1,0 м, то используют для очистки тракторные снегоочистители с двухотвальными плугами типа Э-215. В качестве трактора применяется Т-130, ширина захвата составляет

3,5 м, а при установке боковых крыльев – до 7,3 м. Его производительность достигает 60000 м²/ч. После работы трактора оставшиеся валы убирают роторными снегоочистителями, а затем проезжая часть зачищается от снега щеточными машинами.

В нулевых местах, выемках и невысоких насыпях следует устраивать более эффективную снегозащиту от метелевых снежных потоков, а при недостаточной защите убирать снежные отложения с помощью роторных снегоочистителей.

При расчистке проезжей части снег сдвигается на обочины, где образуются большие слежавшиеся валы. Валы сужают дорожное полотно, ухудшая видимость на дороге, особенно на ее закруглениях.

В выемках и невысоких насыпях снежные валы на обочинах достигают высоты 1,0–1,5 м. Они убираются с помощью роторных снегоочистителей, а из выемок в случае необходимости снег вывозится на самосвалах.

Роторные снегоочистители снабжены для захвата снега шнековым механизмом, а для его отбрасывания имеется другой механизм. Ширина захвата составляет 2,5–3,2 м, а высота захвата 1–2 м. Снег отбрасывается на расстояние 15–25 м. Производительность машины может достигать 1200 т/ч.

При толстом слое снега на всей ширине дороги роторные снегоочистители сначала прорывают траншею по оси дороги, а затем расширяют ее с обеих сторон, пока весь снег не будет убран.

Дорожные организации до наступления зимы составляют план работы по удалению снега. Для этого дорога разделяется на участки с учетом степени их заносимости, при этом учитываются величины снегоприноса, направления господствующих ветров, толщина снегоотложений, количество метельных дней и снегопадов и наличие постоянных и временных снегозащитных устройств. График уборки снега составляется по километрам дороги.

На слабозаносимых участках все снегоотложения убираются во время патрульной очистки. Для этого нужно иметь достаточное количество патрульных машин, которое рассчитывается по формуле (23). На сильнозаносимых участках дороги планируется усиленная снегоочистка и установка более эффективных снегозадерживающих устройств.

Наиболее выгодные условия для применения различных снегоочистительных машин приводятся в табл. 16.

На сильно заносимых участках дороги, особенно в нулевых местах, на кривых, около труб и мостов, не имеющих боковых ограждений, устанавливают вехи. «Снежные вехи» используют для обозначения бровки дороги. При сильных снегопадах они помогают водителю ориентироваться в пределах границ дороги. Расстановку вех производят заблаговременно до промерзания грунта. Расстояние между вехами зависит от геометрии в

плане и ширины дороги (табл. 17). Высота вехи находится в пределах от 1,5 до 2,0 м.

Таблица 16

Машины	Плотность снега, г/см ³	Высота слоя, разрабатываемого за один проход, м	Работы, на которых целесообразно применение машины
Одноотвальные плужные автомобильные снегоочистители	0,3	0,3	Патрульная снегоочистка, расчистка снежных заносов небольшой толщины, уширение полосы расчистки
Двухотвальные автомобильные плужные снегоочистители	0,4	На коротком участке до 0,6; на длинном до 0,5	Патрульная очистка, расчистка снежных заносов средней толщины, уширение полосы расчистки
Двухотвальные тракторные (колесные и гусеничные) снегоочистители	0,6	1,0	Расчистка снежных заносов средней толщины, уширение полосы расчистки, разравнивание снежных валов боковым крылом, прокладка снежных траншей
Роторные снегоочистители	0,7	До 1,2...1,5	Расчистка снежных заносов или снегопадных отложений большой толщины. Удаление снежных валов. Расчистка снежных валов
Автогрейдеры	0,6	0,5	Расчистка снежных отложений средней толщины. Разравнивание снежных валов или их удаление совместно с роторными снегоочистителями. Удаление уплотненного слоя снега
Бульдозеры	0,7	1,0	Расчистка снежных отложений средней толщины (в том числе лавинных завалов): при толщине более 1 м – послойными проходами. Удаление уплотненного слоя снега
Валоразбрасыватели	0,6	1,0	Удаление снежных валов (в том числе расположенных над кюветами)

Таблица 17

Характеристика участков дороги	Расстояние между вехами, м при ширине дороги, м		
	< 7	7 – 9	> 9
Прямые	80	90	90
С умеренными изгибами	60	80	80
Извилистые дороги	40	50	70

В Финляндии расстановка вех осуществляется автоматически с помощью приспособления, смонтированного на автомобиле или легком тракторе. Вехи устанавливаются вертикально в кассете и по одной выталкиваются на обочину дороги. Веха точно попадает в отверстие, которое для нее предварительно прокалывает заостренный стержень.

В табл. 18 приведены укрупненные показатели затрат машинного времени и труда при снегоочистке на 1 км дороги с шириной проезжей части 7 м.

Таблица 18

Вид работы	Операция	Машина		Рабочий	
		Наименование	Маш.-ч	Профессия и классификация	Чел.-ч.
1	2	3	4	5	6
Патрульная снегоочистка	Очистка с отбрасыванием за бровку дорожного полотна	Плужный одноотвальный автомобильный снегоочиститель на КДМ-53213	0,24	Машинист 4-го разряда	0,24
		Плужный одноотвальный автомобильный снегоочиститель с боковым крылом ЭД-207	0,24	Машинист 4-го разряда	0,24
	Очистка с оставлением снежных валов (при толщине снега 10 см и более)	Плужный одноотвальный снегоочиститель на КДМ-53213	0,35	Машинист 4-го разряда	0,35
		Автогрейдер ДЗ-180А	1,8	Машинист 4-го разряда	1,8

1	2	3	4	5	6
Патрульная снегоочистка	Уборка снежных валов	Роторный снегоочиститель ДЭ-226	1,17	Машинист 4-го разряда Дорожный рабочий 3-го разряда	1,17
Расчистка снежных заносов	Пробивка снежных заносов (при толщине снега 0,3...0,5 м)	Двухотвальный плужный снегоочиститель на колесном тракторе К-701	0,12	Машинист 4-го разряда	0,12
	Уширение полосы расчистки	Двухотвальный плужный снегоочиститель на колесном тракторе К-701	1,40	Машинист 4-го разряда	1,40
		Автогрейдер ДЗ-180А	4,40	Машинист 4-го разряда	4,40
	Удаление снежных валов	Роторный снегоочиститель ДЭ-226	2,92	Машинист 4-го разряда	2,92
	Окончательная очистка с удалением снега с покрытия	Плужный одноотвальный снегоочиститель со щеткой на КДМ-53213	0,23	Машинист 4-го разряда	0,23
Удаление уплотненного снега	Скалывание уплотненного снега	Бульдозер ДЗ-82 или автогрейдер ДЗ-180А с зубчатым ножом на отвале	12,50	Машинист 4-го разряда	12,5
	Отбрасывание сколотого снега	Роторный снегоочиститель ДЭ-226	1,91	Машинист 4-го разряда	1,91

5.3. Расчет количества снегоуборочных машин

Работы по снегоочистке дорог относятся к объемным, т.е. при расчете количества снегоуборочных машин N в формуле учитывается объем убираемого снега:

$$N_M = \frac{W}{P_{\text{ч}} t_{\text{д}}}, \quad (26)$$

где W – объем снега, подлежащего уборке за один цикл снегоочистки (одну метель), м^3 ;

$P_{\text{ч}}$ – эксплуатационная часовая производительность снегоуборочной машины, $\text{м}^3/\text{ч}$;

$t_{\text{д}}$ – директивный срок очистки дороги от снежных заносов или уборки снежных валов, ч.

Объем убираемого снега W находится из следующего выражения:

$$W = BhZ\beta, \quad (27)$$

где B – ширина дороги, м;

h – глубина отложившегося на дороге снега во время снегопада и метели, м;

Z – длина участка дороги, на котором нужно очистить снег, м;

β – коэффициент задержания снега дорогой (в выемках – 0,9; в нулевых местах, малых насыпях, на участках с ограждениями и возвышающейся разделительной полосой – 0,4).

Директивный срок очистки дороги зависит от эксплуатационной категории дороги и уровня ее содержания. Например, для категории Iэ дороги директивный срок очистки в зависимости от уровня содержания (допустимый, средний, высокий) колеблется в пределах от 4 до 3 ч, а для дороги категории IVэ – от 6 до 4,5 ч.

Глава 6. ОБРАЗОВАНИЕ ЗИМНЕЙ СКОЛЬЗКОСТИ НА ДОРОЖНОМ ПОКРЫТИИ

Зимняя скользкость представляет собой все виды ледяных и укатанных снежных образований на проезжей части дороги, которые резко снижают коэффициент сцепления колес машины с дорогой. Различают как естественное обледенение покрытия, так и искусственное обледенение, образующееся в виде снежного наката под действием колес автомобилей.

Естественное обледенение образуется от замерзания капель дождя, мороси, тумана. Ледяная корка на поверхности дороги появляется при температуре от + 4 до -20 °С. Лед на дороге при резком понижении температуры может образовываться от замерзания луж, которые остались от дождя, прошедшего при положительной температуре. Аналогичное явление

происходит при выпадении мокрого снега, который смерзается в лед. Глубину промерзания ледяных корок можно вычислить по формуле

$$h_{\text{л}} = 0,23k_{\text{в}}\sqrt{Tt}, \quad (28)$$

где $h_{\text{л}}$ – толщина ледяной корки на покрытии, см;

$k_{\text{в}}$ – коэффициент учета скорости ветра V ; при $V = 0$ $k_{\text{в}} = 1$, при $V = 5 \dots 10$ м/с $k_{\text{в}} = 1 \dots 1,5$;

T – средняя отрицательная температура воздуха в период образования льда, $^{\circ}\text{C}$;

t – время промерзания, ч.

Толщина слоя льда $h_{\text{л}}$ обусловлена микрошероховатостью и ровностью покрытия, от которых зависит толщина слоя воды на дороге. При скапливании воды в выбоинах толщина льда может достигать 2–3 см, а при изморози – от 1 до 2 мм.

Из формулы (28) можно найти время промерзания t :

$$t = \frac{19h_{\text{л}}^2}{Tk_{\text{в}}^2}. \quad (29)$$

В среднем время промерзания колеблется от 1 до 6 ч в зависимости от местных условий.

Гололедные образования появляются примерно за месяц до наступления устойчивых морозов и исчезают спустя месяц после постоянных отрицательных температур. Обычно гололед появляется при ночных заморозках, а в прибрежных районах – в вечерние часы. Скорость образования гололеда довольно высокая и составляет 1...6 ч. Если гололед не ликвидировать, то он может сохраняться на дороге от 5 до 30 ч, снижая коэффициент сцепления колес с дорогой до 0,08... 0,15.

Искусственная скользкость возникает в результате уплотнения выпавшего снега колесами движущихся автомобилей. При образовании снежного наката происходит механическое уплотнение снега до $0,35 \dots 0,5$ г/см³, что снижает коэффициент сцепления до 0,20...0,25 и формирование ледяной корки на снежной поверхности от периодического замерзания и оттаивания слоя наката. При движении автомобилей, особенно при буксовании, в контакте шины с дорогой происходит выделение тепла, что ведет к образованию водяной пленки, которая затем кристаллизуется в лед плотностью $0,6 \dots 0,65$ г/см³; происходит дальнейшее уплотнение и промерзание наката до возникновения на дороге сплошной корки льда плотностью $0,9$ г/см³, что уменьшает коэффициент сцепления до 0,10...0,15.

Более интенсивно формируется слой наката при температуре около 0°C и замедляется, если она ниже минус 10°C .

Водяная незамерзшая пленка появляется на накате при оттепелях, что очень опасно для движения автомобилей, так как коэффициент сцепления становится минимальным – 0,03...0,15.

Мокрый снег, выпавший на снежный накат, еще больше уменьшает сцепление колес автомобилей с дорогой и может привести к дорожно-транспортным происшествиям (ДТП).

6.1. Методы борьбы с зимней скользкостью

Своевременное удаление зимней скользкости на дорогах имеет большое значение для безопасного движения транспорта. По статистическим данным США, 82 % дорожно-транспортных происшествий приходится на скользкие покрытия и в 4,5 раза реже ДТП происходят на дорогах, где нет снега и льда [6].

Мероприятия по борьбе с зимней скользкостью на автомобильных дорогах можно разделить на следующие виды: повышение коэффициента сцепления колес с дорогой путем россыпи фрикционных материалов, удаление ледяного или снежного слоя с помощью механического, химического, теплового способов, устройство специальных противогололедных покрытий.

В качестве *фрикционных материалов* используются песок, мелкий гравий, отходы дробленого каменного материала, топливный шлак, зола и другие абразивные материалы. Размеры частиц материалов не должны превышать 5...6 мм. Более крупные частицы будут отбрасываться колесами и повреждать ветровые стекла автомобилей, распределителей и могут травмировать людей.

Россыпь на скользкое покрытие производится в основном пескоразбрасывателями, снабженными вращающимся валом или ленточным транспортером. Самым распространенным фрикционным материалом является песок. Содержание глинистых частиц в песке допускается не более 2...3 %. Шлак не должен включать металлические обломки.

В первую очередь абразивные материалы распределяются на пересечении дорог, поворотах, больших уклонах и автобусных остановках, а затем на остальных участках дороги.

Преимуществом фрикционного метода является его простота. Однако он имеет существенные недостатки. Рассыпанный материал повышает коэффициент сцепления колес со скользким покрытием до 0,3 на короткое время, так как материал долго не задерживается на покрытии. Он сдувается завихрениями воздуха, образуемыми после прохода автомобилей, разбрасывается колесами транспорта и переносится ветром.

Эффективность применения абразивных материалов снижается с ростом интенсивности движения. Более устойчивый результат получается при интенсивности движения автомобилей до 500 авт./сут.

При наличии влажного льда использование песка дает более высокий результат в борьбе со скользкостью на дорогах, так как он лучше закрепляется на поверхности.

Рекомендуемая норма расхода песка на прямых участках с продольным уклоном до 20 % при гололедице составляет 0,1...0,2 м³ на 1000 м², а на кривых, уклонах больше 20 %, на пересечениях дорог норму расхода удваивают. Рекомендуемая скорость машины при россыпи материалов – 30...40 км/ч.

Во многих странах проводились опыты по использованию подогретого песка [9]. Однако они не дали желаемого результата, так как мелкие частицы песка легко сдуваются, а оставшаяся часть крупных зерен не обеспечивает должного эффекта.

Песчано-соляная смесь приготавливается путем добавления в песок сухой соли в количестве 15...20 кг/м³. Такая смесь готовится на базах хранения противогололедных материалов.

При высокой интенсивности и большой скорости движения автомобилей песчано-соляная смесь не задерживается на дороге дольше, чем чистый песок без соли. Такая смесь менее агрессивна к окружающей среде по сравнению с применением только одной соли, так как вместе с песком соли распределяется значительно меньше на дорожном покрытии.

Норма расхода песчано-соляной смеси – от 100 до 350 г/м² в зависимости от степени опасности дорожных участков. На кривых и крутых спусках расход смеси больше, а на прямых с небольшими продольными уклонами меньше.

Песчано-соляная смесь может быть приготовлена путем добавления в песок не сухой соли, а соляного раствора. Эта смесь имеет свои преимущества по сравнению с сухой песчано-соляной смесью. Материал удерживается на ледяной корке лучше, так как солевой раствор растворяет поверхность льда. В результате происходит оттаивание льда, песчинки погружаются в ледяную корку и замерзают в ней. Вмерзшие в лед песчинки прочно удерживаются на ледяной поверхности, увеличивая ее шероховатость и коэффициент сцепления.

Химико-механический метод борьбы с зимней скользкостью заключается в распределении по снежному накату твердых или жидких хлоридов. Действие их основано на плавящей способности льда, после чего образовавшуюся рыхлую массу убирают механическим способом при помощи плужных или плужно-щеточных очистителей. Можно использовать и автогрейдеры.

Расход твердых хлоридов на 1 мм толщины корки льда составляет от 15 до 90 г/м, а жидких хлоридов – от 0,08 до 0,15 л/м в зависимости от

вида хлорида и температуры окружающего воздуха. Для уменьшения расхода хлоридов и повышения их эффективности в снежном накате нарезаются продольные канавки глубиной 2...5 см, шириной 6 см на расстоянии 2 см друг от друга. Ножи с режущей кромкой из круглых зубьев прикрепляются к листу, который фиксируется на отвале автогрейдера. Ножи с круглыми зубьями могут разрушать покрытие, поэтому делать канавки нужно с большой осторожностью и не превышать существующую глубину снежного наката.

При распределении твердые или жидкие хлориды в основном попадают в нарезанные канавки и быстрее разрушают снежный накат, а затем он убирается плужно-щеточными машинами. По сравнению с расходом при обычном способе расход хлоридов уменьшается на 30...40 %.

Химический метод основан на применении для плавления снежного наката и льда твердых или жидких химических веществ, содержащих соли. Хлористые соли вступают в реакцию с ледяной поверхностью, сопровождающуюся выделением тепла. Интенсивность реакции зависит от плавящей способности хлоридов (количество расплавленного льда на 1 г соли при данной отрицательной температуре воздуха t за время T). Плавящая способность хлоридов может быть определена по эмпирической формуле

$$q = aT^b, \quad (30)$$

где q – плавящая способность хлоридов (количество расплавленного льда), г;

a – коэффициент зависящий от вида хлорида; $a = 3...5$;

b – коэффициент, принимаемый в зависимости от температуры воздуха t за время T ; $b = 0,25...0,7$.

С понижением температуры воздуха плавящая способность хлоридов снижается и их расход увеличивается. Например, в формуле (30) большие значения коэффициентов a и b следует принимать при более низких температурах.

Растворы, которые образуются при плавлении льда, могут при низкой температуре сами замерзнуть и стать причиной нового обледенения. Так, раствор хлористого натрия при 23 %-ной концентрации замерзает при температуре окружающего воздуха минус 21 °С, а раствор хлористого кальция 30 %-ной концентрации – при минус 50 °С. Однако концентрация растворов может быть меньшей, поэтому минимальные температуры воздуха, при которых рекомендуется применять твердые хлориды, колеблется от минус 10 до минус 20 °С, а жидкие – от минус 5 до минус 15 °С.

В качестве твердых хлоридов обычно используют различные отходы промышленности.

Техническая поваренная соль NaCl наиболее распространена в природе в виде минералов галита и сильвинита. Из этого сырья выпускают пищевую, в которой содержится до 99,7 % NaCl, и техническую соль, содержащую больше 93 % NaCl.

Применяемая для борьбы с зимней скользкостью техническая соль имеет крупность от 1,2 до 4,5 мм.

Техническая соль из сильвинитовых отвалов – это отходы производства калийных удобрений. Они содержат до 95 % хлористого натрия, 2–3 % хлористого калия и до 1 % хлористого магния. Отходы накоплены в больших количествах в отвалах калийных комбинатов. Частицы соли имеют крупность до 4 мм. Недостатком этой соли является повышенная влажность (8–12 %) и, как следствие, слеживаемость при положительной температуре и смерзаемость при низкой отрицательной температуре окружающего воздуха.

Хлористый кальций CaCl₂ является побочным продуктом производства соды. На вид похож на чешуйки, поэтому называется чешуирированным.

Хлористый кальций фосфатированный – это смесь чешуирированного хлористого кальция с суперфосфатом (ингибитором). Добавка ингибитора в количестве 5...7 % снижает коррозионное действие соли.

Хлористый кальций дороже и более агрессивен к металлам, чем хлористый натрий, поэтому из них создают смесь, которую используют при более низких температурах, чем один чистый NaCl. Оптимальную смесь получают при соотношении NaCl / CaCl₂ как 22/3.

Жидкие хлориды применяются в виде естественных и промышленных рассолов. Они пригодны для борьбы с зимней скользкостью, когда концентрация солей составляет более 150 г/л. Температура замерзания жидких хлоридов от минус 10 до минус 17 °С, поэтому ниже этих температур их использовать нельзя. В табл. 19 приведены значения отрицательных температур, при которых допускается применение рассолов для борьбы с зимней скользкостью.

Таблица 19

Вид рассола	Концентрация		Температура воздуха, до которой допускается применение хлоридов, °С
	%	г/л	
Хлористо-натриевый	15	166	-11
	20	230	-16
Хлористо-кальциевый	15	170	-10
	20	238	-17

Жидкие естественные рассолы содержатся в соленых озерах или их добывают путем бурения скважины глубиной 800...1300 м. Например, на дороге Москва – Санкт-Петербург имеется скважина глубиной 1300 м, из которой получают до 100 м³ рассола в день с содержанием соли 200 г/л [9].

Большое значение для борьбы с гололедом имеет правильное определение необходимого расхода хлорида Q , $г/м^2$. В Германии для расчета дозировки используется эмпирическая формула

$$Q = 16th, \quad (31)$$

где t – температура воздуха ниже $0\text{ }^{\circ}\text{C}$;

h – толщина корки льда, мм, и снега, см;

Например, при $t = -3\text{ }^{\circ}\text{C}$ и слое льда $h = 0,6$ мм расход хлорида $Q = 16 \cdot 3 \cdot 0,6 = 29\text{ }г/м^2$.

Нормы расхода различных видов хлорида для борьбы со скользкостью в соответствии с ВСН 24-88 [2] приведены в табл. 20 (на 1 мм осадков). Видно, что температура окружающего воздуха и концентрация хлоридов (содержание основного вещества) существенно влияют на норму их распределения.

Таблица 20

Название хлорида	Содержание основного вещества	Накат и рыхлый снег				Гололед		
		Температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$						
		-5	-10	-15	-20	-2	-4	-6
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Твердые хлориды, $г/м^2$, на 1 мм осадков								
Хлористый натрий в виде: поваренной соли;	90	20	35	50	65	40	75	100
соли сильвинитовых отвалов;	80	25	40	55	70	45	85	125
смеси солей с хлористым кальцием в отношении 22/3	50	35	65	90	115	70	135	200
Хлористый кальций в виде: чешуированного хлористого кальция	76	25	45	55	70	55	110	150
фосфатированного хлористого кальция	67	30	55	65	80	60	125	170
Жидкие хлориды, $л/м^2$, на 1 мм осадков								
Рассол хлористонатриевый	25	0,05	0,10	0,13	0,15	0,13	0,29	0,48
	20	0,07	0,12	0,16	-	0,17	0,41	0,72
	15	0,10	0,14	-	-	0,25	0,67	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Рассол хлористо-кальциевый	35	0,03	0,06	0,08	0,09	0,10	0,21	0,31
	30	0,04	0,08	0,10	0,11	0,12	0,26	0,40
	20	0,06	0,12	0,16	-	0,21	0,52	-

Примечания: 1. Для других температур и концентраций расход хлоридов определяется интерполяцией. Если толщина осадков больше 1 мм, то норму распределения хлоридов умножают на толщину имеющихся на дороге осадков.

2. Прочерк в таблице означает, что данный хлорид при указанной температуре и концентрации применять нельзя.

6.2. Агрессивное действие хлоридов на окружающую среду и его предупреждение

У жидких и твердых хлоридов, используемых для борьбы с зимней скользкостью, во время взаимодействия с ледяной поверхностью происходят агрессивные химические реакции. Эта способность хлоридов вызывает разрушение металлических поверхностей автомобилей, коррозию металлических мостов, труб, бордюров и арматуры железобетонных мостов.

Для борьбы с зимней скользкостью на цементобетонных покрытиях можно применять хлориды через год после завершения строительства, если покрытия были построены из смеси с воздухововлекающими добавками, и через три года, если построены без них. Однако даже небольшое количество солей, накапливаясь в течение многих лет в придорожной полосе, оказывает отрицательное воздействие на рост деревьев, зерновых культур и другую природную растительность.

В связи с агрессивным влиянием хлоридов на окружающую среду в ряде стран высказываются против применения химических материалов при зимнем содержании дорог. Однако зарубежный и отечественный многолетний опыт говорит о том, что хлориды являются эффективным средством борьбы против зимней скользкости.

Попытки отказаться от использования хлоридов ведут к увеличению стоимости зимнего содержания дорог более чем в 3 раза и резкому росту дорожно-транспортных происшествий.

Негативное влияние хлоридов может быть существенно снижено, если будут строго выдерживаться нормы их применения, приведенные в табл. 20.

С целью уменьшения коррозионного действия в хлориды добавляют замедлители коррозии металлов – ингибиторы. Для твердых хлоридов хлористо-натриевого и хлористо-кальциевого состава в качестве добавок

используют однозамещенный фосфат натрия в количестве 2...3 % или суперфосфат в пределах 5...7 %. В соляные рассолы, где основным веществом является хлористый натрий, вводят однозамещенный фосфат натрия в количестве 0,5...1 % и двухзамещенный фосфат натрия 2...3 %. В хлористокальцевые рассолы вводят в качестве ингибитора 2...3 %-ный двойной суперфосфат. Все эти добавки нетоксичны, не угнетают зеленые насаждения и не вредят дорожным покрытиям.

Большим резервом по уменьшению расхода хлоридов является профилактический способ борьбы со снежно-ледяными образованиями. Профилактические мероприятия по распределению хлоридов с учетом прогноза погоды выполняются за 1...3 ч до начала гололеда.

Своевременное распределение хлоридов до возникновения скользкости позволяет с минимальными нормами 5...10 г/м² (ВСН 20-87) предотвращать возникновение скользкости или существенно уменьшать время нахождения покрытия в неблагоприятном состоянии.

Таким образом, необходимо направлять усилия не только на ликвидацию уже образовавшейся скользкости, но также на ее предупреждение. При борьбе с уже возникшей скользкостью во много раз увеличивается расход распределяемых хлоридных реагентов и, как следствие, возрастает отрицательное воздействие на окружающую среду [11].

С целью предупреждения образования снежного наката следует в период снегопада обрабатывать дорожное покрытие химическими реагентами или смесью с песком. При сравнительно большой интенсивности снегопада (1...3 мм/ч) к распределению химических веществ приступают через 10...15 мин после его начала. Во время слабого снегопада интенсивностью 0,5...1,0 мм/ч химические вещества начинают распределять по дороге через 20...30 мин после его начала. Разлив жидких хлоридов также производят в начале снегопада.

После того как выполнена обработка снега противогололедными материалами, нужно выждать время для протекания химической реакции. К удалению снега щетками или плужными снегоочистителями приступают после того, как он под действием химической реакции и колес транспорта превратится в сыпучий снег. Обычно такой снег хорошо выметается с дорожного покрытия через 2...3 ч после воздействия химических реагентов.

6.3. О применении пескосоляной смеси

Довольно широкое распространение получила борьба с зимней скользкостью путем посыпки покрытия пескосоляной смесью. Однако песок остается на дороге и весной загрязняет территорию и забивает водостоки. Когда грязь высохнет, над дорогой поднимаются клубы пыли, что отрицательно влияет на здоровье населения.

Дорожным службам приходится тратить значительные средства, чтобы очистить дорожную территорию и вывезти грязь на свалку.

Если не применять песок, а использовать только одну техническую соль – хлористый натрий (NaCl), то лед на дороге будет быстро таять. Образуется снежная «каша», которая затрудняет движение транспорта и может привести к авариям. Кроме того, соль отрицательно действует на обувь, животных, растения и автомобили. Пары солей натрия поднимаются в воздух на 15 м и разъедают вставки электропроводов троллейбусных линий.

Техническая соль обладает высокой коррозионной активностью и разъедает трубы, канализацию, металлические части автомобиле, автобусов, троллейбусов и трамваев.

Экологи и дорожные службы пришли к выводу, что использовать соль для борьбы с гололедом вредно и нужно переходить на применение противогололедных материалов с меньшим содержанием хлоридов, например использование раствора модифицированного хлористого кальция (ХКМ). Недостатком ХКМ является его непродолжительный срок действия (до трех часов). Приходится обрабатывать проезжую часть несколько раз в сутки и столько же раз убирать снежную массу с дороги.

Следует отметить, что все реагенты, прежде чем применяться, должны пройти экологическую экспертизу. Реагенты можно использовать, если они признаны безопасными.

В связи с техническим прогрессом изменен подход к техническому обеспечению и самой технологии распределения реагентов. На автомашинах устанавливаются компьютеры с автоматическим распределением реагентов. Водитель заносит в базу данных температуру воздуха, количество выпадающего снега, время предстоящего изменения погоды. На основе этих данных компьютер определяет нормы распределения реагентов (твердые – в диапазоне от 15 до 60 г/м², а жидкие – от 10 до 35 мм/м²).

6.4. Об обработке зимой дорог мелким щебнем

В этом случае не нужно применять химические реагенты. Щебень рассыпается на покрытие, и сцепление колес автомобилей с дорогой будет обеспечено. Однако снежных накатов не удастся избежать. Будет образовываться колея. Это объясняется тем, что в наших условиях зимой происходят оттепели и щебенка не будет держаться в снегу.

Совершенно другая картина наблюдается в Финляндии, где зимой не бывает плюсовой температуры и щебенка вмерзает в снег на дороге на всю зиму.

Использовать щебенку для повышения сцепления колес со снежным покрытием можно в районах, где не бывает положительной температуры в зимний период.

6.5. Снегосплавные пункты

Вывозка снега из городов на специальные свалки представляет собой трудоемкую операцию. Нужны специальные погрузчики и самосвалы.

Накапливать снег на газонах или сбрасывать его в реки запрещено, так как в снежных отложениях накапливаются токсичные вещества, выбрасываемые автомобилями и промышленными предприятиями.

Для утилизации снега применяются специально оборудованные снегосплавные пункты, когда от растопленного снега талая вода, прежде чем попасть в канализационную систему и в реку, проходит очистное сооружение. Например, в г. Москве в 2006 г. зимой эксплуатировалось более 20 снегосплавных пунктов с суточной производительностью 200000 м³ снега. Было организовано видеонаблюдение с выводом сигнала на единый диспетчерский пункт. Таким образом осуществляется координация работы всех снегосплавных пунктов. Дорожно-эксплуатационные предприятия закрепляются за конкретными снегосплавными пунктами. В результате ликвидируются встречные перевозки и очереди самосвалов при разгрузке снега в снегосплавной пункт.

На разгрузку одного самосвала в среднем тратится 5 мин. На практике находят применение мобильные снеготаялки. Для их работы выделяется площадка, которая имеет выход в канализационную систему. Размер площадки должен быть достаточным для разгрузки снега прибывающими самосвалами. Перегружают снег в снеготаялки фронтальные погрузчики.

Главная задача при зимнем содержании дорог – как можно быстрее освободить проезжую часть от снега, временно накопив его на площадке. Затем растапливать его можно продолжительное время.

Таким образом, при предлагаемой схеме работа снеготаялок не является сдерживающим фактором, а снег с дорог убирается и доставляется непрерывно на площадки.

На практике хорошо зарекомендовали себя канадские снеготаялки фирмы «Трекан», которые могут перерабатывать от 20 до 80 т снега в час.

Имеются снеготаялки на пневматических колесах, они перевозятся на трейлерах и устанавливаются в нужном месте.

Для таяния снега снеготаялки оборудуются газовыми горелками. Вода, образующаяся от таяния снега, имеет температуру 3 °С.

6.6. Гололедобезопасные покрытия

Гололедобезопасные покрытия основаны на физико-химическом методе придания покрытию противогололедных свойств за счет введения в его состав химических добавок. Этот метод снижает адгезию льда (силы сцепления льда) с покрытием.

Одной из первых таких добавок стал материал Verglimit, разработанный в конце 1970 г. в Швейцарии фирмой Пластроуте. Verglimit представляет собой многокомпонентный антиобледенитель, состоящий из частично кристаллизованного хлорида кальция (80 %) и гидроокиси натрия (5 %). Антиобледенитель равномерно распределялся в асфальтобетонной смеси верхнего слоя дорожной одежды в количестве 5 % от массы мелкозернистого каменного материала [12].

Применение в качестве добавок материала Verglimit в США, Канаде, Германии и Швейцарии привело к замедлению образования гололеда и снижению количества дорожно-транспортных происшествий. Однако стоимость асфальтобетона с антиобледенителем увеличилась в три раза. Экономические расчеты показывают, что добавку Verglimit можно применять при интенсивности движения более 5000 авт./сут, что значительно сокращает область его использования.

В начале 1980 гг. разработкой антигололедных покрытий занимались в нашей стране Михайлов А.В., Королев И.В., Касымов А.И., Лившиц В.А., Гончаров Ю.П. и др. [13, 14]. Они вводили в асфальтобетонную смесь побочный продукт повторной плавки алюминиевых сплавов на основе хлоридов калия и натрия в количестве 7 % от массы асфальтобетона.

Недостатком такого покрытия является его повышенная пористость и, как следствие этого, повышенная влажность дорожного покрытия летом. Кроме того, снижается износостойкость покрытия из-за его шелушения. Данное антигололедное покрытие распространения не получило.

Последующие исследования также не получили широкого внедрения из-за высокой стоимости асфальтобетонной смеси, сравнительно короткого срока службы (от 2 до 6 лет) и существенных климатических ограничений, так как антигололедные покрытия действуют эффективно только до температуры минус 5...7 °С [15].

В начале 1990 гг. Гриневич С.В., Каменецкий Л.Б., Лысенко В.Е. предложили антигололедный реагент Грикол, получаемый в результате совместного помола 90 % хлористых солей натрия и кальция и 10 % кремниевого органического гидрофобизатора. Добавка Грикол вводится в горячую асфальтобетонную смесь во время ее приготовления в смесителе на асфальтовом заводе.

Смесь обладает плавающей лед способностью и снижает его адгезию с дорожным покрытием. Уменьшается коррозионное воздействие на металлические детали автомобилей.

Смесь с Гриколом действует следующим образом. В процессе эксплуатации дороги под действием колес автомобилей обнажается поверхность с включением солей, которые ослабляют адгезию (сцепление) льда с проезжей частью. Частицы соли освобождаются от кремнеорганической оболочки и вступают в реакцию с частичками льда, образуя солевой раствор, который приводит к ослаблению сцепления льда с асфальтом.

В табл. 21 приводятся значения прочности сцепления льда с поверхностью асфальтобетона в зависимости от процентной добавки Грикола.

Таблица 21

Количество Грикола в смеси асфальтобетона, %	Разрушающее усилие при сдвиге льда по покрытию, кг	Прочность сцепления льда с поверхностью асфальтобетона, кг/см ²
0	61	0,43
5	12	0,09
7	9	0,06

Введение 5 %-ной добавки Грикола в асфальтобетонную смесь обеспечивает антигололедный эффект и уменьшает адгезию льда с поверхностью покрытия при температуре от +4 до минус 7 °С [11].

К недостаткам асфальтобетонной смеси с Гриколом следует отнести сравнительно большую ее стоимость (в 2 раза выше, чем у обычного асфальта) и ограничение ее действия только до температуры минус 7 °С.

6.7. Создание антигололедных дорожных покрытий на основе нанодисперсных технологий

Обнадеживающие результаты по созданию гололедобезопасных дорожных покрытий на основе нанодисперсных технологий дают исследования, проводимые профессорами Силуковым Ю.Д. и Свиридовым В.В. в Автомобильно-дорожном институте Уральского государственного лесотехнического университета.

Сущность способа заключается в том, что с использованием нанодисперсной технологии создаются дорожно-строительные материалы с новыми свойствами, позволяющие увеличить прочность автомобильных дорог и создавать противогололедные дорожные покрытия.

Предлагаемые дорожные покрытия обладают водоотталкивающими (гидрофобными) свойствами, что позволяет исключить образование гололеда на дороге. При этом предотвращается глубокое проникновение влаги в толщу дорожной одежды с последующим ее замерзанием. Это ведет к повышению прочности слоев дорожной одежды, так как их материалы не разрушаются от замерзания воды.

Водоотталкивающие свойства дорожного покрытия исключают образование сплошного слоя гололеда. Капли воды не образуют растекающейся по поверхности дорожного покрытия пленки. Они замерзают в виде легко отделяющихся микросфер, что позволяет легко очищать покрытие с

помощью серийных дорожных машин или удалять колесами проезжающих автомобилей.

В виде примера на рис. 21 приведены кривые адгезии (сцепления) льда с асфальтобетоном в зависимости от окружающей температуры для обычного покрытия и покрытия с антигололедными свойствами. Эксперименты выполнены в лабораторных условиях на специальном стенде.

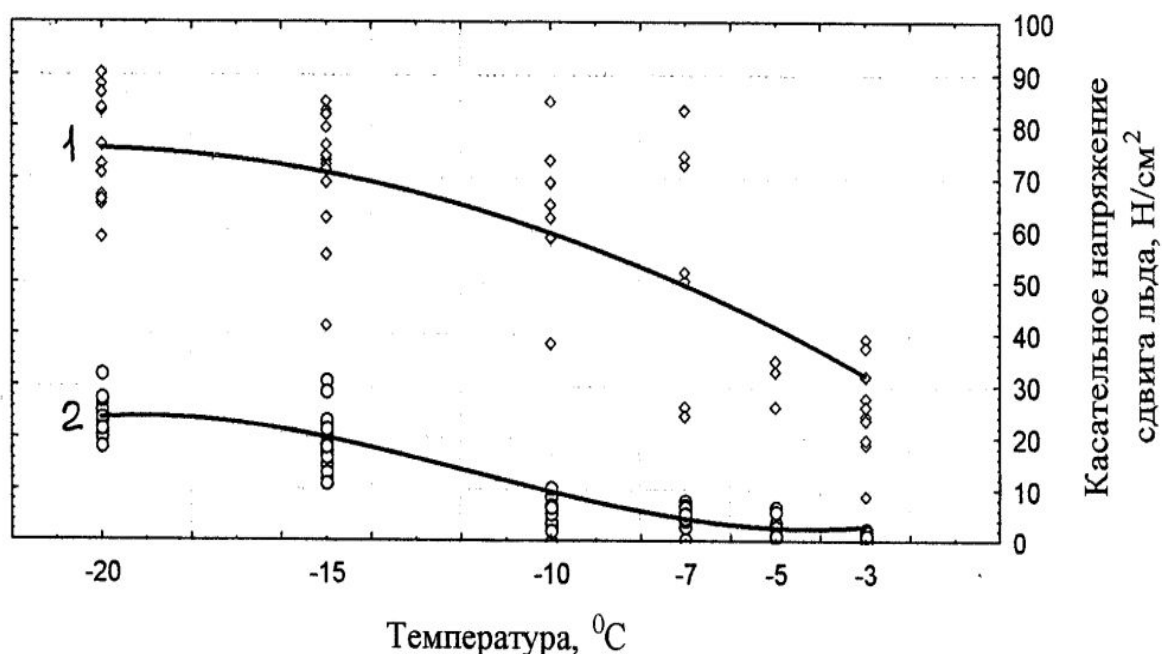


Рис. 21. Величина касательного напряжения сдвига льда с асфальтобетонного покрытия:
 1 – обычное асфальтобетонное покрытие;
 2 – покрытие, выполненное из материалов с антигололедными свойствами

Из графика (см. рис. 21) видно, что на дорожном покрытии, выполненном из материалов с антигололедными свойствами, касательные напряжения сдвига льда во много раз ниже, чем на обычном покрытии. Так, при температуре минус 3 °С на антигололедном покрытии касательное напряжение сдвига льда составляет 3 Н/см², а на обычном асфальтобетоне – 32 Н/см², или в 10 раз больше.

Из приведенного примера видно, что применение дорожных материалов с новыми свойствами, полученными на базе нанодисперсных технологий, имеет большое практическое значение для нормальной эксплуатации автомобильных дорог в зимнее время.

Глава 7. БАЗЫ ХРАНЕНИЯ ПРОТИВОГОЛОЛЕДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Базы служат для хранения, переработки и погрузки противогололедных материалов. В зависимости от видов материалов устраивают базы для химических реагентов, для фрикционных материалов, комбинированные базы, на которых находятся и химические, и фрикционные материалы.

Объем хранения зависит от продолжительности зимнего периода и категории дороги. В соответствии с этим базы подразделяются на следующие объемы хранения:

- на 700 т для дорог I–III категорий, расположенных в сильногололедных районах, где требуется до 100 распределений противогололедных материалов на дорогах за зиму;

- на 500 т для дорог I–III категорий, когда за зиму требуется до 50 обработок дорожных покрытий; то же для дорог IV и V категорий в сильногололедных районах;

- на 350 т для дорог IV и V категорий в среднегололедных районах.

Экономически выгодно размещать базы около транспортных путей, по которым доставляются химические реагенты (железнодорожные станции, пристани, скважины для добычи рассолов). Базы можно размещать непосредственно около автомобильных дорог на следующем расстоянии друг от друга: 20 км – для дорог I категории; 40–50 км – для остальных категорий дорог.

Фрикционные материалы обычно хранятся прямо в карьерах, где они добываются, или около дорог на расстояниях, указанных выше. Объем фрикционных материалов на придорожных базах для сильногололедных районов – от 1000 до 2000 м³, а для среднегололедных – до 1000 м³.

На отдельных наиболее опасных участках дороги через 50...100 м создаются места хранения небольших объемов фрикционных материалов, защищенных от снега, влаги и смерзания. Этими материалами пользуются сами водители в случае буксования колес автомобилей на крутых подъемах и спусках, подходах к мостам, путепроводам и на пересечении дорог. Песок обычно хранится в специально сделанных деревянных ящиках. Для повышения сцепления песка с покрытием и предотвращения его замерзания в песок рекомендуется добавлять соль в количестве 15...20 кг/м³.

Помещения баз строятся из дерева или кирпича, размеры складов зависят от объема хранимых материалов. Для разгрузки материалов автомобили-самосвалы заезжают на склад.

Для лучшей сохранности противогололедных материалов пол склада делается бетонным, а на него укладывается асфальтовое или пластмассовое покрытие. Склад отапливается, оборудуется электроосвещением и

вентиляцией. Для защиты от коррозии металлические конструкции склада окрашиваются.

Хлористый натрий хранят в кучах навалом, а хлористый кальций находится в бумажных или полиэтиленовых мешках.

Жидкие хлориды хранятся в цистернах или бетонных емкостях. Вместимость одной цистерны – до 50 т. Цистерны находятся на ровных площадках с твердым покрытием. Обычно монтируется подряд несколько цистерн в одну батарею (до 8...10 шт.), соединенных между собой с помощью труб. Это позволяет перекачивать рассол из одной цистерны в другую, а также подавать его в распределители жидких хлоридов для обработки дорожных покрытий. В случае необходимости химические реагенты смешивают между собой и с ингибиторами.

В зависимости от технического уровня базы делятся на капитальные высокомеханизированные и упрощенные с передвижными средствами механизации.

Капитальные склады оборудуются стационарным оборудованием, благодаря которому механизуются все операции. Более выгодно устраивать капитальный комбинированный склад-базу для хранения и приготовления как фрикционных, так и химических противогололедных материалов. На такой базе имеется два склада – теплый и холодный (рис. 22).

Смешивание в нужной пропорции песка с солью или различных солей между собой происходит следующим образом. Из бункера 5 подается песок через дозатор и вибрлоток 7 на нижний движущийся конвейер 6, а из бункера 2 подается соль, которая сыплется на песок. Далее смесь поступает в элеватор 1 и с его помощью поднимается на верхний транспортер 6, с которого ссыпается в бункер 3, где хранится песчано-соляная смесь. Возможен и обратный процесс приготовления песчано-соляной смеси: сначала на транспортер сыплется соль, а затем на нее песок.

Погрузка песчано-соляной смеси на транспорт или распределитель происходит через бункер выдачи 4. Для этого смесь из бункера 3 поступает на транспортер 6 и далее поднимается элеватором на верхний транспортер 6, с которого ссыпается в бункер выдачи 4, а из него – на транспорт. Загрузка бункеров песком и солью производится с помощью элеватора 1, в который материал ссыпается самосвалами снаружи в бункер загрузки (на рис. 22 показано стрелкой).

Установка позволяет хранить и смешивать, кроме песка и соли, различные химические реагенты в кристаллическом виде. Таким образом, капитальную комбинированную базу можно использовать для борьбы с зимней скользкостью как при фрикционном, так и при химическом способах.

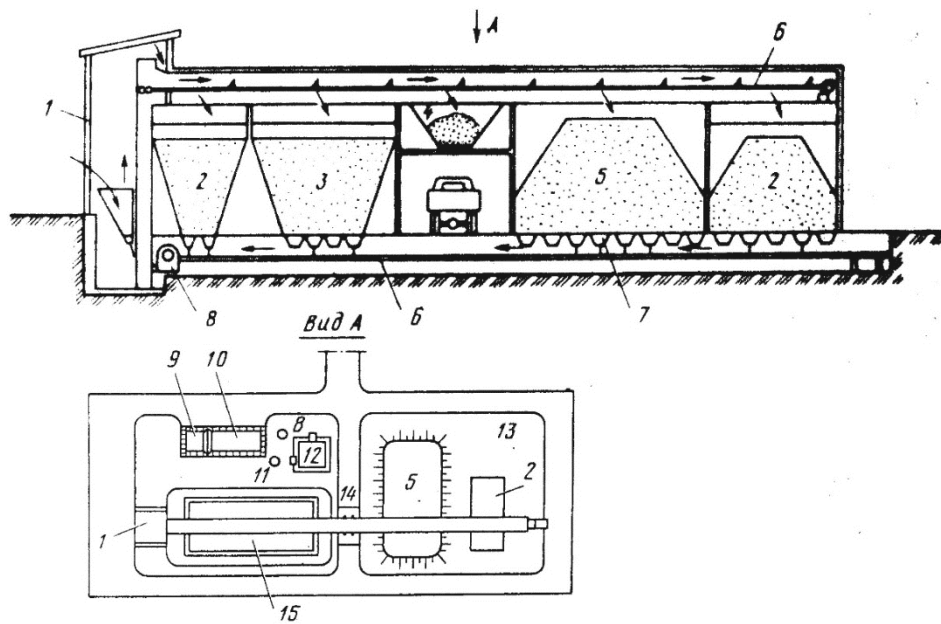


Рис. 22. Капитальный комбинированный склад: 1 – элеватор; 2 – бункер с соляной смесью; 3 – бункер с песчано-соляной смесью; 4 – бункер выдачи смеси для загрузки автомобиля; 5 – бункер с песком; 6 – конвейер; 7 – виброточки для ссыпания смеси на конвейер; 8 – отстойник; 9 – склад шлака; 10 – склад угля; 11 – охлаждающий колодец; 12 – контора; 13 – открытый склад; 14 – помещение для размещения бункера выдачи 4; 15 – теплый склад

База упрощенного типа (рис. 23) размещается на открытой площадке, где с помощью бульдозеров, экскаваторов, автогрейдеров, самоходных погрузчиков выполняются операции по приготовлению песчано-соляной смеси. Норма солей от 3 до 8 % обеспечивает несмерзаемость чистого просеянного песка.

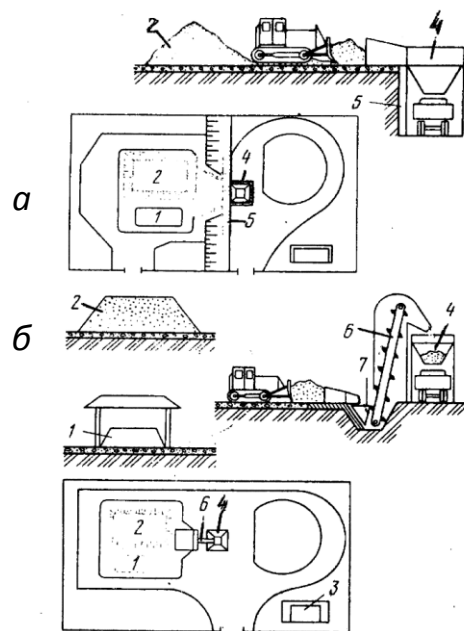


Рис. 23. База упрощенного типа:
а – с погрузкой песчано-соляной смеси бульдозером; б – с подачей смеси элеватором в бункер; 1 – соляная смесь; 2 – песчано-соляная смесь; 3 – контора; 4 – бункер выдачи смеси для ее загрузки на автомобиль; 5 – подпорная стена; 6 – элеватор; 7 – бункер загрузки смесью

Штабель с песчано-соляной смесью 2 (см. рис. 23) для защиты от влаги закрывают сверху полиэтиленовой пленкой, а вокруг штабеля устраивают канаву для перехвата стекающей с территории склада поверхностной воды. Хлориды на складе хранят под навесом в бумажных или полиэтиленовых мешках.

Мешки складывают в штабель в количестве не больше 10 шт., чтобы предотвратить слеживаемость химических материалов. Количество выдаваемой смеси контролируется взвешиванием.

Для облегчения погрузки смеси бульдозером в бункер площадке склада можно придать уклон в сторону бункера. Иногда временный склад размещают на косогоре.

Схема базы жидких противогололедных материалов показана на рис. 24. Рассол (раствор NaCl) и жидкий хлористый кальций привозят на базу в автомобильных цистернах и выливают в резервуары 1 и 1а. Резервуары соединены с мешалкой 4, где готовят нужные смеси: рассол с добавкой противокоррозийного ингибитора, ингибированный жидкий хлористый кальций или жидкую смесь из NaCl и CaCl_2 с ингибитором.

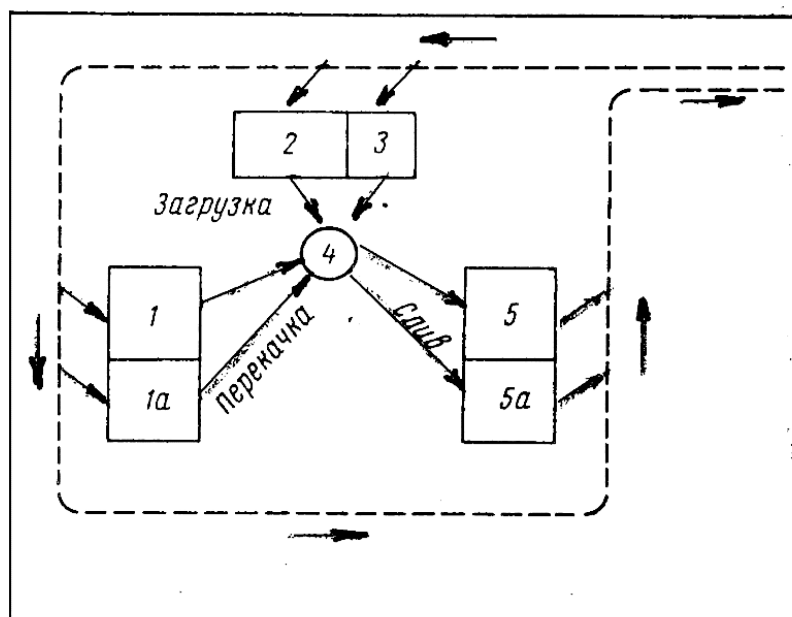


Рис. 24. Схема базы жидких противогололедных материалов: 1, 1а – резервуары для приема рассола и жидкого хлористого кальция; 2, 3 – хранилища твердых кристаллических реагентов CaCl_2 и NaCl ; 4 – мешалка; 5, 5а – резервуары для готовой жидкой смеси

Если нет жидкого CaCl_2 , то можно обогащать рассол (NaCl) с помощью кристаллического CaCl_2 . Приготовленные жидкие смеси из мешалки 4 поступают в резервуары для готовой смеси 5 и 5а, а оттуда загружаются на транспортные средства.

На складе должны быть созданы нормальные бытовые условия для рабочих, предусмотрены помещения для обогрева и принятия пищи. База оборудуется лабораторным постом для контроля качества приготовляемой смеси.

Глава 8. РАСЧЕТ МАШИНО-ЧАСОВ И КОЛИЧЕСТВА РАСПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ ГОЛОЛЕДА

8.1. Определение количества распределителей

Затраты в машино-часах для ликвидации гололеда путем использования химических или фрикционных материалов определяются на 100 км дороги с учетом директивного срока ликвидации зимней скользкости. Расчет выполняется в такой последовательности.

1. Определение длины участка l_p , км, обрабатываемого распределителем за один рейс:

$$l_p = \frac{Q_x}{bq}, \quad (32)$$

где Q_x – масса хлоридов или песчано-соляной смеси, загружаемой в кузов (бункер) распределителя (грузоподъемность распределителя), кг;

b – ширина полосы обработки, м;

q – норма распределения хлоридов или песчано-соляной смеси, $г/м^2$.

2. Расчет числа рейсов распределителя n для обработки длины всего участка дороги:

$$n = \frac{B\alpha}{bl_p}, \quad (33)$$

где α – длина обрабатываемого участка дороги, км;

B – ширина обрабатываемой полосы (проезжей части), м.

3. Определение средней продолжительности $t_{ц}$, ч, одного рейса (цикла) распределителя:

$$t_{ц} = t_3 + \frac{l_r}{V_r} + t_p + \frac{l_x}{V_x}, \quad (34)$$

где t_3 – время загрузки и маневрирования распределителя на базе, ч (обычно $t_3 = 0,05... 0,1$ ч);

l_r, l_x – среднее расстояние в грузовом и порожнем направлениях от базы до места распределения материала на дороге, км;

V_r, V_x – скорости соответственно груженого и порожнего распределителя, км/ч;

t_p – время распределения хлоридов или песчано-соляной смеси, ч:

$$t_p = \frac{l_p}{V_p}, \quad (35)$$

где V_p – рабочая скорость распределителя при обработке скользкой поверхности, км/ч (V_p при распределении сухой соли – до 30 км/ч, увлажненной соли, песчано-соляной смеси и соляного раствора – до 40 км/ч);

l_p – длина обрабатываемого участка распределителем за один рейс, км.

4. Расчет машино-часов работы распределителя T_p для ликвидации зимней скользкости на обрабатываемом участке дороги длиной α , км:

$$T_p = \frac{nt_{\alpha}}{k}, \quad (36)$$

где k – коэффициент использования рабочего времени; $k = 0,7... 0,9$.

5. Определение требуемого количество распределителей N_p для ликвидации гололеда в течение директивного срока T_d на принятом обрабатываемом участке длиной α , км:

$$N_p = \frac{T_p}{T_d}, \quad (37)$$

где T_d – директивный срок устранения скользкости, ч (табл. 22).

Таблица 22

Эксплуатационная категория дороги	Интенсивность движения, приведенная к легковому автомобилю, авт/сут	Директивный срок устранения скользкости при уровнях содержания, ч		
		допустимый	средний	высокий
Iэ	> 6000	До 4	До 3,5	До 3
IIэ	2000 – 6000	До 5	До 4,5	До 4
IIIэ	1000 – 2000	До 6 (10)	До 5 (8)	До 4,5 (6)
IVэ	200 – 1000	До 6 (12)	До 5 (10)	До 4,5 (8)
Vэ	< 200	До 6 (16)	До 5 (12)	До 4,5 (10)

Примечание. В скобках указано директивное время устранения скользкости на переходном покрытии.

Расчет потребности в противогололедном материале выполняется по следующей формуле:

$$Q_{\text{п}} = qV\alpha k_{\text{п}}, \quad (38)$$

где $Q_{\text{п}}$ – одноразовая потребность в противогололедном материале на обрабатываемом участке дороги длиной α , км, шириной V , м, при норме расхода q , г/м², и коэффициенте потерь $k_{\text{п}} = 1,03$ кг.

Годовая потребность в противогололедном материале за зиму $Q_{\text{з}}$, кг, для обработки на участке длиной α , км:

$$Q_{\text{з}} = Q_{\text{п}}A, \quad (39)$$

где A – количество дней с образованием зимней скользкости на дороге.

8.2. Графики организации зимнего содержания дорог

В дорожных организациях до наступления зимы составляется план зимнего содержания дороги. Для большей наглядности разрабатывается два графика: один по снегозащите дороги от снежных заносов и другой по борьбе с зимней скользкостью.

На первом графике (снегозащита дороги) указываются сокращенный продольный профиль, рабочие отметки насыпи и выемки, направление господствующих ветров, снегозадерживающие устройства, объем снегоотложений, километраж, марки снегоочистителей и обслуживаемые ими зоны, стоянки снегоочистительных машин, служебные здания, пункты обогрева и границы дорожных участков. В качестве примера на рис. 25 приведена схема организации снегозащиты дороги.

Плужные автомобильные снегоочистители и автогрейдеры на зиму закрепляются за мастерскими участками или звеньями, где они максимально приближены к очищаемым от снега участкам. Роторные снегоочистители размещают в ДРСУ, ДЭУ или в управлении механизации, чтобы ими можно было оперативно маневрировать и в случае необходимости срочно направлять на участок со снежными отложениями.

Заправочные пункты должны быть обеспечены десятидневным запасом топлива и смазки. Для более оперативного и эффективного проведения работ по зимнему содержанию дороги дорожные подразделения должны быть связаны между собой электронной и телефонной (факсимильной) связью, а снегоочистительные машины оборудованы радиосвязью.

На втором графике (борьба с зимней скользкостью) указываются размещение баз с противогололедными материалами, сокращенный продольный профиль (красная линия), километраж, холостой и рабочие ходы распределителей, время хода при обработке отрезков дороги и очередность их обработки (рис. 26).

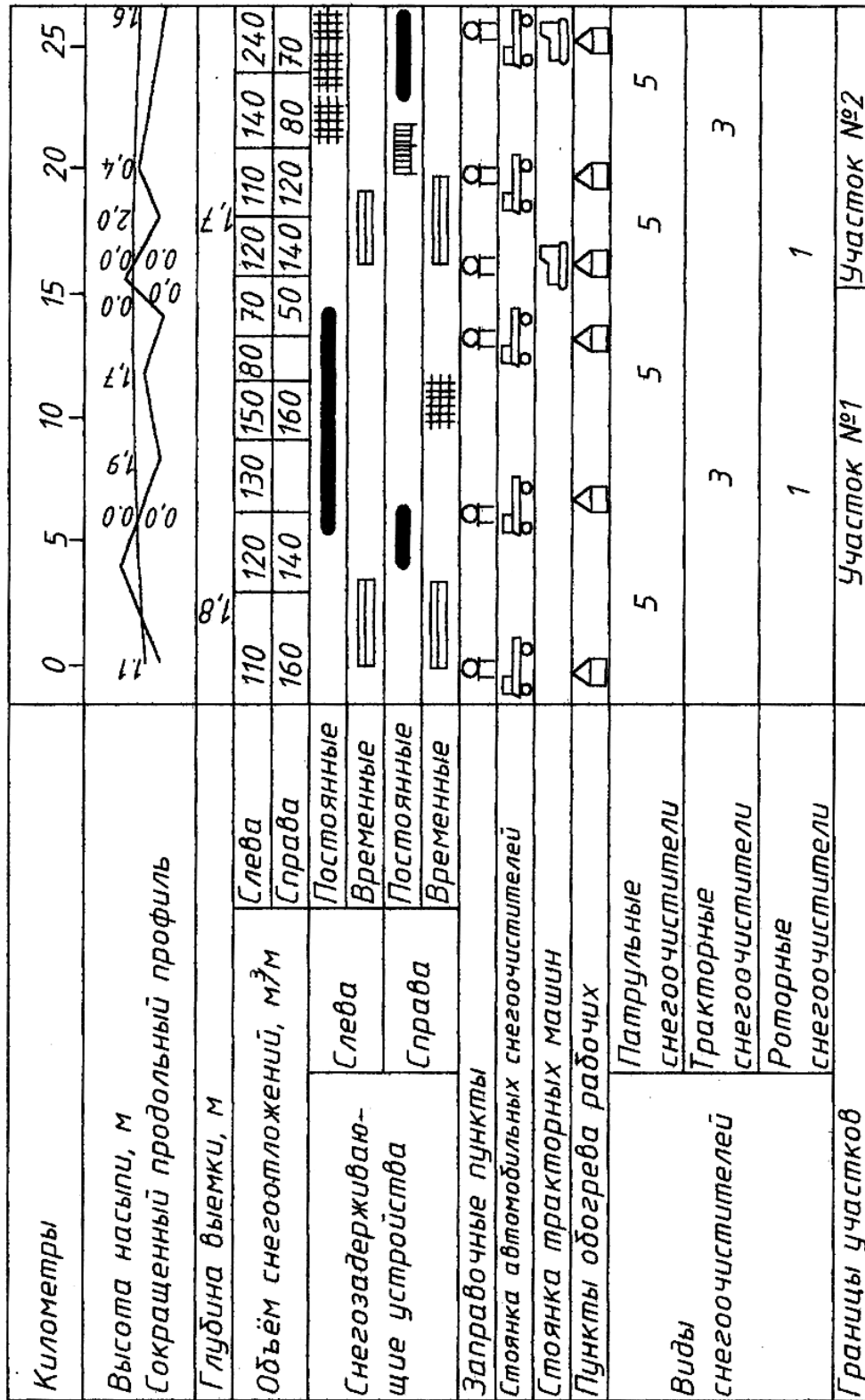


Рис. 25. График защиты дороги от снежных заносов

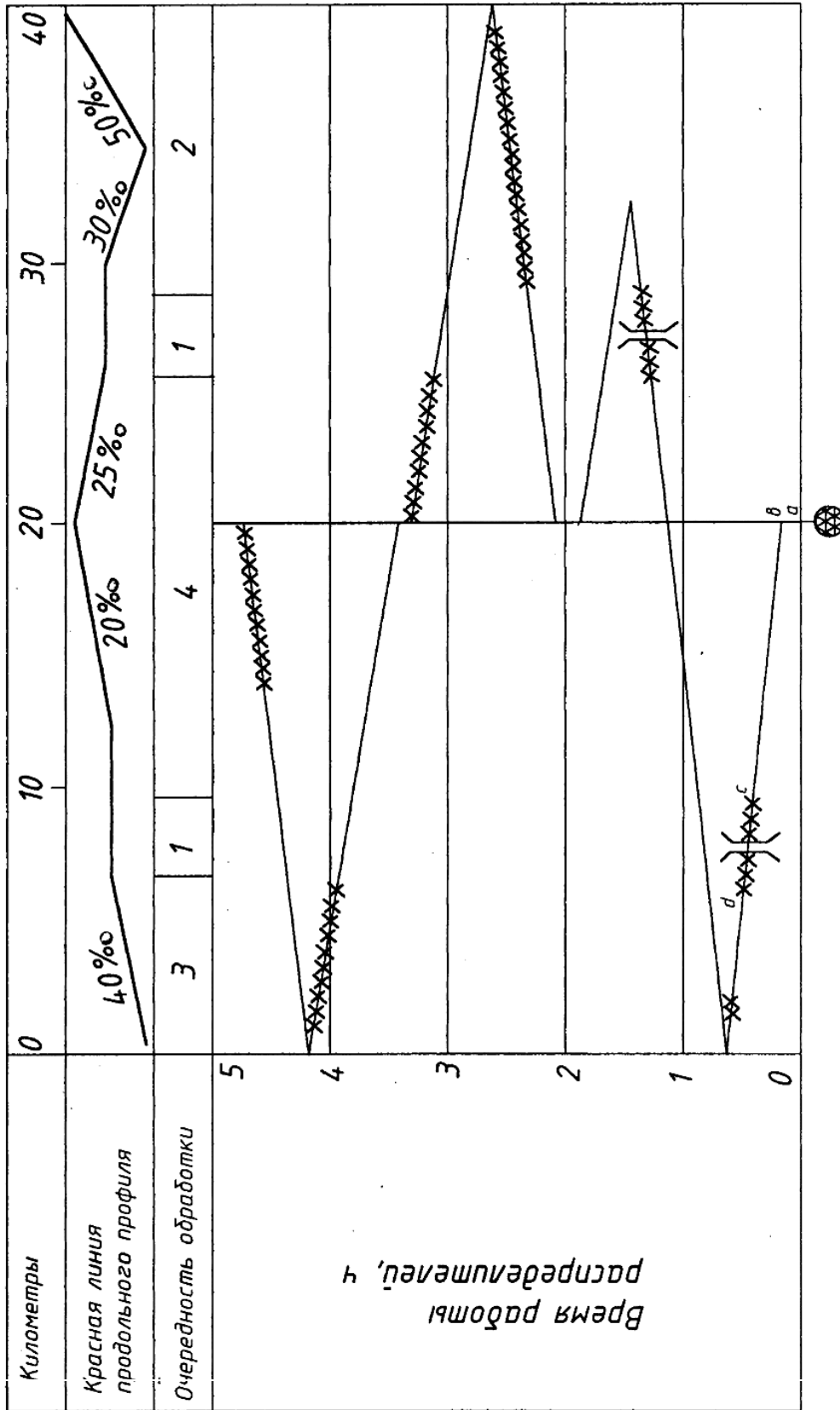


Рис. 26. График борьбы с зимней скользкостью

Прежде чем строить на графике движение распределителя, следует изучить красную линию продольного профиля и наличие мостов. После этого устанавливается очередность обработки. В первую очередь обрабатываются проезжая часть мостов и подходы к ним, а затем наиболее крутые подъемы и спуски.

Перед началом работы распределитель загружается на базе противогололедным материалом в пределах своей грузоподъемности, в нашем случае время загрузки принято 20 мин (отрезок на графике *ab*). Далее начинается движение к мосту и его обработка (отрезок *cd*). Некоторое количество материала распределяется на части уклона 40 %.

После чего распределитель едет ко второму мосту и обрабатывает его вместе с подходами к нему и т.д. Скорости, время хода, время распределения хлоридов или песчано-соляной смеси (время цикла) были определены ранее. На графике буквы *ab* и *cd* не указываются, здесь они даны только для пояснения.

Глава 9. БОРЬБА С НАЛЕДЯМИ НА ДОРОГАХ

Наледи представляют собой образование льда на проезжей части, земляном полотне, у оголовков труб и возникают, когда глубина промерзания грунта достигает водоупора, по которому течет грунтовая вода. В результате на пути воды появляется промерзшая перемычка из грунта, а вода, не находя выхода, вырывается наружу, где кристаллизуется и застывает в виде наледей, взбугривая при этом проезжую часть, элементы земляного полотна и искусственных сооружений. Наличие бугров на проезжей части снижает эксплуатационные показатели дороги и может сделать ее непроезжей. Особенно распространена наледь в районах с суровым климатом, где встречается вечная мерзлота.

Способом борьбы с наледями является ограничение притока воды к дороге и обеспечение ее промерзания на поверхности земли вдалеке от дороги.

Борьба с наледями ведется путем устройства поверхностного дренажа на прилегающей к дороге местности в виде рытья узких (до 0,5 м) канав с утеплением дна и их стенок мхом или торфом.

Однако поверхностный дренаж не отличается заметной эффективностью, так как отводит сравнительно небольшой объем природной воды, а при отрицательной температуре промерзает и перестает работать. Подземный дренаж в районах вечной мерзлоты обычно не делается.

Одним из способов борьбы с наледями в районах вечной мерзлоты является устройство *мерзлотных поясов* (рис. 27). Они обеспечивают

образование наледи на поверхности земли в стороне от дороги на безопасном от нее расстоянии. Суть работы таких поясов заключается в том, что на достаточном расстоянии от дороги параллельно ей роют канаву глубиной до 2 м и шириной 3...4 м. Благодаря этому уменьшается расстояние от дна канавы до уровня вечной мерзлоты и под канавой грунт быстро промерзает, образуя мерзлую перемычку (мерзлотный пояс), которая не пропускает движущуюся к дороге воду. В результате вода, встречая препятствие на своем пути, вырывается наружу, образуя наледь вдалеке от дороги, не причиняя ей вреда. Грунтовый вал, отсыпанный из грунта, удаленного при рытье канавы, служит препятствием для натечных наледей и не допускает их к дороге. Кроме земляных валов, на пути натечных наледей возводят заборы, бревенчатые барьеры, переносные щиты и снежные валы, которые после пропитки водой обледеневают.

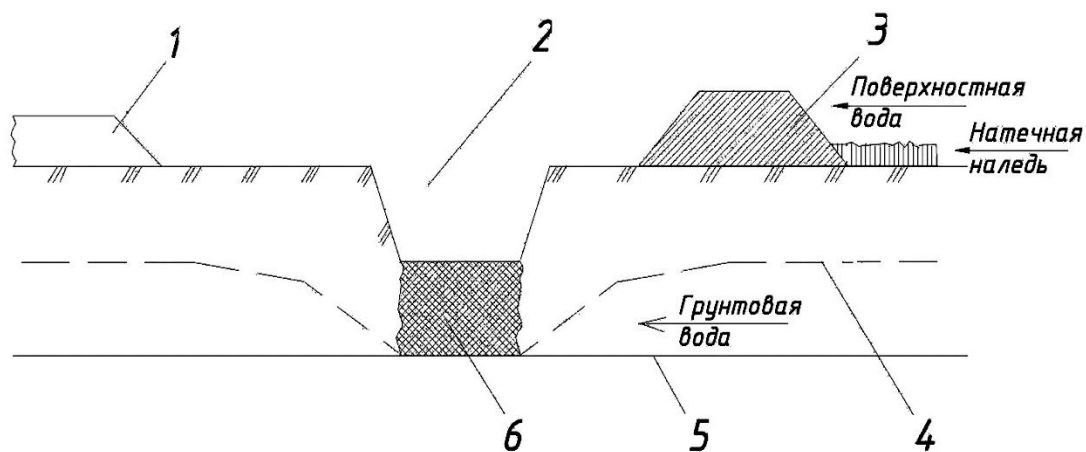


Рис. 27. Устройство мерзлотного пояса: 1 – дорога; 2 – канава; 3 – грунтовый вал; 4 – граница зимнего промерзания грунта; 5 – уровень вечного промерзания грунта; 6 – мерзлотный пояс (промерзшая грунтовая перемычка)

При большом объеме притока воды к дороге делается несколько параллельных между собой мерзлотных поясов на расстоянии от 20 до 80 м друг от друга.

Подъем насыпей до высоты, превышающий слой наледи, применяют при пересечении водотоков с широкой поймой, на которой вода имеет небольшую глубину.

Утепленные русла на узких и глубоких водотоках препятствуют охлаждению воды и ее замерзанию в искусственном сооружении. Для этого над небольшими речками и ручьями для утепления их русла сверху укладывается настил из жердей, который застилается полиэтиленовой пленкой или хворостом толщиной 0,3...0,5 м, а затем покрывается сверху мхом слоем 0,5 м и снегом (см. рис. 27).

Решетчатые щиты служат для накопления снега, так как за ними образуется снежный вал, покрывающий материалы утепления. Длина утепляемого участка русла водотока составляет примерно 50 м в верховую сторону от искусственного сооружения и 30...50 м в низовую.

Для более быстрого протекания воды и исключения ее растекания в районе дороги делают спрямление, углубление и расчистку русла реки. Со дна реки убирают большие валуны, которые препятствуют течению воды. Русло выправляют на протяжении до 1 км вверх по реке от искусственного водопропускного сооружения и до 0,5 км в низовую сторону (рис. 28).

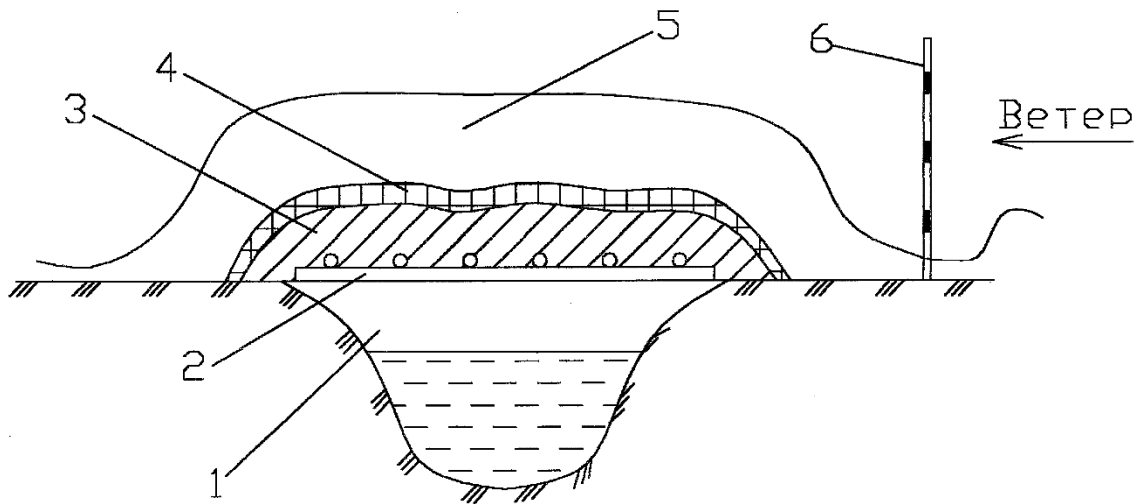


Рис. 28. Утепленное русло водотока: 1 – русло; 2 – жердевой настил; 3 – хворост; 4 – мох или торф; 5 – слой снега; 6 – щиты

На особо ответственных участках дороги обогрев осуществляется с помощью обогревательной трубы, которая проходит внутри водопропускной трубы и обеспечивает пропуск воды без ее замерзания.

Если в результате принятых мер не удалось предотвратить выход наледи на поверхность дорожного полотна, то для предупреждения роста наледных бугров в них следует периодически пробивать отверстия, что позволит выпустить наружу и отвести накопившуюся воду.

Для борьбы с наледным слоем можно использовать соль, которую следует рассыпать во второй половине дня, когда сильнее греет солнце.

Для предохранения водопропускных труб от натечной наледи их отверстия плотно закрывают на зиму переносимыми щитами. Щиты убирают весной после прекращения роста наледей.

Раздел III

ЛЕТНЕЕ СОДЕРЖАНИЕ

Глава 10. ДЕФЕКТЫ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ. КЛАССИФИКАЦИЯ РАБОТ ПО КАПИТАЛЬНОМУ РЕМОНТУ, РЕМОНТУ И СОДЕРЖАНИЮ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

10.1. Дефекты и разрушения на автомобильных дорогах и искусственных сооружениях

Для того чтобы выполнять ремонтные работы и обеспечивать содержание автомобильных дорог, нужно знать, какие дефекты и разрушения возникают на дорогах от действия транспортных средств и природных условий.

10.2. Дефекты и разрушения дорожной одежды

Представляют собой трещины, которые возникают из-за нарушения целостности покрытия без удаления дорожного материала. Продольные и поперечные одиночные трещины могут располагаться друг от друга на расстоянии больше 4 м без соблюдения какой-либо закономерности.

Сетку трещин образуют взаимопересекающиеся трещины, делящие поверхность покрытия на многоугольники со сторонами длиной 0,5...1 м.

Раскрытые трещины – это необработанные трещины с шириной раскрытия 3 мм и более.

К деформации дорожного покрытия относятся волны, представляющие собой чередование впадин и возвышений в продольном направлении по отношению к оси дороги. Просадки, образующиеся при искажении профиля покрытия в виде впадин с пологими краями, обычно сопровождаются сеткой трещин.

Колейность – это искажение поперечного профиля покрытия вдоль полос наката, нередко сопровождающееся продольными трещинами и сеткой трещин.

Сдвиги образуются при смещении покрытия от действия тормозных сил, особенно на крутых спусках.

К разрушению проезжей части относятся выбоины, возникающие от разрушения дорожного покрытия в виде углублений разной формы с резко выраженными краями глубиной более 3 см и площадью больше 200 см².

Выкрашивание образуется в результате разрушения проезжей части за счет потери зерен минерального материала (менее 3 см глубиной и 200 см² по площади).

Шелушение возникает при разрушении поверхности покрытия за счет отслаивания тонких пленок и чешуек материала от действия воды и мороза.

Проломы – это полное разрушение дорожной одежды на всю ее толщину с резким искажением поперечного профиля.

Скол кромок происходит в результате разрушения кромок швов и углов плит цементобетонных покрытий нежесткого типа в местах сопряжения их с обочинами.

Гребенка появляется от разрушения покрытий из щебня, гравия и грунта в виде поперечных выступов и углублений.

Выпотевание битума наблюдается при наличии на поверхности покрытия излишка вяжущего с изменением текстуры и цвета покрытия площадью более 1 м².

10.3. Дефекты и разрушения земляного полотна:

– размыв земляного полотна поверхностными водами вплоть до его разрушения;

– просадки на обочинах с искажением их профиля в виде впадин с пологими краями;

– разрушение обочин с нарушением целостности укрепленной или неукрепленной обочины с появлением углублений разной формы с резко выраженными краями;

– пучины и пучинистые места, сопровождающиеся возникновением на покрытии сетки трещин с выдавливанием грунта на поверхность или взбугриванием покрытия.

10.4. Дефекты мостов, путепроводов, виадуков и скотопрогонов:

– выкрашивание мастики из деформационных швов, вызванное старением мастики и воздействием динамических нагрузок от транспортных средств, а также разрушение деформационных швов;

– просадки в месте сопряжения моста с насыпью в результате понижения профиля покрытия у стыка с мостом;

- повреждение отдельных секций перил с нарушением окраски поручня или решетки, а также механическим повреждением стоек по высоте или в месте их крепления;
- зарастание русла сопровождается наличием кустарников и деревьев, препятствующих нормальному движению потока в створе моста;
- разрушение откосов конусов и насыпи в результате вымывания грунта из-под укреплений откосов, конусов и насыпей;
- нарушение поверхностей и структуры отдельных элементов из-за возникновения одиночных сколов бетона без обнажения арматуры, отдельных волосяных трещин, а в металлических конструкциях повреждение окрасочного слоя на отдельных участках без коррозии металла;
- загрязнение опорных узлов грязью в местах их установки между пролетными строениями, а также отсутствие смазки в необходимых местах.

10.5. Дефекты водопропускных труб:

- заиливание труб из-за отложения илистых частиц в сечении и у оголовков;
- раскрытие швов между звеньями труб сопровождается нарушением герметичности водопропускного сооружения;
- локальные разрушения укрепленного откоса насыпи у труб приводят к нарушению целостности укрепленной поверхности откосов и выкрашиванию материалов оголовков труб.

10.6. Дефекты дорожных знаков:

- загрязнение дорожных знаков в результате образования пыли и грязи на рабочей поверхности знака, что ведет к трудности их восприятия;
- непригодность знаков, так как не отвечают требованиям действующего стандарта. Деформированные (гнутые) нечитаемые знаки с нарушенной символикой, а также истирания под воздействием покрышек автотранспорта;
- износ дорожной разметки в силу нарушения ее целостности.

10.7. Прочие дефекты автомобильных дорог

Загрязнение представляет собой наличие посторонних предметов, пыли и грязи на конструктивных элементах дороги и в полосе отвода.

Застой воды – это скопление воды на проезжей части, на обочине, в системе водоотвода, вызванное недостаточным поперечным уклоном дорожного полотна, наличием деформаций и разрушений системы водоотвода (дренажа, труб, водоотводных канав).

Зная дефекты, разрушения элементов автомобильных дорог, а также дорожных сооружений, можно рассмотреть вопросы по их устранению.

Глава 11. КЛАССИФИКАЦИЯ РАБОТ ПО КАПИТАЛЬНОМУ РЕМОНТУ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

В целях улучшения системы производства и планирования работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования Министерство транспорта Российской Федерации издало приказ «Об утверждении Классификации работ по капитальному ремонту и содержанию автомобильных дорог». Приказ зарегистрирован в Минюсте РФ 24 мая 2013 г. [3].

Все приказы по ремонту и содержанию автомобильных дорог, изданные ранее, и в частности приказы от 12 ноября 2012 г. №160 и от 6 августа 2008 г. № 122 считаются утратившими силу.

Утвержденная классификация распространяется на дороги РФ и включает работы по капитальному ремонту, ремонту и содержанию автомобильных дорог.

11.1. Капитальный ремонт автомобильных дорог и дорожных сооружений

Обычно капитальный ремонт выполняется комплексно по всем сооружениям и элементам дороги на всем протяжении ремонтируемого участка. Допускается при достаточном обосновании проведение капитального ремонта на отдельных отрезках участков, элементах дороги и дорожных сооружений.

Для выполнения капитального ремонта обязательно разрабатывается и утверждается проектно-сметная документация. При чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера для ускорения работ разрешается проводить капитальный ремонт по ведомостям дефектов и исполнительным сметам.

Если до капитального ремонта участка дороги не были выполнены работы по содержанию и ремонту, то они могут быть включены в капитальный ремонт.

По капитальному ремонту проводятся следующие работы.

11.2. Капитальный ремонт земляного полотна и системы

водоотвода:

- устранение деформаций и повреждений элементов земляного полотна;
- доведение параметров земляного полотна до норм, соответствующих категории дороги;
- поднятие земляного полотна на подтопляемых участках, переустройство пучинистых и оползневых участков автомобильных дорог;
- повышение прочности земляного полотна с использованием различных современных материалов;
- уменьшение крутизны откосов насыпей и выемок для обеспечения их устойчивости;
- срезка откосов выемок для обеспечения видимости на кривых в плане;
- переустройство лотков, дренажей, быстротоков, водобойных колодцев, водоотводных канав и канализации, восстановление заиленных канав;
- устройство нового и переустройство существующего земляного полотна и водоотвода в местах пересечений с железными и автомобильными дорогами и примыканий автомобильных дорог;
- устройство нового земляного полотна на участках спрямления трассы и устройство виражей;
- устройство виражей и обеспечение видимости на кривых участках малого радиуса и переломах продольного профиля.

11.3. Капитальный ремонт дорожных одежд:

- ликвидация колеи глубиной больше 50 мм с заменой верхних слоев дорожной одежды методами фрезерования или регенерации на ширину полос наката или на всю ширину покрытия с укладкой одного или нескольких слоев асфальтобетона;
- восстановление дорожных одежд в местах исправления земляного полотна и водоотвода;
- усиление дорожной одежды при недостаточной ее прочности с укладкой дополнительных слоев основания и покрытия. Устройство более совершенных покрытий с использованием существующего основания;
- перекрытие изношенных цементобетонных покрытий слоями из цементобетона или асфальтобетона;
- замена дорожной одежды на более прочную, укрепление обочин;
- укладка основания и покрытия с использованием материалов старого покрытия путем холодной регенерации с добавлением органических и неорганических вяжущих;
- устройство новых слоев покрытий.

11.4. Капитальный ремонт искусственных и защитных

дорожных сооружений:

- замена балок (более 25 %) в пролетных строениях моста;
- восстановление или замена подпорных стен, устройство укрепительных сооружений для защиты от оползней;
- восстановление тоннелей, включая до 50 % их отделки;
- устройство, удлинение, замена звеньев и оголовков водопропускных труб, замену опор при сохранении существующей продольной схемы моста и замену ограждений, перил и тротуаров.

11.5. Капитальный ремонт элементов обустройства

автомобильных дорог:

- замена дорожных знаков, сигнальных столбиков, барьерных ограждений и шумозащитных сооружений. Замена средств организации и регулирования дорожного движения на пересечениях автомобильных дорог с железными дорогами;
- нанесение и удаление временной разметки на период капитального ремонта автомобильной дороги, а также нанесение постоянной разметки после окончания капитального ремонта;
- замена элементов весового и габаритного контроля транспортных средств;
- сооружение недостающих остановочных и посадочных площадок на автобусных остановках, автопавильонов, туалетов, площадок отдыха участников движения со смотровыми ямами и эстакадами.

11.6. Прочие работы по капитальному ремонту

автомобильных дорог:

- изыскание и освоение резервов грунта и месторождений каменных материалов в объемах, необходимых для выполнения капитального ремонта дороги и искусственных сооружений на участках, где выполняется ремонт;
- восстановление очистных сооружений, рекультивацию полосы отвода, карьеров, резервов, объездных временных дорог;
- проведение инженерных изысканий для разработки проектной документации на выполнение капитального ремонта и экспертизы разработанной проектной документации;
- обследование, испытание и диагностика искусственных сооружений после выполнения капитального ремонта с составлением технического паспорта;

- контроль и авторский надзор во время проведения капитального ремонта автомобильной дороги;
- восстановление баз противогололедных материалов;
- перенос линий электропередач, связи и трубопроводов;
- устройство временных площадок для складирования дорожно-строительных материалов и рекультивации нарушенных земель после выполнения капитального ремонта;
- устройство и ликвидация временных объездов на ремонтируемых участках дорог с последующей их рекультивацией;
- устройство недостающих пешеходных и велосипедных дорожек без дополнительного землеотвода.

Глава 12. РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Ремонт дороги в отличие от капитального ремонта выполняется в местах на отдельных участках, где произошли нарушения элементов автомобильной дороги и дорожных сооружений.

Ремонт обеспечивает необходимые транспортно-эксплуатационные показатели по износу покрытия, его ровности и сцепным качествам, а также включает устранение других повреждений дорожного покрытия, земляного полотна, дорожных сооружений, обстановки и обустройства дороги с учетом организации и обеспечения безопасности движения.

После ремонта состояние дороги должно соответствовать нормативным требованиям при соблюдении интенсивности движения для данной категории дороги.

Ремонт дороги назначается, когда состояние дорожного покрытия снизилось до предельно допустимых значений ровности и сцепных качеств, а устранение деформации и разрушений невозможно выполнить в период содержания дороги.

Для ремонта обычно составляется проектно-сметная документация, которая разрабатывается на основе материалов диагностики, оценки состояния дороги и инженерных изысканий.

Ремонт проводится по всем элементам дороги и сооружениям в отдельных ее местах.

При этом возможен выборочный ремонт отдельных элементов дороги.

Для выборочного ремонта и отдельных видов работ допускается взамен проекта использовать сметную документацию, выполненную на основе диагностики и оценки состояния дороги или на базе ведомостей дефектов, к которой могут быть приложены чертежи и технические решения.

В состав ремонта могут включаться работы по содержанию дороги, если они не были выполнены до начала ремонта.

12.1. Ремонт земляного полотна и системы водоотвода:

- ремонт размытых и разрушенных участков дорог, в том числе после пучинообразования;
- восстановление дренажа, отдельных звеньев лотков, быстротоков, водобойных колодцев, перепадов, подводящих и отводящих русел у мостов и водопропускных труб;
- укрепление обочин. Восстановление поврежденного земляного полотна и водоотвода на пересечениях и примыканиях, остановочных площадках, подъездных дорогах, стоянок автомобилей, в достопримечательных местах;
- укрепление стенок и дна канав на размытых участках;
- отвод во временное пользование земель, необходимых для обеспечения ремонта автомобильной дороги;
- планировка откосов насыпей, восстановление заиленных водоотводных каналов.

12.2. Ремонт дорожной одежды:

- восстановление дорожной одежды в местах ремонта земляного полотна;
- устройство защитных слоев и слоев износа путем укладки выравнивающего слоя или укладки одного дополнительного слоя или устройство поверхностной обработки (возможно фрезерование);
- восстановление изношенных покрытий в том числе методом термопрофилирования или холодной регенерации за счет использования старых слоев с добавлением органических и неорганических вяжущих;
- использование армирующих и трещинопрерывающих материалов;
- ликвидация колея глубиной менее 50 мм и других неровностей методами фрезерования, термопрофилирования, холодной регенерации старых слоев с добавлением органических и неорганических материалов, а также укладкой нового слоя покрытия или проведением поверхностной обработки с устройством защитного слоя;
- ремонт бордюров на усовершенствованных покрытиях, восстановление покрытий на укрепительных полосах и обочинах;
- замена, подъем и выравнивание цементобетонных плит, нарезка продольных и поперечных бороздок на покрытиях;
- восстановление профиля гравийных, щебеночных и грунтовых улучшенных дорог с добавлением щебня и гравия в количестве до 900 м³ на 1 км дороги;
- нанесение временной разметки на период ремонта, а затем удаление временной разметки после завершения ремонта.

12.3. Ремонт искусственных и защитных дорожных сооружений:

- замена отдельных звеньев и оголовков водопропускных труб, восстановление изоляции, исправление стыков звеньев с удалением или заменой земляного полотна и дорожной одежды над трубами;
- расчистка подводящих и отводящих русел у водопропускных труб и мостов. Замена и ремонт отдельных балок пролетных строений (до 25 %) и замена отдельных элементов опор моста;
- устройство и затем ликвидация временных объездов и искусственных сооружений после ликвидации аварийных ситуаций;
- частичная замена обделки тоннеля (до 25 %) восстановление гидроизоляции, систем освещения, вентиляции, защиты от грунтовых вод;
- восстановление разрушенных дорожной одежды и водоотводных лотков;
- восстановление у мостов конусов насыпей, укрепление откосов и лестничных сходов;
- замена системы водоотвода на мостовом сооружении и в узлах сопряжения с насыпью. Восстановление очистки сточных вод;
- полная замена окраски с удалением образовавшейся коррозии путем зачистки металла и грунтовки;
- восстановление лесных насаждений.

12.4. Ремонт элементов обустройства автомобильных

дорог:

- восстановление дорожных информационных систем, знаков, табло индивидуального проектирования, автоматизированного управления дорожным движением, а также светофорных объектов;
- ремонт посадочных площадок на автобусных остановках, тротуаров, автопавильонов;
- восстановление пешеходных и велосипедных дорожек, а также электроосвещения;
- восстановление телеграфной или радиосвязи и кабельной сети;
- восстановление горизонтальной и вертикальной дорожной разметки;
- ремонт пунктов весового и габаритного контроля транспортных средств.

12.5. Прочие работы по ремонту автомобильных дорог:

- рекультивация временно занимаемых земель на период проведения ремонта;
- устройство и ликвидация после окончания ремонта временных объездов;

- обследование и испытание мостовых сооружений путем разработки проектов или сметных расчетов стоимости работ с выполнением экспертизы проектов. Осуществление контроля и авторского надзора при ремонтных работах;
- устройство инженерно-технических систем, обеспечивающих безопасное движение транспорта на дорогах;
- обустройство пунктов по взиманию платы на платных автомобильных дорогах.

Глава 13. СОДЕРЖАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Содержание автомобильных дорог – это работы по уходу за дорогой, дорожными сооружениями и полосой отвода, по профилактике и устранению мелких повреждений, обеспечению безопасности движения, озеленению дороги, а также поддержанию эстетического уровня.

Содержание дорог и дорожных сооружений выполняется систематически на всем протяжении дороги по всем ее элементам в течение всего года.

Задачей содержания является сохранность дорог и дорожных сооружений, поддержание их в состоянии, обеспечивающем непрерывное и безопасное движение транспорта в любое время года.

Озеленение придорожной полосы – это посев трав, устройство лесных насаждений, которые защищают дорогу от ветровой и водной эрозии, а также создают архитектурно-ландшафтное оформление дороги.

На содержание дорог обычно проектная документация не составляется, а работы выполняются на основе существующих нормативов, ведомости дефектов и смет. В отдельных случаях по просьбе заказчика может быть разработана проектная документация.

По содержанию дороги проводятся следующие работы.

13.1. Содержание полосы отвода, земляного полотна и системы водоотвода:

- поддержание в чистоте и порядке полосы отвода, обочин, откосов земляного полотна и разделительных полос с вывозкой мусора и посторонних предметов на полигон, где производится их утилизация.
- планировка откосов насыпей, выемок и укрепление их откосов;

- поддержание водоотвода в чистоте и порядке. Устройство дренажных прорезей;
- проведение противопаводковых мероприятий;
- планировка, укрепление обочин дренирующим грунтом толщиной до 10 см;
- восстановление земляного полотна на участках с пучинистыми и слабыми грунтами на площади до 100 м²;
- ликвидация съездов и въездов на дорогу в неустановленных местах, а также ликвидация последствий обвалов и оползней.

13.2. Содержание дорожной одежды:

- очистка проезжей части от мусора, грязи и посторонних предметов, а также мойка дорожного покрытия;
- восстановление сцепных свойств покрытия в местах выпотевания битума;
- устранение деформаций и повреждений дорожных покрытий (заделка выбоин, просадок, шелушения, выкрашивания), устранение поврежденных бордюров, заливка трещин на асфальтобетонных и цементобетонных покрытиях, восстановление и заполнение деформационных швов;
- устранение сколов и обломов плит цементобетонных покрытий, выравнивание отдельных плит;
- ликвидация колея глубиной до 50 мм. Фрезерование или срезка гребней выпора и неровностей по колеям или полосам наката с заполнением колея черным щебнем или асфальтобетоном. Устройство защитного слоя на всю ширину дорожного покрытия;
- защита асфальтобетонных покрытий от поверхностных разрушений герметизирующими пропиточными материалами. Устройство изолирующего слоя из эмульсионно-минеральной смеси или мелкозернистой поверхностной обработки локальными картами с целью приостановки и предупреждения развития отдельных трещин на участках дороги длиной до 100 м;
- восстановление изношенных верхних слоев асфальтобетонных покрытий на отдельных участках длиной до 100 м;
- восстановление поперечного профиля и ровности проезжей части автомобильных дорог с щебеночным, гравийным и грунтовым покрытием без добавления новых материалов;
- профилировка грунтовых дорог, восстановление их профиля с добавлением щебня, гравия или других материалов с расходом 300 м³ на 1 км;
- обеспыливание проезжей части автомобильных дорог;
- восстановление дорожной одежды на участках с пучинистыми и слабыми грунтами на площади до 100 м².

13.3. Содержание искусственных и защитных дорожных сооружений:

- очистка от пыли и грязи элементов мостового полотна и тротуаров, пролетных строений, лестничных сходов, опор, тоннелей и других искусственных сооружений;
- очистка от растительности конусов, откосов, подмостовых русел;
- заделка трещин и мелких выбоин в покрытии в зоне деформационных швов и на тротуарах. Подкраска металлических элементов перил, ограждений, мест освещения и нанесение разметки на покрытие. Смазка опорных частей и их очистка от пыли и гнили (деревянные конструкции) и местное антисептирование. Визуальный мониторинг технического состояния мостов и путепроводов;
- предупредительные работы по пропуску ледохода и паводковых вод. Уборка снега и льда у отверстий малых мостов и защиту дорог от наводнений с проведением противопаводковых мероприятий, техническое обслуживание паромных переправ, закрытие водопропускных труб на зиму и открытие весной.

13.4. Содержание элементов обустройства автомобильных дорог:

- очистка, мойка и покраска дорожных знаков и стоек, замена поврежденных щитков и стоек, подсыпка и планировка берм знаков;
- уход за разметкой на проезжей части, обновление горизонтальной и вертикальной дорожных разметок;
- очистка и мойка ограждений (при необходимости их ремонт или замена), сигнальных столбиков, светоотражающих щитков;
- уборка и мойка остановок общественного транспорта, автопавильонов, пешеходных переходов, туалетов, площадок отдыха, шумозащитных сооружений. Установка контейнеров для сбора мусора, урн, скамеек на автобусных остановках и вывоз мусора для утилизации на полигонах;
- уборка мест, где произошли дорожно-транспортные происшествия, а также усиление мероприятий по безопасности движения на автомобильных дорогах.

13.5. Содержание работ по озеленению прилегающих к автомобильной дороге территорий:

- уход за посадками, уборка сухостоя, посадка деревьев и кустарников;
- скашивание травы на обочинах, откосах и разделительной полосе;
- засев трав на полосах отводов, откосов насыпей и выемок с созданием дернового покрова;
- художественно-ландшафтное оформление дорог.

13.6. Содержание работ по обустройству автомобильной дороги

- установка недостающих знаков, светофоров, видеосистем, отлаживание пунктов автоматизированного контроля за интенсивностью дорожного движения;
- установка недостающих барьерных ограждений, а также автопавильонов, беседок, скамеек и обустройство источников питьевой воды;
- обозначение границ отвода и придорожных полос;
- установка недостающих контейнеров для сбора мусора;
- замена в случае необходимости, оборудования весового и габаритного контроля, метеорологических систем, автоматизированных систем управления движением, а также счетчиков интенсивности движения.

13.7. Прочие работы по содержанию автомобильной дороги:

- разработка проектов содержания дорог, организация движения автомобильного транспорта, экспертиза проектов;
- охрана дорожных сооружений, приборов видеонаблюдений и освещения;
- организация временных ограничений движения транспортных средств и установка временных дорожных знаков;
- проведение паспортизации автомобильных дорог и искусственных сооружений, а также диагностика, оценка состояния дорог и искусственных сооружений, оценка качества содержания дорог;
- учет интенсивности движения транспортных средств;
- установка, замена и окраска элементов полосы отвода;
- обеспечение работы диспетчерских служб и пунктов взимания платы за проезд по платным автомобильным дорогам. Содействие специализированным службам по ликвидации чрезвычайных происшествий, проведение противопожарных мероприятий.

Глава 14. УРОВНИ СОДЕРЖАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКИ

С целью повышения качества автомобильных дорог введены ГОСТ Р 50597-93 «Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения» [4] и Руководство по оценке уровня содержания

автомобильных дорог [5], в которых установлены три уровня содержания дорог: допустимый, средний и высокий.

Три уровня содержания дорог позволяют более полно и дифференцированно оценивать качество состояния дорог в зависимости от их назначения с учетом периода года.

Оценке уровня содержания подлежат проезжая часть, земляное полотно, искусственные сооружения, обустройство и обстановка дороги. В качестве участка для оценки уровня содержания берется отрезок дороги длиной 1 км между километровыми знаками. Оценку уровня содержания обычно проводят один раз в месяц.

Орган, в управлении которого находится дорога (участок) общего пользования, является заказчиком. Заказчик на основе заключенного договора поручает другому юридическому лицу – исполнителю – содержание дорог (участка) на соответствующем уровне: допустимом, среднем или высоком.

На одной дороге могут быть установлены разные уровни содержания для различных участков. Уровень содержания дороги зависит от фактического уровня в сравнении с требуемым согласно условиям договора. невыполнение требуемого уровня содержания дорог влечет за собой снижение оплаты труда исполнителю. Заказчик может независимо от исполнителя часть параметров содержания дороги обследовать визуально, другую часть – с использованием приборов и оборудования [15].

Оценке уровня содержания дорог не подлежат:

- участки дорог, подвергшиеся стихийному бедствию, на установленный срок ликвидации последствий;
- участки дорог, где выполняется ремонт или реконструкция;
- дороги на период распутицы.

Если на участке дороги, закрепленном за исполнителем, имели место дорожно-транспортные происшествия из-за дорожных условий, то это влечет за собой снижение оплаты труда исполнителю в соответствии с размерами, указанными в договоре.

Характеристика уровней содержания автомобильных дорог

Характеристика уровней содержания автомобильных дорог приведена в табл. 23.

Уровни содержания дорог	Характеристика уровней содержания
Допустимый уровень	<p>Содержание дороги должно обеспечивать допустимый уровень безопасности движения в соответствии с ГОСТ Р 50597-93 «Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям безопасности дорожного движения».</p> <p>Допускается временное ограничение или временное прекращение движения автотранспортных средств на отдельных участках по условиям их содержания.</p> <p>ДТП по причине неудовлетворительного содержания дороги недопустимы</p>
Средний уровень	<p>Содержание дороги должно обеспечивать уровень выше допустимого.</p> <p>Состояние конструктивных элементов, зависящее от содержания, не требует временного ограничения или временно-го прекращения движения автотранспортных средств.</p> <p>Допускается по условиям содержания снижение разрешенной Правилами дорожного движения скорости автомобилей на отдельных участках протяженностью до 20 % от общей.</p> <p>Не допускается ухудшение условий движения по причине плохого содержания на участках, расположенных в населенных пунктах, на кривых малого радиуса, затяжных спусках-подъемах и на перекрестках. ДТП по причине неудовлетворительного содержания дороги отсутствуют</p>
Высокий уровень (на дорогах может вводиться ограничение движения автотранспортных средств в период распутицы при недостаточной прочности дорожных одежд)	<p>Содержание дороги обеспечивает уровень выше среднего.</p> <p>Автомобильная дорога и каждый ее конструктивный элемент содержится в состоянии, обеспечивающем круглосуточное бесперебойное и безопасное движение автотранспортных средств.</p> <p>Допускаются незначительные дефекты конструктивных элементов, которые не оказывают влияния на скорость и безопасность движения.</p> <p>Не допускается снижение скорости движения автомобилей ниже разрешенной Правилами дорожного движения по причинам, связанным с содержанием дорог.</p> <p>ДТП по причине неудовлетворительного содержания дороги недопустимы</p>

Показатели уровней содержания дорог дифференцируются в соответствии с Руководством [5] в зависимости от интенсивности движения. Для этого автомобильные дороги общего пользования подразделяются на пять эксплуатационных категорий (табл. 24).

Таблица 24

Эксплуатационная категория дороги	Интенсивность движения, приведенная к легковому автомобилю, авт./сут
Iэ	Больше 6000
IIэ	2000...6000
IIIэ	1000...2000
IVэ	200...1000
Vэ	Меньше 200

Коэффициенты приведения интенсивности движения различных транспортных средств к легковому автомобилю (СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85*) представлены в табл. 25.

Таблица 25

Типы транспортных средств	Коэффициенты приведения
Легковые автомобили	1
Грузовые автомобили с грузоподъемностью, т:	
2	1,5
6	2
8	2,5
14	3
Больше 14	3,5
Автопоезда с грузоподъемностью, т:	
12	3,5
20	4
30	5
Больше 30	6

На основе характеристик уровней содержания автомобильных дорог, приведенных в табл. 23, с учетом данных табл. 24 и ГОСТ Р 50597-93 в Руководстве [5] установлены требования к состоянию конструктивных элементов дорог для различных эксплуатационных категорий дорог.

В качестве примера в табл. 26 приведены требования к состоянию конструктивных элементов проезжей части дорог в зависимости от уровня содержания для эксплуатационных категорий Iэ и Vэ. Видно, что эксплуатационная категория и уровни содержания существенно влияют на показа-

тели состояния конструктивных элементов. Чем выше категория дороги и уровень содержания, тем более высокие требования предъявляются к состоянию ее конструктивных элементов.

Аналогично требованиям к проезжей части в Руководстве [5] приведены требования, предъявляемые к состоянию земляного полотна, искусственных сооружений, обустройству и обстановке дороги (дорожные знаки, ограждения, павильоны, посадочные площадки, площадки отдыха у стоянки и дорожная разметка).

Таблица 26

Требования к уровню дорог

Показатели состояния конструктивных элементов	Уровни содержания		
	допустимый	средний	высокий
1	2	3	4
<i>Проезжая часть (Iэ категория дороги)</i>			
Наличие посторонних предметов	Нет	Нет	Нет
Наличие полос загрязнения у кромок покрытия	Нет	Нет	Нет
Наличие необработанных мест выпотевания битума	Допустимо площадью до 1000 м ²	Допустимо площадью до 5 м ² на 1000 м ²	Нет
Раскрытые необработанные трещины на покрытии	Допустимы одиночные трещины шириной до 0,5 см	Допустимы одиночные трещины шириной до 0,3 см	Нет
Наличие незаполненных мастикой деформационных швов на цементобетонных покрытиях	Не допускается	Не допускается	Не допускается
Повреждения (выбоины) объемом не более 15х60х5см	Допустимы площадью до 0,3 м ² (весной до 1,5 м ²) на 1000 м ²	Не допускаются	Не допускаются
Наибольший просвет под трехметровой рейкой в местах заделки выбоины и других повреждений	< 7 мм	< 5 мм	< 3 мм
<i>Проезжая часть (Vэ категория дороги)</i>			
Наличие посторонних предметов	Нет	Нет	Нет

Окончание табл. 26

1	2	3	4
Наличие полос загрязнения у кромок покрытия	Шириной до 0,5 м площадью не более 10 % площади покрытия	Шириной до 0,5 м площадью не более 8 % площади покрытия	Шириной до 0,5 м площадью не более 5 % площади покрытия
Наличие необработанных мест выпотевания битума	Допустимо площадью до 25 м ² на 1000 м ²	Допустимо площадью до 20 м ² на 1000 м ²	Допустимо площадью до 15 м ² на 1000 м ²
Раскрытые необработанные трещины на покрытии	Допустимы одиночные трещины шириной до 1,5 см	Допустимы одиночные трещины шириной до 1,3 см	Допустимы одиночные трещины шириной до 1 см
Повреждения (выбоины) объемом не более 15х60х5см	Допустимы площадью до 2,5 м ² (весной до 7 м ²) на 1000 м ²	Допустимы площадью до 2 м ² (весной до 6 м ²) на 1000 м ²	Допустимы площадью до 1,5 м ² (весной до 5,4 м ²) на 1000 м ²

Для того чтобы пользоваться в Руководстве [5] уровнями содержания дорог, нужно в полевых условиях заполнять промежуточные ведомости оценки уровня содержания автомобильной дороги (табл. 27). Итоговая ведомость оценки уровня содержания автомобильной дороги (участка) приведена в табл. 28.

Таблица 27

Промежуточная ведомость оценки уровня содержания автомобильной дороги

Название дороги: _____
 Эксплуатационная категория дороги: _____
 Адрес участка, км: _____
 Характерный период: лето _____
 Требуемый уровень содержания: _____

Показатели состояния конструктивных элементов	Километры с выявленным несоответствием требуемому уровню содержания
1	2
1. Проезжая часть (включая используемые съезды)	
1.1. Наличие посторонних предметов	
1.2. Наличие полос загрязнения у кромок покрытия	

1	2
1.3. Наличие необработанных мест выпотевания битума	
1.4. Раскрытые необработанные деформационные швы и трещины на покрытии дорожной одежды	
1.5. Повреждения (выбоины) объемом не более 15х60х5 см (длина х ширина х глубина)	
1.6. Ровности (максимальный просвет под 3-метровой рейкой) в местах заделки выбоин	
1.7. Колейность на переходных покрытиях	
1.8. Гребенка, нарушение профиля	
1.9. Пылимость переходных покрытий	
2. Земляное полотно и полоса отвода	
2.1. Наличие на обочинах, разделительной полосе и откосах земляного полотна отдельных посторонних предметов	
2.2. Возвышение обочин и разделительной полосы над проезжей частью при отсутствии бордюра	
2.3. Занижение обочин и разделительной полосы относительно прилегающей кромки проезжей части	
2.4. Наличие отдельных повреждений, просадок и застоя воды на обочинах и разделительной полосе	
2.5. Высота травы на обочинах и разделительной полосе	
2.6. Наличие древесно-кустарниковой растительности на обочинах, откосах и разделительной полосе	
2.7. Наличие древесно-кустарниковой растительности в полосе отвода	
2.8. Дефекты системы водоотвода (водосборы, водобойные колодцы, водоотводные канавы)	
2.9. Наличие неорганизованных съездов	
3. Искусственные сооружения	
3.1. Мосты	
3.1.1. Наличие отдельных выбоин на покрытии тротуаров	
3.1.2. Отдельные поверхностные повреждения перильных ограждений, ограждений элементов пролетных строений, подлежащие восстановлению в течение 5 сут	
3.1.3. Разрушение откосов регуляционных сооружений, конусов и насыпи	
3.1.4. Наличие локальных разрушений слоев дорожной одежды вдоль деформационных швов	
3.1.5. Загрязнение опорных узлов	

1	2
3.1.6. Наличие просадок в местах сопряжения моста с насыпью	
3.1.7. Загрязнение проезжей части мостов	
3.2. Трубы	
3.2.1. Застой воды у оголовков водопропускных труб	
3.2.2. Локальные разрушения укрепления откоса насыпи и оголовков водопропускных труб	
3.2.3. Заиливание водопропускных труб	
3.2.4. Размыв русел водотоков у оголовков водопропускных труб	
3.2.5. Наличие травы и древесно-кустарниковой растительности у оголовков водопропускных труб	
3.2.6. Наличие незаделанных швов между звеньями водопропускных труб	
4. Обустройство и обстановка дороги	
4.1. Наличие грязи на дорожных знаках, ограждениях павильонов, посадочных площадках, площадках отдыха и стоянках транспортных средств	
4.2. Износ дорожной разметки	
4.3. Повреждение окраски ограждений, кроме оцинкованных поверхностей	
4.4. Наличие повреждений элементов ограждений, подлежащих восстановлению в течение 5 сут после обнаружения дефекта	
4.5. Наличие железобетонных стоек ограждений с раскрытой сеткой трещин, металлических и деревянных стоек с механическими повреждениями или уменьшенным расчетным сечением	
4.6. Локальные разрушения бортовых камней глубиной менее 3,0 см при их суммарной площади более 20 % или локальные повреждения глубиной более 3 см	

Примечание. При обнаружении несоответствия требуемому уровню содержания какого-либо показателя состояния на отдельных километрах дороги в соответствующей графе столбца «2» указываются (через запятую) текущие километры.

Итого обследовано: _____ КМ

Соответствует заданному уровню: _____ КМ

Не соответствует заданному уровню: _____ КМ

Заказчик _____

Исполнитель _____

**Итоговая ведомость оценки уровня содержания
автомобильной дороги**

Название дороги: _____

Эксплуатационная категория дороги: _____

Адрес участка, км: _____

Характерный период (зима/лето): _____

Требуемый уровень содержания: _____

Дата _____

Текущий километраж, км	Оценка уровня содержания конструктивных элементов				Общая оценка уровня содержания
	Проезжая часть	Земляное полотно	Искусственные сооружения	Обустройство и обстановка	
-	Да	Да	Да	Да	Да
-	Нет	Да	Да	Да	Нет
-	Да	Нет	Да	Да	Нет
-	Да	Да	Нет	Да	Нет
-	Да	Да	Да	Нет	Нет
-	Да	Нет	Нет	Да	Нет
-	Да	Да	Нет	Нет	Нет
-	Да	Да	Да	Да	Да
-	Да	Да	Да	Да	Да
-	Да	Да	Да	Да	Да
-	Да	Да	Да	Да	Да
-	Да	Да	Да	Да	Да
-	Да	Да	Да	Да	Да
-	Да	Да	Да	Да	Да
-	Да	Да	Да	Да	Да
-	Да	Да	Да	Да	Да
-	Да	Да	Да	Да	Да
-	Да	Да	Да	Да	Да
-	Да	Да	Да	Да	Да

Примечание. При соответствии уровня содержания отдельных конструктивных элементов и всей дороги требуемому уровню в таблице ставится оценка «Да». При несоответствии ставится оценка «Нет».

Итого обследовано: _____ км

Соответствует заданному уровню: _____ км

Не соответствует заданному уровню: _____ км

Заказчик _____ Исполнитель _____

Глава 15. ПРИНЦИПЫ ПЛАНИРОВАНИЯ И НАЗНАЧЕНИЯ РЕМОНТНЫХ РАБОТ НА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГЕ

Ремонтные работы планируются и назначаются на основе оценки прочности и состояния дороги и дорожных сооружений. Состояние дороги оценивается эксплуатационными коэффициентами, величины которых позволяют наметить ремонтные работы. Ниже приведем характеристику этих коэффициентов.

Общее состояние дорожного покрытия и его ровность определяются эксплуатационным коэффициентом обеспеченности расчетной скорости $k_{эс}$ (коэффициентом службы $k_{сл}$):

$$k_{эс} = \frac{V_{ф}}{V_{р}}, \quad (40)$$

где $V_{ф}$ – фактическая скорость движения автомобиля на дороге, км/ч;

$V_{р}$ – расчетная скорость, зависящая от категории дороги (СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85*, табл. 3).

В нормальных условиях эксплуатации дороги, когда нет дождя, снега, не дуют метели и пыльные бури, нет тумана, дорога должна иметь $k_{эс} \geq 1$. В неблагоприятных условиях в осенне-зимний и весенний периоды допускается величина $k_{эс} \geq 0,75$. Только при сильных снегопадах и метелях, туманах, интенсивных ливнях, штормовых ветрах, гололеде допускается на непродолжительный период снижение коэффициента $k_{эс}$ до 0,5.

Допустимые значения скорости на эксплуатируемых дорогах различных категорий с учетом их состояния [16] приведены в табл. 29.

Таблица 29

Допустимые значения скорости

Условия погоды и рельеф местности	Допустимые значения скорости, км/ч, по категориям дорог					
	I-а	I-б	II	III	IV	V
1	2	3	4	5	6	7
Благоприятные погодные условия: основные участки трудные участки (пересеченная местность)	120...150	100...120	100...120	100	80	60
	100...120	90...100	90...100	80	60	40

1	2	3	4	5	6	7
трудные участки (горная местность)	75...80	60	60	50	40	30
Неблагоприятные погодные условия:						
основные участки	90...100	80...90	80...90	75	60	45
трудные участки (пересеченная местность)	80...90	70...75	70...75	60	45	30
трудные участки (горная местность)	60	45	45	40	30	20
В исключительных случаях при неблагоприятных дорожных условиях:						
основные участки	60...75	50...60	50...60	50	40	30
трудные участки (пересеченная местность)	60	50	50	40	30	20
трудные участки (горная местность)	40	30	30	25	20	20

Используя значения скорости (см. табл. 29), можно подсчитать коэффициент обеспеченности расчетной скорости $k_{эс}$ с учетом состояния погодных условий для разных категорий дорог.

15.1. Коэффициент ровности дорожных покрытий

Покрытие проезжей части не должно иметь просадок, выбоин, других повреждений, затрудняющих движение автомобилей с разрешенной правилами дорожного движения скоростью. Однако при эксплуатации на покрытиях дорог появляются неровности различных размеров (выступы, впадины, выбоины, сдвиги, волны, ступеньки), которые нарушают ровность (микропрофиль) покрытия и существенно снижают скорость движения [15].

Неровности на проезжей части образуются из-за недостаточно высокого качества строительных и ремонтных работ, а также от разрушительных ударов колес автомобилей и от влияния природно-климатических условий.

По ГОСТ Р 50597-93 предельные размеры отдельных выбоин и просадок не должны превышать по длине 15 см, ширине 60 см и глубине 5 см.

С увеличением срока службы дороги количество неровностей возрастает, поэтому периодически следует выполнять работы по восстановлению ровности покрытий.

При движении по неровной проезжей части возникают продольные, поперечные и вертикальные колебания автомобилей. Эти колебания зависят и от крутильных колебаний трансмиссии автомобиля. На преодоление их затрачивается дополнительная энергия, и возрастает сопротивление движению автомобиля [17].

В зависимости от вида неровностей (единичные или чередующиеся) колебания автомобиля соответственно будут неустановившимися или установившимися. Наиболее часто на дороге встречаются единичные неровности, и при наезде на них возникают неустановившиеся (затухающие) колебания транспорта (рис. 29).

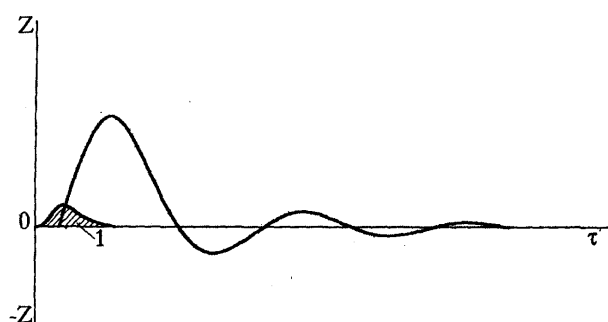


Рис. 29. Неустановившиеся колебания автомобиля при проезде через единичную неровность:
1 – единичная неровность;
 τ – время колебаний;
 Z – амплитуда колебаний

Если на поверхности дороги имеются периодически чередующиеся между собой неровности примерно одинакового вида и размера (волны, выбоины, стыки между плитами), то возникают установившиеся периодические колебания транспорта (рис. 30).

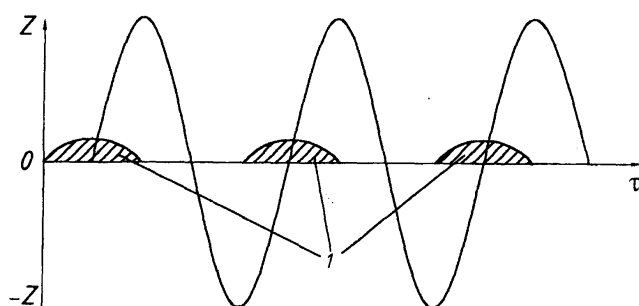


Рис. 30. Установившиеся колебания автомобиля при проезде через чередующиеся примерно одинаковые неровности:
 Z – амплитуда колебаний;
1 – чередующиеся неровности;
 τ – время колебаний

Колебания автомобилей оказывают разрушающее воздействие на покрытие дороги. Частота воздействия на дорогу при неустановившихся колебаниях зависит от расстояния между единичными неровностями. Чем больше расстояние между неровностями, тем на меньшей длине пути будет разрушаться покрытие, так как колебательный процесс автомобиля между неровностями будет затухать.

При установившихся колебаниях, когда расстояние между чередующимися неровностями сравнительно небольшое, колебания автомобиля представляют непрерывный процесс (не успевают затухать) и разрушающее воздействие от колес транспорта на покрытие дороги будет больше.

При проезде колеса через выбоину происходит его динамический удар о дно неровности, вследствие чего наблюдается дальнейшее интенсивное разрушение покрытия дороги. Чем чаще встречаются неровности на дороге, тем быстрее выходит из строя проезжая часть дороги под механическим действием колес автомобилей.

Ровность покрытия дороги оценивается коэффициентом ровности:

$$k_p = \frac{S_H}{S_\Phi}, \quad (41)$$

где S_H – предельно допустимая ровность, нормируемая для различных групп дорог (табл. 30), измеряется передвижным прибором ПКРС-2 (толчкомером);

S_Φ – фактическая ровность, определяемая экспериментально на дороге. Покрытие считается ровным, если коэффициент ровности $k_p \geq 1$.

Таблица 30

Группа дорог по транспортно-эксплуатационным характеристикам	Состояние покрытия по ровности	
	Допускаемая ровность, см/км	Допускаемое число просветов под 3-метровой рейкой, %
Магистрали скоростного движения, интенсивность движения больше 3000 авт./сут	660	7
Магистрали регулируемого движения, интенсивность движения от 1000 до 3000 авт./сут	860	9
Дороги местного значения, интенсивность движения до 1000 авт./сут	1200	14

15.2. Измерение ровности дорожного покрытия

Самым простым прибором, измеряющим геометрические параметры неровностей, являются рейки. По СП 78.13330.2012 неровности покрытия оцениваются по просвету между поверхностью неровности и нижней плоскостью рейки. Обычно рейки изготавливаются из дерева или алюминия длиной 3 м (рис. 31). Во время измерения рейку укладывают вдоль проезжей части и в местах просвета вставляют клиновидные подкладки, на

которых по высоте нанесены деления в миллиметрах. Размеры просветов записываются в журнал.

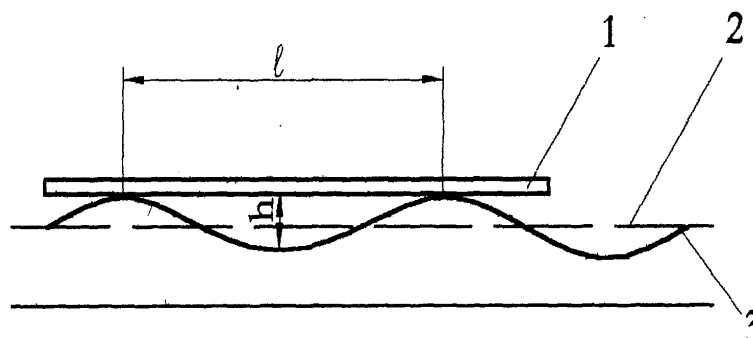


Рис. 31. Измерение неровностей покрытия с помощью 3-метровой рейки:
1 – 3-метровая рейка; 2 – проектный профиль покрытия; 3 – фактический профиль неровного покрытия; l – длина волны неровности; h – глубина неровности дорожного покрытия

На новой или отремонтированной дороге размер просвета не должен превышать:

- 3 мм – на асфальтобетонных и цементобетонных покрытиях;
- 7 мм – на усовершенствованных покрытиях облегченного типа;
- 15 мм – на покрытиях переходного типа.

Аналогично измеряют неровности поверхности дороги в поперечном направлении. Способ измерения неровностей покрытия с помощью рейки представляет собой довольно трудоемкую операцию, не дает точных результатов и в настоящее время практически не используется. Гораздо точнее ровность поверхности дороги можно оценить с помощью толчкомера ИВП–1. Способ основан на измерении вертикальных перемещений заднего моста автомобиля.

Толчкомер состоит из двух основных узлов: механической части – датчика импульсов и электронного формирователя этих импульсов (рис. 32). Механическая часть датчика толчкомера состоит из металлического корпуса 1, в котором находится ползковый механизм 2, перемещаемый по направляющей 3. Возвратно-поступательное движение каретки происходит под воздействием троса 4 и пружины 9. Один конец троса закреплен на каретке ползкового механизма, а другой с помощью зажимного устройства 7 крепится к заднему мосту автомобиля 8. Трос проходит через направляющий ролик 5 и отверстие 6 в полу кузова автомобиля, обеспечивая перемещение каретки, возвратное движение которой осуществляется посредством пружины. На каретке ползкового механизма закреплена кодовая пластина 10, просвечиваемая электронной оптикой 11. При перемещении каретки ползкового механизма зубцы кодовой пластины перекрывают оптический канал оптики, за счет чего формируются электрические сигналы, поступающие с выхода датчика на электронный счетчик. При

этом вертикальное перемещение заднего моста автомобиля в прямом или в обратном направлении фиксируется в памяти счетчика с точностью до 1 мм. Суммарное число вертикального прямого и обратного перемещений заднего моста в сантиметрах, деленное на два, индицируется на экране компьютера.

Электрическая схема толчкомера ИВП-1 состоит из оптронного датчика импульсов и электронного формирователя, совмещенного с датчиком, а также стабилизаторов напряжения. Оptrонный датчик импульсов представляет собой оптоэлектронное устройство с открытым оптическим каналом. Отверстие 6, сделанное в полу кузова автомобиля, должно быть строго над серединой заднего моста, так, чтобы трос 4 был перпендикулярен плоскости днища кузова.

Механическая часть толчкомера должна быть прочно закреплена на полу кузова автомобиля крепежными болтами.

На время пробега автомобиля, когда не делаются измерения неровностей покрытия, трос 4 следует отсоединять от заднего моста автомобиля. Во время измерений состояние автомобиля должно соответствовать его технической характеристике (давление воздуха в шинах, состояние подвески, люфт в пальцах и втулках, тяга, показание спидометра).

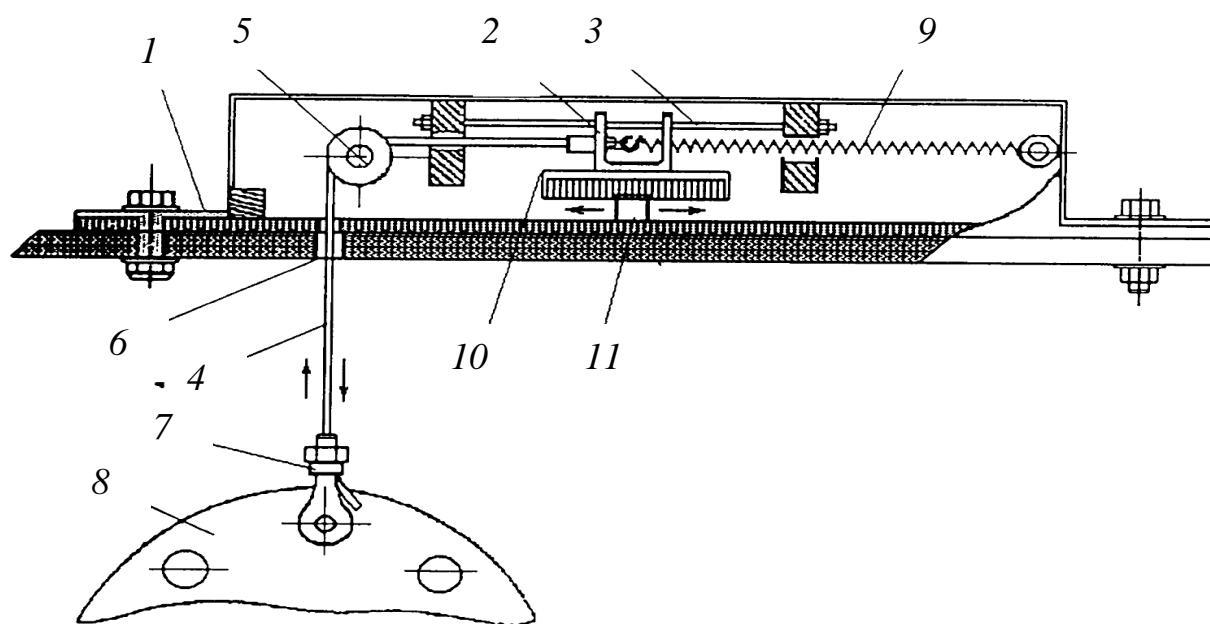


Рис. 32. Конструкция толчкомера

Измерения неровности покрытия производятся при постоянной скорости автомобиля 50 км/ч на контролируемом участке дороги. Результаты измерений приводятся к размерности см/км.

Оригинальный прибор для измерения неровностей на дороге создан под руководством профессора Силукова Ю.Д. в Автомобильно-дорожном

институте Уральского государственного лесотехнического университета. С его помощью дискретно измеряются превышения Δh точек неровностей покрытия дороги, удаленных друг от друга на расстоянии $l = 0,1$ м.

В конструкции прибора использован авиационный датчик кренов ДК-14 (рис. 33), представляющий собой гироскопическую вертикаль, которая выдает электрические сигналы пропорционально углам отклонения вертикали относительно продольной оси (канал тангажа). Съем сигналов осуществляется с помощью щеток 2, скользящих по потенциометру 1. Потенциометр питается постоянным током напряжением 27 В, а гиromотор работает от трехфазного переменного тока 37 В частотой 400 Гц. Число оборотов ротора мотора в минуту 21000...22000.

В полевых условиях постоянный ток аккумуляторных батарей преобразуется в переменный преобразователем ПАГ-1ф.

Прибор ДК-14 обеспечивает высокую точность измерения, погрешность не превышает 2 %.

Тарировочные графики строятся до начала измерений и после проведения эксперимента.

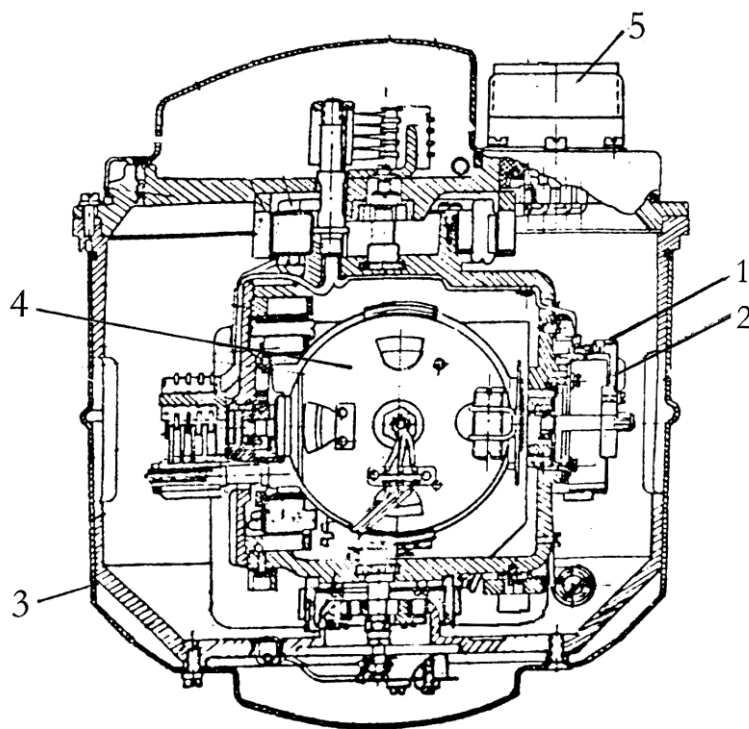


Рис. 33. Схема датчика ДК-14 при снятом кожухе:

- 1 – потенциометрическое устройство; 2 – щетка потенциометрического тангажа;
3 – корпус прибора; 4 – гидроузел; 5 – штепсельный разъем

Для дискретизации записи с шагом 0,1 м в цепь выходного электрического сигнала датчика ДК-14 включен замыкающий контакт. На одном из колес тележки прибора установлено три таких контакта.

Датчик ДК–14 вначале для получения линии горизонта (базовой ординаты) устанавливается на ровной горизонтальной поверхности, контролируемой по уровню. В этом случае главная ось гироскопа параллельна площадке тележки. Ползунок потенциометрического датчика находится в среднем положении, принимаемом за ноль.

При движении тележки по неровностям главная ось гироскопа сохраняет первоначальное положение в пространстве, а продольная ось площадки тележки отклоняется на некоторый случайный угол, записываемый на ленте потенциометрическим датчиком.

Превышение точек неровностей Δh , удаленных друг от друга на расстояние l , находится из равенства

$$\Delta h = l \sin \varphi, \quad (42)$$

где φ – угол между главной осью гироскопа и продольной осью площадки прибора (при малых углах $\sin \varphi \approx \varphi$).

Рабочая скорость съемки неровностей покрытия – 5 км/ч. Масса прибора – 12,3 кг.

После того как экспериментально определена фактическая ровность покрытия дороги S_{φ} , по формуле (42) вычисляется коэффициент ровности k_p . Если $k_p < 1$, требуется проводить ремонт по восстановлению ровности покрытия. При $k_p \geq 1$ покрытие дороги находится в удовлетворительном состоянии и ремонтировать проезжую часть не нужно. Оценить ровность покрытия можно с помощью прибора профильметра.

15.3. Показатель сцепных качеств колес автомобилей с покрытием (коэффициент скользкости)

Коэффициент скользкости $k_{ск}$ является важным показателем эксплуатационного состояния дороги. От величины коэффициента $k_{ск}$ зависит реализация касательной силы тяги в контакте колеса с дорогой, а также величина тормозной силы. Чем лучше сцепление колеса с покрытием, тем большую величину силы тяги можно реализовать автомобилем и обеспечить транспортировку груза даже на крутых подъемах.

Хорошее сцепление колес на дороге значительно снижает длину тормозного пути и существенно повышает безопасность движения автомобилей.

Коэффициент скользкости $k_{ск}$ характеризует шероховатость покрытия и находится из соотношения

$$k_{ск} = \varphi_{\varphi} / \varphi_{д}, \quad (43)$$

где ϕ_f – фактический коэффициент продольного сцепления колес с покрытием (определяется экспериментально или берется из табл. 31 для различных дорожных условий);

ϕ_d – допустимый по условиям безопасности коэффициент продольного сцепления колеса с покрытием.

Коэффициент сцепления колес с дорогой в большей степени зависит от шероховатости покрытия. С увеличением срока службы дороги ее поверхность становится гладкой. Она шлифуется шинами автомобилей, что ведет к снижению шероховатости и уменьшению коэффициента сцепления.

Допустимые значения коэффициентов сцепления ϕ_d в зависимости от условий движения приведены в табл. 31. Обычно меньшие значения ϕ_d имеет дорога, которая находится в эксплуатации, большие значения – дорога во время ее приемки к работе после строительства, реконструкции, ремонта покрытия или слоя износа.

Таблица 31

Состояние покрытия	Скорость движения, км/ч	Допустимый коэффициент сцепления
Асфальтобетон мокрый	60	0,45
Поверхностная шероховатая обработка	70	0,5...0,6

На новой дороге покрытие имеет необходимую шероховатость, но по мере эксплуатации дороги шероховатость снижается. Пределом уменьшения шероховатости покрытия является величина коэффициента сцепления меньше 0,4. В этом случае движение на дороге становится опасным.

Во время эксплуатации необходимо периодически измерять шероховатость покрытия и восстанавливать ее, особенно на опасных для движения участках дороги.

Во время приемки дороги в эксплуатацию обязательно проверяется степень шероховатости, дорога считается пригодной к работе, когда коэффициент сцепления на ее поверхности не меньше 0,5...0,6.

Если величина коэффициента скользкости $k_{ск} < 0,5$, коэффициента сцепления $\leq 0,4$, то следует произвести ремонт покрытия и восстановить его шероховатость.

Для измерения шероховатости дорожного покрытия имеется множество приборов, основанных на лазерном, ультразвуковом и стереофотограмметрическом методах.

Наиболее простой прибор Союздорнии – ПКШ–4 игольчатого типа (рис. 34).

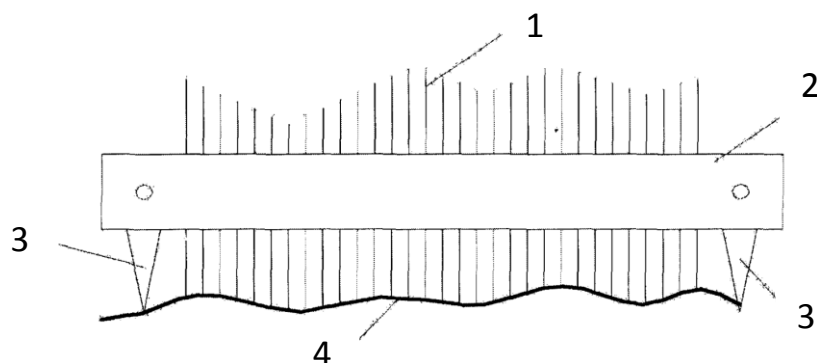


Рис. 34. Прибор Союздорнии ПКШ-4 для измерения шероховатости дорожного покрытия:
1 – иглы; 2 – зажимная планка; 3 – опоры;
4 – поверхность покрытия

На рис. 34 хорошо видно, как иголки точно копируют шероховатость покрытия. Не представляет труда зафиксировать на бумаге высоту выступов, расстояние между ними и углы при вершине выступов. Обычно средняя высота выступов должна быть 1,5...3,5 мм (допускается до 0,3...0,45 мм), а среднее расстояние между выступами – не более 12 мм.

Количество выступов с углом при вершине не менее 70...110 ° должно быть до 30 %, а при 150...180 ° – 45...76 %. В этом случае будет обеспечена достаточная шероховатость дорожного покрытия и достаточное сцепление колес с дорогой.

Для расчета коэффициента скользкости $k_{ск}$ по формуле (44) необходимо экспериментально измерить фактический коэффициент продольного сцепления колес автомобиля с покрытием $\varphi_{ф}$.

Коэффициент сцепления измеряется при помощи динамометрических тележек или протаскиванием одного автомобиля с заторможенными колесами другим автомобилем. Между автомобилями включен динамограф, который фиксирует силу тяги по сцеплению колес с дорогой $F_{сц}$. Зная вертикальную нагрузку, приходящуюся на тормозные колеса G , можно вычислить фактический коэффициент сцепления колес с покрытием $\varphi_{ф}$:

$$\varphi_{ф} = \frac{F_{сц}}{G}. \quad (44)$$

Для большей безопасности в местах наиболее вероятного возникновения дорожно-транспортных происшествий (пересечение дорог, пешеходные переходы) скользкость дорожного покрытия можно оценивать малогабаритным прибором ПШК – МАДИ – ВНИИБД.

Прибор (рис. 35) переносной ударного действия состоит из основания-подставки 15, опорной штанги 5. В нижней части опорной штанги закреплены подвижная муфта скольжения 4, измерительная шайба 9 и шкала

коэффициентов сцепления *11*. На подвижной муфте *4* шарнирно закреплены верхние концы толкающих тяг *3*, нижние концы которых шарнирами *2* соединены с имитаторами *1*. Имитаторы *1* стягиваются пружинами *10*.

В верхней части опорной штанги *5* расположены механизм *6* сброса груза *7*. Центральная пружина *8* и механизм ее натяжения *13* установлены внутри верхней части опорной штанги *5*.

Центральная пружина *8* соединена нижним зацепом с ползуном муфты скольжения *4*, а верхним концом – с механизмом натяжения *13*. Натяжение пружины *8* при транспортировке фиксируется вставным монтажным пальцем *14*. Это предохраняет от внезапного падения груза *7*.

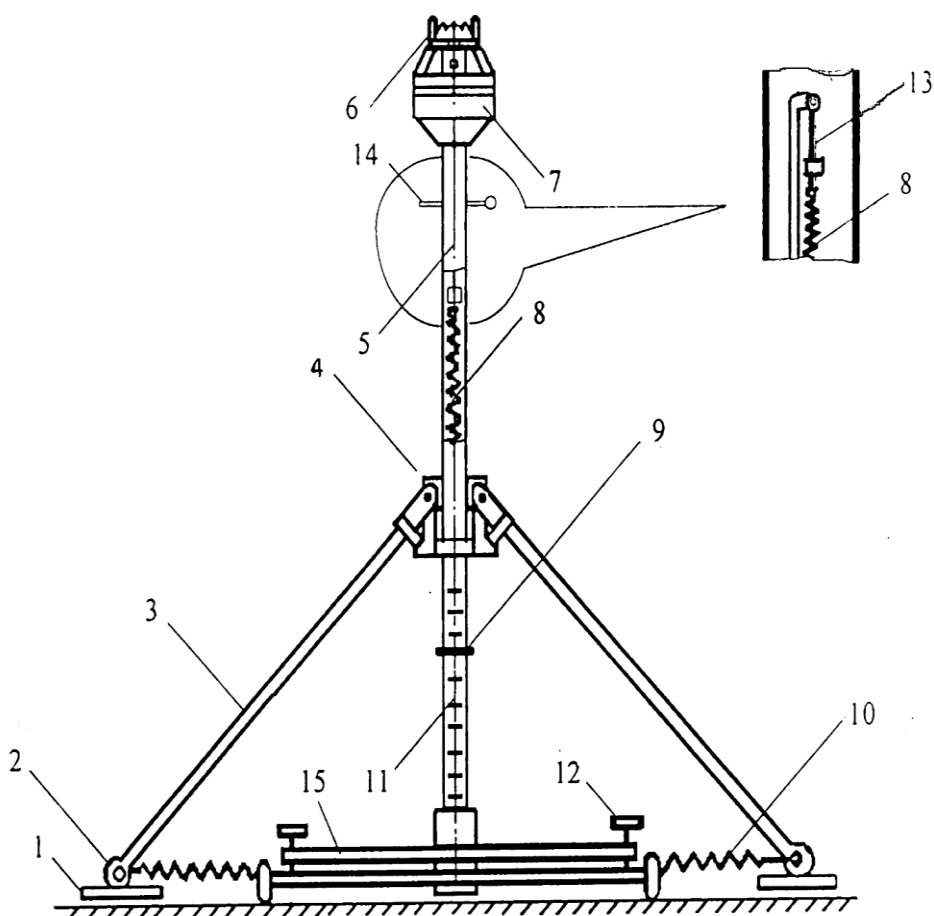


Рис. 35. Устройство прибора ППК – МАДИ – ВНИИБД

Прибор на дорожном покрытии устанавливается с помощью регулировочных винтов *12*, поверхность покрытия под имитаторами *1* (200 см^3 под каждый имитатор) предварительно увлажняется.

Прибор работает следующим образом. Нажимают на рычаги стопорного устройства механизма сброса *6*, и груз *7* под действием сил тяжести падает вниз, скользя по опорной штанге *5*, ударяет в муфту скольжения *4*, которая вместе с измерительной шайбой *9* перемещается вниз. В результате этого имитаторы *1* прижимаются к увлажненному покрытию и скользят

по нему в разные стороны. Чем выше коэффициент сцепления, тем меньший путь пройдут имитаторы и наоборот. Путь, пройденный имитаторами, фиксируется измерительной шайбой 9.

Величина коэффициента сцепления считывается по верхней плоскости измерительной шайбы на шкале прибора. Одним измерением считается среднее значение коэффициента сцепления в серии из пяти замеров.

Обычно контроль коэффициента сцепления дорожных покрытий выполняется на левой полосе наката. Движение имитаторов должно быть параллельно оси проезжей части, что обеспечивает однородное покрытие по обеим сторонами имитаторов. При несоблюдении этого условия может быть искажение результатов измерений.

Если величина уклона на измеряемом участке дороги больше 30 %, то полученная величина коэффициента сцепления уменьшается на поправку, приведенную в табл. 32.

Таблица 32

Уклон на дороге, ‰	30...40	50...70	80...100
Поправки	0,01	0,02	0,03

Полученную среднюю величину коэффициента сцепления следует сопоставить с нормативными значениями по ГОСТ Р 50597–93. Он должен быть не менее 0,3 для шины с полностью изношенным протектором и 0,4 для шины с рисунком протектора.

Если величина коэффициента скользкости $k_{ск}$, рассчитанная по формуле (43), получилась меньше 0,5, то необходимо принять меры к восстановлению шероховатости на дорожном покрытии.

Перемещают прибор с одного места измерений к другому, наклоняя вокруг оси его роликов, расположенных на подставке-основании, и держа за верхнюю часть опорной штанги.

15.4. Коэффициент износа покрытия

Износ – это уменьшение толщины покрытия в результате истирания материала от действия колес автомобилей и природных факторов.

Износ дорожного покрытия оценивается коэффициентом износа $k_{изн}$:

$$k_{изн} = h_{ф}/H_0, \quad (45)$$

где $h_{ф}$ – фактическая величина износа покрытия, мм/год;

H_0 – часть толщины покрытия, рассчитанная на износ, мм.

Фактическая величина износа верхнего слоя дорожного покрытия h_{ϕ} за год определяется экспериментально на дороге или в первом приближении рассчитывается по формуле

$$h_{\phi} = a + \bar{b} B, \quad (46)$$

где a – величина износа дорожного покрытия в год от действия природных факторов, мм/год (табл. 33);

\bar{b} – коэффициент, учитывающий тип и прочность дорожного покрытия (см. табл. 33);

B – годовая грузонапряженность дороги, млн т брутто:

$$B = n N, \quad (47)$$

где n – безразмерный коэффициент ($n = 0,001$);

N – интенсивность движения по дороге, авт/сут.

Формула (46) с учетом формулы (47) запишется в следующем виде:

$$h_{\phi} = a + \bar{b} n N. \quad (48)$$

Таблица 33

Тип покрытия	a	\bar{b}
Асфальтобетон	0,4...0,6	0,25...0,55
Щебеночные и гравийные, обработанные вяжущими: двойная обработка одиночная обработка	1,3...2,7	3,5...5,5
	1,4...2,8	4,0...6,0

Примечания:

1. Средние значения a и \bar{b} принимаются для дорог, расположенных в зоне умеренного увлажнения (III – дорожно-климатическая зона).

2. Верхние пределы значений a и \bar{b} принимаются для усовершенствованных покрытий, расположенных в зоне избыточного увлажнения (II дорожно-климатическая зона).

3. Для дорог с щебеночным и гравийным покрытиями нижние пределы a и \bar{b} принимаются для зоны избыточного увлажнения, а верхние пределы – для сухого климата.

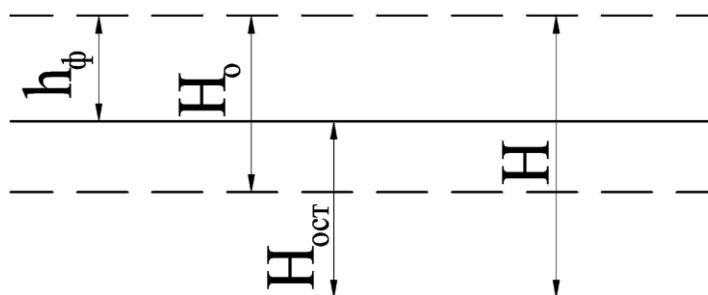
4. При ширине проезжей части больше 7 м величину \bar{b} уменьшают на 15 %, а если ширина покрытия меньше 6 м, то увеличивают на 15 %.

Рекомендуемая толщина слоя износа H_0 в зависимости от типа покрытия приведена в табл. 34.

Дорожное покрытие	Толщина слоя износа H_o , мм
Асфальтобетонное	10...20
Цементобетонное	30...40
Щебеночное, гравийное, обработанное битумом	40...50
Щебеночное и гравийное без обработки вяжущим	60...80

Если известна первоначальная толщина покрытия на дороге H , то, измерив оставшуюся толщину покрытия $H_{ост}$, можно найти величину износа $h_{ф}$ (рис. 36).

Рис. 36. Износ покрытия:
 $h_{ф}$ – величина слоя износа;
 H_o – толщина покрытия, предназначенная на износ;
 $H_{ост}$ – оставшаяся толщина покрытия;
 H – первоначальная толщина покрытия



Величина износа покрытия h (см. рис. 36) будет равна:

$$h = H - H_{ост}. \quad (49)$$

Для измерения величины износа покрытия используются различные электрические приборы. Например электромагнитный прибор, основанный на отражении электромагнитных волн. Для измерения этим прибором при укладке покрытия в месте измерения износа в основании покрытия закладывается лист фольги, который отражает электромагнитные колебания и возвращает их на датчик прибора, фиксирующий оставшуюся толщину покрытия. Чем быстрее отражается электромагнитный луч, тем больший износ и тем тоньше оставшийся слой покрытия.

Можно измерять износ по величине силы тока, который появляется от электромагнитного поля между фольгой и обмоткой возбуждения, находящейся на поверхности покрытия.

Износ можно определить с помощью пластин трапециевидальной формы, выполненных из мягкого материала (известняк). Пластина (марка) заделывается в покрытие и истирается вместе с ним (рис. 37).

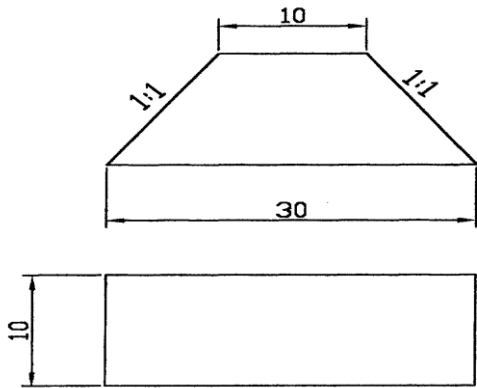


Рис. 37. Пластина (марка) из известняка для измерения износа покрытия (в мм)

По числу отверстий на шайбе определяют величину износа. Высота столбика шайб соответствует толщине слоя покрытия.

Измерив длину ребра l_1 (рис. 38) после нескольких лет эксплуатации дороги, можно определить износ покрытия:

$$h = (l_1 - l) / 2.$$

Еще проще измерять износ покрытия при помощи столбика шайб одинаковой толщины (до 1 мм) диаметром 2...3 см. На каждой шайбе просверлены отверстия. На верхней – одно, на второй – два и т.д.

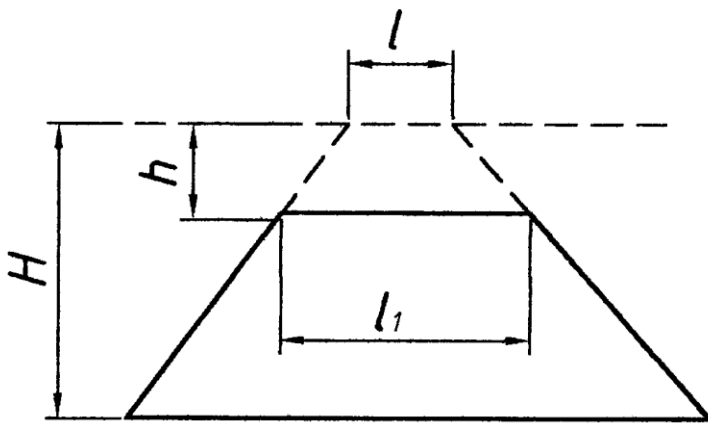


Рис. 38. Схема для расчета толщины износа покрытия:
 H – первоначальная толщина покрытия;
 h – величина износа покрытия;
 l – первоначальная длина ребра марки до износа;
 l_1 – длина ребра марки после износа

При нормальной эксплуатации дороги коэффициент износа $k_{\text{изн}}$, рассчитанный по формуле (45), не должен превышать 1. Если коэффициент износа $k_{\text{изн}} > 1$, то дорожное покрытие изношено полностью и требует восстановления.

15.5. Коэффициент прочности дорожной одежды

По прочности дорожной одежды устанавливают соответствие дороги требованиям движения как в данный период ее эксплуатации, так и в дальнейшем с учетом роста интенсивности движения.

В качестве эксплуатационного показателя прочности дорожной одежды служит коэффициент прочности:

$$K_{np} = \frac{E_{\phi}}{E_{тр.р}}, \quad (50)$$

где E_{ϕ} – фактический модуль упругости дорожной одежды, определяемый экспериментально, МПа;

$E_{тр.р}$ – требуемый (расчетный) модуль упругости, вычисленный по интенсивности и составу потока на перспективный год (предусмотренный в проекте), МПа.

С увеличением срока эксплуатации дороги интенсивность движения и, следовательно, требуемая прочность дорожной одежды возрастают, а фактическая прочность снижается. Поэтому с течением времени необходимо выполнять ремонтные работы для повышения прочности дорожных одежд.

Если принять требуемый модуль упругости $E_{тр}$ на данный момент эксплуатации дороги, то можно вычислить коэффициент запаса прочности дорожной одежды K_{np}^1 :

$$K_{np}^1 = \frac{E_{\phi}}{E_{тр}}. \quad (51)$$

Фактический модуль упругости E_{ϕ} устанавливают по величине прогиба дорожной одежды:

$$E_{\phi} = \frac{pD}{l}(1-\mu^2), \quad (52)$$

где p – удельное давление в контакте колеса с покрытием дороги, МПа;

D – диаметр круга, площадь которого равна площади отпечатка шины, см;

μ – коэффициент Пуассона ($\mu = 0,3$);

l – величина прогиба дорожной одежды под колесом расчетного автомобиля (определяется экспериментально), см.

Так как величины p , D и μ в формуле (52) известны [16], то определение фактического модуля упругости дорожной одежды сводится к измерению прогиба на покрытии специальными приборами и установками.

Прочность дорожной одежды путем замера ее прогиба определяют в расчетный неблагоприятный по условиям движения период года. Например для II и III зон весной, когда прочность одежды минимальная, а глубина оттаивания грунта земляного полотна не превышает 0,75 от глубины промерзания. В этот период дорожная одежда лежит на переувлажненном грунте, а донник еще не растаял, поэтому прогиб наибольший, а фактический модуль упругости имеет наименьшую величину.

После того как донник растаял, земляное полотно начинает просыхать, модуль упругости увеличивается и замеры прогиба дорожной одежды прекращаются.

Прочность дорожной одежды определяется на всем протяжении дороги один раз в пять лет, а на ослабленных участках, где намечается ремонт дорожной одежды, модуль упругости измеряется ежегодно.

Помимо измерения прогиба одежды с помощью приборов на участках, подлежащих ремонту в текущем году, вскрывают дорожную одежду и определяют модуль упругости по взятым образцам в лабораторных условиях, после чего решается вопрос об усилении дорожной одежды и верхней части грунта земляного полотна.

Прогиб дорожных одежд нежесткого типа, рассчитанных на работу в области упругих деформаций, измеряют статическими и динамическими методами. К статическим относится метод постепенного погружения штампа или колеса вертикальной нагрузкой при помощи домкрата, который упирается в балку. Динамические методы основаны на падающих ударных нагрузках.

В последнее время получили распространение установки (рис. 39) динамического нагружения (УДН), разработанные в МАДИ. Принцип действия: груз 1 сбрасывается с определенной высоты по направляющей 2 на амортизирующее устройство в виде пружины 3 и создает кратковременное усилие с длительностью действия нагрузки, как у колеса автомобиля, – 0,02...0,03 с. Далее усилие передается через штамп 4 на дорожную одежду, вызывая в ней прогиб. Величина упругой деформации записывается вибрографом 5.

Подъем груза осуществляется ручной или механической лебедкой с помощью троса, пропущенного через блок.

Установка УДН работает в стационарном режиме, обладает малой производительностью. Она удобна для измерения прочности слоев дорожной одежды при строительстве или их ремонте.

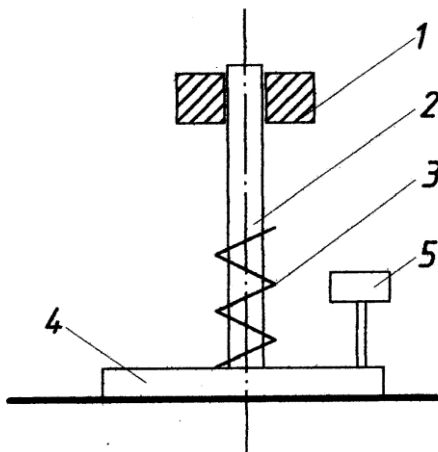


Рис. 39. Схема УДН, разработанная в МАДИ, для измерения упругого прогиба дорожной одежды:

- 1 – груз;
- 2 – направляющая;
- 3 – амортизирующее устройство в виде пружины;
- 4 – штамп;
- 5 – виброграф

Установка динамического нагружения Дина-3М, смонтированная на прицепе, разработана Саратовским филиалом Гипродорнии. Она снабжена пультом дистанционного управления для подъема и сбрасывания груза, измерения упругого прогиба дорожной одежды и записи его величины на электронное устройство с цифровой индексацией. Скорость движения установки Дина-3М составляет 3...4 км/ч.

Имеются установки динамического нагружения УДН-НК, подвешенные на кузов автомобиля. Груз сбрасывается не на жесткий штамп, а на пневматические сдвоенные колеса. Колеса одновременно играют роль амортизатора, поэтому пружина для смягчения удара груза не устанавливается.

После определения упругого прогиба дорожной одежды можно найти по формуле (52) фактический модуль упругости. Требуемый модуль упругости рассчитывается обычно по методике определения толщины дорожной одежды.

Зная E_f и $E_{тр}$, можно сосчитать коэффициент прочности $k_{пр}$ или коэффициент запаса прочности $K_{пр}^1$ дорожной одежды.

Если прочность дорожной одежды получилась < 1 , то необходим ремонт одежды дороги.

15.6. Коэффициент интенсивности движения

Коэффициент интенсивности движения оценивает соответствие условия работы дороги расчетной интенсивности движения, которая предусмотрена в проекте.

Обычно автомобильные дороги проектируют с учетом перспективного увеличения интенсивности движения (количество автомобилей, которое можно пропустить по дороге в обоих направлениях в единицу времени).

Ежегодное увеличение интенсивности движения происходит в геометрической прогрессии:

$$N_t = N_1 (1+q)^{t-1}, \quad (53)$$

где N_t – интересующая перспективная интенсивность движения автомобилей, авт/сут;

N_1 – интенсивность движения в первом году эксплуатации дороги, авт/сут;

$1 + q$ – знаменатель геометрической прогрессии;

q – коэффициент ежегодного роста интенсивности движения ($q = 0,08...0,2$);

t – количество лет, через которое рассчитывается интенсивность движения.

Однако темпы роста интенсивности движения автомобилей по дороге могут меняться из-за факторов, не предусмотренных в проекте. Фактический рост интенсивности движения может быть больше расчетного. Для нормальной эксплуатации дороги необходимо ежегодно измерять величину интенсивности движения и рассчитывать коэффициент интенсивности движения $K_{ин}$:

$$K_{ин} = N_{ф}/N_{р}, \quad (54)$$

где $N_{ф}$ – фактическая интенсивность движения автомобилей на дороге (устанавливается экспериментально), авт./сут;

$N_{р}$ – расчетный коэффициент интенсивности движения на дороге, авт./сут.

Расчетный коэффициент $N_{р}$ устанавливается при разработке проекта для данной категории дороги на перспективу 20 лет, а для расчета дорожной одежды – на 6...20 лет.

Если величина коэффициента интенсивности движения $K_{ин} < 1$, то дорожная одежда работает в нормальном режиме в пределах расчетных значений.

При $K_{ин} > 1$ условия работы дорожной одежды не будут соответствовать требуемым. В этом случае рассчитывают еще коэффициент прочности и принимают решение о необходимости ремонта дорожной одежды.

Фактический коэффициент интенсивности движения определяется в полевых условиях на дороге.

Самым простым и наиболее трудоемким определением $N_{ф}$ является учет вручную. Обычно учет количества автомобилей, прошедших по дороге в обоих направлениях, ведут служащие ДРСУ в учетных пунктах на пересечениях дорог, въездах в города и населенные пункты, где изменяется интенсивность движения. На специальных бланках отмечают количество автомобилей отдельно: легковые, грузовые, автобусы. Работа ведется в течение 15...25 выборочных дней в разное время суток, дней недели, месяцев.

Более прогрессивным является учет движения автомобилей при помощи автоматизированных приборов. Это позволяет вести более точный учет автомобилей не выборочно, а непрерывно. Наиболее простым прибором является счетчик, основанный на том, что световой луч направлен через дорогу на фотоэлемент. Когда луч прерывается проезжающими автомобилями, на ленте записи появляется прерывистая линия. По длине разрыва линии можно судить о длине автомобиля, т. е. определять группы автомобилей: легковые, грузовые, автопоезда и автобусы.

Довольно просто определяется количество проезжающих автомобилей с помощью индуктивных датчиков. Для этого в дорожное покрытие закладываются контуры проволоки (рис. 40).

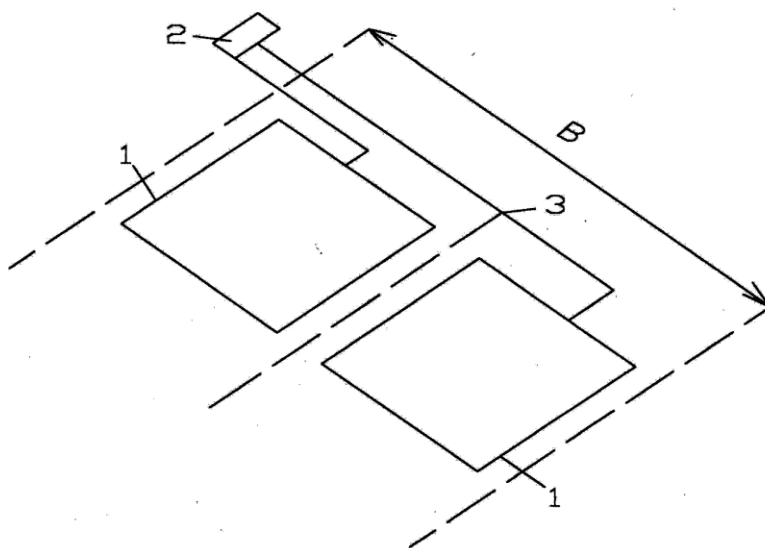


Рис. 40. Индуктивный датчик в виде контуров из проволоки:

- 1 – прямоугольные контуры из проволоки;
- 2 – счетчик проезжающих автомобилей;
- 3 – разделительная линия дороги;
- В – ширина проезжей части

Проезжающий через контуры автомобиль индуцирует ток, который фиксируется счетчиком. Так определяется фактическое количество автомобилей, проходящих по дороге в обоих направлениях.

Зная $N_{\text{фак}}$ и $N_{\text{расч}}$, можно определить по формуле (54) коэффициент интенсивности движения $K_{\text{ин}}$.

15.7. Итоговый коэффициент аварийности движения

Итоговый коэффициент аварийности движения служит для выявления опасных участков дороги с целью принятия мер, повышающих безопасность движения на дороге. Для выявления опасных участков наиболее просто использовать материалы ГИБДД о числе дорожно-транспортных происшествий (ДТП). Однако этот способ не является точным, так как не учитывает многие факторы, например интенсивность движения.

Более точным является метод коэффициентов аварийности, предложенный проф. В.Ф. Бабковым [18]. За основу взят итоговый коэффициент аварийности, который характеризует степень опасности участков во время движения транспорта. Метод особенно удобен для анализа опасности дорожных участков, которые находятся в эксплуатации и требуют ремонта.

Итоговый коэффициент аварийности $K_{\text{авар}}$ представляет собой произведение частных коэффициентов, учитывающих влияние элементов плана и профиля дороги на опасность движения:

$$K_{\text{авар}} = K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 \dots K_{14}, \quad (55)$$

где коэффициенты $k_1, k_2, k_3, k_4, k_5 \dots k_{14}$ – отношение количества дорожных происшествий для существующих величин элементов плана и профиля дороги к количеству происшествий на эталонном горизонтальном прямом

участке с проезжей частью шириной 7...7,5 м и твердыми широкими обочинами. Чем больше величина коэффициента аварийности, тем более опасен для движения участок дороги (табл. 35).

При проектировании новых автомобильных дорог следует выдерживать величину итогового коэффициента аварийности в пределах 15...20. Если величина коэффициента аварийности составляет 25...40 в равнинной или холмистой местности, то необходимо проводить ремонт или реконструкцию по перестройке опасных участков дороги.

Таблица 35

Частные коэффициенты аварийности

Интенсивность движения, авт./сут к ₁	500 0,40	1000 0,5	3000 0,75	5000 1,00	7000 1,30	9000 1,90
Ширина проезжей части, м	4,5	5,5	6,0	7,5	8,5	–
к ₂ при укрепленных обочинах	2,2	1,5	1,35	1,0	0,8	–
к ₃ при неукрепленных обочинах	4,0	2,75	2,5	1,5	1,0	–
Ширина обочин, м	0,5	1,5	2,0	>3	–	–
к ₃	2,2	1,4	1,2	1,0	–	–

Продольный уклон, ‰	20	30	50	70	80
к ₄	1,0	1,25	2,5	2,8	3,0

Радиус кривых в плане, м	<50	100	150	200...300	400...600	1000...2000	>2000
к ₅	10,0	5,4	4,0	2,25	1,6	1,25	1,0

Видимость, м	50	100	150	200	250	350	400	500
к ₆ в плане	3,6	3,0	2,7	2,25	2,0	1,45	1,20	1,0
к ₆ в профиле	5,0	4,0	3,4	2,5	2,4	2,0	1,4	1,0

Ширина проезжей части мостов по отношению к проезжей части дороги, м	< на 1	Равна	> на 1	> на 2
к ₇	6,0	3,0	1,5	1,0

Длина прямых участков, км	3	5	10	15	20	> 25
к ₈	1,0	1,1	1,4	1,6	1,9	2,0

Тип пересечения с примыкающей дорогой к ₉	В разных уровнях 0,35	В одном уровне при интенсивности движения на пересекаемой дороге, % от суммарной аварийности на двух дорогах:		
		< 10 1,5	10...20 3,0	> 20 4,0
Пересечения в одном уровне при интенсивности движения по основной дороге, авт./сут к ₁₀	≤ 1600 1,5	1600...3500	3500...5000	≥ 5000
		2,0	3,0	4,0

Видимость пересечения в одном уровне с примыкающей дорогой, м к ₁₁	< 20	30...20	40...30	60...40	> 60
	5,0	2,5	1,65	1,1	1,0

Число полос движения на проезжей части к ₁₂	2	3	4 с безраздельной полосы	4 с раздельной полосой
	1,0	1,5	0,8	0,65

Расстояние от застройки до проезжей части, м к ₁₃	15...20; есть полосы местного значения 2,5	6...10; есть тротуары 5,0	5; нет полос местного значения 7,5	5; нет тротуаров 10,0
---	---	------------------------------------	---	--------------------------------

Величина коэффициента сцепления при различном состоянии дорожного покрытия к ₁₄	0,2...0,3; скользкое с грязью 2,5	0,4; скользкое 2,0	0,6; чистое сухое 1,3	0,7; шероховатое 1,0	0,75; очень шероховатое 0,75
---	--	--------------------------	--------------------------------	----------------------------	---------------------------------------

В целях безопасности движения дорожно-эксплуатационным службам рекомендуется на опасных участках дороги:

- размечать проезжую часть сплошной линией, запрещающей выезд на полосу встречного движения, когда коэффициент аварийности 10...20;
- запрещать обгон и снижать скорость движения при коэффициентах аварийности 20...40.

На практике используются сезонные графики коэффициентов аварийности, где значения частных коэффициентов соответствуют состоянию дороги в данный период года. На основании этих графиков планируются мероприятия, повышающие безопасность движения, очередность и сроки проведения работ на разных участках дороги.

Если для летнего периода значения параметров и характеристик дороги принять за единицу, то для осенне-весеннего и зимнего периодов вводятся следующие поправочные коэффициенты:

- для ширины проезжей части 0,8;
- для ширины обочин 0,95;
- для ширины проезжей части мостов 0,8;
- для коэффициента сцепления 0,5;
- для интенсивности движения 0,7...1,4.

Проектное значение параметра умножают на поправочный коэффициент и с учетом этого принимают величину частного коэффициента, а затем вычисляют значение итогового коэффициента аварийности для каждого периода года.

На местных дорогах с небольшой интенсивностью движения вместо коэффициентов аварийности и сезонных графиков коэффициентов аварийности используют метод коэффициентов безопасности, который учитывает движение одиночного автомобиля. Коэффициентом безопасности k_6 называется отношение скорости движения на данном участке дороги к максимальной скорости, которая может быть развита на предыдущем участке. Чем меньше коэффициент безопасности, тем более опасен участок дороги и тем более вероятны транспортные происшествия.

Участки дороги оценивают в зависимости от значения коэффициентов безопасности:

Коэффициент	$\leq 0,4$	0,4...0,6	0,6...0,8	$\geq 0,8$
Характеристика опасности участка	Очень опасный	Опасный	Мало опасный	Неопасный

Для вновь проектируемых дорог недопустимы участки, имеющие коэффициент безопасности $< 0,8$.

Если на дороге есть участки, где коэффициент безопасности $< 0,6$, то следует провести ремонт или реконструкцию по перестройке (перепроектированию) этих участков.

Пример графика коэффициента безопасности движения показан на рис. 41. Из графика следует, что наиболее опасный участок дороги находится на 8 км.

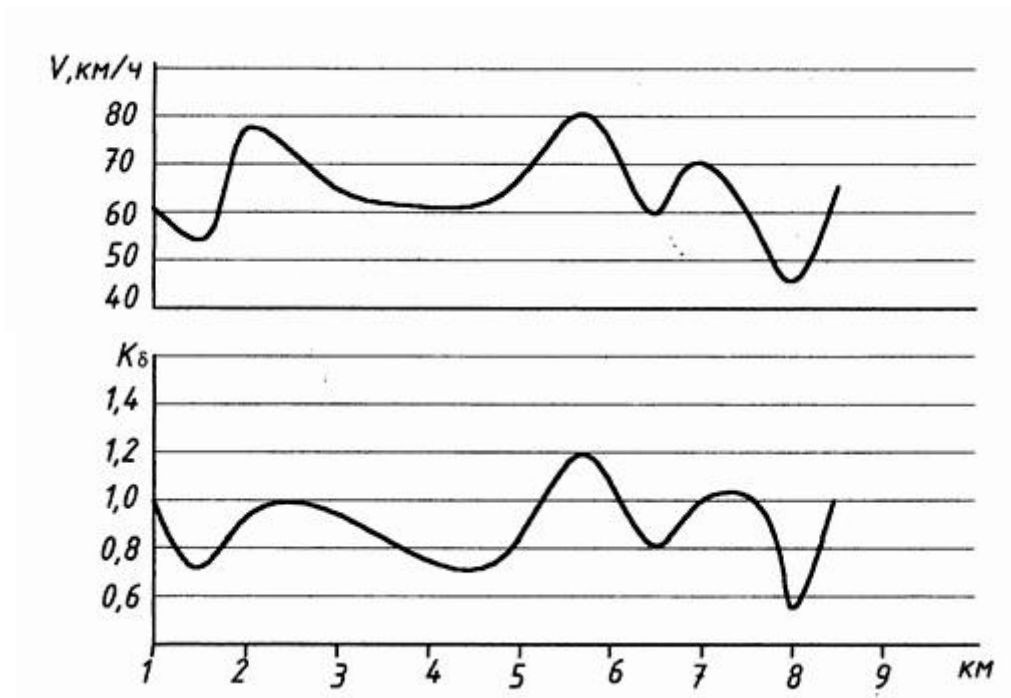


Рис. 41. График коэффициента безопасности движения K_b и скорости V

Здесь коэффициент безопасности $K_b < 0,6$, и этот участок дороги требует принятия мер по устранению причин, снижающих безопасность движения транспорта.

Раздел IV

ТЕХНОЛОГИЯ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА, РЕМОНТА И СОДЕРЖАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Капитальный ремонт производится комплексно по всем сооружениям и элементам дороги. На всем протяжении ремонтируемого участка выполняется полное восстановление дорожной одежды, земляного полотна и других дорожных сооружений.

Ремонт обычно делается на небольших по протяженности участках автомобильной дороги с сохранением их целостности при выборе работ согласно действующей Классификации [3].

Требуемый вид ремонта, состав и объемы работ для конкретной дороги или на ее отдельных участках устанавливаются на основе результатов диагностики и обследований [15]. Для этого составляется ведомость дефектов с указанием конкретных пикетов, где произошли разрушения. В результате выбирается и выполняется соответствующий вид ремонта.

Рассмотрим описание и технологии работ, которые производятся при ремонте автомобильных дорог.

Глава 16. РЕМОНТЫ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА И ВОДООТВОДНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Ремонт земляного полотна обычно выполняется в соответствии с проектом. Проектные решения направлены на устранение причин возникновения деформаций и разрушений земляного полотна.

На снегозаносимых и пучинистых участках увеличивают высоту насыпи до незаносимой отметки. Подъем высотных отметок насыпи определяется из условий обеспечения разрыва между границами глубины промерзания и капиллярного поднятия влаги.

Большое внимание уделяется безотказной работе поверхностного водоотвода. Если боковые канавы размываются талыми и ливневыми водами, подмываются основания насыпей и выемок, то дно и стены канав укрепляют сборными бетонными элементами, мощением или дернованием. Выбор крепежного материала зависит от скорости течения, объема

перемещаемой воды, продольного уклона канавы и степени размываемости грунта.

Если сечение водопропускных канав определяют не по гидравлическому расчету, то тип укрепления дна и стенок канав может быть принят в зависимости от величины продольного уклона (табл. 36). Во всех случаях стены канав должны быть укреплены на 10...15 см выше максимального уровня воды в период пропуска наибольших объемов воды.

Таблица 36

Тип укрепления дна и стенок канавы	Продольный уклон дна канавы, ‰	
	Песчаные грунты	Суглинистые грунты
Без укрепления	До 10	До 20
Засев трав	10...30	20...30
Мощение	30...50	30...50
Перепады и лотки	50	50

16.1. Ремонт обочин

При сильном увлажнении насыпей грунтовыми водами на границе полосы отвода устраивают продольные дренажные прорезы открытого или закрытого типа, которые препятствуют проникновению воды к насыпи. Благодаря этому происходит осушение местности около дороги и тело насыпи меньше увлажняется. Для устройства дренажей разрабатываются специальные проекты, где выполняются соответствующие расчеты с учетом грунтовых и гидрологических особенностей местности.

Во время ремонта поверхность неукрепленных обочин профилируют с приданием им поперечного уклона до 50...60 ‰. Для подсыпки обочин используется песчаный, супесчаный грунт или тот же самый, из которого отсыпана насыпь. Если на обочинах не предусмотрено устройство слоев повышенной прочности, то следует посеять травы. Развитие корневой системы трав позволит укрепить грунт обочин.

Ремонт укрепленных обочин включает заделку разрушенных покрытий и их нижних слоев. Обычно эти работы выполняются одновременно с ремонтом проезжей части дорог. Поперечный уклон укрепленных обочин делается в пределах 30...40 ‰. Для ремонта обочин применяются материалы, которые уже использовались в конструкции укрепления, или новые более эффективные материалы с лучшими прочностными качествами.

В табл. 37 приведены технологическая последовательность работ по укреплению обочин гравийно-песчаной смесью с применением синтетического материала, состав рабочего звена и трудоемкость работ из расчета на 100 м² площади обочин при ширине укрепления 2 м и толщине слоя 0,15 м (синтетический материал доставляется в рулонах шириной 1,5 м и массой 50 кг).

В табл. 38 приведены описания технологических операций при укреплении обочин щебнем с дальнейшей поверхностной обработкой битумом, состав звена, трудоемкость дана в человеко-часах на 100 м² площади укрепляемых обочин при ширине укрепления 2 м и толщине слоя 0,15 м.

Таблица 37

Технологическая последовательность	Состав рабочего звена	Трудоемкость, чел.-ч
Устройство корыта автогрейдером ДЗ-99 с перемещением грунта на откосы земляного полотна	Машинист 6-го разряда – 1	0,23
Укладка синтетического материала с отгибом на 0,1 м у кромки покрытия (вручную)	Дорожные рабочие 2-го разряда – 2	0,01
Разравнивание и планировка гравийно-песчаной смеси автогрейдером ДЗ-99 за четыре прохода	Машинист 6-го разряда – 1	0,25
Поливка поверхности слоя гравийного материала водой (из расчета 6 % воды от массы материала); поливомоечная машина ПМ-130	Машинист поливомоечной машины 4-го разряда – 1	0,075
Подкатка слоя легкими вальцовыми катками за четыре прохода по каждому следу	Машинист 5-го разряда – 1	0,22
Уплотнение слоя средними катками за 15 проходов по каждому следу	Машинист 5-го разряда – 1	0,82

Обочины могут укрепляться не только гравийно-песчаной смесью, но и асфальтобетоном на щебеночном основании, а также асфальтогранулятом. В табл. 39 приведены последовательность технологического процесса при укреплении обочин асфальтобетоном на основании из щебня фракции 40...70 мм с расклинцовкой щебнем фракции 20...40 мм, состав рабочего звена и трудоемкость работ из расчета на 100 м² площади обочины при ширине укрепления 2,5 м и толщине слоя 0,17 м, в том числе 0,04 м составляет асфальтобетонное покрытие.

Таблица 38

Технологическая последовательность	Состав рабочего звена	Трудоемкость, чел.-ч
Рыхление грунта обочины кирковщиком, смонтированным на автогрейдере, за четыре прохода по одному следу	Машинист 6-го разряда – 1	0,58
Устройство корыта автогрейдером ДЗ-99 с перемещением грунта на откосы земляного полотна	Машинист 6-го разряда – 1	0,23
Разравнивание и планировка щебня в корыте автогрейдером ДЗ-99 за четыре прохода	Машинист 6-го разряда – 1	0,45
Уплотнение щебня самоходным катком массой 5...6 т за 12 проходов по одному следу	Машинист 5-го разряда – 1	0,68
Розлив битума автогудронатором по норме 1,5 л/м ²	Машинисты: 5-го разряда – 1, 4-го разряда – 1	0,13
Россыпь черного клинца автомобилем-самосвалом, оборудованным съемным приспособлением для россыпи, по норме 25 кг/м ²	Машинист 4-го разряда – 1	0,11
Уплотнение клинца самоходным катком массой 8...10 т за 10 проходов по одному следу	Машинист 5-го разряда – 1	0,56

Таблица 39

Вид работ	Состав звена	Трудоемкость, чел.-ч
1	2	3
Рыхление грунта обочины кирковщиком, смонтированным на автогрейдере, за четыре прохода по одному следу	Машинист 6-го разряда – 1	0,62
Устройство корыта автогрейдером ДЗ-99 с перемещением грунта на откосы земляного полотна	Машинист 6-го разряда – 1	0,25
Выравнивание кромки с частичной подломкой старого покрытия пневматическим инструментом (25 % всей длины)	Асфальто-бетонщики: 3-го разряда – 1, 1-го разряда – 1	0,52

1	2	3
Разравнивание и планировка щебня в корыте автогрейдером ДЗ-99 за четыре прохода	Машинист 6-го разряда – 1	0,45
Уплотнение слоя щебня толщиной 13 см катком массой 8...10 т за 12 проходов	Машинист 5-го разряда – 1	0,68
Подгрунтовка щебеночного основания жидким битумом по норме 0,5 л/м ² с помощью автогудронатора	Машинисты: 5-го разряда – 1, 4-го разряда – 1	0,028
Укладка асфальтобетонной смеси слоем 4 см асфальтоукладчиком	Машинист 6-го разряда – 1, асфальтобетон- щики (асфальти- ровщики): 5-го разряда – 1, 3-го разряда – 1, 2-го разряда – 1	3,08
Подкатка слоя легкими катками за 4...6 проходов по одному следу	Машинист 5-го разряда – 1	0,33
Уплотнение слоя средними или тяжелыми катками за 8...10 проходов по одному следу	Машинист 5-го разряда – 1	0,55

Размытые водой места на откосах насыпей и выемок засыпаются грунтом и укрепляются посевом многолетних трав или сборными решетчатыми конструкциями.

Помимо укрепления обочин, на сильно пучинистых участках удаляется дорожная одежда. Затем верхняя часть земляного полотна рыхлится и заменяется пучинистый грунт. Вместо него насыпается песчаный грунт, который послойно уплотняется. Отремонтированное земляное полотно с помощью слоя песка сопрягается с соседними неперестроенными участками-отрезками, состоящими из песка клиновидной формы (рис. 42).

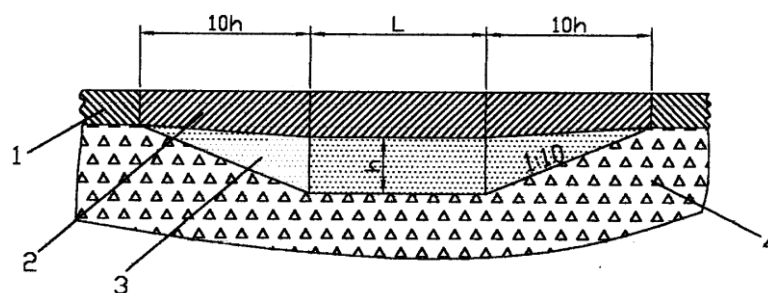


Рис. 42. Сопряжение отремонтированного участка земляного полотна с неперестроенным отрезком: L – протяжение отремонтированного участка; h – толщина отсыпанного песчаного слоя взамен удаленного грунта; 1 – дорожная одежда на соседних участках; 2 – новая дорожная одежда; 3 – песчаный слой клиновидной формы; 4 – существующий (незамененный) слой земляного полотна

16.2. Применение синтетических материалов при ремонте земляного полотна для повышения его прочности

Синтетические рулонные материалы предназначены для создания армирующих, дренирующих и защитных прослоек на обочинах, в основании насыпей, на откосах и в активной зоне земляного полотна (где полотно воспринимает механические нагрузки от колес проезжающего транспорта). Эти материалы представляют собой тонкие гибкие полотна, получаемые путем соединения волокон или нитей обычно из синтетического сырья (полиэфир, полиамид, полипропилен). Волокна соединяются между собой механическим (плетение, иглопробивание), химическим (склеивание) или физическим (сплавление) способами [8]. Синтетические материалы поставляются в рулонах массой до 80 кг, длиной полотна не менее 40 м и шириной не менее 1,5 м. Рулоны следует защищать от света и хранить в светонепроницаемой упаковке.

Требования, предъявляемые к синтетическим материалам, в зависимости от вида их использования в земляном полотне приведены в табл. 40.

Таблица 40

Область применения	Минимальная прочность при растяжении R_p , Н/см	Относительное удлинение при разрыве ϵ_0 , %	Условный модуль упругости $E_{см}$, Н/см	Коэффициент фильтрации k_f , м/сут	Условный модуль деформации E_y , Н/см
1	2	3	4	5	6
Активная зона земляного полотна:					
армирование	50	< 30	450	–	350
дренирование	40	< 70	100	100	70
защита	50	< 70	200	20	150
Обочины:					
армирование	50	< 70	350	–	250
дренирование	40	< 70	150	–	100
защита	40	< 70	150	40	100
Слабые основания насыпей:					
армирование и защита (обеспечение устойчивости основания и откосов)	70	< 50	–	20	150
дренирование и защита	50	70...120	–	100	70

Окончание табл. 40

1	2	3	4	5	6
Откосы: армирование защита	100 30	< 50 > 30	400 –	– 20	300 –
Земляное полотно из грунтов повышенной влажности: дренирование защита	30 30	6...120 70	100 150	100 20	70 100

Синтетические материалы по технологии производства разделяются на тканые и нетканые. Тканые материалы имеют хорошую прочность, высокий модуль упругости. Однако не все они обладают достаточной водопроницаемостью, поэтому их рекомендуется в основном применять для защиты и армирования земляного полотна, а не для дренирования. Некоторые материалы имеют хаотическое переплетение коротких и длинных волокон и отличаются хорошей водопроницаемостью, а также достаточной прочностью. Их можно применять для дренирования и защиты земляного полотна, а на временных дорогах, где возникают большие деформации, и для армирования.

Синтетические материалы для ремонта земляного полотна следует выбирать в соответствии с техническими параметрами, приведенными в табл. 40. Во время проведения ремонтных работ для уменьшения толщины слоев основания дорожной одежды создают прослойки из рулонных синтетических материалов. В качестве примера в табл. 41 приведена технология укладки синтетических материалов на поверхность земляного полотна (под песчаным слоем основания дорожной одежды).

Таблица 41

№ захватки	Технологический процесс	Количество материала дороги на 1 км	Сменная производительность	Потребность, маш.-см. (чел.-см.)
1	2	3	4	5
1	Планировка верха насыпи автогрейдером за 9 круговых проходов при длине хода 200 м	1000 м	620 м	1,61
2	Укладка синтетических Полотен на верх земляного полотна вручную	1000 м	270 м	(3,7)
3	Соединение синтетических полотен с помощью установки	1000 м	260 м	(3,85)
4	Подвозка песка автомобилями-самосвалами грузоподъемностью 4,5 т на расстояние до 5 км	2880 м ³	29,3 м ³	96,3

1	2	3	4	5
5	Разравнивание песка бульдозером слоем 0,2 м с перемещением до 10 м	2880 м ³	1460 м ³	1,97
6	Подвозка воды на расстояние 5 км и ее розлив поливомоечной машиной из расчета 4 л/м ² по поверхности песчаного слоя	55200 л	42600 л	1,29
7	Уплотнение песчаного слоя толщиной 0,2 м катком на пневматических шинах з а 8 проходов по одному следу при длине захватки 200 м	2880 м ³	720 м ³	4,0

Синтетические полотна укладываются поверх земляного полотна следующим образом. Двое рабочих раскатывают рулоны синтетического материала вдоль земляного полотна, начиная от его краев. Полотна укладываются с перекрытием на 8...12 см. После раскатки первого рулона и 15...20 м второго полотна приступают к соединению их между собой с помощью портативной установки, оснащенной газовой горелкой (рис. 43).

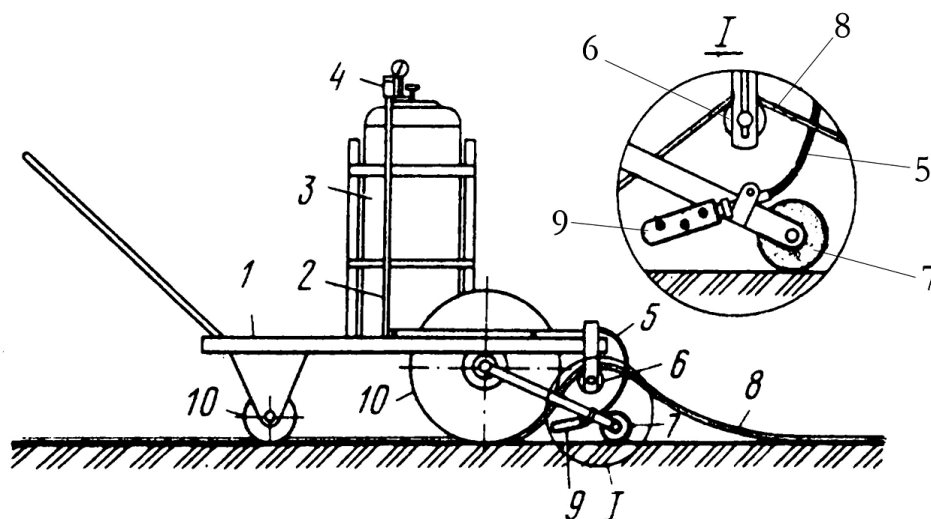


Рис. 43. Схема установки для теплового соединения синтетических полотен между собой:

- 1 – рама; 2 – газопровод; 3 – баллон для газа; 4 – редуктор;
- 5 – шланг для подвода газа к горелке; 6 – поддерживающий валик;
- 7 – направляющий ролик; 8 – верхние полосы двух полотен (одна над другой);
- 9 – газовая горелка; 10 – колесная пара

Если насыпь находится на слабом основании, то при ремонте можно повысить устойчивость откосов путем армирования тела земляного полотна синтетическими прослойками (рис. 44).

Прослойки должны обязательно пересекать расчетную поверхность скольжения на длину l_3 . В этом случае прослойки воспринимают на себя часть растягивающих напряжений и увеличивают устойчивость откосов. Количество прослоек и длина l_3 определяются расчетом исходя из обеспечения требуемого коэффициента запаса устойчивости [19].

При выборе места укладки синтетических прослоек по высоте насыпи следует принимать во внимание, что наиболее нагруженной собственным весом грунта будет ее нижняя часть.

Обычно для несвязных грунтов верхняя прослойка должна находиться не выше, чем на половине высоты насыпи, а для связных – на глубине 1 м от поверхности насыпи; нижняя прослойка – на расстоянии 0,5 м над самой низкой точкой поверхности скольжения (рис. 44, а). В диапазоне между верхней и нижней синтетическими прослойками армирующие слои размещаются равномерно. В тех случаях, когда нужно повысить местную устойчивость откоса, прослойки укладывают в теле насыпи с выводом на откос, а для увеличения жесткости нижней части насыпи их объединяют в обойму (рис. 44, б).

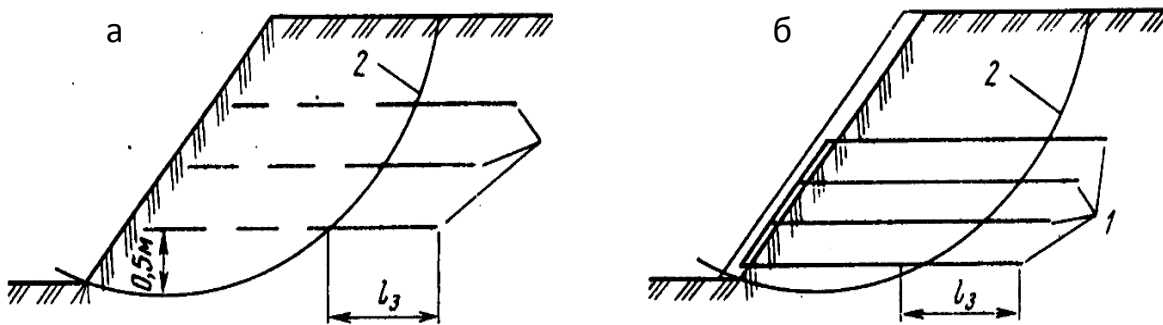


Рис. 44. Использование прослоек из синтетического материала для повышения общей устойчивости откосов:

1 – синтетические прослойки; 2 – расчетная поверхность скольжения тела насыпи

Для защиты на откосе обоймы синтетических прослоек устраивают на его поверхности слой из растительного грунта или в случае необходимости выполняют более прочное укрепление.

Для укрепления откосов синтетические полотна раскатываются и закрепляются на их поверхности. Затем засыпаются сверху слоем растительного грунта толщиной до 10 см, на который сеется трава. В результате на откосе создается плотный травяной покров.

В сложных грунтовых условиях, когда откосы насыпей или выемок выполнены из водонеустойчивых легкоразмываемых грунтов, особенно в мокрых выемках и в подтопляемых откосах, используют поверх синтети-

ческих материалов решетчатые сборные конструкции. Применение сборных железобетонных решетчатых конструкций, ячейки которых заполняются щебнем или растительным грунтом с последующим посевом трав, является весьма трудоемкой и дорогостоящей операцией.

Гораздо выгоднее и проще вместо бетонных конструкций использовать синтетические материалы в виде решеток. Достаточно надежно зарекомендовал себя Геовиб. Геовиб – ячеистая структура, выполненная из отходов нефтяной промышленности. Она обладает остаточной прочностью на разрыв (принимает форму поверхности основания), стойкостью к агрессивным средам и минимальной потребностью в механизмах при выполнении работ.

Одна секция решетки Геовиб имеет размер 6,1×2,43 м (рис. 45). В сложенном виде георешетка представляет собой плоские пластины (пакет). В таком виде она транспортируется, занимая небольшое место, а затем решетка при укладке на поверхность растягивается рабочими (аналогично мехам гармошки). Размер одной ячейки георешетки 24,4×20,3 см.

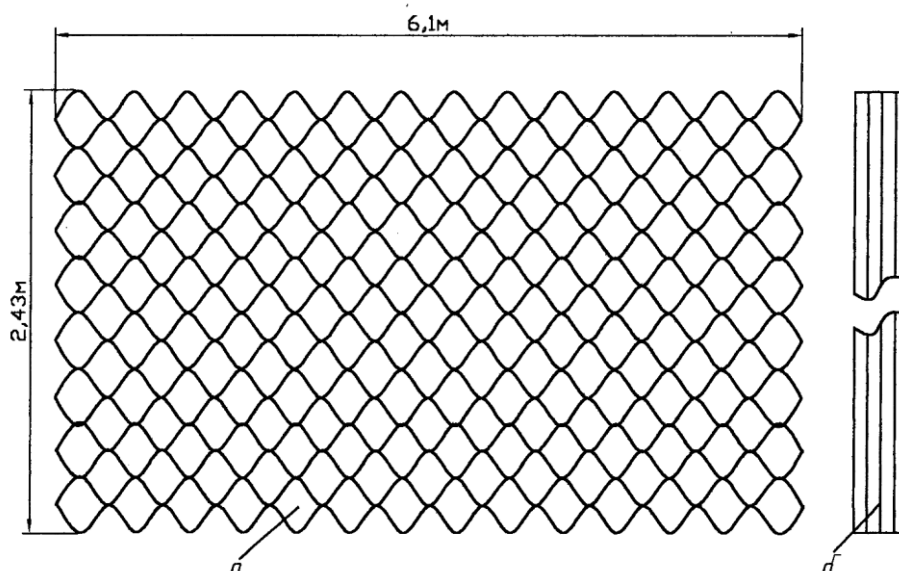


Рис. 45. Схема георешетки: а – в рабочем растянутом виде; б – в транспортном нерастянутом положении (пакет)

Процесс устройства конструкции укрепления откоса включает следующие операции. На подготовленный откос земляного полотна укладывается рулонное синтетическое полотно, которое закрепляется в верхней части на обочине и в нижней под упором (рис. 46).

Затем на уложенном синтетическом полотне четверо рабочих растягивают пакет георешетки до монтажного размера, например до 6,1 м, и крепят его Г-образными анкерами или скобами по всему периметру, причем одна скоба закрепляет и соседнюю решетку, примыкающую к первой. Так решетки соединяются между собой. При этом контролируют параллельность сторон, образуемых при растяжке пакетов георешеток. Далее экска-

ватором с обратной лопатой укладывают в ячейки георешетки растительный грунт или щебень. Глубина ячеек составляет от 7,6 до 15 см.

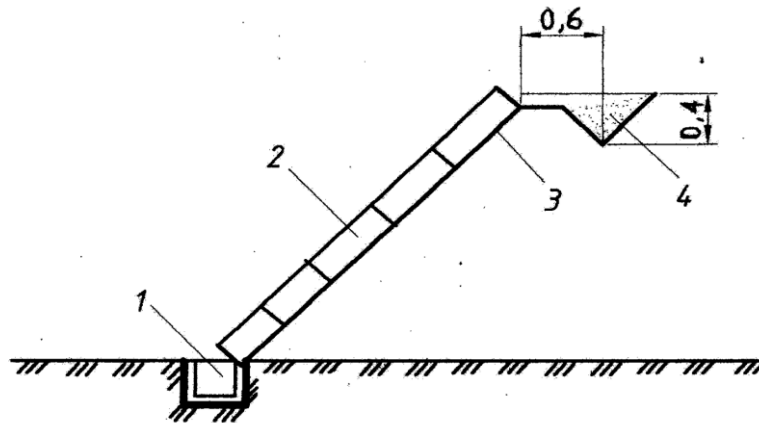


Рис. 46. Укрепление откосов при помощи георешетки: 1 – упор для георешетки и закрепления нижней части синтетического полотна; 2 – георешетка с заполнителем; 3 – синтетический материал; 4 – закрепление верхней части синтетического полотна на обочине

Заполнение ячеек растительным грунтом или торфопесчаной смесью с засевом трав делается на участках, не подверженных волновому воздействию воды. В зоне возможного подтопления ячейки георешетки заполняются фрикционным щебнем размером 40...70 мм с последующим заполнением цементно-песчаным раствором М-150.

На участке, подверженном волновому воздействию (при высоте волны до 0,8...1,3 м), используется георешетка с высотой ячейки 15 см, заполненной бетоном на всю высоту.

Для большей прочности насыпи и лучшего отвода воды под георешеткой делается щебеночная прослойка толщиной 15 см, щебень укладывается на синтетический материал – дорнит (рис. 47).

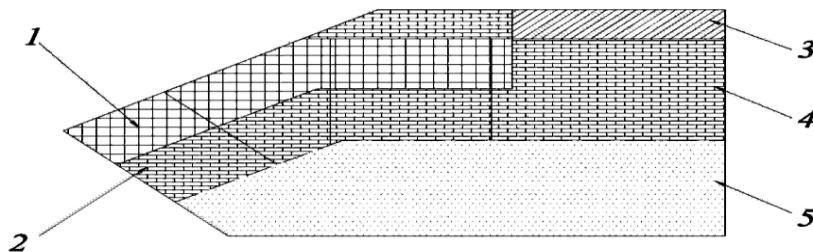


Рис. 47. Часть земельного полотна на участке, подверженном волновому воздействию воды: 1 – Геовиб GW-Ап-30 толщиной 15 см; 2 – щебеночная подготовка толщиной 15 см; 3 – конструкция дорожной одежды согласно проекту; 4 – дорнит; 5 – гидро-намывной грунт земельного полотна

С целью создания местной устойчивости откосов, которые подвергаются размывам при временном подтоплении, откос армируют синтетическими полотнами, которые располагаются параллельно поверхности дорожного покрытия. Прослойки полотен заделываются в тело земляного полотна на глубину не менее 1,5 м с расстоянием между ними 0,5...0,7 м.

Глава 17. РЕМОНТ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

В состав ремонтных работ включена поверхностная обработка покрытия. Она делается, когда изношен защитный слой покрытия дорожной одежды.

Рассмотрим существующие виды поверхностной обработки.

17.1. Однослойная поверхностная обработка с однократным распределением вяжущего и щебня

Обеспечивает слой износа с шероховатой поверхностью с достаточной прочностью. Это самый распространенный вид поверхностной обработки при создании слоя износа. Обычно устраивается из щебня фракций 5...10 мм (рис. 48).

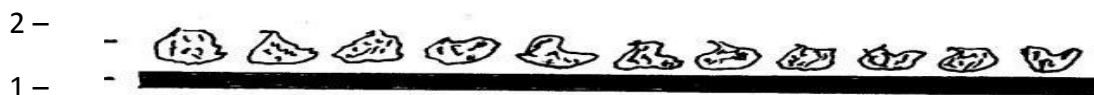


Рис. 48. Порядок укладки материалов при однослойной поверхностной обработке:
1 – вяжущее; 2 – щебень

17.2. Однослойная поверхностная обработка с двойным распределением щебня

При однослойной поверхностной обработке с двойным распределением щебня на слой предварительно разлитого битума сначала рассыпают крупную фракцию щебня (15...20 мм), затем слой уплотняют катком и рассыпают более мелкую фракцию щебня (5...10 мм), затем снова уплотняют. Такая обработка применяется на дорогах с интенсивным движением и высокими скоростями, когда слой износа подвергается действию больших механических нагрузок.

Двойное распределение щебня с расклинкой его более мелкой фракцией способствует улучшению герметичности покрытия, устранению мелких неровностей и деформаций (рис. 49).

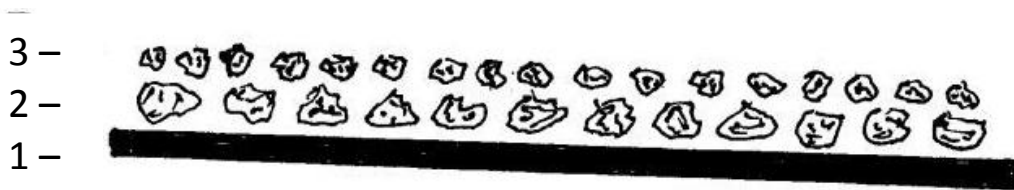


Рис. 49. Порядок укладки материалов при однослойной поверхностной обработке с двойным распределением щебня (расклинка): 1 – вяжущее; 2, 3 – щебень

17.3. Двухслойная поверхностная обработка

Двухслойную поверхностную обработку рекомендуется применять при ремонте, когда покрытие имеет недостаточную прочность, сетку трещин, ямочность колеи. То есть в случаях, когда нужно создать не только шероховатость, но и получить ровное покрытие с несколько повышенной прочностью и сдвигоустойчивостью. Такая поверхностная обработка может быть применена и на цементобетонных дорогах (рис. 50).

На первый слой разлитого вяжущего рассыпают крупную фракцию щебня и уплотняют. Затем разливают второй слой вяжущего, рассыпают более мелкую фракцию щебня и снова уплотняют.

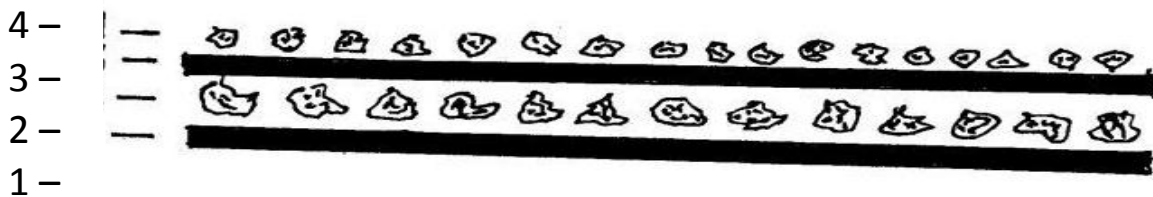


Рис. 50. Порядок укладки материалов при двухслойной поверхностной обработке: 1 – вяжущее; 2 – щебень; 3 – вяжущее; 4 – щебень

17.4. Последовательность ремонтных работ при выполнении поверхностной обработки

Работы по устройству *одиночной поверхностной обработки* выполняются в такой последовательности:

- подготовка поверхности (очистка от пыли и грязи) и устранение мелких повреждений машиной КДМ-130А;
- розлив вяжущего автогудронатором ДС-53;

- распределение щебня распределителем Т-224;
- укатка пневмоколесным катком ДУ-65;
- уход в период формирования слоя износа.

Последовательность работ по устройству *однослойной поверхностной обработки* с двойным распределением щебня:

- подготовка поверхности (очистка от пыли и грязи) и мелкие ремонтные работы машиной КДМ-130 А;
- розлив вяжущего автогудронатором ДС-53;
- распределение щебня фракции 15...20 мм;
- уплотнение щебня пневмоколесным катком ДУ-65;
- россыпь щебня фракции 5...10 мм (расклинка);
- уплотнение щебня пневмоколесным катком ДУ-65;
- уход в период формирования слоя износа.

Работы по устройству *двухслойной поверхностной обработки* включают следующие операции:

- подготовка поверхности (очистка от пыли и грязи) и мелкие ремонтные работы машиной КДМ-130 А;
- первый розлив вяжущего автогудронатором ДС-53;
- первая россыпь щебня распределителем Т-224;
- укатка пневмоколесным катком ДУ-65;
- второй розлив вяжущего;
- вторая россыпь щебня (между первой и второй россыпью щебня перерыв не должен превышать 3...5 сут) распределителем Т-224;
- уход в период формирования поверхностного слоя.

В виде примера в табл. 42 приведен технологический процесс устройства одиночной поверхностной обработки на асфальтобетонном покрытии с указанием состава рабочего звена и трудоемкости из расчета на 1000 м² площади покрытия.

Очистку дорожного покрытия от пыли и грязи выполняют механическими щетками, а наиболее загрязненные участки промывают поливомоечной машиной. Если старое покрытие не удастся тщательно очистить от пыли и грязи в мелких трещинах и впадинах, то его необходимо подгрунтовать разливом битумной эмульсии из расчета 0,3...0,5 л/м².

При обработке покрытия широко используется щебень фракций 10...15, 15...20, 20...25 мм, а при розливе битума применяются марки для 1 климатической зоны БНД 130/200, БНД 90/130, для 2 и 3 – БНД 60/90, БНД 90/130, БНД 130/200. Следует иметь в виду, что при поверхностной обработке асфальтобетонного покрытия (см. табл. 42) на разлитый битум распределяется не белый, а черный щебень (температура черного щебня должна быть не менее 80 °С). Он при распределении (по сравнению с белым) не пылит и не крошится. Он обладает большей связностью с битумом

и является более прочным материалом в шероховатой поверхности покрытия. Срок его службы больше.

Таблица 42

Технология работ	Состав рабочего звена	Трудоемкость, чел.-ч
Очистка покрытия от пыли и грязи за шесть проходов механической щетки, КДМ-130	Машинист 4-го разряда – 1	0,25
Розлив битума автогудронатором (норма 0,5...1,1 л/м ²) ДС-53	Машинист 5-го разряда – 1	0,43...0,95
Распределение черного щебня распределителем Т-224 (норма 15...30 кг/м ²)	Машинист 4-го разряда – 1, дорожные рабочие 3-го разряда – 2	0,39
Уплотнение (прикатка) черного щебня легким катком (5...6 т) за 5...6 проходов по одному следу	Машинист 5-го разряда – 1	2,1
Уплотнение черного щебня тяжелым пневмокатком (10...16 т) за 5...6 проходов по одному следу	Машинист 5-го разряда – 1	1,5

Перед розливом вяжущие нагревают до температуры, обеспечивающей хорошее прилипание к минеральному материалу. Битум БНД 90/130 нагревается до температуры 140...160 °С, а БНД 130/200 – до 120...170 °С.

Защитный слой износа на цементобетонных покрытиях обычно восстанавливается двойной поверхностной обработкой. При такой обработке вяжущее и щебень распределяются дважды. Сначала резинобитумное вяжущее (или битум) разливают по норме 0,9...1,1 л/м². Затем черный щебень фракции 20...25 мм распределяют из расчета 25...30 кг/м² с последующим уплотнением катком массой до 10 т за 5 проходов по одному следу. После этого делают второй розлив резинобитумного вяжущего (или битума) по норме 0,5...0,7 л/м², а потом снова распределяют черный щебень фракции 10...15 мм в количестве 15...20 кг/м² и уплотняют тяжелым катком (10...16 т) на пневматических шинах по 3...5 проходов по каждому следу.

Резинобитумные вяжущие имеют в своем составе резиновую крошку, которая уменьшает влияние гололеда и сохраняет шероховатость покрытия в течение года. Втопленный в битум щебень своими торчащими кромками обеспечивает достаточную шероховатость на проезжей части и увеличивает коэффициент сцепления колес с дорогой.

Наряду с отдельным распределением материалов применяется способ с синхронным распределением вяжущего и щебня.

17.5. Выполнение однослойной шероховатой поверхностной обработки с синхронным распределением битума и щебня

При существующей технологии выполняются разделенные по времени операции: сначала разливается вяжущее автогудронатором, а затем высыпается щебень щебнераспределителем. Новая технология обеспечивает синхронное распределение вяжущего и щебня. В результате повышаются производительность, качество работ, экономятся материалы и увеличивается срок службы обработанного покрытия.

В дорожной отрасли внедряется технология устройства одиночной шероховатой поверхностной обработки с одновременным распределением вяжущего и каменного материала. Обработка выполняется дорожно-строительными машинами типа Чипсилер [20, 21]. Такая технология широко применяется в Германии и Франции [21]. Разрыв между распределением битума и щебня не превышает нескольких секунд.

Общий вид машины типа Чипсилер показан на рис. 51, а ее техническая характеристика в табл. 43.

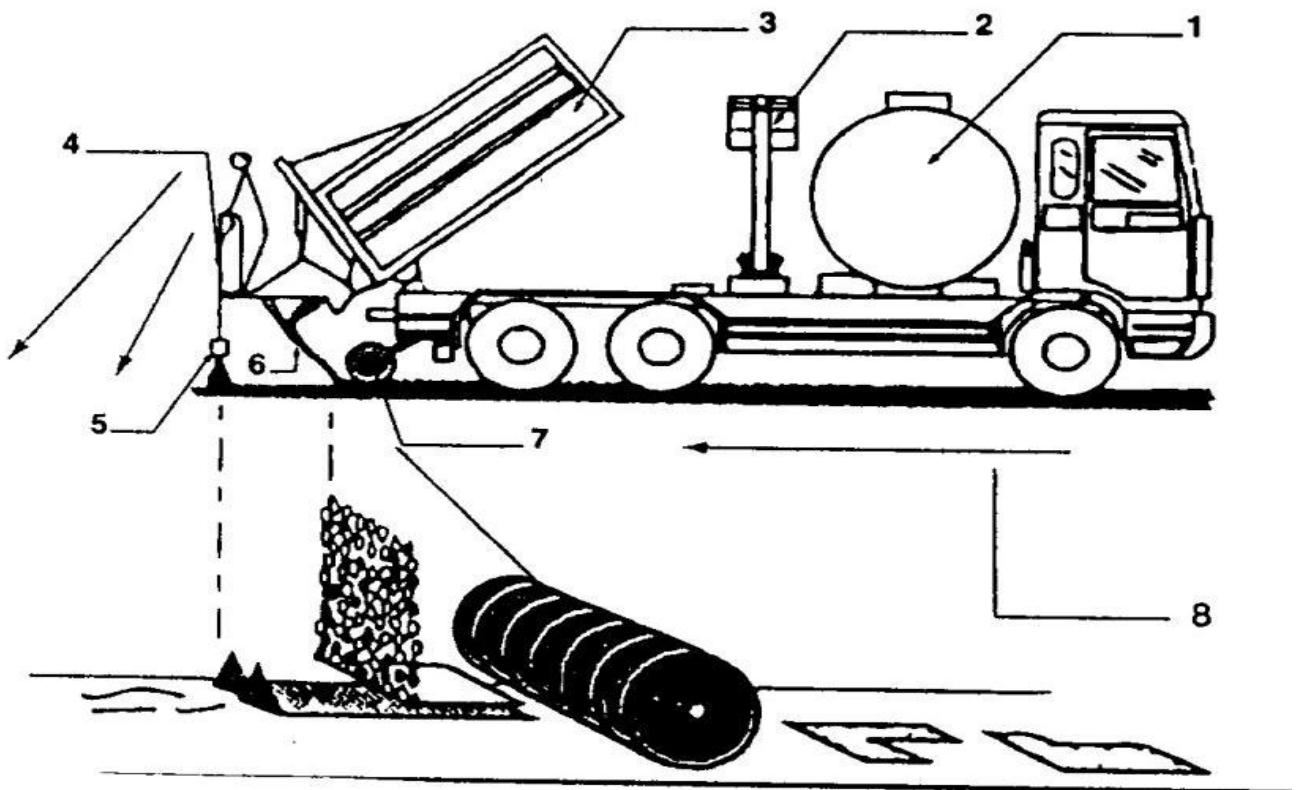


Рис. 51. Оборудование машины типа Чипсилер:

- 1 – теплоизолированный бак для вяжущего; 2 – грейферный ковш для погрузки щебня;
- 3 – кузов для щебня; 4 – площадка оператора; 5 – распределитель вяжущего;
- 6 – распределитель щебня; 7 – пневматический каток; 8 – направление движения

Таблица 43

Характеристики	Чипсилер – 40	Чипсилер – 26	Чипсилер – 19
Минимальная мощность двигателя автомобиля-тягача, л.с.	370	210	180
Базовые шасси	2-осный полуприцеп Caizer	2-осный полуприцеп СЗАП – 9905	МАЗ – 5551
Объем кузова для щебня, м ³	12	6	4
Объем бака для вяжущего, л	6000	3500	2500
Минимальная ширина распределения материалов, м	3,85	3,10	2,50
Количество форсунок для розлива вяжущего, шт.	40	20	20
Количество индивидуальных заслонок для системы подачи каменных материалов, шт.	10	10	10
Рабочая скорость движения, км/ч	3...6	3...6	3...6
Площадь обработки за один цикл загрузки щебнем, м ² :			
фракции 10/15	1600	500	333
фракции 5/10	2000	666	444
Площадь обработки за один цикл загрузки битума, м ² :			
при норме дозирования 12 л/м ²	4460	2300	1920
при норме дозирования 9 л/м ²	5040	2610	2170

Машина Чипсилер-40 представляет собой автопоезд длиной 13 м и массой 35 т с седельным тягачом РЕНО 320 и двухосным полуприцепом Кайзер. Имеется система нагрева вяжущего до необходимой температуры. Вяжущее и щебень распределяются равномерно с заданным расходом в автоматическом режиме и контролируются компьютером.

Вяжущее наносится на ширину до 3,85 м с помощью гребенки с установленными на ней 40 форсунками. Форсунки обеспечивают розлив вяжущего плоской струей в форме треугольника под давлением 3...4 атм, которое создает битумный насос.

Кузов для щебня оснащен системой распределения. Он имеет 10 заслонок и распределительный барабан с регулируемым расходом щебня с точностью до 5 %.

Управление рабочим процессом осуществляется в автоматическом режиме или оператором с площадки, расположенной над зоной распределения материалов с помощью ручного управления (см. рис. 51).

Машина Чипсилер-19 используется для выполнения ремонта покрытий и устройства шероховатых поверхностных обработок в малых объемах. Ширина распределения материалов меньше, чем у Чипсилера-40, и составляет 2,5 м. Для выполнения ямочного ремонта Чипсилер-19 оборудован гибким шлангом длиной 5 м для ручного распределения вяжущего и имеет бункер небольшого объема для распределения щебня вручную.

Устройство поверхностной обработки машиной Чипсилера выполняется в такой последовательности:

- очистка поверхности от пыли и грязи выполняется специализированными машинами, оборудованными капроновой, а при сильном загрязнении – металлической щеткой, а также поливомоечным оборудованием. Эта операция производится машиной КДМ-130 за 2...5 проходов по следу (машинист 4-го разряда);

- загрузка щебня в кузов для щебня при помощи ленточного погрузчика ТМ-3 или фронтального погрузчика с объемом ковша 3 м³;

- загрузка битума в бак для вяжущего. Битум доставляется автобитумовозом грузоподъемностью 15 т машинистом 4-го разряда;

- синхронное распределение битума и щебня на проезжую часть дороги выполняется машинистом 6-го разряда в соответствии с нормами расхода;

- уплотнение свежеложенного шероховатого слоя проводят сразу за машиной Чипсилера 5...6 проходами самоходного катка массой 12...15 т на пневмоколесном ходу и давлением воздуха в шинах 0,7...0,8 МПа. Катком управляет машинист 6-го разряда;

- уход за свежеложенной шероховатой поверхностной обработкой продолжается 10 сут и включает:

 - в первые дни эксплуатации ограничение скорости движения автомобилей до 40 км/ч;

 - регулирование движения транспорта по всей ширине проезжей части (направляющие заборчики);

 - уборку неприлипшего щебня щеткой машины КДМ в течение первых суток после окончания уплотнения (СП 78.13330.2012. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 3.06.03-85);

 - доуплотнение катком.

К концу рабочего дня шероховатый слой должен быть уложен на всю ширину проезжей части дороги и заканчиваться одним поперечным стыком. Следующий слой укладывается на стык с перекрытием 0,3...0,7 м.

При устройстве продольного стыка распределение битума со стороны стыка выполняется на 0,20...0,25 м шире, чем распределение щебня. Для этого в кузове для щебня закрывается крайняя заслонка.

Поверхностную обработку выполняют в летний период на сухом покрытии желательнее в солнечную погоду при температуре воздуха не ниже 15 °С.

17.6. Материалы для поверхностной обработки

Щебень, полученный дроблением горных пород, отвечающий требованиям ГОСТ 8267–93, применяется для устройства шероховатой поверхностной обработки согласно ВСН-38-90 (табл. 44).

Таблица 44

Характеристика горной породы	Марка		Применение
	по износу в полочном барабане	по прочности	
Щебень из изверженных пород кристаллических без следов выветривания	И 1	1200	На дорогах всех категорий
Щебень из изверженных пород с кристаллической и порфировой структурой	И 2	1000	На дорогах 2 – 4 категорий
Щебень из метаморфических пород с кристаллической структурой без следов выветривания	И 1	1200	На дорогах всех категорий
Щебень из метаморфических пород с явно выраженной зернокристаллической структурой без следов выветривания	И 2	1000	На дорогах 3, 4 категорий
Щебень из гравия	И 1	Др. 8	На дорогах всех категорий
Щебень из гравия	И 2	Др. 12	На дорогах 3, 4 категорий

Фракция щебня выбирается в зависимости от типа шероховатых поверхностей (табл. 45).

Таблица 45

Типы шероховатых асфальтобетонных покрытий	Параметры шероховатости		Фракция щебня, мм
	Средняя высота выступов, мм	Средняя глубина впадин, мм	
Гладкие	0,1...0,5	0,02...0,25	–
Мелкошероховатые	0,5...3,0	0,25...1,5	5...10 10...15
Среднешероховатые	3,0...6,0	1,5...3,0	15...20
Крупношероховатые	6,0...9,0	3,0...4,5	20...25

На мелкошероховатых асфальтобетонных покрытиях применяется щебень фракции 5...10 или 10...15 мм, на среднешероховатых – фракции 15...20 мм, на крупношероховатых – фракции 20...25 мм.

Зерна щебня должны иметь кубовидную форму и обязательно быть чистыми от пыли и грязи, так как грязь выводит из строя распределитель щебня Чипсилера. В случае необходимости щебень промывается водой и затем транспортером подается на специальную площадку, где сушится и складывается.

Битум. Для шероховатой поверхностной обработки с учетом климатической зоны и среднемесячной температуры рекомендуются различные марки битума (табл. 46).

Таблица 46

Дорожно-климатическая зона	Среднемесячная температура наиболее холодного времени года, °С	Марка битума
1	Не выше – 20	БНД 90/130, БНД 130/200, БНД 200/300
2, 3	От – 10 до – 20	БНД 60/90, БНД 90/130, БНД 130/200, БНД 200/300
2, 3, 4	От – 5 до – 10	БНД 40/60, БНД 60/90, БНД 90/130, БНД 130/200, БНД 200/300
4	Не ниже – 5	БНД 40/60, БНД 60/90, БНД 90/130

Используемые для устройства шероховатой поверхностной обработки битумы должны удовлетворять требованиям ГОСТ 22245-90 и ОСТ 218.010-98.

В случае неудовлетворительного слипания битума со щебнем применяются в качестве добавок поверхностно-активные вещества (ГОСТ 24478-90) или щебень предварительно обрабатывается вяжущим в установке (табл. 47).

Перед распределением битума температура в баке для вяжущего должна быть не ниже 160 °С, иначе из-за низкой температуры будет неравномерное распределение битума на покрытии.

Таблица 47

Фракция щебня, мм	Расход	
	Щебень, м ³ /100 м ²	Битум, кг/м ²
5...10	0,9...1,1	0,95
10...15	1,2...1,4	1,22
15...20	1,3...1,5	1,33

Битум не следует распределять при сильном ветре (> 8 м/с), когда деформируется струя вяжущего и битум наносится на поверхность покрытия неравномерно.

17.7. Контроль качества поверхностной обработки при ремонтных работах

Контроль качества поверхностной шероховатой обработки подразделяется на входной, операционный и приемочный.

Входной контроль выполняется перед началом работ и состоит из проверки качества щебня и битума, слипания битума и щебня (адгезии) согласно ГОСТ 8269.0-97, ГОСТ 22245-90. Проверяется наличие необходимого количества материалов, а также готовность дорожно-строительных машин.

Операционный контроль производится в процессе работ мастером, оператором и лаборантом. Проверяются: фракция щебня (ВСН 38-90), влажность (СП 78.13330.2012), температура битума и его марка, норма и равномерность розлива, норма распределения щебня и его равномерность, количество продольных и поперечных стыков, количество проходов катка по одному следу, степень уплотнения, удаление излишков (ВСН 10-87).

Приемочный контроль выполняется согласно СП 78.13330.2012 после формирования макрошероховатой поверхностной обработки через 14 сут.

Качество обработки оценивается по величине шероховатости и коэффициенту сцепления колес автомобиля с мокрым покрытием [20].

Глава 18. УСТРОЙСТВО ЗАЩИТНЫХ СЛОЕВ ИЗНОСА ИЗ ЛИТЫХ ЭМУЛЬСИОННО- МИНЕРАЛЬНЫХ СМЕСЕЙ ПО ТИПУ «СЛАРРИ СИЛ»

На автомобильных дорогах при устройстве защитных слоев износа находит применение прогрессивная технология с использованием литых эмульсионно-минеральных смесей типа «Сларри Сил».

Эта технология широко применяется за рубежом при строительстве и эксплуатации автомобильных дорог (Германия, Швеция, США), так как позволяет увеличить межремонтный период в 1,2...1,5 раза. При этом значительно повышается износостойкость, шероховатость, водостойчивость и морозостойчивость дорожных покрытий.

Достоинством дорожных битумных эмульсий по сравнению с обычными битумами является возможность их применения при повышенной влажности и пониженной температуре окружающего воздуха. Это объясняется тем, что битумные эмульсии обладают значительно меньшей вязкостью по сравнению с обычным битумом. В результате можно выполнять дорожные работы холодным способом без подогрева каменного материала и эмульсии.

На рис. 52 показана схема установки периодического действия для приготовления битумной эмульсии.

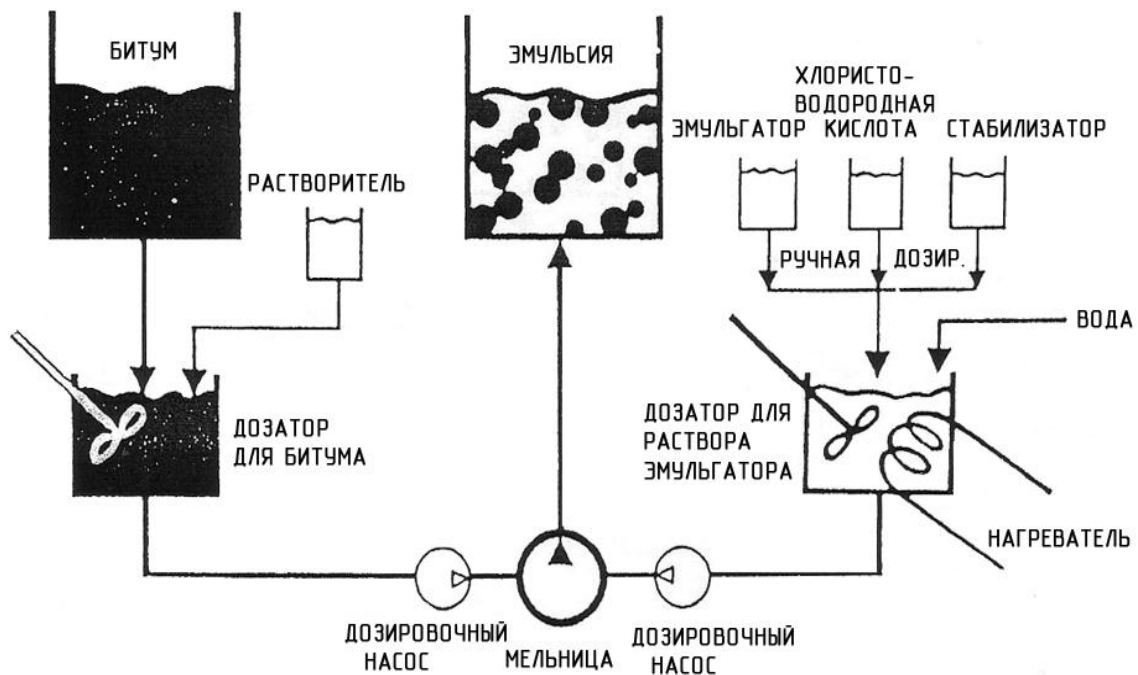


Рис. 52. Схема установки периодического действия для приготовления битумной эмульсии

В установках периодического действия (см. рис. 52) раствор битума и эмульгатор готовятся по рецепту в нужных количествах и доводятся до необходимой температуры. Если битум имеет высокую вязкость, то он разбавляется растворителем [22].

Компоненты для приготовления эмульсии дозируются насосами-дозаторами. Предварительно битум нагревается до температуры 135...140 °С в емкости, оборудованной масляным или электрическим подогревом.

В целом приготовление битумной эмульсии включает:

- прием и подготовку битума;
- приготовление «мыльного» раствора (водной смеси);
- смешение битума и водной смеси в коллоидной мельнице.

Для приготовления «мыльного» раствора в емкость закачивается вода, затем в нее подается эмульгатор, соляная кислота, хлористый кальций (стабилизатор). Это содержимое тщательно перемешивается, подогревается до температуры 35...55 °С и подается для приготовления битумной эмульсии. Битумопроводы прогреваются горячим маслом.

Битумная эмульсия готовится в коллоидной мельнице (на рис. 52 обозначено символом «эмульсия»). В мельнице горячий битум с водой проходит через вращающийся диск, где приобретает турбулентное движение.

Точная дозировка компонентов является решающим фактором для обеспечения необходимого качества эмульсии. Для этого применяется автоматический контроль с использованием расходомеров для дозировки материалов.

Температура готовой эмульсии на выходе составляет 85...95 °С. Перед использованием битумная эмульсия охлаждается до температуры окружающей среды. Этим она отличается от обычного битума, который перед применением нагревается до 160 °С.

Битумная эмульсия используется для устройства защитных слоев износа, инжекторного ямочного ремонта, холодной регенерации оснований дорожной одежды.

Область применения битумных эмульсий различных классов приведена в табл. 48.

Таблица 48

Класс битумной эмульсии	Область применения
ЭБК– 1	Устройство поверхностной обработки; ямочный ремонт дорожных покрытий; подгрунтовка
ЭБК– 2	Ямочный ремонт дорожных покрытий; устройство поверхностной обработки; устройство оснований дорожных одежд пропиткой; приготовление черного щебня; приклеивание геосинтетических материалов
ЭБК– 3	Приготовление плотных эмульсионно-минеральных смесей для устройства слоев износа; укрепление откосов земляного полотна; приготовление грунтовых смесей; обеспыливание грунтовых дорог

Скорость распада битумных эмульсий характеризуется возможностью смешивания их с минеральными материалами (ГОСТ Р 52128-2003). При этом классы ЭБК-1, ЭБК-2, ЭБК-3 соответствуют быстрой, средней и медленной скорости распада соответственно. Время распада смеси – это промежуток времени от момента приготовления эмульсионно-минеральной смеси до ее затвердевания (потери подвижности).

18.1. Устройство слоев износа из литых эмульсионно-минеральных смесей

Слой износа – это тонкий слой на дорожных покрытиях для обеспечения шероховатости, водонепроницаемости, износостойкости и плотности. Слой износа предохраняет в плохую погоду дорожное покрытие от преждевременного разрушения и защищает его от истирания в процессе движения транспорта.

Эмульсионно-минеральные смеси для устройства слоев износа представляют собой смесь минерального материала фракции 8...10 мм, полученную дроблением горных пород, модифицированную битумной эмульсией.

Для приготовления и укладки эмульсионно-минеральной смеси типа «Сларри-Сил» применяется специальная смесительно-распределительная машина, например «SOM-1000» немецкой фирмы «WEIRO» (рис. 53).



Рис. 53. Смесительно-распределительная машина SOM-1000

Машина «SOM-1000» снабжена бункером для минеральных материалов объемом 8 м³, двухвальным смесителем принудительного действия, дозаторами и системой перекачки, позволяющими с большой точностью готовить эмульсионно-минеральные смеси. Электронная система управления позволяет вести приготовление и укладку эмульсионно-минеральной смеси в автоматическом режиме. Машина снабжена распределительными плитами с регулируемой рабочей шириной от 2,5 до 2,8 м (механическое или гидравлическое управление). Имеется специальная распределительная плита шириной 1,5 м для устранения колейности.

Базой машины служит стандартный грузовик фирмы «IVECO».

Принципиальная схема дозирования компонентов смеси показана на рис. 54.

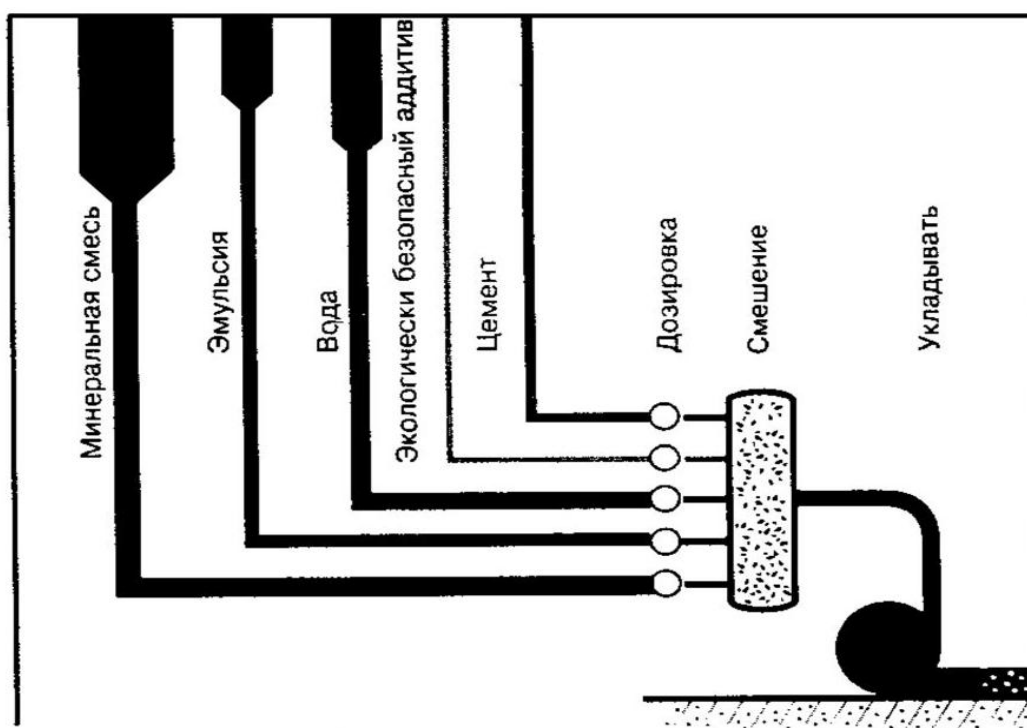


Рис. 54. Принципиальная схема дозирования компонентов смеси «Сларри Сил»

Смесительно-распределительная машина SOM-1000 является установкой непрерывного действия и может выполнять следующие операции:

- транспортировка материалов с базы к месту работ;
- дозировка материалов в необходимых пропорциях;
- смешивание материалов в однородную массу;
- подача готовой смеси в специальный распределительный короб;
- устройство слоя износа из эмульсионно-минеральной смеси толщиной 5...15 мм.

Распад эмульсии (время до ее затвердевания) должен произойти после распределения смеси на поверхности покрытия. Обычно время распада смеси должно составлять не менее 180 с.

Применение битумной эмульсии обеспечивает высокое качество поверхностной обработки, так как за короткий промежуток времени распад эмульсии только начинается. Эмульсия в жидком состоянии заполняет все микропоры щебня и дорожного покрытия, обволакивает тонким слоем каждую щебенку и благодаря этому создает условия для хорошего уплотнения слоя износа. В результате обеспечивается высокое качество поверхностной обработки. Практика показывает, что синхронное распределение эмульсии и щебня при устройстве слоя износа позволяет увеличить межремонтный срок дороги до 10...15 лет.

Следует иметь в виду, что время загрузки щебня в бункер смесительно-распределительной машины при самопогрузке с помощью грейфера составляет 10...15 мин, а при помощи автосамосвала – от 2 до 6 мин.

Скорость движения машины составляет 4 км/ч, ширина распределения – до 3 м. Коэффициент использования по времени – 0,8 при загрузке на базе и 0,6 при загрузке на дороге. Бригаду следует оснащать дополнительными машинами: автомобилями-самосвалами, автобитумовозами, погрузчиками.

Приведенные выше цифры позволяют посчитать производительность машины. Норма расхода битумной эмульсии составляет 1,4...2,1 л/м², а щебня – 10...15 кг/м².

Время окончательного отверждения эмульсионно-минеральных смесей не больше 30 мин, а время открытия движения после устройства защитного слоя – 6 ч.

18.2. Требования к материалам эмульсионно-минеральной смеси

Битумная эмульсия. Для приготовления битумных эмульсий используют битумы нефтяные дорожные (ГОСТ 22245-90). Для повышения качества эмульсий может применяться модифицированный битум. Для этого вводятся латексы. В качестве эмульгаторов используют специальные поверхностно-активные вещества (ПАВ). Водородный показатель (рН) водного раствора эмульгатора не должен превышать 6 мг-экв/л и не содержать взвешенных частиц. Тщательный выбор эмульгаторов играет большую роль в получении качественных эмульсий с требуемыми свойствами.

Минеральный материал. Для приготовления эмульсионно-минеральных смесей используется щебень из плотных горных пород (ГОСТ 8267-93) 1-й группы, с маркой прочности не ниже 1200, истираемостью не ниже U–1 и морозостойкостью не ниже F–50.

Песок из отсевов дробления должен соответствовать требованиям ГОСТ 8736-93. Допускается использование щебеночно-песчаной смеси С-13 (ГОСТ 25607-2009) после отсева частиц более 10 мм.

18.3. Контроль за качеством устраиваемого слоя износа

Качество устраиваемого слоя износа с синхронным распределением вяжущего и щебня контролируется непосредственно на участке ведения работ (табл. 49).

Образцы эмульсионно-минеральных смесей берут прямо из-под короба машины один раз в смену и испытывают их на остаточное содержание битума в смеси, мокрое истирание, сцепление битумной эмульсии со щебнем. Содержание остаточного битума определяют по ГОСТ 12801-98. Тест на мокрое истирание и сцепление битумной пленки со щебнем проводят согласно ОДМ [22].

Таблица 49

№ п/п	Проведение контроля	Содержание контроля	Ответственный
1	При доставке материала	Проверить минеральный материал на соответствие НТД для эмульсионно-минеральных смесей; проверить качество используемой битумной эмульсии (ГОСТ Р 52128-2003); проверить соответствие исходных материалов данным сертификата (паспорта)	Лаборант
2	Ежедневно перед началом работ	Проверить схему организации движения и ограждения места производства работ; проверить очистку покрытия; определить температуру окружающей среды	Мастер
3	Перед началом и во время производства работ	Убедиться, что схема организации движения выполняется	Мастер
4	Постоянно перед началом работ	Проверить наличие необходимых: техники, материалов, персонала	Мастер

№ п/п	Проведение контроля	Содержание контроля	Ответственный
5	Не реже 1 раза в смену	Отобрать образец смеси из-под машины для определения качества согласно действующей НТД	Лаборант
6	По окончании производства работ	Определить время открытия движения	Мастер
7	В период окончания работ и ухода	Установить знаки ограничения скорости; регулировать движение транспорта по полосам	Мастер

Устроенная поверхность слоя износа должна быть однородной с хорошей текстурой, иметь достаточную шероховатость, обеспечивающую коэффициент сцепления колес транспорта с покрытием не менее 0,45.

Глава 19. РЕМОНТ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ С УДАЛЕНИЕМ ИЗНОШЕННОГО СЛОЯ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРЫТИЯ

Послойное снятие асфальтобетонных покрытий с дальнейшей погрузкой снятого материала в автомобильные самосвалы выполняется при помощи холодного фрезерования специальными дорожными фрезами.

Ниже приведены технические характеристики наиболее распространенных фрез.

19.1. Технические характеристики дорожных фрез

Техническая характеристика фрез марки «Wirtgen» (Германия) для холодного фрезерования приведены в табл. 50.

Фирма «Wirtgen» начала выпускать модели с шириной фрезерования до 2000 мм и глубиной срезаемого слоя асфальтобетона до 300 мм (рис. 55).

Отфрезерованная плоскость служит основой для устройства нового слоя дорожного покрытия.

Таблица 50

Параметры	Марка фрезы				
	W 350	W 500	W 600DC	W 100 F	W 200 F
Ширина фрезерования, мм	350	500	600,500,400	1000	1200
Глубина фрезерования, мм	До 100	До 160	До 300	До 315	До 315
Мощность двигателя, кВт	35	78	123	185	185

Во время движения вращающийся фрезерный барабан опускается на глубину фрезерования и срезает слой асфальтобетона. Получаемые раздробленные куски асфальтобетона с помощью конвейера загружаются в самосвал и отвозятся в отвал или на асфальтобетонный завод (АБЗ) для дальнейшей переработки. Так же полученный асфальтогранулят может использоваться повторно, например для укрепления обочин.

Техническая характеристика дорожной фрезы XCMGXH101 (Китай)

Ширина фрезерования, мм	1020
Глубина фрезерования, мм	до 120
Количество резцов	84
Диаметр фрезерного барабана, мм	660
Двигатель	SC8D170G2B1
Мощность, кВт	125
Число оборотов в минуту	2200
Скорость движения, км/ч	до 13
Преодолеваемый уклон, ‰	20
Дорожный просвет, мм	120
Масса, кг	14500
Объем топливного бака, л	210
Объем бака для гидравлики, л	160
Объем бака для воды, л	360
Ширина конвейера, мм	400
Размеры машины, мм	4371×2294×3130
Размеры конвейера, мм	6428×700×610

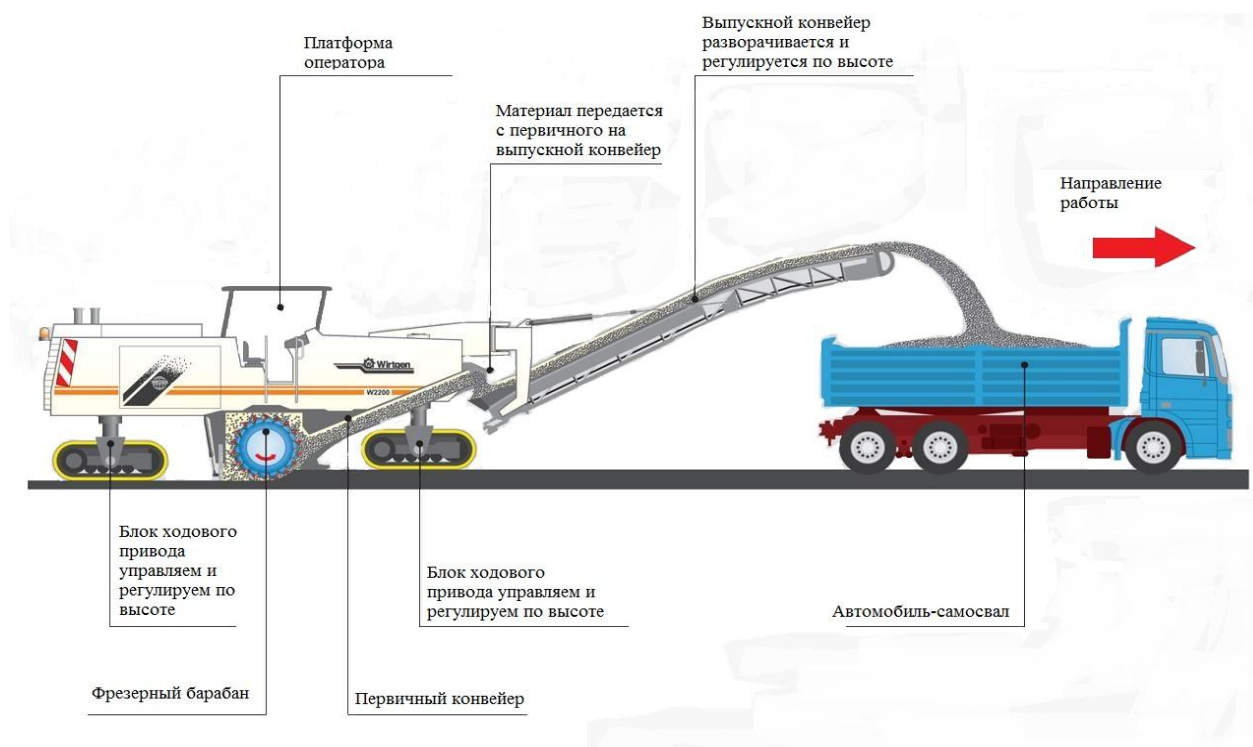


Рис. 55. Схема работы дорожной фрезы с погрузкой кусков дробленого асфальтобетона в автомобиль-самосвал

19.2. Последовательность ремонтных работ с удалением изношенного слоя асфальтобетона и его заменой новым слоем покрытия

Обычно замена разрушенного слоя асфальтобетона производится на участке дороги большой длины. В этом случае ремонт делается на одной стороне проезжей части, а на другой полосе организуется двухстороннее движение. В случае длительного ремонта строится временная объездная дорога с улучшенным грунтовым или щебеночным покрытием.

В аварийных случаях и когда вдоль дороги расположены слабые болотистые грунты строят временную дорогу из сборных пластмассовых плит.

Ремонтные работы по замене изношенного слоя асфальтобетона выполняются следующим образом.

1. Организуется дорожное движение транспорта на месте проведения работ, устанавливаются ограждения и дорожные знаки (предупреждающие, указательные и запрещающие).

2. Удаляется старый слой путем его фрезерования с погрузкой раздробленных кусков асфальтобетона и асфальтогранулята в автомобиль-самосвал с последующей вывозкой в отвал или на асфальтобетонный завод

для дальнейшей его переработки; очищается поверхность от остатков асфальтогранулята и пыли автощеткой.

3. Производится подгрунтовка ремонтируемой поверхности битумной эмульсией с температурой 60 °С при норме розлива 0,3...0,5 л/м².

4. Подвозится асфальтобетонная смесь автомобилями-самосвалами с выгрузкой в бункер асфальтоукладчика.

5. Укладывается асфальтобетонная смесь в один или два слоя с учетом коэффициента на уплотнение (для горячих и теплых смесей 1,25 ... 1,30). При глубине слоя ремонтируемого участка до 5 см – в один слой, а при глубине более 5 см – в два слоя.

6. Уплотняется уложенная асфальтобетонная смесь гладковальцовыми катками массой 5...13 т.

7. Снимаются ограждения и дорожные знаки. Открывается дорожное движение на участке, где выполнялись ремонтные работы. На первое время скорость автомобилей ограничивается до 40...50 км/ч.

Для большей наглядности все операции по замене изношенного слоя асфальтобетона сводятся в табл. 51, где указываются объем работ, марки дорожных машин, их сменная производительность и количество машино-смен, необходимых для выполнения ремонтных работ.

Таблица 51

№ операции	Рабочие процессы	Ед. измерения	Сменный объем работ	Производительность в смену	Кол-во маш.-смен
1	2	3	4	5	6
1	Очерчивание границ поврежденного покрытия, установка ограждений и дорожных знаков	-	-	-	-
2	Удаление старого слоя асфальтобетона холодным фрезерованием дорожной фрезой «Wirtgen» при глубине 0,1 м с погрузкой раздробленного материала в автосамосвал КамАЗ 5511	м ²			
3	Вывозка раздробленного материала автосамосвалами КамАЗ 5511 на расстояние L _{км} , очистка фрезерованной поверхности автощеткой	т			

Окончание табл. 51

1	2	3	4	5	6
4	Розлив битумной эмульсии по ремонтируемой поверхности гудронатором ДС-142 Б из расчета 0,5 л/м ²	тыс.л	-	-	-
5	Подвозка плотной мелкозернистой асфальтобетонной смеси самосвалами КамАЗ 5511 в бункер асфальтоукладчика ДС-48 на расстояние _ км	т	-	-	-
6	Укладка асфальтобетонной смеси асфальтоукладчиком ДС-48	м ²	-	-	-
7	Подкатка катком 8 т	м ²	-	-	-
8	Укатка уложенного слоя асфальтобетонной смеси катком 10...13 т	м ²		-	-
9	Снятие ограждений и открытие движения транспорта в первые дни со скоростью 40...50 км/ч	-	-	-	-

Примечание. Сменная производительность дорожных машин и количество машино-смен рассчитываются в зависимости от сменного объема ремонтных работ (см. гл. 8).

Глава 20. РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН И НЕОБХОДИМОГО КОЛИЧЕСТВА МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ РЕМОНТА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

20.1. Расчет удельного расхода асфальтобетонной смеси при ремонте дорожного покрытия

Расчет выполняется по формуле

$$q = h\rho \cdot 1000, \quad (56)$$

где q – удельный расход асфальтобетонной смеси, кг/м²;

ρ – плотность смеси, т/м³;

h – толщина укладываемого слоя, м.

Например, для $h = 0,04$ м и $\rho = 2,35$ т/м² удельный расход смеси $q = 0,04 \cdot 2,35 \cdot 1000 = 94$ кг/м².

20.2. Расчет количества асфальтобетонной смеси, необходимой для ремонта покрытия

Расчет делаем по формуле

$$Q = Fh\rho\gamma, \quad (57)$$

где Q – количество необходимой асфальтобетонной смеси для ремонта дорожного покрытия, т;

F – площадь ремонтируемого покрытия, м²;

h – толщина укладываемого слоя, м;

ρ – средняя плотность укладываемой смеси, $\rho = 2,37$ т/м³;

γ – коэффициент запаса на уплотнение смеси, $\gamma = 1,25 \dots 1,3$.

Пример. $F = 14000$ м²; $h = 0,04$ м; $\rho = 2,37$ т/м³; $\gamma = 1,25$, тогда $Q = 14000 \cdot 0,04 \cdot 2,37 \cdot 1,25 = 1659$ т.

20.3. Расчет производительности асфальтоукладчика

Определяем производительность асфальтоукладчика по следующей формуле:

$$P_a = Vhb\rho tk, \quad (58)$$

где P_a – производительность асфальтоукладчика, т/ч;

V – скорость укладки асфальтобетонной смеси, м/мин;

h – толщина укладываемого слоя, м;

b – ширина укладываемой полосы, м;

ρ – плотность смеси, т/м³;

t – заданная продолжительность укладки, мин;

k – коэффициент работы укладчика по времени.

Пример. $V = 2,5$ м/мин; $h = 0,08$ м; $b = 3,75$ м; $\rho = 2,3$ т/м³; $t = 60$ мин (1 ч); $k = 0,8$,

тогда $P_a = 2,5 \cdot 0,08 \cdot 3,75 \cdot 2,3 \cdot 60 \cdot 0,8 = 83$ т/ч или примерно 600 т/смену.

Если скорость укладки смеси $V = 2,5$ м/мин, то за 60 мин при ширине полосы 3,75 м укладчик пройдет 150 м, а за 8 ч смены – 1200 м. Для дороги с шириной проезжей части 7 м асфальтоукладчик обработает за смену примерно 600 м дороги.

20.4. Расчет производительности дорожных фрез

Дорожная фреза служит для удаления изношенного слоя покрытия дороги. Являясь ведущей машиной в отряде, фреза («Wirtgen» 1000 с, ДС-197) при глубине фрезерования 100 мм и ширине 1000 мм имеет рабочую скорость 10 м/мин. Ее сменная производительность найдется по формуле

$$P_{\phi} = V480kb, \quad (59)$$

где P_{ϕ} – производительность дорожной фрезы, м²/см;
 V – рабочая скорость фрезерования, м/мин;
 480 – количество минут в смене, мин;
 k – коэффициент использования рабочего времени;
 b – ширина фрезерования, м

$$P_{\phi} = 10 \cdot 480 \cdot 0,85 \cdot 1 = 4080 \text{ м}^2 / \text{смену}$$

20.5. Расчет количества автосамосвалов для вывозки дорожно-строительных материалов

20.5.1. Количество автосамосвалов для обеспечения непрерывной работы асфальтоукладчиков при своевременной загрузке их бункеров асфальтобетонной смесью

Число автосамосвалов рассчитывается по следующей формуле:

$$N = \frac{T P_a}{Q n}, \quad (60)$$

где T – продолжительность укладки асфальтобетонной смеси, ч;
 P_a – производительность асфальтоукладчика, т/ч;
 Q – грузоподъемность автосамосвала, т;
 n – число рейсов автосамосвала, которое определяется по формуле

$$n = \frac{Tk}{\frac{2l}{V} + t}, \quad (61)$$

где k – коэффициент использования рабочего времени;

l – расстояние от асфальтобетонного завода до места ремонтных работ, км;

V – скорость автосамосвала, км/ч;

t – среднее время простоев автосамосвала под погрузкой и разгрузкой асфальтобетона, ч.

Пример, $T = 4$ ч; $k = 0,85$; $l = 20$ км; $t = 0,35$ ч; $V = 60$ км/ч,

отсюда
$$n = \frac{4 \cdot 0,85}{\frac{2 \cdot 20}{60} + 0,35} = 3,37 \text{ рейсов.}$$

Тогда количество самосвалов вычисляется по формуле (60), где $\Pi_a = 100$ т/ч; $Q = 10$ т:

$$N = \frac{4 \cdot 100}{10 \cdot 3,37} = 12 \text{ шт.}$$

20.5.2. Производительность автосамосвала для вывозки различных грузов (щебень, раздробленные куски старого асфальтобетона, песок, гравий и др.)

Сменная производительность автосамосвала определяется по формуле

$$\Pi = \frac{8Qk}{\frac{2l}{V} + t}, \quad (62)$$

где Q – грузоподъемность автосамосвала, т;

k – коэффициент использования рабочего времени;

l – расстояние вывозки, км;

V – скорость движения автосамосвала, км/ч;

t – среднее время простоев автосамосвала под погрузкой и разгрузкой, ч.

Пример. $Q = 10$ т; $k = 0,85$; $l = 30$ км; $t = 0,32$ ч; $V = 60$ км/ч,

тогда
$$\Pi = \frac{8 \cdot 10 \cdot 0,85}{\frac{2 \cdot 30}{60} + 0,32} = 51 \text{ т/см.}$$

20.6. Производительность катка на укатке уложенного слоя материала

Производительность катка считается по формуле

$$\Pi = \frac{1000(B-b)Vk}{n}, \quad (63)$$

где Π – производительность катка, м²/ч;
 B – ширина уплотняемой полосы, м;
 b – ширина перекрытия смежных полос, м;
 V – рабочая скорость катка, км/ч;
 k – коэффициент использования рабочего времени;
 n – число проходов катка по одному месту:

$$n = \frac{Tk}{\frac{l}{V} + \frac{l_1}{V} + t}, \quad (64)$$

где T – продолжительность уплотнения, мин;
 l – длина уплотняемой полосы, м;
 t – время на переключение передач для обратного хода, мин;
 l_1 – длина перехода на следующий след, м.

Пример. $T = 50$ мин; $k = 0,85$; $l = 50$ м; $l_1 = 15$ м; $V = 2,5$ км/ч или 42 м/мин; $t = 0,1$ мин, тогда

$$n = \frac{50 \cdot 0,85}{\frac{50}{42} + \frac{15}{42} + 0,1} = 26 \text{ проходов.}$$

Производительность катка определяется по формуле (63), если $B = 3,5$ м; $b = 0,3$ м; $V = 2,5$ км/ч, то

$$\Pi = \frac{1000 \cdot (3,5 - 0,3) \cdot 2,5 \cdot 0,85}{26} = 261 \text{ м}^2/\text{ч.}$$

20.7. Расчет производительности автогудронатора

Производительность автогудронатора при розливе жидкого битума по ремонтируемой поверхности определяется по формуле

$$\Pi = \frac{60Qk}{t_{\text{ц}}}, \quad (65)$$

где Q – объем цистерны, л;
 k – коэффициент использования рабочего времени;
 $t_{\text{ц}}$ – время цикла, мин.

$$t_{\text{ц}} = t_3 + t_p + t_{\text{нз}}$$

t_3 – время заправки цистерны, мин;
 t_p – время розлива битума, мин;
 $t_{\text{нз}}$ – подготовительно-заключительное время, мин.

Пример. $Q = 4000$ л; $k = 0,8$; $t_3 = 20$ мин; $t_p = 25$ мин; $t_{\text{нз}} = 20$ мин, тогда по формуле (65) производительность автогудронатора

$$\Pi = \frac{60 \cdot 4000 \cdot 0,85}{65} = 2950 \text{ л/ч.}$$

Можно использовать при ремонтных работах автогудронатор ДС-142 Б, смонтированный на автомобиле КамАЗ-53213, с объемом цистерны 4000 л при ширине распределения 4,8 м при удельном расходе розлива 0,5...2,5 л/м².

20.8. Расчет производительности автогрейдера

Производительность автогрейдера, м²/ч, вычисляется по формуле

$$\Pi = \frac{3600kl(B \sin \alpha - a)}{\left(\frac{l}{V} + t\right)m}, \quad (66)$$

где Π – производительность автогрейдера, м²/ч;
 k – коэффициент использования рабочего времени;
 l – длина планируемого участка, м;
 B – ширина отвала, м;
 α – угол захвата, град;
 a – ширина полосы перекрытия, м;
 V – рабочая скорость автогрейдера, м/с;
 t – время на разворот, с;
 m – число проходов по одному месту (зависит от глубины разравниваемого слоя).

Пример. $k = 0,8$; $l = 250$ м; $B = 3$ м; $a = 0,2$ м; $\alpha = 90^0$; $V = 1,2$ м/с; $t = 20$ с; $m = 2$, тогда

$$\Pi = \frac{3600 \cdot 0,8 \cdot 250(3 \sin 90 - 0,2)}{\left(\frac{250}{1,2} + 20\right)2} = 4420 \text{ м}^2/\text{ч}.$$

20.9. Производительность поливомоечной машины

Сменную производительность поливомоечной машины, л/смена, можно рассчитать по формуле

$$\Pi = \frac{TkQ}{\left(\frac{2l}{V} + \frac{t_1 + t_2}{60}\right)}, \quad (67)$$

где Π – производительность поливомоечной машины, л/смена;

k – коэффициент использования рабочего времени;

Q – объем цистерны, м³;

l – дальность перевозки поливочного материала к месту ремонтных работ, км;

t_1 – время заполнения цистерны, мин:

$$t_1 = t_3 + t_4, \quad (68)$$

где t_3 – время на присоединение и отсоединение шланга, мин;

t_4 – время наполнения цистерны с помощью насоса, мин:

$$t_4 = \frac{Q}{q_3}, \quad (69)$$

где q_3 – скорость заполнения цистерны, л/мин (примерно 1800 л/мин);

t_2 – время на розлив жидкости, мин:

$$t_2 = \frac{Q}{t_p}, \quad (70)$$

где t_p – расход жидкости при розливе, л/мин (примерно 500 л/мин);

V – среднетехническая скорость движения поливомоечной машины, км/ч:

$$V = \frac{2V_{\Gamma}V_{\Pi}}{V_{\Gamma}+V_{\Pi}}, \quad (71)$$

где V_{Γ} – скорость с полной цистерной от места наполнения цистерны до места ремонтных работ, км/ч;

V_{Π} – скорость движения с порожней цистерной после полива до места ее наполнения, км/ч.

Путь L , проходимый поливочной машиной за один раз при полном расходе всего объема цистерны на поливку:

$$L = \frac{Q}{Bh}, \quad (72)$$

где B – ширина проезжей части, м;

h – толщина поливаемого разрыхленного слоя покрытия дороги, м ($h = 0,03 \dots 0,04$ м).

20.10. Производительность подметально-уборочных машин

Расчет производительности подметально-уборочных машин выполняется по формуле:

$$\Pi = \frac{3600Qk_n k \rho}{qT}, \quad (73)$$

где Π – производительность подметально-уборочной машины, м²/ч;

Q – вместимость бункера для мусора, м³;

k_n – коэффициент учета накопления бункера мусором;

k – коэффициент использования рабочего времени;

ρ – плотность мусора, кг/м³;

q – норма загрязнения дорожного покрытия, кг/м³;

T – цикл подметания, с:

$$T = t_1 + t_2 + t_3 + 2t_4 + t_5, \quad (74)$$

где t_1 – время непрерывного подметания, с;

t_2 – время заправки бака водой, с;

t_3 – время опоражнивания бункера от мусора, с;

t_4 – время пробега к месту опоражнивания бункера, с;

t_5 – вспомогательное время, с.

Имеются специальные подметально-уборочные машины моделей ПУМ-1, ПУ-93 с вместимостью бункера для мусора 1,4...1,7 м³ и бака с водой 1,0 м³, рабочая скорость 3...16 км/ч и ширина подметания 2800 мм.

Пример. $Q = 1,7 \text{ м}^3$; $k_n = 0,8$; $k = 0,85$; $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$; $q = 0,1 \text{ кг/м}^2$; $T = 8760 \text{ с}$:

$$\Pi = \frac{3600 \cdot 1,7 \cdot 0,8 \cdot 0,85 \cdot 1000}{0,1 \cdot 8760} = 4750 \text{ м}^2/\text{ч}.$$

Глава 21. РЕМОНТ ПОКРЫТИЯ ПЕРЕХОДНОГО ТИПА (ЩЕБЕНОЧНОГО, ГРАВИЙНОГО, ГРУНТОВОГО) С ДОБАВЛЕНИЕМ НОВОГО ДОРОЖНОГО МАТЕРИАЛА

Подробное описание технологии ремонтных работ щебеночного покрытия дороги приведено в табл. 52.

Таблица 52

№ процесса	Рабочие процессы	Ед. изм.	Сменный объем работ	Производительность в смену	Количество маш.-смен
1	2	3	4	5	6
1	Очерчивание границ поврежденного покрытия, установка ограждений и дорожных знаков	-	-	-	-
2	Увлажнение поверхности покрытия поливомоечной машиной ПМ-130	м ²			
3	Кирковка слоя покрытия на глубину 5 см автогрейдером ДЗ-99 (отвал с зубьями)	м ²			
4	Подвозка щебня самосвалами КамАЗ-5511 с выгрузкой в штабеля на обочины в количестве 30 % от объема слоя покрытия	т			
5	Перемещение нового дорожного материала с обочин на покрытие и его перемешивание с вскиркованным слоем автогрейдером ДЗ-99	м ²			

1	2	3	4	5	6
6	Разравнивание, планировка нового слоя покрытия автогрейдером ДЗ-99	м ²			
7	Увлажнение покрытия машиной ПМ-130 и профилирование дороги автогрейдером ДЗ-99	м ²			
8	Предварительное уплотнение покрытия катком на пневмошинах ДУ-16Б	м ²			
9	Укатка покрытия катками на пневмошинах массой 8...10 т при 25...30 проходах по одному следу	м ²			
10	Снятие ограждений, дорожных знаков и открытие движения транспорта	-	-	-	-

Примечание. Сменная производительность дорожных машин и количество машино-смен рассчитываются в зависимости от объема работ (см. гл. 8).

Глава 22. РЕМОНТ С ПОМОЩЬЮ ХОЛОДНОЙ РЕГЕНЕРАЦИИ ОСНОВАНИЙ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ

До недавнего времени наиболее распространенным методом восстановления изношенных дорожных одежд было устройство слоя усиления (4...5 см) поверх старого покрытия. Недостатком этого способа является появление через сравнительно небольшое время в уложенном слое «отраженных» трещин, которые были на старом покрытии. Укладка над старыми трещинами геосинтетических материалов несколько отодвигает срок появления сеток, но полностью их не устраняет.

С появлением стабилизатора RACO-550 стало возможно удалять растрескавшиеся и потерявшие несущую способность асфальтобетонные слои и затем использовать их материал для усиления оснований дорожных покрытий. Такой ремонт дорожных одежд нежесткого типа называется глубокой холодной регенерацией (ресайклингом), которая позволяет повторно использовать материалы старой одежды.

22.1. Дорожные машины для холодной регенерации

Применение холодной регенерации при ремонте дорог стало возможным благодаря появлению специальных машин, выпускаемых фирмами Wirtgen (ресайклер WR 2500) и Caterpillar (машина RN-350 B). В России

нашел применение стабилизатор RACO 550. Каждая машина оборудована фрезерно-смешивающим барабаном (рис. 56), в который для стабилизации материала подается катионная битумная эмульсия или более дешевый разжиженный битум с добавкой цемента в виде пастообразной суспензии. Можно применять в виде стабилизатора моторные и нефтяные масла и вспененные битумы.

Расход эмульсии обычно не превышает 4...4,5 % от массы укрепляемого материала, а добавка цемента составляет 1,5...2 %. Цемент повышает прочность укрепляемого материала, а сравнительно небольшой его расход объясняется стремлением избежать возможных трещин в слое этого материала.



Рис. 56. Фрезерно-смешивающий барабан с впрыскиванием стабилизатора

Техническая характеристика машины RACO 550

Масса, т.....	24,8
Мощность двигателя, кВт.....	440
Максимальная глубина фрезерования, мм:	
щебень, асфальт.....	450
грунт.....	520
Ширина фрезерования, мм.....	2350
Скорость вращения ротора, об/мин.....	100...200
Скорость машины, км/ч:	
рабочая.....	до 3
транспортная.....	до 15
при регенерации.....	0,1...0,2
Емкость топливного бака, л.....	1100

Кабина машиниста имеет пульт управления и видеомонитор с обзором участка перед машиной и после прохода фрезы.

На пульте управления находятся индикаторы:

- глубины снимаемого слоя;
- скорости движения машины;
- уклона снимаемого слоя;
- числа оборотов двигателя;
- длины пройденного участка.

Отряд, обслуживающий машину:

- оператор машины RACO 550 – 2 чел. (6-й разряд);
- машинист автогрейдера ДЗ-180 – 1 чел. (6-й разряд);
- дорожные рабочие – 2 чел. (2-й разряд);
- машинист поливочной машины – 1 чел. (6-й разряд).

22.2. Технология производства ремонтных работ при холодной регенерации

Технология работ по холодной регенерации включает следующие операции:

- разбивочные работы;
- расстановка предупреждающих и запрещающих дорожных знаков и организация движения транспорта;
- очистка поверхности проезжей части от пыли и грязи с помощью машины КДМ-130;
- киркование дорожной фрезой старого слоя асфальтобетона с получением асфальтогранулята на поверхности основания дорожной одежды;
- выравнивание (планировка) асфальтогранулята автогрейдером ДЗ-180 для придания ему профиля дороги;
- второй проход машины RACO 550, асфальтогранулят перемешивается с битумной эмульсией и цементом для получения асфальтогрануляторной смеси;
- планировка основания дорожной одежды автогрейдером ДЗ-180;
- укатка асфальтогрануляторной смеси на укрепленном основании дорожного покрытия сначала гладковальцовым катком ДУ-48 Б, а затем пневмоколесным ДУ-65.

Ниже будут приведены некоторые дополнительные технологические операции.

Перед началом работ по регенерации на участке дороги дорожные рабочие с двух сторон дороги устанавливают вешки для восстановления осевой линии после проведения регенерации. Вешки размещаются вне зоны работ и располагаются под прямым углом к существующей осевой линии дороги на постоянном расстоянии от нее. Далее на регенерируемом участке

дороги расставляются предупреждающие и запрещающие дорожные знаки, которые обеспечивают безопасность работ и движение транспорта.

Очистку поверхности проезжей части перед началом кирования лучше сделать, так как это поможет продлить работу агрегатов машины RACO 550 (в них не будут попадать глинистые частицы и различные нежелательные металлические включения). Обычно для очистки поверхности покрытия используются механические щетки (поливомоечная машина КДМ-130).

Затем делается первый проход дорожной фрезой, при котором происходит кирование слоя асфальтобетона. Куски асфальтобетона проходят через фрезерный барабан, но не обрабатываются вяжущим и цементом. В результате на поверхности основания остается раздробленный слой асфальтогранулята. Образовавшийся слой выравнивается (планируется) автогрейдером типа ДЗ-180 для придания слою профиля дороги.

Далее выполняется второй проход машины RACO 550, при котором размельчается асфальтогранулят (остались крупные комки) и направляется во фрезерно-смесительный барабан, где перемешивается и стабилизируется битумной эмульсией с цементом. Полученная асфальтогранулятная смесь распределяется RACO 550 ровным слоем на основании дорожной одежды. Второй проход может не делаться, если глубина фрезерования небольшая (до 10 см) и снятый слой асфальтобетона хорошо измельчен. Содержание в асфальтогрануляте частиц крупнее 50 мм не должно превышать 5 % по массе.

Последней операцией является уплотнение распределенной асфальтогранулятной смеси гладковальцовочными катками массой 8...10 т (6 проходов по 1 следу), а затем катками на пневматических шинах массой 14...16 т за 6 проходов по одному следу. Следует отметить, что хорошее уплотнение регенерируемого слоя до получения оптимальной его плотности является одним из важных условий получения прочного восстановленного материала.

Средняя скорость движения катков с 1-го по 4-й проходы составляет 1,7 км/ч, а с 5-го по 6-й проходы – 4 км/ч (что соответствует СП 78.13330.2012), ширина уплотняемой полосы – 1800 мм. Перекрытие предыдущего следа равно 1/3 ширины вальца катка.

В дальнейшем на укрепленном с помощью холодной регенерации основании делается асфальтоукладчиком дорожное покрытие.

На дорогах с интенсивностью движения более 2000 авт./сут на укрепленное основание укладывается двухслойное асфальтобетонное покрытие общей толщиной 9...10 см. При меньшей интенсивности движения (500 авт./сут), может быть уложено однослойное покрытие из плотного асфальтобетона толщиной 4...5 см.

Эксплуатация машины RACO 550 показала, что довольно быстро ломаются ножи ее фрезерно-смешивающего барабана. Для увеличения срока

службы рекомендуется сначала разрушить слой дорожной одежды фрезой, например W-1300 ДС, а затем уже использовать машину RACO 550.

Глава 23. УСИЛЕНИЕ СЛОЕВ ОСНОВАНИЯ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ БЕЗ РАЗРУШЕНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРЫТИЯ

Если по существующей дороге предполагается пропускать автомобили с большой осевой нагрузкой, превышающей расчетную, то нужно усилить дорожную одежду. Однако на многих автомобильных дорогах дорожное покрытие находится в рабочем состоянии и требует выполнения только поверхностной обработки или небольшого ремонта. В этом случае нецелесообразно разрушать покрытие, а достаточно усилить основание дорожного покрытия или заменить потерявшие достаточную прочность слои основания на более прочный материал.

Если состояние земляного полотна насыпи также не соответствует необходимым требованиям, то ее грунт может быть заменен на более прочный без разрушения дорожной одежды.

Новая технология по усилению дорожной одежды и земляного полотна насыпи без разрушения дорожного покрытия, разработанная в Уральском государственном лесотехническом университете профессором Ю.Д. Силуковым, включает следующие операции:

- с помощью многоковшового транспортера под дорожной одеждой выбирается грунт в теле насыпи на глубину до оси дороги;
- образовавшаяся ниша под дорожной одеждой (или дорожным покрытием) заполняется щебнем или песком с помощью гидравлического толкателя (одновременно происходит уплотнение материала).

Способ ремонта (усиления) основания дорожной одежды без разрушения дорожного покрытия показан на рис. 57.

Корыто 4 (см. рис. 57) представляет собой открытый желоб, в котором перемещается толкатель 5. С помощью экскаватора в корыто насыпается щебень или песок. Далее толкатель в корыте перемещается вперед. При этом происходит заполнение щебнем или песком ниши в земляном полотне с одновременным уплотнением материала.

Для того чтобы не произошло разрушение (обвал) дорожной одежды или ее покрытия, ниши по длине насыпи в земляном полотне делаются несплошными. Промежутки (перемычки) между отверстиями равны ширине уже выполненных ниш.

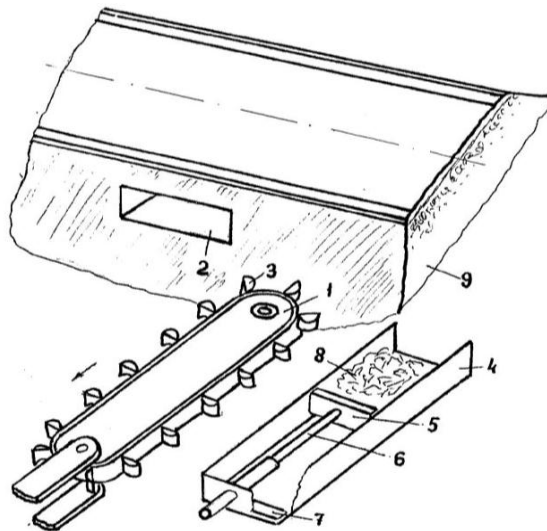


Рис. 57. Способ усиления земляного полотна и основания дорожной одежды без разрушения дорожного покрытия: 1 – ковшовый транспортер; 2 – ниша в земляном полотне; 3 – ковш; 4 – корыто; 5 – толкатель; 6 – штанга толкателя; 7 – отверстие в корыте; 8 – грунт; 9 – земляное полотно

После первого прохода, когда сделанные ниши заполнены дорожным материалом, делается следующий проход, при котором выбирается грунт из оставшихся промежутков. Затем образовавшиеся ниши заполняются с помощью толкателя 5 (см. рис. 57) дорожным материалом. В результате получается сплошное усиление основания дорожной одежды.

Аналогично проводятся работы (ремонт) с другой стороны насыпи.

Если насыпь широкая и длины ковшового транспортера 1 (см. рис. 57) не хватает для устройства отверстий нужной глубины, то перед началом работ снимается грунт с откоса насыпи на ширину обочины до кромки дорожной одежды. В результате уменьшается длина ниши под дорожной одеждой.

Предлагаемый способ усиления (ремонта) дорожной одежды без разрушения ее покрытия защищен патентом на изобретение [23].

При усилении дорожных одежд большое значение имеет укатка слоев и ее основания до необходимой плотности.

Глава 24. ЗАДЕЛКА ВЫБОИН И ТРЕЩИН СТРУЙНО-ИНЪЕКЦИОННЫМ МЕТОДОМ С ПОМОЩЬЮ ПЛОМБИРОВЩИКА БЦМ-24

Струйно-инъекционная технология при ремонтных работах является более передовой и прогрессивной, например при ямочном ремонте трудо-

емкость снижается в 3 раза, а себестоимость в 2 раза. Работы выполняются дорожными машинами БЦМ-24.

Техническая характеристика машин БЦМ-24

Тип машины.....	БЦМ-24,1	БЦМ-24,3
	Прицеп	Прицеп
	двухосный	двухосный
Тягач	Автомобиль-	Автомобиль-
	самосвал	самосвал
Транспортная скорость автопоезда, км/ч	40	40
Масса снаряженного прицепа, кг	3300	3600
Длина прицепа, мм	4220	4670
Ширина прицепа, мм	2500	2500
Высота прицепа, мм	2080	2130
Емкость цистерны для битумной эмульсии, л	948	1000
Производительность пневмотранс- порта щебня, м ³ /мин	-	0,15
Длина складывающейся стрелы, мм...	5185	5185
Длина со шлангом, мм	7620	7620

24.1. Ремонт выбоин струйно-инъекционным методом с помощью БЦМ-24

Ремонтные работы по заделке выбоин выполняются в такой последовательности:

- ограждение места работ с установкой предупреждающих знаков;
 - очистка выбоин от пыли, грязи и мусора продувкой сжатым воздухом;
 - подгрунтовка дна и стенок выбоин битумной эмульсией;
 - заполнение выбоин черным щебнем (если в бункере белый щебень, то он предварительно обрабатывается битумной эмульсией);
 - присыпание заделанной выбоины отсевом белого щебня, чтобы шины колес транспорта не прилипали к покрытию;
 - снятие ограждений и предупреждающих знаков;
 - переезд БЦМ-24 к другому месту ремонтных работ на расстояние до 50 м.
- Работу БЦМ-24 обеспечивают следующие рабочие: водитель автомобиля самосвала 4-го разряда; машинист БЦМ-24 5-го разряда; асфальтобетонщик 2-го разряда.

Производительность пломбировщика БЦМ-24 на ремонте выбоин глубиной до 50 мм составит 23 м²/ч и за смену 184 м²/см, а при глубине выбоин до 70 мм (двойная обработка) производительность будет – 16 м²/ч и за 8 ч работы – 129 м²/см.

24.2. Ремонтные работы по заделке трещин покрытия пломбировщиком БЦМ-24.3

Ремонт по заделке трещин дорожного покрытия делается в такой последовательности:

- установка предупреждающих знаков (трещины могут быть продольными и поперечными);
- продувка трещин сжатым воздухом;
- заливка трещины битумной эмульсией (если глубокая и раскрытая трещина, то сначала она подгрунтовывается, а затем заполняется черным щебнем);
- переход пломбировщика БЦМ-24.3 к новой трещине на расстояние до 50 м;
- снятие предупреждающих знаков.

Состав рабочих: водитель автомобиля самосвала 4-го разряда; машинист БЦМ-24.3 5-го разряда; асфальтобетонщик 2-го разряда.

Производительность БЦМ 24.3 на заделке трещин – 116 м/ч или 930 м за смену, а на заделке волосяных трещин – 217 м/ч и за 8 рабочих часов – 1740 м/см.

Для заделывания трещин на шланг БЦМ-24.3 надевается специальная насадка.

24.3. Расход материалов при заделывании выбоин и трещин дорожного покрытия

Для заделывания выбоин расходуется щебень и битумная катионная эмульсия.

Из расчета на 100 м² фактического ремонта расход составит:

Щебень							
фрикционный							
5...10 мм, м ³	1,43	2,66	3,88	5,11	6,33	7,65	8,78
Битумная							
катионная							
эмульсия, л	228	338	489	619	750	880	1011

Для ремонта трещин потребуется из расчета на 100 м длины трещин 50 л битумной катионной эмульсии.

Для раскрытых трещин необходим дополнительно щебень – 0,4 м³.

Глава 25. СОДЕРЖАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Содержание дороги выполняется в течение всего года на всем протяжении. Комплекс работ включает уход за дорогой, дорожными сооружениями и полосой отвода. Выполняется как профилактика, так и устранение мелких повреждений, а также озеленение дороги. Все это способствует организации безопасного движения транспорта.

25.1. Подметание, очищение от грязи и полив водой покрытия дороги

Мойка дорожных покрытий осуществляется струей воды под давлением 0,4 МПа из сопел с насадками под углом 75...80⁰ к направлению движения машины. Расход воды – 0,9...1,2 л/м². Ширина обработки – 2,2...8,5 м, а при поливке – до 18 м. Рабочая скорость машины – 3,5...16,5 км/ч. Емкость цистерны с водой – от 6 до 11 м³.

Для подметания, мойки, очищения от грязи необходимо выполнить следующие операции:

- очистку покрытия металлической или пластиковой щеткой;
- мойку покрытия;
- развороты машины в конце участка.

Состав рабочих: машинист 5-го разряда.

Норма времени на 1 км дороги – 0,13 чел./ч и 0,13 маш./ч, а при очистке покрытия щеткой с водой – 0,14 чел./ч и 0,14 маш./ч. Производительность КДМ-48461 – 7 км/ч.

25.2. Содержание укрепленных и неукрепленных обочин, рытье и засыпка осушительных воронок

Содержание укрепленных обочин с подсыпкой минерального материала с его планированием и укаткой выполняется автомобилем-самосвалом КамАЗ-5511, автогрейдером ДЗ-180 А и катком ДУ-62.

Состав звена: водитель 4-го разряда – 1 чел. и машинисты 6-го разряда – 2 чел.

Норма времени на 1 км дороги в машино-часах: автомобиль-самосвал КамАЗ-5511 – 10 маш/ч; автогрейдер ДЗ-180 А – 6,28 маш/ч; и каток ДУ-62 – 15 маш/ч. Соответственно в человеко-часах: 10; 6,28; 15 чел/ч.

Содержание неукрепленных обочин с подсыпкой материала при образовании колеи, с планировкой, окашиванием и уборкой скошенной травы выполняется автомобилем-самосвалом КамАЗ-5511, автогрейдером ДЗ-180 А и пневмоколесным катком ДУ-65, косилкой ЭД-101 или ручной косилкой травы.

Состав звена: водитель 4-го разряда – 1 чел. и машинист 6-го разряда – 2 чел., дорожный рабочий 2-го разряда – 1 чел.

Норма времени на 1 км дороги в машино-часах на подвозке материала 10 маш./ч, на планировании – 6,28 маш./ч, на укатке – 15 и косилке травы – 0,06 маш./ч. Соответственно в человеко-часах: 10; 6,28; 15; 0,06 чел./ч.

Укрепление рыхлых неукрепленных обочин тяжелым самоходным катком. Укрепление обочин производится тяжелым самоходным пневмокатком ДУ-101. Масса катка 18000 кг с шириной уплотнения 2000 мм. Управляет катком машинист 6-го разряда.

Состав работ и норма времени на 1 км уплотненного грунта:

	Толщина уплотняемого слоя, м	Норма времени
Уплотнение грунта обочин при 4 проходах по одному следу с разворотом на насыпи	0,2...0,3	0,17 маш./ч и 0,17 чел./ч

Рытье и засыпка осушительных воронок на обочинах. Рытье и засыпка воронок на обочинах выполняется машиной ЭД-201, смонтированной на тракторе МТЗ-50. Работу выполняет машинист 5-го разряда. Норма времени: 20,9 маш./ч и 20,9 чел./ч.

25.3. Содержание водопропускных сооружений

Очистка и восстановление кюветов выполняется экскаватором-планировщиком ЭО-3533 с объемом ковша 0,5 м³ при глубине копания 0,46 м и максимальной высоте выгрузки ковша 4,8 м. Длина обработки канавы с одной стоянки – 3,2 м. Время одного цикла экскаватора – 18,5 с.

Экскаватор очищает кюветы глубиной до 1 м.

Нормы времени на 100 м³ перемещаемого из кюветов грунта (мусора, ила) для II группы грунта составляет 4,13 маш./ч и 4,13 чел./ч при составе работы:

- установка экскаватора в забое;
- очистка ковша на расстоянии до 3,2 м;
- перемещение экскаватора.

Управляет экскаватором машинист 6-го разряда.

При содержании кюветов с помощью автогрейдера ДЗ-98 В.1 с отвалом шириной 4270 мм, рабочей скоростью 4 км/ч, боковым выносом отвала 2100 мм, заглублением 500 мм и шириной рыхлителя 1840 мм выполняются следующие работы:

- нарезка загрязненных канав отвалом, установленным под углом к вертикальной плоскости (нарезается концом отвала);
- планировка откосов и дна кюветов;
- перемещение вынутого из кюветов грунта и мусора на расстояние до 10 м с его последующим разравниванием.

При площади сечения канавы 0,7...0,8 м² норма времени на 100 м³ в зависимости от группы грунта, перемещаемого из канав, и мусора составляет:

	Норма времени
1.....	1,02 маш./ч и 1,02 чел./ч
2.....	1,24 маш./ч и 1,24 чел./ч
3.....	1,54 маш./ч и 1,54 чел./ч

Автогрейдером управляет машинист 6-го разряда.

Очистка водопропускных труб делается с помощью специального оборудования Т-927, смонтированного на КДМ-130 В, а также илонасосных машин КО-510 и КО-507 А, смонтированных на КамАЗ-53213. Вместимость цистерны с водой – 7 м³, в том числе илового отсека – 6 м³, производительность вакуум-насоса – 20 м³/ч. Управляет установкой машинист 5-го разряда с помощником – дорожным рабочим 2-го разряда.

Норма времени примерно 0,2 маш./ч и 0,2 чел./ч на одну трубу.

25.4. Планировка откосов насыпей и выемок, засев их травами, окашивание и уборка травы

Планировка откосов осуществляется экскаватором-планировщиком ЭО-3533 или автогрейдером ДЗ-180 А. Гидропосев делается машиной СД-101.

Состав работы:

- планировка откосов со срезкой излишнего грунта;
- перемещение экскаватора или автогрейдера по насыпи или резерву.

Состав рабочих: машинист 6-го разряда.

Для окашивания травы используется мотокосилка, управляемая рабочим 2-го разряда.

Гидропосев делает водитель 4-го разряда.

При длине откоса 5 м норма времени на 100 м² планируемой площади составляет:

	Норма времени	
	маш./ч	чел./ч
Планировка:		
экскаватором	0,48	0,48
автогрейдером	0,52	0,52
Окашивание травы	0,4	0,4
Гидропосев	4,4	4,4

25.5. Содержание обстановки автомобильной дороги с покраской и заменой изношенных знаков

В работы по содержанию обстановки дороги входят периодические осмотры ограждений, дорожных знаков и сигнальных столбиков, подтягивание креплений, замена неисправных элементов, очистка от пыли и грязи, мойка и в случае необходимости периодическая окраска, а также замена источников света в подсвечиваемых знаках.

В автопавильонах наводят чистоту, возобновляют окраску и заменяют поврежденные детали. Поврежденную светоотражающую пленку на знаках или опорах заменяют на новую. Для этого сначала очищают поверхность щита, а затем обезжиривают ее уайт-спиритом или бензином Б-70. На подготовленную поверхность щита наклеивают новую самоклеящуюся светоотражающую пленку. Сильно поврежденные знаки и стойки ремонтируют в мастерских, а взамен снятых на дороге устанавливают запасные (табл. 53).

Таблица 53

Вид работы	Единица измерения	Затраты труда, чел.-ч	Состав рабочего звена, чел.	Вид и количество материалов, кг
1	2	3	4	5
Снятие изношенных и установка нового знака (крепится на стойке болтом)	1 знак	0,21	Дорожный рабочий 3-го разряда	—
Снятие устаревшего и установка нового знака (крепится четырьмя болтами на двух стойках)	1 знак	0,7	То же	—
Замена стоек дорожных знаков	1 шт	1,2	Дорожные рабочие 3-го разряда – 24 чел.	—

1	2	3	4	5
Окраска реставрируемых металлических щитков дорожных знаков при помощи краскопульта: а) предупреждающие знаки (треугольные, размер сторон 900 мм)	1 знак	0,38	Маляры 2-го и 3-го разрядов – 2 чел.	Растворитель ацетатный № 646 – 0,0358; грунтовка – 0,108; эмаль синтетическая и нитрокраска: серая НЦ-2,5 – 0,0786
б) запрещающие знаки (круглые d=900 мм)	1 знак	0,32	То же	Растворитель ацетатный № 646 – 0,0649; грунтовка – 0,196
в) предписывающие знаки (круглые d = 700 мм)	1 знак	0,32	То же	Грунтовка – 0,076
Окраска металлических стоек дорожных знаков и железобетонных тумб*	1 знак (1 стойка и 1 тумба)	0,347	Маляры 2-го и 3-го разрядов – 2 чел.	Олифа комбинированная 0,042+0,133 = 0,175; грунтовка 0,119 + 0,172 = 0,291; белила цинковые 0,132 + 0,17 = 0,302; эмаль черная НЦ-25 0,0294 + 0,0115 = 0,0409
Окраска криволинейного бруса кистью	1 м бруса	0,25	То же	Краска перхлорвиниловая силикатная белая – 0,22; черная масляная краска – 0,013 кг
Замена старых сигнальных железобетонных столбиков Окраска сигнальных столбиков	1 столбик 10 шт.	1,2 1,4	Дорожные рабочие 3-го разряда – 2 чел. Маляры 2-го и 3-го разрядов – 2 чел.	Грунтовка – 0,99; олифа комбинированная – 0,77; белила цинковые – 0,78; эмаль черная НЦ-25 – 0,12

* Обычно дорожные знаки окрашиваются с тыльной стороны серой краской, а на лицевой стороне изображение выполняется из светоотражающей пленки.

25.6. Мойка дорожных знаков и металлических ограждений с помощью «гидропушки»

Дорожные знаки моются с помощью «гидропушки», смонтированной на базе комбинированной машины КДМ «Тройка-2000», которая обслуживается машинистом 5-го разряда.

Состав работ:

- подъезд к дорожному знаку;
- мойка знака;
- отъезд КДМ «Тройка-2000».

Норма времени на 10 дорожных знаков при площади знака, м²:

	Норма времени	
	маш./ч	чел./ч
0,5	0,19	0,19
2,0	0,21	0,21
4,0	0,23	0,23
6,0	0,25	0,25
8,0	0,27	0,27
10,0	0,29	0,29

Мойка металлических ограждений

Состав работ:

- подъезд к дорожному ограждению;
- мойка ограждения;
- развороты машины во время мойки ограждения;
- отъезд КДМ «Тройка-2000»

Норма времени на 1000 пог. м металлических ограждений составляет 0,4 маш./ч и 0,4 чел./ч, выполняется машинистом 5-го разряда.

КДМ «Тройка 2000» монтируется на базе автомобиля Урал-55524.

25.7. Восстановление разметки на проезжей части

Нанесение разметки производится с помощью маркировочной машины BORUM BMT-500С.

Машина оборудована разметочным компьютером, баком для термопластика объемом 500 л, двумя баками для микростеклошариков по 150 л и баком для гидромасла на 95 л. Машина обслуживается машинистом и его помощником.

Состав работ машиниста и его помощника:

- приезд машины на место работы и очистка покрытия механизированным способом;
- установка номера разметочной линии на компьютере;
- нанесение линии дорожной разметки на покрытие;
- поддержание температурного режима в котле маркировочной машины;
- очистка емкостей и шлангов после окончания работы.

Состав работ для дорожных рабочих:

- установка предупреждающих знаков, конусов и организация дорожного движения;
- засыпка микростеклошариков в емкость машины;
- восстановление линии разметки с целью устранения дефектов;
- снятие конусов и предупреждающих дорожных знаков.

Норма времени на 1 км линии разметки

Состав звена	Вид линии	Норма времени	
		Маш./ч	Чел./ч
Машинист маркировочной машины 5-го разряда Помощник машиниста 4-го разряда	Сплошная с номером разметки: 1.1; 1.2; 1.3; 1.4	1,49	5,96
Дорожные рабочие 3-го разряда – 1 чел. 2-го разряда – 1 чел.	Прерывистая с номером разметки: 1.5; 1.6; 1.7;1.8;1.9;1.10;1.11	0,77	3,08

При нанесении разметки термопластиком по имеющейся на покрытии разметке из расчета на 1 км норма времени составит для сплошной линии 5,96 чел./ч, прерывистой – 3,08 чел./ч и соответственно 1,49 маш./ч и 0,77 маш./ч. Расход термопластика – 990 кг/км.

Нанесение на проезжую часть стрелок и других указательных знаков выполняется по трафарету вручную с помощью кисти. Норма времени – 3,42 чел./ч. Красят дорожные рабочие 4-го разряда – 2 чел. и 2-го разряда – 2 чел. Расход краски – 1,6 кг на 1 км дороги.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изложенный в монографии материал представляет полное комплексное освещение вопросов по содержанию и ремонту автомобильных дорог в летних и зимних условиях.

Актуальность и практическая ценность монографии состоит в том, что в ней систематизированы, обобщены и обновлены сведения, которые необходимы при решении современных задач по содержанию и ремонту автомобильных дорог любых категорий в различные периоды года.

Монография будет полезна в первую очередь для обучающихся по направлению «Строительство» и производителям, занимающимся содержанием и ремонтом автомобильных дорог.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Симонов П.В. Теория отражения и психофизиологические эмоции. М.: Наука, 1970. 139 с.
2. ВСН 24 – 88. Технические правила ремонта и содержания автомобильных дорог / Минавтодор РСФСР. М.: Транспорт, 1999. 197 с.
3. Об утверждении Классификации работ по капитальному ремонту и содержанию автомобильных дорог: приказ Мин-ва транспорта Российской Федерации. М., 2013.
4. ГОСТ Р 50597 – 93. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. М.: Изд-во стандартов, 1993. 14 с.
5. Руководство по оценке уровня содержания автомобильных дорог. М.: Федер. дорож. служба России, 1997. 62 с.
6. Зимнее содержание автомобильных дорог / Г.В. Бялобжеский, А.К. Дюнин, Л.Н. Плакс и др. М.: Транспорт, 1983. 197 с.
7. Некрасов В.К., Алиев Р.М. Эксплуатация автомобильных дорог. М.: Высш. шк., 1983. 287 с.
8. Очистка автомобильных дорог от снега / Г.В. Бялобжеский, А.Н. Иванов и др. М.: Транспорт, 1972. 105 с.
9. Методы зимнего содержания дорог в Финляндии / Дорож.-учеб. центр. СПб., 1995. 66 с.
10. Васильев А.П., Сиденко В.М. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения. М.: Транспорт, 1990. 304 с.
11. Силуков Ю.Д. Экологическая безопасность на автомобильных дорогах. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2000. 134 с.
12. Борьба с обледенением покрытия дорог в зимнее время: экспресс-информ. // Строительство и эксплуатация дорог. Зарубежный опыт. 1981. № 2. С. 8-10.
13. Касымов А.И. Пути снижения адгезии льда в асфальтобетоне // Пути совершенствования технического производства и повышения качества дорожно-строительных материалов. М., 1987. С. 74-77.
14. Касымов А.И., Королев И.В. Асфальтобетоны с пониженной адгезией льда // Проектирование, строительство и эксплуатация автодорог: матер. науч.-техн. семинара. Л., 1988. С. 65-70.
15. ВСН 6-90. Правила диагностики и оценки состояния автомобильных дорог. М., 1990. 168 с.
16. Справочник инженера-дорожника по ремонту и содержанию автомобильных дорог / под ред. А.П. Васильева. М.: Транспорт, 1989. 287 с.
17. Силуков Ю.Д. Исследования особенностей динамических процессов в основных агрегатах лесотранспортных колесных машин: автореф. дис. ...д-ра техн. наук. М., 1973. 44 с.

18. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения. М.: Транспорт, 1982. 288 с.

19. ВСН 49 – 86. Указания по повышению несущей способности земляного полотна и дорожных одежд с применением синтетических материалов. М.: Транспорт, 1988. 64 с.

20. ОДМ. Методические рекомендации по устройству одиночной шероховатой поверхностной обработки техникой с синхронным распределением битума и щебня. М.: Минтранс РФ, 2001. 65 с.

21. Васильев А.П., Шамбар П. Поверхностная обработка с синхронным распределением материалов. М.: Трансдорнаука, 1999. 80 с.

22. ОДМ. Методические рекомендации по устройству защитного слоя износа из литых эмульсионно-минеральных смесей типа «Сларри Сил». М.: Информавтодор, 2001. 33 с.

23. Пат. 2265102 Российская Федерация. Способ ремонта земляного полотна дороги без разрушения дорожного покрытия / Ю.Д. Силуков, А.М. Боровских; заявл. 24.05.2004, опубл. 27.11.2005.

Научное издание

*Булдаков Сергей Иванович
Силуков Юрий Дмитриевич
Малиновских Михаил Дмитриевич*

СОДЕРЖАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

ISBN 978-5-94984-609-4



9 785949 846094

Редактор Е.Л. Михайлова
Компьютерная верстка О.А. Казанцевой

Подписано в печать 28.03.2017	Формат 60×84 1/16
Усл. печ. л. 11,62	Печать офсетная
Тираж 500 экз. Первый завод 50 экз.	Уч.-изд. л. 11,73
	Заказ №

ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»
620100, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37
Тел.: 8(343)262-96-10. Редакционно-издательский отдел

Типография ООО «ИЗДАТЕЛЬСТВО УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЦЕНТР УПИ»
Отпечатано с готового оригинал-макета
620062, РФ, Свердловская область, Екатеринбург, ул. Гагарина, 35а, оф. 2
Тел.: 8(343)362-91-16