

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

И.И.Леонович

СОДЕРЖАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

В 2-х частях

Часть 2

ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ ДОРОЖНЫХ РАБОТ

*Допущено Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебного пособия для студентов специальности
«Автомобильные дороги» высших учебных заведений*

М и н с к 2 0 0 3

УДК 625.87(075.8)
ББК 39.311 я73
Л 47

Рецензенты:

Кафедра «Транспорт леса» Белорусского государственного технологического университета; д-р техн. наук, проф. Н.П.Вырко;
канд. техн. наук, доц. М.Т.Насковец;
директор инженерно-консалтингового центра РУП «БелдорНИИ»,
д-р техн. наук, проф. В.Н. Яромко

Леонович И.И.

Л 47 Содержание и ремонт автомобильных дорог: Учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 2.
Технология и организация дорожных работ / И.И. Леонович. – Мн.:
БНТУ, 2003. – 470 с.

ISBN 985-479-028-2.

В учебном пособии, подготовленном в соответствии с действующей учебной программой по дисциплине «Эксплуатация автомобильных дорог», приведены современные данные о технологии и организации производства работ по содержанию и ремонту дорог с асфальтобетонным, цементобетонным и гравийным покрытиями, а также по содержанию и техническому ремонту искусственных сооружений и элементов инженерного обустройства дорог. Издание рассчитано на студентов высших учебных заведений по специальности 1-70 03 01 «Автомобильные дороги».

Часть 1 «Общие вопросы содержания и ремонта дорог, машины и материалы» издана в 2003 году.

УДК 625.87(075.8)
ББК 39.311 я73

ISBN 985-479-028-2 (ч. 2)
ISBN 985-479-055-X

© Леонович И.И., 2003

В в е д е н и е

Предлагаемое читателю учебное пособие аккумулирует новейшие сведения технологического и организационного характера по содержанию и ремонту автомобильных дорог. В нем рассмотрены особенности содержания и ремонта дорог с различными типами покрытий, а также земляного полотна, искусственных сооружений и инженерного обустройства автомобильных дорог; приводится информация по оценке эффективности ремонтных мероприятий, проблемам охраны труда и окружающей среды.

При подготовке пособия использованы информация и опыт белорусских и зарубежных научных и производственных организаций (РУП БелдорНИИ, РУП Белдорцентр, Белгипродор, Варшавского научно-исследовательского института дорог и мостов и др.).

В настоящее время при наличии развитой сети автомобильных дорог общего пользования в Республике Беларусь вопросам содержания и ремонта дорог уделяется особое внимание. Департамент «Белавтодор», облдорстрой и коммунальные организации городов пользуются изданными по всем основным направлениям нормативными документами. Совершенствуется технология производства работ, основанная на использовании новейших материалов и машин. Обоснованно реализуется на практике инвестиционная политика и система экономического стимулирования труда.

Вся система дорожной отрасли республики построена и сориентирована на то, чтобы обеспечить сохранность, повысить надежность и продлить срок службы автомобильных дорог путем своевременного и качественного выполнения работ по их содержанию и ремонту. Дороги республиканского и местного значения выделены в самостоятельные организационно-управленческие структуры, к каждой категории дорог определены технические и транспортно-эксплуатационные требования, сформулированы и научно обоснованы нормативы по содержанию, срокам и характеру проведения ремонтных работ.

Главной целью при этом является максимальное удовлетворение общественного спроса, который формируется пользователями дорог. Кроме потребительских качеств собственно дорог большая роль отводится дорожному сервису (табл. 1).

На рис. 1, 2 изображены планировочные схемы и оборудование площадок отдыха, расположенных в зоне дорог.

Дорожный сервис и перспективы его развития
(по плану на 1997-2005 годы)

Авто- доро- ги	Пункты, посты				АЗС				СТО				Пункты питания				Охраняемые стоянки				Площадки отдыха			
	Сущест.	Строящ.	Проект.	Предпол.	Сущест.	Строящ.	Проект.	Предпол.	Сущест.	Строящ.	Проект.	Предпол.	Сущест.	Строящ.	Проект.	Предпол.	Сущест.	Строящ.	Проект.	Предпол.	Сущест.	Строящ.	Проект.	Предпол.
М-1	3	8	29	-	28	6	51	4	5	8	36	-	43	13	61	6	8	7	30	3	72	-	-	10
М-2	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	4	-	-	2
М-3	-	-	5	-	8	2	8	5	3	-	3	1	6	-	5	11	4	-	-	1	23	-	-	10
М-4	-	-	-	1	7	1	4	6	1	-	1	2	3	-	-	6	-	-	1	2	7	-	-	11
М-5	-	1	-	-	3	-	5	6	1	-	-	2	7	1	2	9	3	-	-	1	19	-	-	7
М-6	1	1	-	1	11	-	11	3	2	-	-	1	14	-	3	9	2	-	1	3	14	-	-	9
М-7	1	-	-	1	7	1	5	5	2	1	-	1	1	1	4	8	1	-	-	2	14	-	-	9
М-8	2	-	2	2	11	-	9	7	4	-	2	2	15	-	2	21	10	-	-	2	20	-	-	18
М-9	-	1	1	1	8	-	3	4	3	-	1	-	6	-	3	8	-	1	2	3	12	-	2	5
М-10	2	-	-	-	10	-	9	12	2	-	2	4	10	1	3	18	5	-	-	1	30	-	-	24
Итого	9	11	37	6	93	10	108	52	23	9	45	13	108	16	84	96	33	8	34	18	215	-	2	105
	63				263				90				304				93				322			

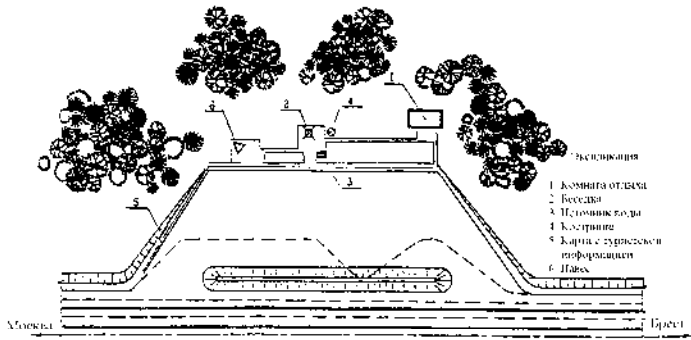
План на период 1997-2005 гг.

Протяженность республиканских дорог – 15462 км, в т.ч. магистральных – 3284

Пункты постоа: $C_1 = \frac{3284}{63} = 52$ км; АЗС $C_2 = \frac{3284}{263} = 12$ км; СТО $C_3 = \frac{3284}{90} = 36$ км.

Пункты питания: $C_4 = \frac{3284}{304} = 10$ км; охраняемые стоянки $C_5 = 35$ км; площадки $C_6 = 10$ км.

а)



б)

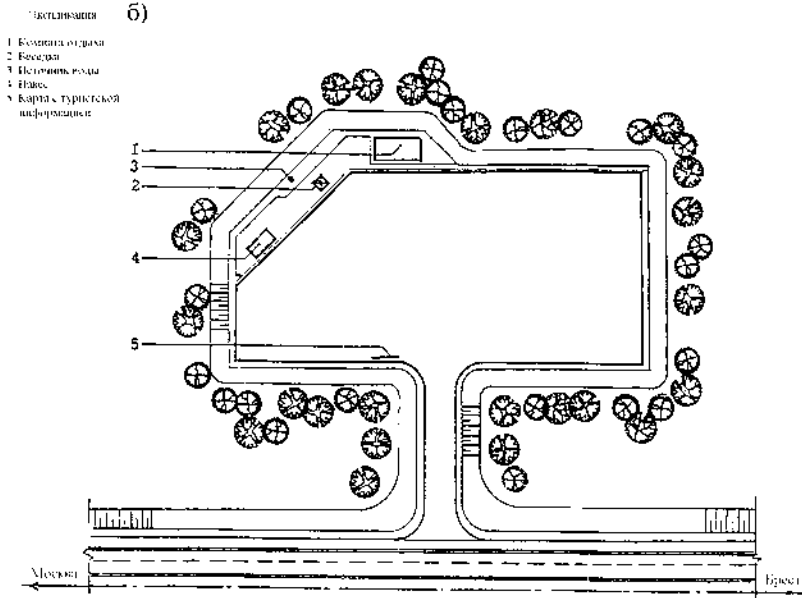


Рис. 1. Планировочные схемы площадок отдыха:
а – «карманного» типа; б – со съездом

Малые архитектурные формы проектируются системно в едином стилевом ключе на той или иной дороге

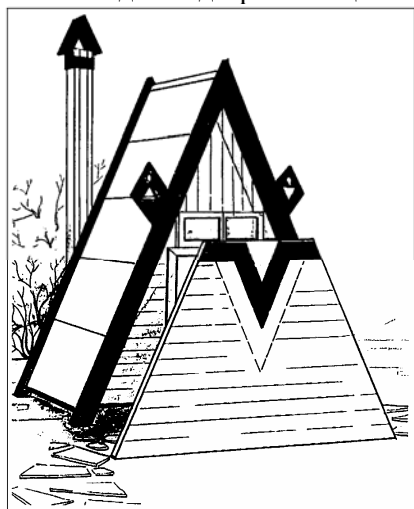


Беседка для отдыха

Функциональные требования должны сочетаться с архитектурно-ландшафтными требованиями вписывания в природу



Очаг для подогрева пищи



Туалет



Водозаборная колонка

Рис. 2. Оборудование площадок отдыха
(по А.С.Сардарову)

Процесс развития дорожного хозяйства достаточно динамичен в связи с развитием современной науки, международной интеграции, межотраслевой кооперации и глобального, весьма прозрачного информационного поля. Будущим инженерам следует не только в совершенстве знать современное состояние того или иного вопроса, но и уметь научно обоснованно прогнозировать будущее материалов, машин, технологий и процессов.

Изучение содержания учебного пособия в совокупности с лекционной информацией позволит студентам приобрести необходимые знания и навыки для решения многих проблем в их будущей инженерной деятельности.

Книга ориентирована на студентов специальности 1-70 03 01 «Автомобильные дороги», но может быть эффективно использована инженерно-техническими работниками дорожно-эксплуатационных организаций Республики Беларусь.

Пользуясь случаем, автор выражает благодарность Н.П. Вырко, М.Т. Насковцу, В.Н. Яромко, всем, кто оказывал содействие в подготовке к изданию настоящего учебного пособия.

Замечания и пожелания по существу данного издания направлять по адресу: 220013, г. Минск, пр. Ф. Скорины, 65, БНТУ, кафедра «Строительство и эксплуатация дорог». Они будут приняты и внимательно рассмотрены автором.

1. ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО СОДЕРЖАНИЮ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

1.1. Задачи содержания автомобильных дорог

Автомобильные дороги относятся к транспортным сооружениям с длительным сроком эксплуатации (рис. 1.1). Это, как правило, – дорогостоящие сооружения, в состав которых входят различные объекты многофункционального назначения. Так, земляное полотно является основой для устройства дорожной одежды и в то же время приспособливает естественный ландшафт к требованиям транспортных коммуникаций. Мосты, с одной стороны, обеспечивают пропуск воды установленного расчетного расхода, с другой – проезд транспортных средств через водные препятствия. Многофункциональность очевидна и в проезжей части дорог, элементах обу-

ройства, придорожных насаждениях, путепроводах, объектах дорожного сервиса, архитектурных ансамблях и других структурных образованиях дорожного комплекса (рис. 1.2).



Рис.1.1. Общий вид автомобильной дороги М1/Е30

Главной функцией автомобильных дорог является обеспечение проезда автомобилей, причем необходимо, обеспечить проезд круглогодичный, бесперебойный и безопасный для всех автомобилей, которым по весовым параметрам и габаритам разрешено пользоваться дорогами, а также создать необходимые условия для всех участников дорожного движения.

Для обеспечения указанных функций дорожно-эксплуатационные организации должны систематически проводить необходимые работы по содержанию и ремонту автомобильных дорог.

Содержание автомобильных дорог осуществляется в течение всего года (с учетом сезона): ведутся работы по уходу за дорогой, дорожными сооружениями и полосой отвода, поддержанию ее в чистоте и порядке, устранению постоянно возникающих в процессе эксплуатации незначительных деформаций и повреждений, предупреждению и устранению зимней скользкости, снежных заносов и отложений, а также по организации и регулированию движения.

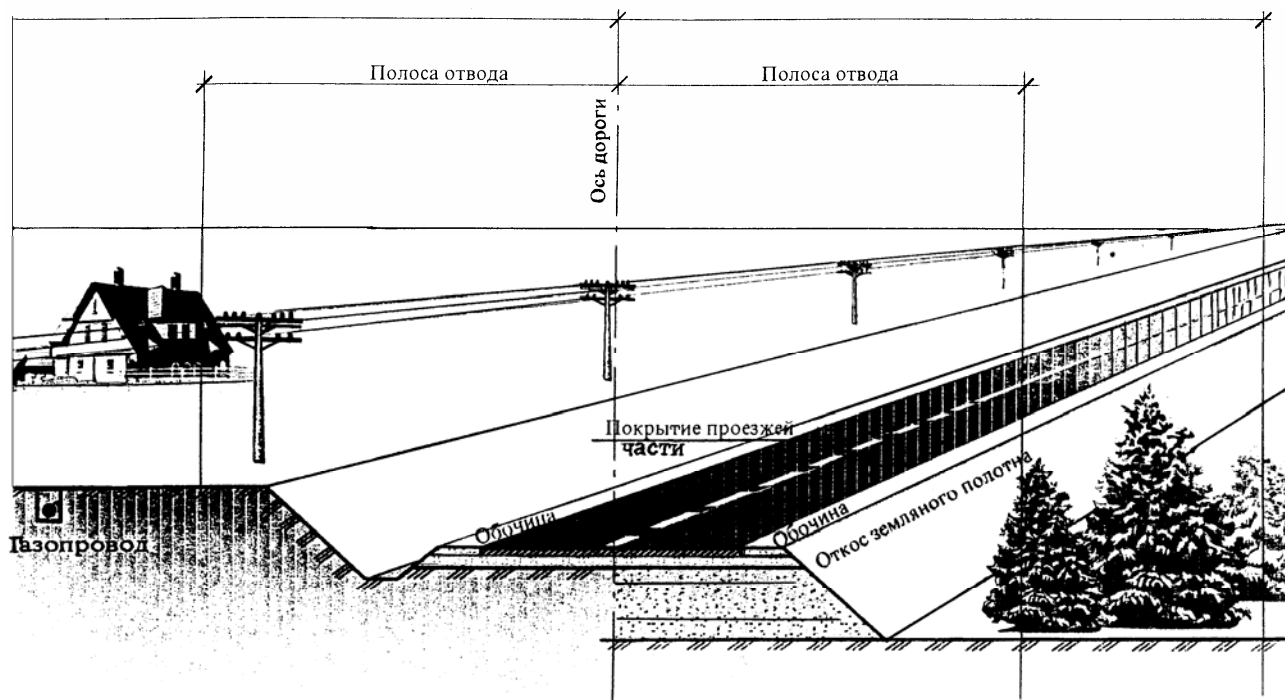


Рис.1.2. Основные элементы автомобильной дороги

Задачи содержания дорог весьма разноплановы и дифференцированы по объектам, времени года и местоположению. Они зависят от требуемого уровня содержания, интенсивности транспортных потоков, ландшафтных особенностей местности, погодноклиматических факторов.

Главная задача содержания – поддержание на требуемом уровне транспортно-эксплуатационного состояния дороги и обеспечение нормальных условий движения по ней в любое время года и в любых погодных условиях.

Все работы по содержанию автомобильных дорог, включая их текущий ремонт, выполняются комплексно, по линейному или территориальному принципу организации работ. Планирование затрат и объемов работ по содержанию автомобильных дорог и дорожных сооружений производится на основании расчетной стоимости содержания одного километра дороги в соответствии с РДС 3.03.01, нормативами затрат и Сборником единичных расценок на работы по содержанию и текущему ремонту автодорожных мостов.

Работы по содержанию выполняются на основании ведомости дефектов содержания, материалов ежемесячных и годовых осмотров автомобильных дорог и сооружений на них и сметной документации.

Перечень работ, которые относятся к содержанию автомобильных дорог, приведен в РД 0219.1.03-97 «Классификация работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования».

Наиболее характерными работами при содержании автомобильных дорог являются:

1. По земляному полотну и водоотводу:

1) ликвидация оползней и размывов земляного полотна с засевом травой;

2) планировка откосов, насыпей и выемок с засевом травой;

3) подсыпка, срезка и планировка обочин;

4) пропуск воды по каналам и другим водоотводным сооружениям с очисткой их в отдельных местах от ила, снега и льда;

5) уход за резервами, кавальерами, защитными и укрепительными сооружениями; скашивание травы и вырубка кустарника на обочинах, откосах и бермах;

6) содержание в чистоте разделительной полосы и полосы отвода; профилирование гравийных, грунтовых дорог, летних и тракторных путей;

- 7) очистка обочин от снега и льда.
2. По дорожным одеждам:
 - 1) исправление профиля щебеночных, гравийных покрытий и грунтовых улучшенных дорог на отдельных участках без добавления новых материалов;
 - 2) систематическая очистка дорожных покрытий от пыли, грязи, снега, льда; уборка катуна и обеспыливание;
 - 3) устранение гололедицы и скользкости на проезжей части дороги;
 - 4) уход за пучинистыми и слабыми участками дорог (с временным ограничением и регулированием движения).
3. По искусственным сооружениям:
 - 1) очистка мостов, труб и их русел от грязи, пыли, наносов снега, льда; скалывание льда у опор, свайных кустов и ледорезов; закрытие осенью и открытие весной отверстий малых мостов и труб;
 - 2) пропуск ледохода, паводковых вод; предупредительные работы по защите дорог и сооружений от наводнений, наледей, заторов, лесных пожаров;
 - 3) текущий, периодический и специальный осмотры искусственных сооружений;
 - 4) контроль за состоянием и деформациями русел рек под мостами, за размывами у опор, состоянием конусов и регулиционных сооружений;
 - 5) содержание и обслуживание паромных переправ; загрузка, перемещение и разгрузка паромов; регулирование высоты причалов; исправление небольших повреждений паромных переправ и причальных устройств;
 - 6) устранение отдельных мелких повреждений настилов, перил, колесоотбойных брусьев; подтягивание болтов, тяжей искусственных сооружений; исправление укреплений на конусах, откосах земляного полотна, русел труб; окраска и побелка перильных, барьерных ограждений и оголовков труб;
 - 7) разводка и наводка наплавных мостов, загрузка и разгрузка низководных мостов.
4. По линейным жилым зданиям, производственным зданиям и подсобным сооружениям:
 - 1) систематический уход за линейными жилыми домами, производственными и надворными постройками, подсобными зданиями и

сооружениями дорожной службы (очистка крыш, водосточных труб, желобов, дымоходов, прочистка водопроводных и канализационных устройств и т. п.);

2) содержание дворов и подъездов к зданиям дорожной службы.

5. По обустройству дорог, организации и безопасности движения:

1) окраска павильонов, стоек барьерных ограждений, конструкций дорожных знаков, ограждений, направляющих устройств и элементов архитектурного оформления дороги; содержание остановок автобусов, площадок отдыха, беседок и других объектов дорожного сервиса;

2) обслуживание и содержание дорожного освещения, элементов средств комплексной технологической связи, автоматики, компьютерной сети и радиосвязи, а также средств регулирования и организации движения, дорожных устройств и элементов обустройства дорог;

3) обновление банка данных по дорогам, дорожным сооружениям и базам;

4) обслуживание и содержание оборудования и программного обеспечения систем содержания автомобильных дорог, учета состава, интенсивности и других параметров дорожного движения;

5) обслуживание и содержание оборудования диспетчерской службы;

6) организация, содержание и осуществление диспетчерской службы, дежурств;

7) осуществление оперативного контроля за состоянием автомобильных дорог и искусственных сооружений; сбор, уточнение, обобщение информации о содержании автомобильных дорог;

8) учет, анализ, расследование дорожно-транспортных происшествий; оповещение участников дорожного движения о вводимых ограничениях движения, изменениях режима движения транспортных средств, погодных условий и т. д.;

9) организация и проведение весового и габаритного контроля за проездом тяжеловесных и крупногабаритных транспортных средств; взимание платы за проезд по автомобильным дорогам транспортных средств.

6. По другим работам, выполняемым в процессе содержания дорог:

1) учет интенсивности движения транспорта, наблюдение за ледоходом, паводком, пучинообразованием; другие работы и наблюдения;

2) паспортизация, технический учет и инвентаризация дорог, дорожных сооружений, объектов дорожного сервиса, линейных жилых зданий, производственных зданий и подсобных сооружений; оформление документов на право пользования землей, находящейся под автомобильными дорогами и дорожными сооружениями;

3) сторожевая и пожарная охрана дорог и дорожных сооружений;

4) подготовка почвы под питомники, лесопосадки, посадки лесонасаждений, плодовых и декоративных деревьев;

5) выращивание (или оплата стоимости) и транспортировка саженцев;

6) уход за лесопосадками, плодовыми и декоративными деревьями; борьба с вредителями и болезнями растений;

7) устройство газонов, цветников, клумб для повышения эстетических качеств дорог, уход за ними;

8) изготовление, установка, разборка и ремонт снегозащитных заборов, щитов, панелей и других снегозащитных устройств;

9) создание снежных валов и траншей для задержания снега на придорожной полосе;

10) патрульная снегоочистка дорог; расчистка дорог от снежных заносов; профилировка уплотненного снежного покрова проезжей части дорог; уборка снежных валов с обочин; дежурство снегоочистительной, солераспределительной и пескоразбрасывающей техники;

11) организация и проведение сезонных, ежемесячных, патрульных осмотров дорог; контроль за выполнением обязанностей пользователей земельных участков, находящихся в контролируемой зоне автомобильных дорог; рассмотрение вопросов, связанных с размещением и строительством зданий, сооружений, объектов сервиса, коммуникаций, разработкой карьеров в контролируемой зоне автомобильных дорог;

12) регулярная очистка от снега и льда автомобильных остановок, павильонов, площадок отдыха;

13) заготовка материалов для ямочного ремонта дорожных покрытий в осенне-зимний период;

14) заготовка печного топлива, угля и других видов топлива;

15) другие работы, связанные с содержанием автомобильных дорог и дорожных сооружений.

В табл. 1.1 представлена классификация работ по содержанию автомобильных дорог в бесснежный период года. По аналогии можно классифицировать работы и по зимнему содержанию дорог.

Т а б л и ц а 1.1

Классификация работ по содержанию автомобильных дорог

Классификационные признаки	Наименование работ
Объекты дорожного комплекса	Содержание земляного полотна, водоотводных и искусственных сооружений, дорожной одежды, производственных зданий, подсобных помещений, элементов инженерного обустройства, полосы отвода, декоративных и снегозадерживающих насаждений
Сезоны года	Содержание дорог весеннее, летнее, осеннее, зимнее
Время суток	Содержание дорог в дневное и ночное время, круглосуточное
Уровень механизации (технической вооруженности)	Работы ручные, механизированные, комплексно-механизированные, машинные, автоматизированные
Система организации	Работы линейные, сосредоточенные, выборочные
Методы организация труда	Работы, выполняемые индивидуально и комплексными бригадами

1.2. Очистка и поддержание порядка на дорогах

1.2.1. Очистка дороги от пыли, мусора и грязи

В процессе эксплуатации автомобильных дорог на проезжую часть попадает определенное количество посторонних ингредиентов в виде слоя грунта, пыли, травы, бытовых и других отходов (мусора). Слой грунта, пыли на дорожном покрытии под влиянием атмосферной влаги приводит к образованию грязи. Источниками

образования мусора и грязи являются перенос грунта колесами автомобилей с примыкающих неустроенных дорог, перевозка волокнистых и сыпучих материалов в незакрытых кузовах, полевые работы в непосредственной близости к дороге, антисанитарное поведение участников дорожного движения, форс-мажорные явления.

Наличие мусора и грязи на проезжей части приводит к помехам в управлении автомобилем, снижает коэффициент сцепления, создает предпосылки для попадания грязи на лобовое стекло и кузов автомобиля, может привести к забрызгиванию пешеходов на тротуарах и обочинах, увеличивает износ в узлах и агрегатах транспортных средств.

Для очистки дорог и улиц от пыли, грязи и мусора используются подметально-уборочные машины. Они бывают:

- 1) щеточные;
- 2) вакуумно-уборочные;
- 3) комбинированные;
- 4) с механическим и пневматическим транспортированием смета.

При работе щеточных подметально-уборочных машин грязь и мелкий мусор с покрытия удаляется цилиндрическими и лотковыми щетками. Вакуумно-уборочными машинами пыль с покрытия удаляется путем всасывания в бункер вакуумно-пневматических устройств. В комбинированных машинах предусмотрено одновременное использование щеточного и вакуумно-подметального способов.

Очистка проезжей части от пыли, мусора и грязи может осуществляться сухим и мокрым способами. При сухом способе смет из зоны щеток отсасывается вакуумно-пневматическим устройством. При мокром способе в процессе очистки производится увлажнение покрытия водой с помощью специальных форсунок.

Наибольший объем работ по очистке проезжей части от мусора и грязи, особенно в населенных пунктах, приходится на весенний период. В это время необходимо очистить дорогу от наносов, инертных противогололедных материалов и мусора, который накопился за зимний период в снежных отложениях на обочинах и на разделительной полосе. К этому периоду относятся и работы по сбору и удалению посторонних предметов (бытовая тара, порубочные остатки, бумага и т. п.) с полосы отвода. Для транспортировки мусора в пункты его сбора используются самосвалы и мусоровозы.

1.2.2. Обеспыливание дорожных покрытий

Пыль образуется при износе покрытий под воздействием автомобилей и климатических условий, а также при загрязнении покрытий автомобилями, въезжающими на проезжую часть с неукрепленных обочин и грунтовых дорог.

Облака пыли над дорогой возникают в результате завихрений воздуха позади движущегося автомобиля и уноса их ветром. Размеры этих облаков и их плотность зависят от толщины слоя пыли на покрытии, содержания в ней мельчайших частиц и скорости движения автомобилей. В безветренную погоду облако пыли долго держится над дорогой.

Кроме неприятного ощущения для проезжающих и ускорения износа автомобилей, пыль ограничивает видимость, уменьшает пропускную способность дороги из-за необходимости увеличения интервалов между автомобилями, отрицательно сказывается на окружающей среде.

Чтобы обеспечить нормальные условия для движения автомобилей и не допускать высокой концентрации пыли в атмосферном воздухе, необходимо принимать меры по обеспыливанию дорог.

Основными способами обеспыливания автомобильных дорог являются:

- 1) увлажнение водой в объеме $1 \dots 2 \text{ л/м}^2$;
- 2) обработка поверхности дороги битумом или битумной эмульсией;
- 3) распределение по поверхности материалов, собирающих влагу из воздуха (NaCl, KCl и др.).

Эффективность того или иного способа оценивается продолжительностью действия, стоимостью обработки, технологичностью.

Наиболее эффективным способом борьбы с пылью на дорожных покрытиях (гравийных, щебеночных, грунтовых, улучшенных и др.) является обработка их обеспыливающими материалами, обеспечивающая уменьшение износа, сохранение первоначальной ровности, снижение загрязнения атмосферы, улучшение условий движения автомобилей и санитарно-гигиенического состояния прилегающих к дорогам населенных пунктов.

К обеспыливающим материалам относятся: гигроскопические вещества; вода; хлористый кальций в сухом виде; 30 %-ный раствор

хлористого кальция; пластовая вода; рапа; техническая соль сильвинитовых отвалов; морская вода лиманов; вода соленых озер; технические лигносульфонаты; мегнодор; сульфатный щелок; жидкий битум; битумные эмульсии; сырые нефти и др.

Поливка покрытия водой хотя и очищает его от пыли, но дает нестойкий эффект (в жаркую погоду – не более 1 ч). Целесообразнее для обеспыливания применять морскую воду, воду из соленых озер и лиманов. При отсутствии источников такой воды для обеспыливания покрытий переходного типа применяют гигроскопические соли (например, хлористый кальций), которые, поглощая влагу из воздуха, связывают частицы пыли и продолжительное время удерживают их на покрытии. Раствора хлористого кальция 20...30 %-ной концентрации на 1 м² требуется около 0,15...0,34 л. Лучшие результаты дает применение хлористого кальция в порошке из расчета 0,5 кг/м². Действие хлористого кальция продолжается в течение 1...2 месяцев, т. е. в сухих районах хлористый кальций достаточно применять 2...3 раза за лето. Однако сильные дожди могут смыть раствор с покрытия.

Для обеспыливания покрытий применяют также отходы лесохимической промышленности: сульфитно-спиртовую барду, сульфитно-дрожжевую бражку и др. Для обработки гравийных и грунтовых дорог применяют материалы в зависимости от их наличия в районе работ. Кроме хлористого кальция, к ним относятся: нитрат-хлорид кальция; хлористый нитрат сильвинитовых отвалов; хлористый магний; карналлит; жидкие нефтяные битумы и эмульсии из них; нефть; мазут и отработанные масла. Органические материалы разливают по сухому очищенному покрытию в жаркие солнечные дни, в часы наибольшего нагрева солнцем. Разлив вяжущего производится автогудронатором с наименьшим расходом на 1 м², которые могут осуществить распределители. Более целесообразно устраивать слои износа, которые придают покрытию обеспыленность на более длительные сроки. Слишком частые въезды и выезды через автомобильную дорогу с грунтовых дорог приводят к занесению на проезжую часть глинистого грунта, который в сырую погоду создает опасность для движения. Глинистый грунт смывают водой или соскабливают с усовершенствованных покрытий щетками и ножевыми машинами.

Неукрепленные обочины (особенно в населенных пунктах, у автобусных остановок и т. п.) в жаркое и сухое время года обеспыливают так же, как покрытия.

Норма расхода обеспыливающих материалов в каждом конкретном случае принимается на основании опытной проверки в зависимости от интенсивности и состава движения, погодноклиматических условий и материала покрытия.

Ориентировочные нормы расхода обеспыливающих материалов и продолжительность их действия приведены в табл. 1.2. Меньшие нормы расхода относятся к интенсивности движения до 300, большие – 300 авт./сут. и более. Продолжительность обеспыливающего действия дана после первой обработки.

При повторных обработках норму расхода обеспыливающих материалов уменьшают в 2 раза. Обработку производят при первых признаках пылеобразования.

Объем работ и количество потребных материалов определяются исходя из длины участков, подлежащих обеспыливанию, норм расхода обеспыливающих материалов и количества обработок за сезон. При этом следует уделять особое внимание участкам, проходящим через населенные пункты, вдоль полей, засеянных сельскохозяйственными культурами, а также около больниц, детских учреждений, остановок автобусов, на опасных участках дороги (спуск, подъем, кривые малого радиуса) и т. п.

В осенне-зимний период дорожные хозяйства подготавливают хранилища к приему обеспыливающих материалов. Важным условием хранения гигроскопических солей является защита их от увлажнения, т. к. они интенсивно поглощают влагу, а при последующих изменениях влажности и температуры слеживаются.

На дорогах с интенсивным движением необходима также уборка посторонних предметов, попавших на проезжую часть с проезжающих автомобилей. В США производят специальную уборку металлических предметов (гаек, гвоздей, болтов), которые могут вызвать повреждение шин. Для этого по дороге пропускают грузовые автомобили с укрепленными на них мощными электромагнитами, работающими от генератора с двигателем, помещенным в кузове автомобиля. Магниты расположены на высоте 10...20 см над покрытием и могут поднимать предметы весом до 1 кг. Через каждые 10 км магниты освобождают от собранного железа выключением тока.

Материалы для обеспыливания дорог

Наименование материалов	Ед. изм.	Нормы расхода материала на 1 м ² покрытия			Срок действия, сут
		гравийного	щебеночного	грунтового	
1	2	3	4	5	6
Гигроскопические					
Кальций хлористый технический:					
кальцинированный	кг	0,6...0,7	0,4...0,5	0,7...0,8	20...40
плавленый	кг	0,8...0,9	0,6...0,8	0,9...1,0	20...40
жидкий	л	1,3...1,7	1,0...1,5	1,7...2,0	15...25
Кальций хлористый, ингибированный фосфатами (ХКФ)	кг	0,7...0,8	0,5...0,6	0,8...0,9	25...40
Техническая поваренная соль (в виде раствора 30 %-ной концентрации)	л	1,5...2,2	1,2...2,0	1,8...2,8	15...20
Техническая соль силикатных отвалов:					
твердая	кг	0,8...1,2	0,6...1,0	1,0...1,4	15...25
жидкая	л	1,6...2,5	1,4...2,2	2,0...3,0	15...20
Вода морская лиманная или соленых озер	л	1,0...1,5	0,8...1,3	1,5...2,0	3...5
Вода техническая	л	1,0...2,0	0,5...1,5	1,5...2,5	0,04...0,12 (1...3ч)
Органические лигносульфонаты технические (марка в 50 %-ной концентрации)	л	1,6...2,0	1,4...1,8	1,8...2,2	20...30
Лигнодор	л	1,6...2,0	1,4...1,8	1,8...2,2	40...45
Сульфитный щелок (10 %-ной концентрации)	л	4,0...6,0	3,5...5,0	4,5...6,5	15...20
Жидкие битумы и дегти	л	0,8...1,0	0,7...1,0	1,0...1,2	30...90
Битумные эмульсии	л	1,2...1,5	1,0...1,3	1,5...2,0	30...90
Сырые нефти	л	0,8...1,0	0,7...1,0	1,0...1,2	30...90

Примечание. Органические материалы: (битумы, дегти, сырые нефти и др.) применяют при вязкости по стандартному вискозиметру не более 25 с.

Барабаны и мешки с хлористым кальцием хранят до употребления в закрытых складских помещениях. Хлористый натрий хранят на специальной площадке, имеющей твердое покрытие, под навесом или водонепроницаемой пленкой.

Готовые растворы и рассолы хранят в цистернах или в бетонных закрытых хранилищах.

Органические обеспыливающие материалы хранят в закрытых хранилищах, оборудованных системой подогрева.

Для распределения обеспыливающих материалов применяют дорожные машины (КДМ-130, ПМ-8, ДС-39, ПР-130, УР-53, ЭД-404 и др.).

Обеспыливание гравийных покрытий осуществляется двумя способами:

- 1) пропиткой покрытия;
- 2) смешением гравийного материала покрытия с обеспыливающими материалами на дороге.

Пропитку обеспыливающими материалами чаще всего применяют при содержании, а смешение – при ремонте покрытий.

Участок покрытия, предназначенный для обработки способом пропитки, в зависимости от его состояния профилируют автогрейдерами (грейдерами) или выравнивают дорожными утюгами с приданием требуемой ровности и поперечного профиля. Одновременно удаляют крупные несвязные частицы гравия.

Розлив растворов производят на покрытие, материал которого имеет влажность, равную или меньшую оптимальной. При норме более $1,5 \text{ л/м}^2$ розлив осуществляют в 2...3 приема. Каждый последующий розлив производят после того, как раствор предыдущего полностью впитается в покрытие.

Розлив органических обеспыливающих материалов производят при температуре, обеспечивающей нормальное впитывание.

Т а б л и ц а 1.3

Требования к температуре органических обеспыливающих материалов

Наименование материала	Марка	Температура розлива, °С
1	2	3
Разжиженные нефтяные битумы	–	50...70

1	2	3
Дегти	Д-1	25...50
	Д-2	50...60
Сырая нефть	–	10...25
Технический лигносульфонат (50 %-ной концентрации)	В	30...70
Лигнодор	–	30...70
Сульфитный щелок	–	без подогрева
Битумные эмульсии	катионные, анионные	без подогрева

Примечание. Температуру розлива корректируют в зависимости от состояния погодных условий: при более низкой температуре воздуха принимают более высокую температуру материала при розливе, и наоборот.

Распределение твердых гигроскопических солей производят в следующей последовательности:

- 1) розлив воды в количестве 0,5...2,0 л/м² (при сухом покрытии);
- 2) распределение по поверхности проезжей части твердых солей по норме, приведенной в таблице.

Способ смешения на дороге при обработке покрытия обеспыливающими материалами применяют на завершающем этапе при ремонте гравийных покрытий.

Работы в этом случае осуществляются в следующем порядке:

- 1) вывезенную в штабеля гравийную смесь для верхнего слоя покрытия (слоя износа) разравнивают автогрейдером на всю ширину покрытия;
- 2) разливают раствор или распределяют твердый обеспыливающий материал в количестве 80 % нормы (нормы, приведенные в таблице, увеличиваются в 3...5 раз);
- 3) тщательно перемешивают и профилируют автогрейдером;
- 4) производят уплотнение самоходными катками;
- 5) разливают раствор или распределяют твердый обеспыливающий материал в количестве 20 % от нормы.

В течение 5...7 дней после проведения мероприятий по обеспыливанию регулируют движение транспортных средств для получения равномерно накатанной поверхности и обеспечения лучшего формирования покрытия. Скорость движения автомобилей в этот период не должна превышать 40 км/ч.

1.2.3. Скашивание травы, обрезка сучьев и вырубка кустарников

Для бесснежного периода года характерными работами по содержанию автомобильных дорог являются скашивание травы, обрезка сучьев и вырубка кустарников. Трава может служить очагом возникновения пожара, затруднять восприятие водителем параметров дороги, нарушать поверхностный водоотвод и приводить к разрушению укрепленных поверхностей дороги. Деревья и кустарники, кроме того, могут нарушать дорожную видимость и быть рассадниками древесных вредителей.

Однако придорожная растительность имеет и ряд положительных свойств: защищает дорогу от водной и ветровой эрозии, регулирует отложения снега на полосе отвода, поглощает пыль, радионуклиды и окислы водорода, формирует необходимые эстетические качества окружающей среды в полосе восприятия ее участниками дорожного движения.

Отсюда следует, что рациональное обустройство дороги травяной и древесной растительностью является оправданным и желательным, а нерациональное – вредным как в техническом, так и в биологическом отношениях.

Для удаления сорной растительности применяются агротехнические (например, вспашка), химические (применение гербицидов) и механические (удаление с помощью косилок и пил) способы.

Агротехнические способы имеют распространение на полосе отвода в зоне интенсивного сельского хозяйства. При соответствующем подборе технических культур свободные от инженерных сооружений земли в полосе отвода могут быть с успехом использованы для посева или посадки.

Использование гербицидов позволяет избирательно (по видам растений) или в целом устранять растительность. Ядовитые свойст-

ва гербицидов требуют строгого соблюдения установленных норм и технологии обработки заросших земель.

Наибольшее распространение в дорожной практике получили механические способы борьбы с сорной растительностью. Для скашивания сорной растительности на обочинах, откосах, разделительных полосах, в кюветах, стрижки снегозащитных и декоративных насаждений, удаления кустарника вдоль дороги, обрезки сучьев на деревьях, растущих в непосредственной близости к дороге, в последнее время наиболее часто используются ротационные косилки. Для удаления крупных деревьев обычно используются бензоили электропилы. Обрезка сучьев производится с помощью сучкорезок. Примеры использования ротационных косилок для скашивания травы на откосах земляного полотна и обрезки сучьев представлены на рис. 1.3 и 1.4.



Рис. 1.3. Скашивание травы на откосе насыпи ротационной косилкой



Рис. 1.4. Использование ротационной косилки для обрезки сучьев

1.2.4. Уход за декоративными и снегозадерживающими насаждениями

Уход за зелеными насаждениями в пределах полосы отвода является прямой обязанностью дорожно-эксплуатационных организаций. Он может осуществляться специализированными бригадами и звеньями, а также комплексными дорожными бригадами. Основными видами работ при этом являются: уход за почвой, борьба с болезнями и вредителями древесно-кустарниковой растительности, защита растений, рубки ухода.

При уходе за почвой в междурядьях и рядах убирают сорняки, взрыхляют ее, так как она уплотняется под действием вибрации собственной массы. Высота сорняков не должна превышать 6...10 см. Для борьбы с ними применяют гербициды.

В зависимости от свойств гербициды бывают сплошного и избирательного (селективного) действия. Большинство гербицидов – органические соединения различных классов. Основную группу составляют производные хлорфенолоксиуксусных кислот, карбонаты, тиокарбонаты, производные мочевины, тиозины и др. В Беларуси список разрешенных гербицидов содержит свыше 200 препаратов.

Взрыхление почвы производят путем культивации на различную глубину в зависимости от зоны (6...8, 10...12, 12...16 см). В первый год вегетации культивация делается 4 раза, во второй – 3, в третий – 2, в четвертый – 1 раз. В период массового всхода сорняков выполняют окучивание.

После смыкания крон для предохранения от пожара и сорняков производят вспашку полос на глубину 20...25 см и ширину 1,5 м.

Особо тщательный уход необходим за почвой плодовых деревьев. При возрасте их до 10 лет приствольные круги обрабатывают осенью штыковой лопатой на глубину 10...12 см диаметром на 1 м больше диаметра кроны, весной – граблями. Одновременно вносят удобрения. Весной в момент всхода сорняков их нужно тем или иным способом уничтожать. При сухом лете необходимо периодически (в июне, июле, августе) производить поливку. Когда через несколько лет кроны деревьев смыкаются, всю площадь обрабатывают под черный пар. Один раз в три года черный пар нужно засеять покровными культурами (гречихой, викой обыкновенной), что устранивает вымывание питательных веществ из почвы.

Многие породы кустарников не обладают необходимой устойчивостью для произрастания в придорожных условиях, причем барбарис, крушина, боярышник, бересклет и некоторые другие породы способствуют появлению грибковых заболеваний и насекомых-вредителей. В процессе ухода за насаждениями их опрыскивают, дупла в стволах заделывают цементным раствором, а сучья забеливают известью. Профилактическую обработку насаждений выполняют станции защиты растений.

Эффективными методами содержания придорожных насаждений являются рубки ухода. Они бывают санитарные, прореживательные, возобновительные, реконструкционные и специальные. При санитарных рубках удаляют сухостойные, ветровальные, морозобойные и другие поврежденные деревья. Прореживание насаждений ведется с целью оптимизации густоты посадок и полноты кроны.

Периодически лесные придорожные полосы подвергаются реконструкции. Убираются деревья, которые не в полную меру выполняют защитные функции, формируется полевая опушка, внедряются новые схемы полос. Зеленые насаждения в возрасте от 3 до 6 лет стригут ежегодно, свыше 6 лет – периодически, когда высота изгороди превышает 2,5...3 м.

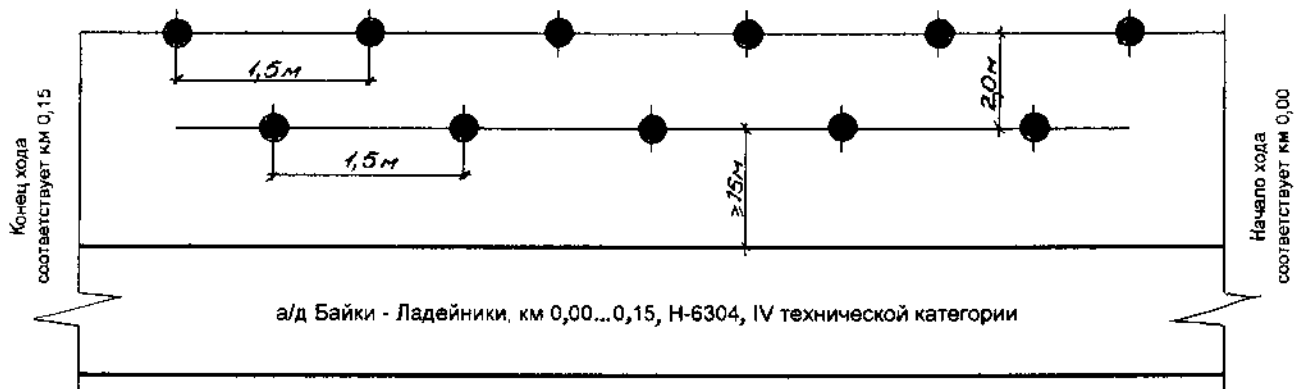


Рис. 1.5. Образец оформления технологической схемы снегозащитной придорожной посадки (снегозащитной ели) (участок км 0,00...0,15 – справа общей протяженностью 0,15 км)

Наряду с уходом за существующими декоративными и снегозащитными насаждениями дорожным организациям приходится выполнять значительный объем работ по созданию новых придорожных насаждений. При этом учитываются особенности почвогрунтовых условий, снеготранспортируемость дороги и ее административно-экономическое значение. На рис. 1.5 приведен образец оформления технологической схемы, которая была использована ДРСУ-189 при посадке снегозащитной ели на дороге Н-6304 «Байки-Ладейники».

1.3. Сезонное содержание покрытий

1.3.1. Содержание усовершенствованных покрытий

Усовершенствованные покрытия (асфальтобетонные, цементобетонные, щебеночные и гравийные, обработанные вяжущими и др.) устраиваются на дорогах высших категорий и требуют особенно тщательного содержания.

В весенний период до начала интенсивного таяния с проезжей части и обочин должен быть удален снег и лед. После просыхания покрытие тщательно отчищают от пыли, грязи, противогололедных материалов с использованием различных средств механизации уборочных работ.

Весной в период максимального увлажнения земляного полотна особое внимание уделяется предохранению покрытия от разрушения. Дорожная служба на основе паспортных данных или по результатам оценки должна определить наибольшие нагрузки, которые могут быть пропущены по обслуживаемым дорогам.

На ослабленных участках, особенно на дорогах с облегченными типами покрытий (с переувлажнением земляного полотна, пучинами), выполняются мероприятия по увеличению несущей способности дорожной конструкции путем укладки щитов, хвороста, досок, дренирующего грунта с последующей их уборкой после восстановления прочности дорожной конструкции. При невозможности их выполнения или недостаточной эффективности ограничивают движение автомобилей большой грузоподъемности, снижают скорость или полностью закрывают проезд, переводя его на специально подготовленные объездные пути. При организации этих мероприятий руководствуются специальными документами об ограничении или закрытии движения по дорогам.

Участки, на которых временно закрыто движение, ограждают барьерами, временными знаками и световой сигнализацией согласно требованиям правил организации дорожного движения, которые удаляют перед открытием движения после повышения прочности дорожной конструкции до требуемых значений.

В летний период дорожная служба систематически выполняет работу по очистке проезжей части дороги от пыли и грязи, особенно при неблагоприятных погодных условиях. Очистку ведут механическими щетками, поливочно-моечными и подметально-уборочными машинами. Мойку и уборку покрытия производят от оси дороги к обочине. Проезжую часть с разделительной полосой начинают убирать от левой по ходу движения кромки (бордюра) покрытия. Последующие проходы машин должны перекрывать предыдущие на 0,25...0,5 м.

При появлении на отдельных участках покрытия избытка вяжущего их следует присыпать высевками или крупнозернистым песком. Весьма эффективна обработка таких участков малыми дозами (0,1...0,2 л/м²) органических растворителей (керосина, солярового масла и др.) с последующей присыпкой песком после некоторой выдержки (до 0,5 ч) и очисткой поверхности металлической щеткой.

Весной с момента наступления теплой и устойчивой погоды приступают к устранению мелких повреждений в виде выбоин, трещин, отдельных волн, бугров и наплывов и т. п. Работы организуют так, чтобы основные объемы были выполнены в возможно сжатые сроки. В другое время года работы выполняются по мере необходимости.

1.3.2. Содержание дорожных одежд переходного типа и грунтовых дорог

Для обеспечения надлежащих транспортно-эксплуатационных качеств дорог необходимо проводить систематические работы по содержанию дорожных одежд.

Особого внимания требуют дорожные одежды переходного типа. Они устраиваются на дорогах IV и V категорий или при стадийном строительстве и используются в дальнейшем как основание под усовершенствованные покрытия. К покрытиям переходного типа относятся: щебеночные, гравийные, укрепленные вяжущими (жидким битумом, эмульсией, известью и т. д.), булыжные мостовые.

К работам по содержанию дорожных одежд переходного типа и грунтовых дорог относятся:

1) исправление профиля щебеночных и гравийных покрытий, грунтовых улучшенных дорог (проводится на отдельных участках без добавления новых материалов);

2) систематическая очистка дорожных покрытий от грязи, снега, льда; уборка катунa; обеспыливание;

3) уход за пучинистыми и слабыми участками дорог; временное ограждение и регулирование движения.

Все эти работы выполняются регулярно в течение года. Однако имеются некоторые сезонные различия.

В весенний, летний и осенний периоды осуществляют профилирование покрытия, устраняют ямы, колеи и просадки, в сухой период проводят обеспыливание. Зимой выполняют снегоуборку и борьбу с зимней скользкостью.

Профилирование проводят с целью улучшения ровности покрытия (после дождей, в весенний и осенний периоды) и равномерного распределения минерального материала или грунта по поверхности дорожной одежды. Первое профилирование проводят ранней весной (после таяния снега), в результате чего улучшается поверхностный водоотвод, ускоряется просыхание покрытия, ликвидируются колеи глубиной до 2...4 см, выравнивается поперечный профиль; второе – в конце весеннего (влажного) периода для ликвидации вновь образовавшихся деформаций и окончательного выравнивания покрытия.

В летний период производят профилирование по мере необходимости, после дождей, при увлажненном покрытии.

Осенью его проводят с таким расчетом, чтобы покрытие при зимней эксплуатации было ровное, без колеи и поперечных волн.

Профилирование производят автогрейдерами или грейдерами. Для выравнивания дорожных покрытий, особенно проезжей части грунтовых дорог, придания им требуемого поперечного профиля можно успешно применять прицепные металлические и деревянные дорожные утюги.

Количество профилировок за сезон зависит от интенсивности движения, погодных условий и состояния покрытия. Выполнять эти работы на сухом покрытии не рекомендуется.

В весенний период производят очистку проезжей части от грязи и снежной и ледяной корки по мере их таяния. Эти работы производят в течение 3...5 дней после освобождения дороги от снега и льда, пока грязь не засохла и легко удаляется автогрейдером или бульдозером.

В период сильного увлажнения дороги (при необходимости) движение закрывают. Его следует открывать после просыхания проезжей части и выравнивания ее поверхности. В тех случаях, когда полностью закрыть движение по технико-экономической целесообразности не представляется возможным, организуется патрульное содержание дороги специализированными звеньями или бригадами.

Для обеспечения нормальных условий движения в сухое время года на пылящих покрытиях проводят обеспыливание дорог.

1.3.3. Снегозаносимость автомобильных дорог

Зимний период эксплуатации автомобильных дорог имеет целый ряд особенностей. Низкие температуры, снежные отложения и снежные заносы, промерзание дорожной конструкции, повышенная скользкость проезжей части, возможные наледи и другие факторы являются характерными для этого времени года. В зимний период коренным образом изменяются условия движения автомобилей, затрудняется прогнозирование состояния дорог, возрастает необходимость проводить дорожные работы в режиме постоянной повышенной готовности.

Рыхлый свежевывающий или принесенный поземкой снег оказывает значительное сопротивление движению автомобилей. При толщине рыхлого снега 10 см проезд автомобилей без ведущей передней оси возможен лишь со снижением скорости до 15...20 км/ч, а при толщине 20 см движение возможно лишь с использованием противобуксовочных цепей и при скорости 5...10 км/ч. При толщине снега свыше 25 см проезд автомобилей невозможен.

Равномерно уплотненный снеговой покров образует поверхность, вполне пригодную для движения автомобилей при низких температурах. Однако при толстом слое снега происходит интенсивное истирание и уплотнение снега в пределах полосы наката, что приводит к образованию колеи. Особенно быстро колеи и ухабы образуются на снеговой поверхности в период оттепелей. Поэтому на дорогах с твердым покрытием усовершенствованных типов снег удаляют полностью, а на покрытиях переходных типов оставляют слой не более 3...5 см.

На местных дорогах и подъездных путях к строительным объектам в отдельных случаях можно оставлять слой уплотненного движением снега толщиной до 20...30 см.

Снег отлагается на дороге во время снегопадов и приносится ветром во время метелей и поземок.

Наблюдения за снеговетровым потоком показывают, что основная масса снега переносится в его нижних слоях. Из общего количества снега, переносимого в двухметровом слое от поверхности земли, почти 90 % приходится на верхние десять сантиметров, а 80 % – на нижние четыре сантиметра.

На дороге в результате снегопереноса образуются снежные заносы.

Снегозаносимость автомобильных дорог обусловлена, главным образом, объемами снегоприноса, шириной примыкающих снего-сборных бассейнов, поперечным профилем земляного полотна и уровнем его снегозащитенности. Количество снега, приносимого к дороге, зависит от поверхности местности, ее рельефа, силы ветра. Принято различать максимальные объемы снегоприноса за расчетный период, средние максимальные объемы снегоприноса за одну метель. Максимальные объемы снегоприноса к дорогам увеличиваются с юго-запада на северо-восток и могут находиться в зависимости от направления дороги в пределах от 40 до 150 м³/м снега.

Территорию Беларуси, исходя из максимального снегоприноса за расчетный период, принято разделять на 4 района (рис. 1.6). В каждой зоне учитываются направления дороги и соответственно снегопринос к ее сторонам (табл. 1.4).

Т а б л и ц а 1.4

Данные об объемах максимального снегоприноса
к автомобильным дорогам

Районы снегозаносимости дорог		Максимальные объемы снегоприноса за расчетный период ($Q_{сн}$), м ³ /пог.м*, к сторонам автомобильных дорог							
Обозначение	Часть территории Беларуси	северной	северо-восточной	восточной	юго-восточной	южной	юго-западной	западной	северо-западной
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I	Северо-восточная	90	120	150	135	120	105	90	75

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
II	Центральная	70	80	100	100	90	70	70	60
III	Западная	70	70	75	70	55	55	60	60
	Южная	45	55	75	70	55	45	45	45
IV	Юго-западная	40	45	50	45	35	35	40	40

* Далее по тексту вместо $\text{м}^3/\text{пог.м}$ будем употреблять размерность $\text{м}^3/\text{м}$

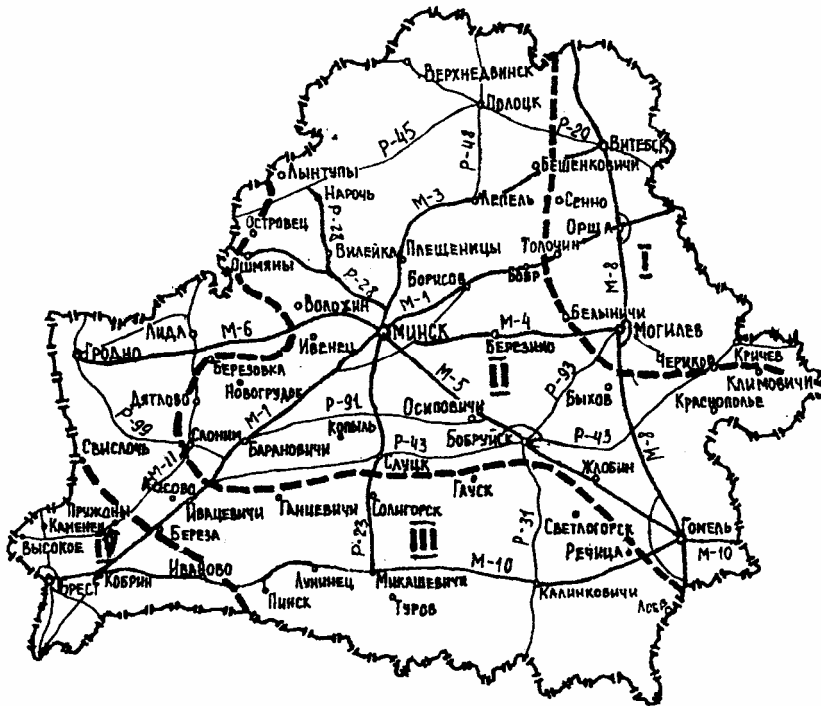


Рис. 1.6. Районирование территории Республики Беларусь по условиям снеговорьбы на автомобильных дорогах:

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

При организации защиты дорог от снежных заносов следует учитывать, что максимальные объемы снегоприноса изменяются по годам. При решении вопросов об уменьшении снеготаносимости дорог за счет элементов поперечного профиля земляного полотна или путем устройства временных средств снегозащиты необходимо руководствоваться, в первую очередь, средними объемами снегоприноса ($Q_{сн}$), которые находятся в пределах 15...64 м³/м, или объемами снегоприноса за одну метель ($Q_{м}$) – 8...18 м³/м. Средние максимальные значения снегоприноса и объем снегоприноса за одну метель по данным многолетних наблюдений для различных зон приведены в табл. 1.5.

Т а б л и ц а 1.5

Данные средних максимальных объемов снегоприноса и объемов снегоприноса за одну метель

Районы снегозаносимости дорог		Средние максимальные объемы снегоприноса за расчетный период ($Q_{ср}$), м ³ /м, к сторонам дорог								Объемы снегоприноса за одну метель $Q_{м}$, м ³ /м
Обозначение	Часть территории Беларуси	северной	северо-восточной	восточной	юго-восточной	южной	юго-западной	западной	северо-западной	
I	Северо-восточная	38	51	64	58	51	45	38	32	18
II	Центральная	30	35	44	44	39	30	30	27	12
III	Западная	28	28	31	28	22	22	25	25	10
	Южная	24	28	40	36	28	24	24	24	11
IV	Юго-западная	19	19	21	19	15	15	17	17	8

Объемы снегоприноса, приведенные в табл. 1.5 и 1.6, наблюдаются при ширине примыкающих снегосборных бассейнов 1,5 км и более.

При меньшей ширине снегосборных бассейнов объемы снегоприноса, приведенные в табл. 1.4 и 1.5, необходимо умножить на коэффициенты редукции ($K_{рд}$), приведенные в табл. 1.6.

Т а б л и ц а 1.6

Коэффициенты редукции объемов снегоприноса

Ширина снегосборного бассейна, км	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,9	1,2	1,5
Коэффициент редукции, $K_{рд}$	0,22	0,40	0,60	0,73	0,78	0,82	0,88	0,94	1,00

В зависимости от объема снегоприноса на дорогах может возникать различная степень заносов. Многолетний опыт зимнего содержания дорог позволил ориентировочно разделить участки дорог по степени заносимости на ряд категорий.

1. К **сильнозаносимым участкам** можно отнести: выемки (особенно при глубине менее 2 м и неуположенных откосах); насыпи с отметкой земляного полотна, меньшей, чем высота снегового покрова, наблюдавшаяся за ряд лет в данной местности; участки дороги в пределах малых населенных пунктов с разрывами между строениями; пониженные участки рельефа (пересечения оврагов, котловин) и участки, проходящие по наветренным косограм.

2. **Среднезаносимыми участками** являются: раскрытые выемки; нулевые места, покрытые редким лесом, кустарником, высокой травой, неубранными остатками культурных растений; насыпи с отметкой, меньшей и равной максимальной высоте снегового покрова, наблюдавшейся в данной местности за ряд лет.

3. К **слабозаносимым** могут быть отнесены участки дороги, проходящие через лес, кустарники, насыпи, отметка которых несколько превышает наибольшую высоту снегового покрова

4. К **незаносимым участкам** относятся: насыпи с отметкой, превышающей высоту снежного покрова на 0,7...0,9 м, выемки, на откосах которых размещается весь снег, приносимый за зимний период (глубиной больше 6 м).

Зависимость выемок в значительной степени зависит от силы ветра. Аэродинамические исследования показывают, что при прохождении воздушного потока над углублением типа дорожной вы-

емки с малыми скоростями ветра происходит плавное обтекание снеговетровым потоком углубления, сопровождающееся образованием снежных отложений. Если скорость ветра выше некоторого критического значения, происходит срыв струй около наветренной бровки откоса, и в выемке возникает завихрение. При большой скорости ветра снег может выноситься завихрением из выемки, при меньших скоростях откладывается на откосах выемок.

Заносимость выемок зависит также от количества снега, приносимого в выемку с прилегающей местности. Практически выемки считаются незаносимыми, если для них соблюдается условие

$$V_{отк} > V_{сн} + V_{пр}, \quad (1.1)$$

где $V_{отк}$ – количество снега, которое может разместиться на откосе;

$V_{сн}$ – количество снега, выпадающего за зиму на откос выемки при снегопадах;

$V_{пр}$ – количество снега, приносимого во время метелей с одной стороны дороги.

На снегозаносимость дороги влияет также направление ветра. При поперечном по отношению к дороге ветре отложения снега больше, чем при продольном.

Для того, чтобы защитить дорогу от снежных заносов или уменьшить снегозаносимость, применяются различные меры снегозащиты. Снегопринос и снегозащита связаны между собой. Большой объем снегоприноса требует более надежной снегозащиты. Снегозащиту принято оценивать снегосборностью – объемом снега, который может быть задержан на подступах к проезжей части. Для определения снегосборности различных сооружений и устройств используются соответствующие зависимости.

Снегосборность подветренного откоса выемок ($Q_{в}$) в м³/м рассчитывают по формулам:

при заложении откосов 1:1,5

$$Q_{1,5} = 0,9 \cdot h_{г}^2; \quad (1.2)$$

при заложении откосов 1:3

$$Q_{3,0} = 1,2 \cdot h_{г}^2, \quad (1.3)$$

где h_6 – глубина выемки, м.

Минимальное значение h_6 принимается равным 2 м.

Снегосборность зарослей кустарников и лесных массивов (Q_k) шириной до 100 м рассчитывается по формуле

$$Q_k = 0,5 \cdot S \cdot h_k, \quad (1.4)$$

где S – ширина зарослей кустарников или лесных массивов, м;

h_k – средняя высота кустарника (подлеска), м.

Снегосборность снегозадерживающих насаждений (Q_n) рассчитывается по формуле

$$Q_n = 10 \cdot h_p^2 \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (1.5)$$

где h_p – рабочая высота еловых изгородей, плотного кустарникового яруса в древесно-кустарниковых насаждениях, м;

K_1 – коэффициент, учитывающий удаление посадок от дороги (табл. 1.7);

K_2 – коэффициент, учитывающий просветность приземного яруса насаждений (табл. 1.8).

Т а б л и ц а 1.7

Значение коэффициента K_1

Высота еловых изгородей и кустарника в древесно-кустарниковых насаждениях h_p	K_1 при расстоянии от бровки земельного полотна до насаждений, м							
	10	12	14	16	18	20	22	24
1	0,70	0,80	0,90	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00
2	0,40	0,50	0,60	0,70	0,76	0,80	0,85	0,90
3	0,30	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70
4	0,20	0,25	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60
5	0,10	0,15	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50

Значение коэффициента K_2

Вид снегозадерживающих насаждений	K_2 при просветности приземного яруса в облиственном (безлиственном) состоянии, %				
	0 (<10)	0...10 (10...20)	10...30 (20...60)	30...50 (60...80)	>50 (<80)
Еловые изгороди, в том числе в хвойно-лиственных насаждениях*	1,0	0,9	0,8	0,6	0,4
Древесно-кустарниковые насаждения	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2

* Если у еловых изгородей высота до низовых ветвей кроны составляет больше 0,25 от общей высоты изгороди, то их просветность – более 50 %

Не подверженными снежным заносам считаются участки дороги:

- 1) проходящие или примыкающие к лесным массивам, садам и зарослям кустарника высотой не менее 2 м и шириной более 100 м;
- 2) примыкающие к крупным населенным пунктам и промышленным объектам;
- 3) расположенные на снегонезаносимых насыпях, не обустроенных металлическими барьерными ограждениями, и в глубоких выемках.

Трудность зимнего содержания автомобильной дороги (участка) в период метелей оценивают показателем подверженности ее снежным заносам (K_c) по формуле

$$K_c = \frac{\sum^n L_c \cdot K_{zn}}{L_\phi}, \quad (1.6)$$

где K_c – показатель подверженности автомобильной дороги (участка) снежным заносам с правой (K_{cn}) или левой (K_{cl}) стороны дороги;

K_{zn} – коэффициент значимости, равный: для сильнозаносимых участков – 2; для среднезаносимых – 1; для слабозаносимых – 0,5;

L_c – протяженность снегозаносимого участка, км;

L_{ϕ} – протяженность обслуживаемых дорог (ЛДД, мастерский участок и т. д.), км;

n – количество снегозаносимых участков с правой или с левой стороны дороги (L_{ϕ}).

Снегозаносимость дороги (участка) характеризуется количеством снега, который может образоваться на автомобильной дороге за зимний период во время метелей, по формуле

$$Q_d = \sum_1^n [(Q_c - Q_v - Q_k - Q_n) \cdot L_c], \quad (1.7)$$

где Q_d – снегозаносимость участка дороги отдельно для правой ($Q_{дп}$) и левой ($Q_{дл}$) стороны за зимний период при максимальных ($Q_{дсн}$) или средних из максимальных ($Q_{дср}$) объемах снегоприноса, тыс.м³/км;

Q_c – максимальный ($Q_{сн}$) или средний максимальный ($Q_{ср}$) объемы снегоприноса (табл. 1.3, 1.4), м³/м;

Q_v, Q_k и Q_n – снегосборность откосов выемок, зарослей кустарников, лесных массивов и насаждений, м³/м, рассчитывается по формулам (1.2)...(1.5).

Исходя из значений показателей K_c и Q_d определяют степень подверженности автомобильной дороги (участка) снежным заносам в соответствии с табл. 1.9.

Т а б л и ц а 1.9

Степени заносимости автомобильных дорог

Снегозаносимость автомобильной дороги (участка)		Величина показателей		
Степень	Обозначение	K_c	$Q_{дсн}$, тыс.м ³ /км	$Q_{дср}$, тыс.м ³ /км
сильная	1	>0,6	>80	>30
средняя	2	0,2...0,6	40...80	10...30
слабая	3	<0,2	<40	<10

Мероприятия по защите автомобильных дорог от снежных заносов постоянными и временными средствами снегозащиты проводят, в первую очередь, если снегозаносимость дороги (участка) сильная по трем показателям (K_c , $Q_{дси}$ и $Q_{дср}$), во вторую очередь – по двум и т. д.

1.3.4. Защита дорог от снежных заносов

Для уменьшения количества снега, приносимого к дороге во время метелей, на пути движения снеговетрового потока перед дорогой располагают снегозащитные ограждения – искусственные препятствия, около которых происходит отложение части переносимого снега. Они подразделяются на постоянные и временные.

К *постоянным* относятся лесные полосы, создаваемые вдоль дорог (рис. 1.7), к *временным* – преграды из планочных щитов (рис. 1.8), снегозащитных сеток (рис. 1.9), бортовых колец (рис. 1.10). Условия применения и краткая характеристика этих ограждений приведены в табл. 1.10.

Характер отложения снега у различного рода искусственных преград зависит от их просветности, высоты и расположения относительно снежно-ветрового потока. Профили некоторых снежных отложений приведены на рис. 1.11...1.14.



Рис. 1.7. Постоянные снегозадерживающие полосы из зеленых насаждений вдоль дороги

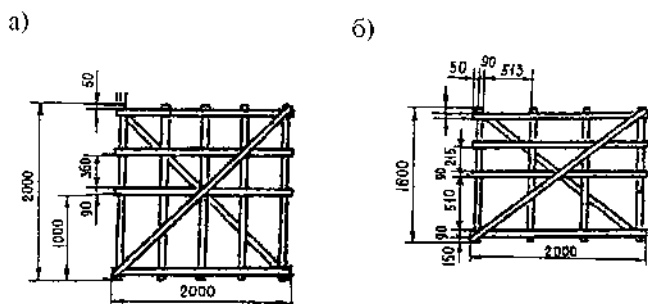


Рис. 1.8. Переносные решетчатые щиты: а – щит I типа; б – щит II типа

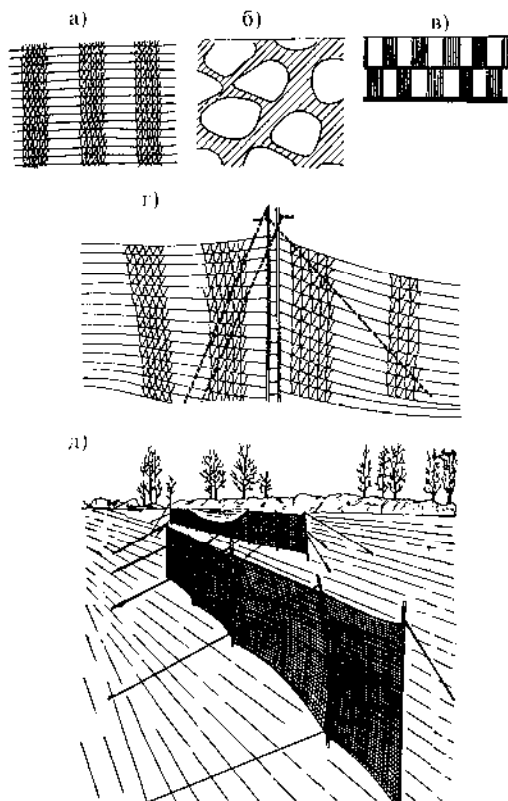
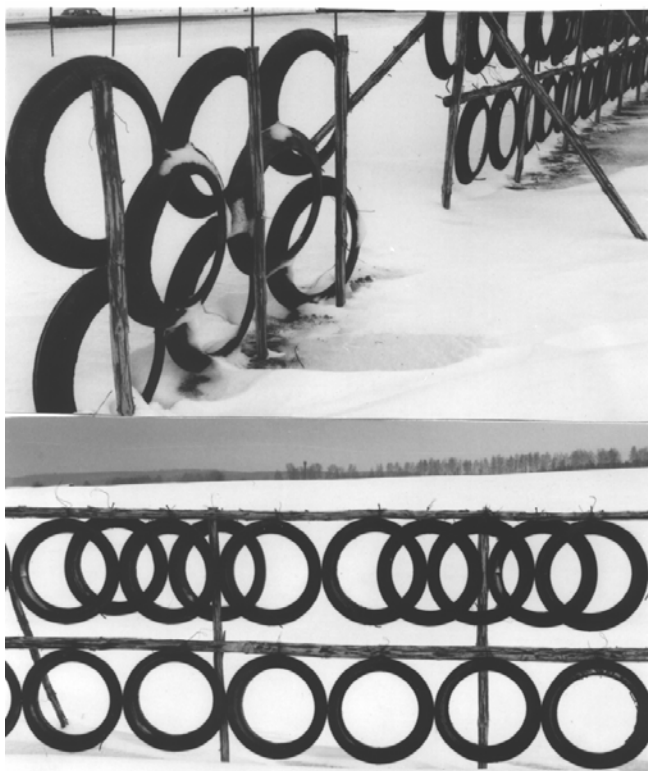


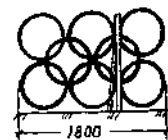
Рис. 1.9. Снегозащитные сетки:

а, б, в – из полиэтиленовых нитей; г – навешенные на металлические стержни;
д – устроенные в виде забора

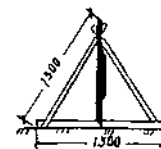


Основная секция

вид спереди



вид сбоку



Преграды в сборе

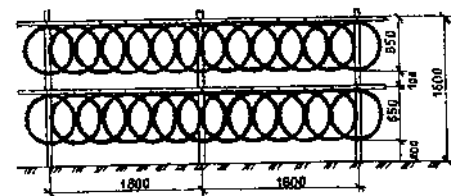
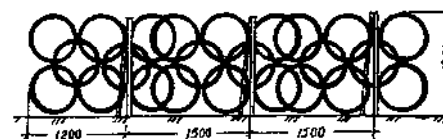


Рис. 1.10. Малагабаритные снегозадерживающие преграды из бортовых колес

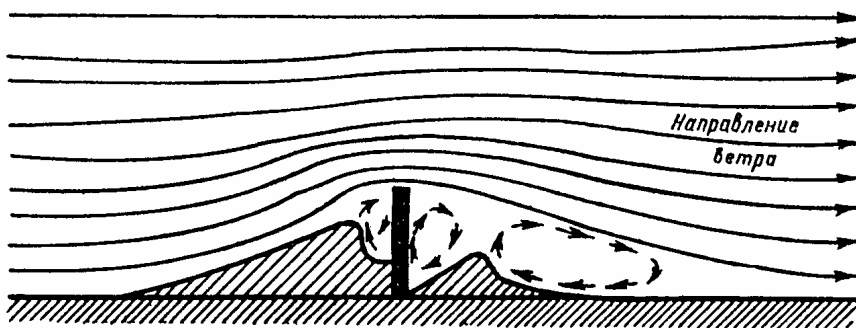


Рис. 1.11. Обтекание снеговетровым потоком сплошной стенки

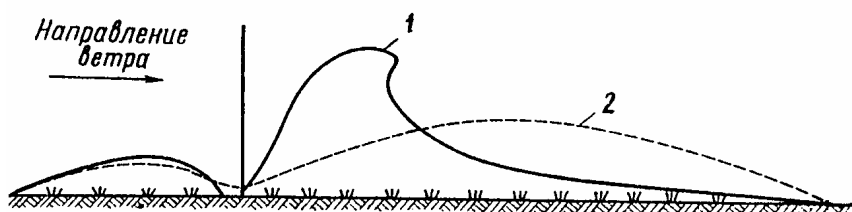


Рис. 1.12. Характерные профили снеговых отложений у щитов:
 1 – отложения у щитов с отверстиями правильной формы; 2 - отложения у щитов с отверстиями неправильной формы или при больших просветах

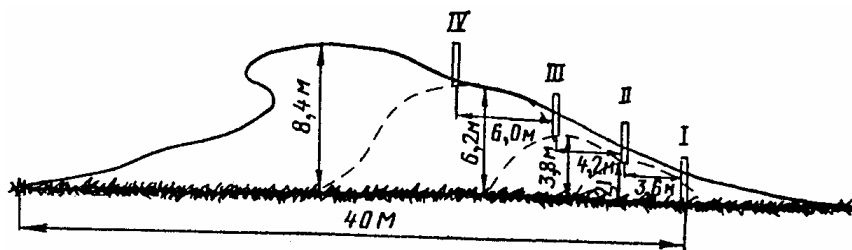


Рис. 1. 13. Рост отложений снега при перестановке щитов на снеговые валы

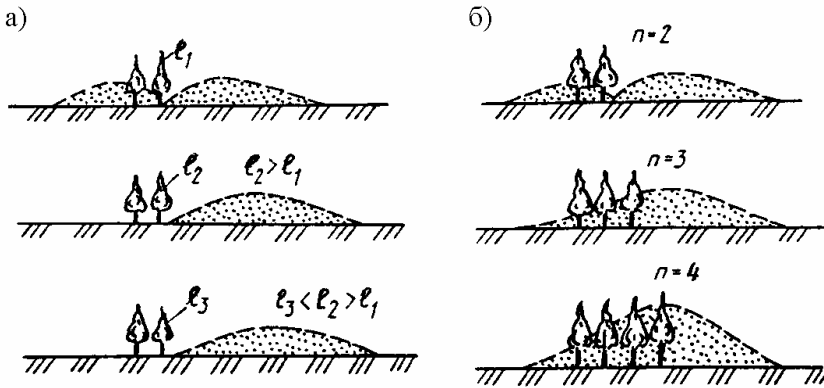


Рис. 1.14. Влияние густоты лесных полос на характер отложений снега: а – густота деревьев в ряду; б – число рядов; l_1, l_2, l_3 – расстояния между деревьями в ряду

Т а б л и ц а 1.10

Условия применения и краткая характеристика
снегозащитных ограждений

Снегозащитные устройства и поперечные профили дороги	Целесообразные условия применения	Краткая характеристика, преимущества и недостатки
1	2	3
Постоянные средства снегозащиты*		
Снегозадерживающие лесные полосы, еловые изгороди	На сильно- и слабозаносимых участках с объемом снегоприноса более $25 \text{ м}^3/\text{м}$ значительной протяженности	Надежное и экономичное средство снегозащиты; локализация и нейтрализация вредных выбросов; уменьшение ветровой нагрузки на автотранспорт; повышение эстетики дорог; требует дополнительного отвода земли

Продолжение табл. 1.10

1	2	3
Снегонезаносимые насыпи	В условиях равнинного или слабоволнистого рельефа местности	Надежное средство снегозащиты; увеличение объема земляных работ
Раскрытые невысокие насыпи, нулевые места и неглубокие выемки или выемки, разделанные под насыпь	При глубине выемок до 2 м в условиях равнинного и холмистого рельефа местности	Уменьшение снегозаносимости дорог; увеличение объема земляных работ
Дополнительные аккумуляционные полки	При глубине выемок от 2 до 5 м в условиях равнинного и холмистого рельефа местности	Надежное средство снегозащиты; увеличение объема земляных работ
Временные средства снегозащиты		
Планочные щиты из древесины	На слабо- и среднезаносимых участках дорог с объемом снегоприноса до 50 м ³ /м для усиления постоянных средств снегозащиты с недостаточной снегосборностью	Ограниченно-маневренные средства защиты; расход дефицитной древесины; требуют затрат ручного труда при изготовлении и эксплуатации
Решетки (сетки) из полимерных материалов	То же	То же; сравнительно долговечны; дорогостоящи; требуют затрат ручного труда
Малогабаритные преграды из бортовых колец	То же; оперативны при угрозе выхода шлейфа снежных отложений на проезжую часть, т. к. устанавливаются без забивки кольев	Утилизация отходов шинной промышленности; весьма долговечны; маневренное средство защиты; требуют затрат ручного труда

1	2	3
Снежные траншеи и валы	Применяются при отсутствии других средств снегозащиты для усиления постоянных и временных средств снегозащиты, при их полной или частичной обработке	Механизация работ по устройству; незначительная снегосборность; требуют наличия снежного покрова

* К постоянным средствам защиты относятся также примыкающие к дороге леса и заросли кустарника шириной более 100 м.

1.3.5. Очистка дороги от снежных отложений

Ограждение дороги линией снегозащиты не может полностью предотвратить занос дороги снегом. Поэтому обязательным элементом зимнего содержания дорог является их очистка от снега.

Основным методом снегоочистки является патрульная снегоочистка – удаление снега во время и после снегопада или метели (рис. 1.15). В ряде случаев с дороги приходится убирать снег в виде уплотненной корки.

Для очистки дороги применяют автомобильные и тракторные снегоочистители плужного и роторного типов, автогрейдеры, бульдозеры, различные снегоуборочные машины. Примеры оформления технологических схем очистки покрытий приведены на рис. 1.16, 1.17.

Целесообразные условия применения снегоочистительных машин приведены в табл. 1.11.

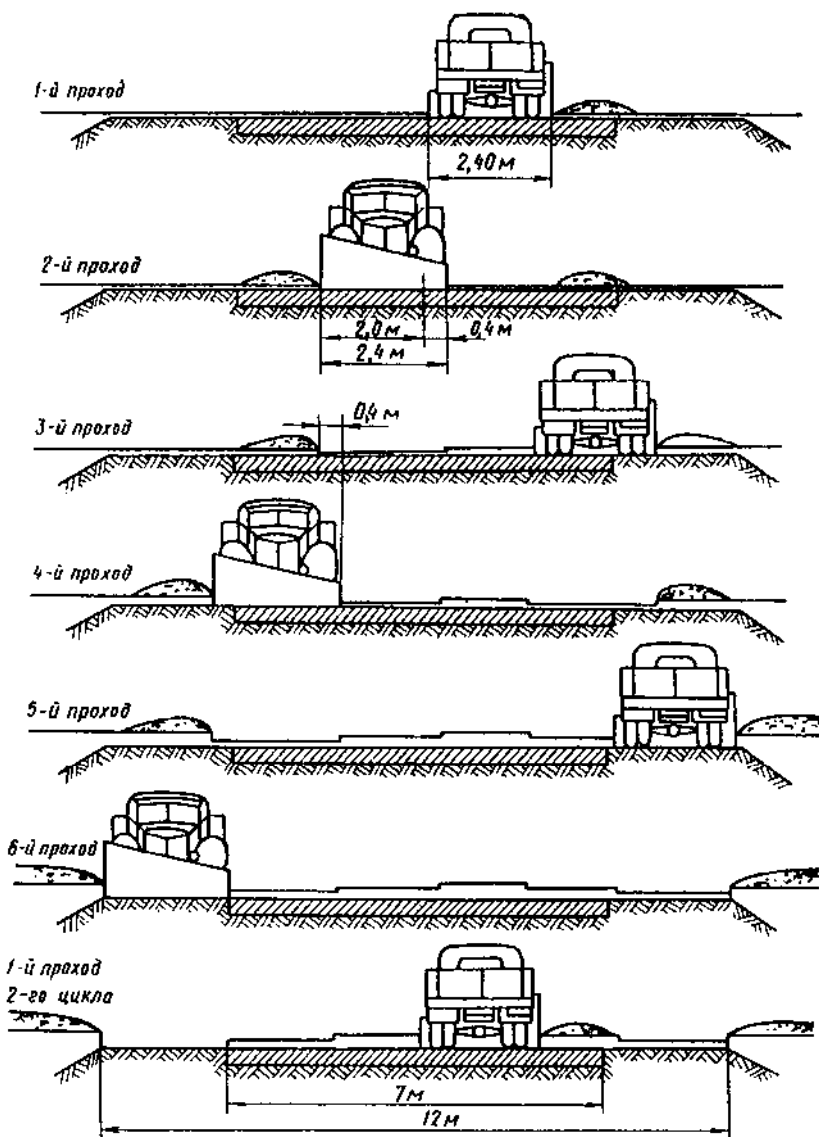


Рис. 1.15. Схема последовательности проходов при патрульной снегоочистке

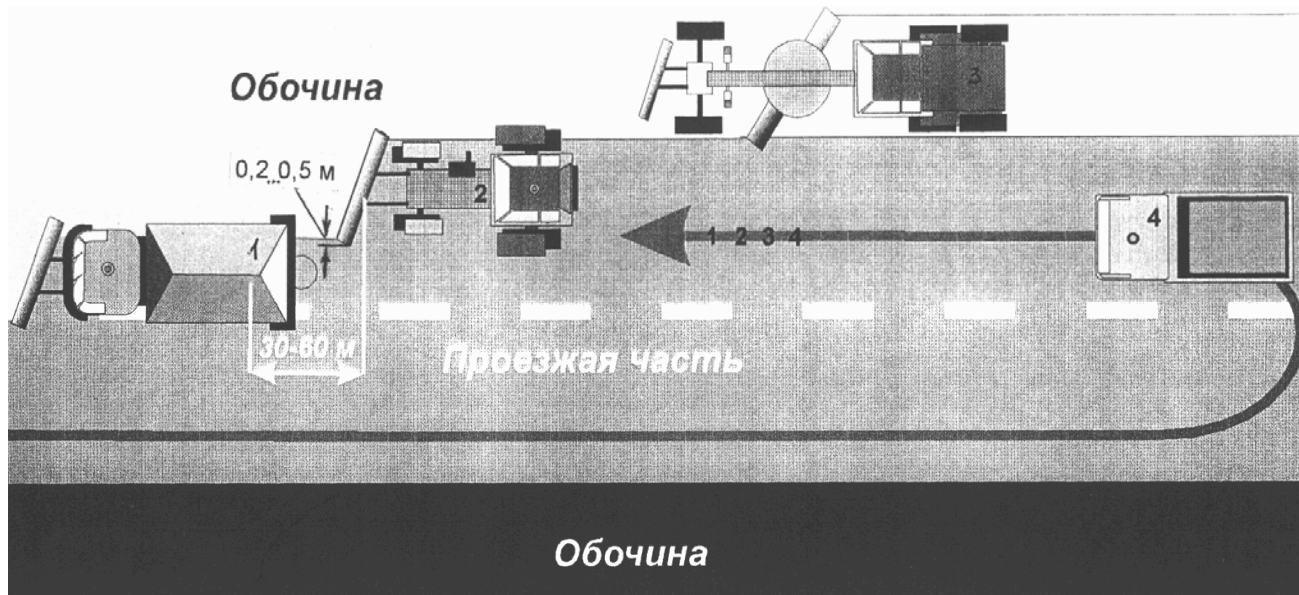


Рис. 1.16. Технологическая карта очистки покрытия при ширине проезжей части 7,0 м:
 1 – пескораспределитель; 2 – МТЗ с НСО; 3 – автогрейдер; 4 – дорожно-патрульная служба

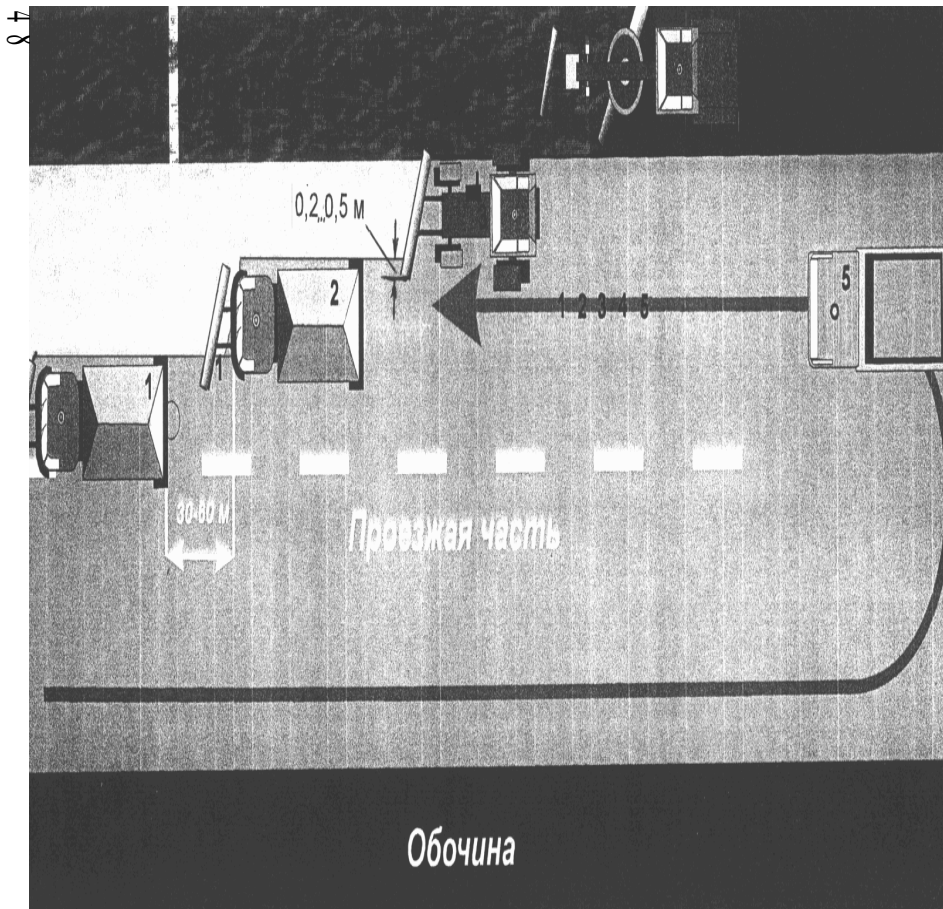


Рис. 1.17. Технологическая карта очистки покрытия при ширине проезжей части 11,5 м:
 1, 2 – пескораспределители; 3 – МТЗ с НСО; 4 – автогрейдер; 5 – дорожно-патрульная служба

Т а б л и ц а 1.11

Условия применения снегоочистительных машин

Машина	Предельная плотность снега, при которой возможна работа машины, г/см ³	Предельная толщина слоя снега, при которой возможна работа машины, м		Работы, на которых целесообразно применение машин	
		при полной ширине захвата	при неполной ширине захвата	основной вид работ	прочие работы
Одноотвальные плужные автомобильные снегоочистители	0,3	0,3	0,7	Патрульная очистка	Расчистка снежных заносов; уширение полосы расчистки
Двухотвальные плужные автомобильные снегоочистители	0,4	На коротких участках – до 0,6, на длинных – до 0,4	0,8	Расчистка снежных заносов средней толщины	Уширение полосы расчистки; патрульная очистка
Двухотвальные тракторные снегоочистители	0,6	1,0	1,2	Прокладка снегозащитных траншей	Прокладка колонных путей; удаление снежных отложений
Роторные и фрезерно-роторные снегоочистители	0,7	За один проход – до 1,5 м; при послойной разработке толщина не ограничена		Расчистка снежных заносов или снегопадных отложений большой толщины; удаление снежных валов	
Автогрейдеры	0,6	0,5	0,6	Расчистка снежных отложений; удаление уплотненного снега	Разравнивание или полное удаление снежных валов совместно с роторными снегоочистителями
Бульдозеры	0,7	За один проход – до 1,0 м; при разработке слоями толщина не ограничена		Расчистка снежных отложений большой толщины	Устройство снегозащитных траншей. Удаление уплотненного снега
Валоразбрасыватели	0,6	до 1,5 м		Удаление снежных валов	Расчистка снежных заносов

Во всех случаях снегоочистка должна выполняться таким образом, чтобы максимально обеспечить бесперебойное и безопасное движение транспортных средств, свести к минимуму объемы снегоуборочных работ и не создавать на полотне дороги снежных валов, которые могут вызвать дополнительные снежные отложения.

При патрульной снегоочистке с началом снегопада на дорогу выезжают одноотвальные автомобильные снегоочистители, которые, объезжая постоянно закрепленные за ними участки и удаляя выпавший снег, обеспечивают проезжаемость дороги в продолжение снегопада или метели. Важно своевременно начинать эту работу, не допуская уплотнения выпадающего снега под воздействием проезжающих автомобилей. Очистку можно производить отрядом плужных снегоочистителей или одиночными машинами в зависимости от интенсивности снегопада или метели.

Поскольку при патрульной снегоочистке удаляется относительно тонкий слой рыхлого снега, снегоочистители движутся со скоростью 35...40 км/ч, отбрасывая снег от дороги на расстояние 5...10 м в сторону. Патрульные снегоочистители начинают работу с середины дороги и постепенно, перекрывая ранее расчищенную полосу, сдвигают снег к обочинам. Наиболее эффективна одновременная работа нескольких снегоочистителей, которые, следуя уступами друг за другом, очищают за один проход половину проезжей части.

Повысить эффективность снегоочистки можно путем использования фронтального снегоочистителя с боковым отвалом. На рис. 1.18 изображен автомобиль МАЗ 63035/63039, оборудованный фронтальным и боковым отвалами фирмы Шмидт и пескосолераспределителем. Как видно, в этом случае за один проход можно расчистить полосу проезжей части шириной 5,5 м.

На рис. 1.19 представлены шнеко-роторные снегоочистители, представляющие собой навесное оборудование к автомобилю Унимог. Мощность – 150 кВт, рабочая скорость – от 100 до 1000 м/ч, время на монтаж оборудования - около 5 мин.

При расчистке автомобильными снегоочистителями дороги, полностью занесенной снегом, тяговое усилие автомобиля может оказаться недостаточным для сдвигания всего объема снега от середины дороги к краям. В таких случаях расчистку начинают с краев проезжей части, оставляя посередине слой снега. После очистки крайних полос удаляют снег с середины дороги.

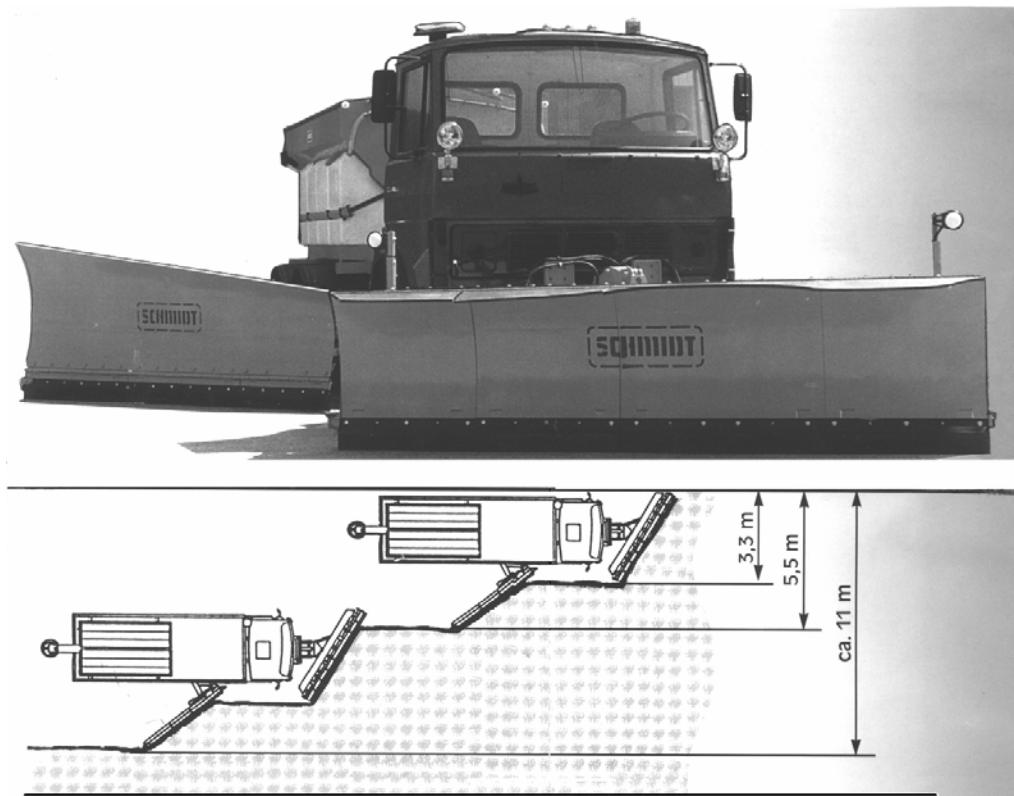


Рис. 1.18. Очистка проезжей части фронтальным снегоочистителем с боковым отвалом

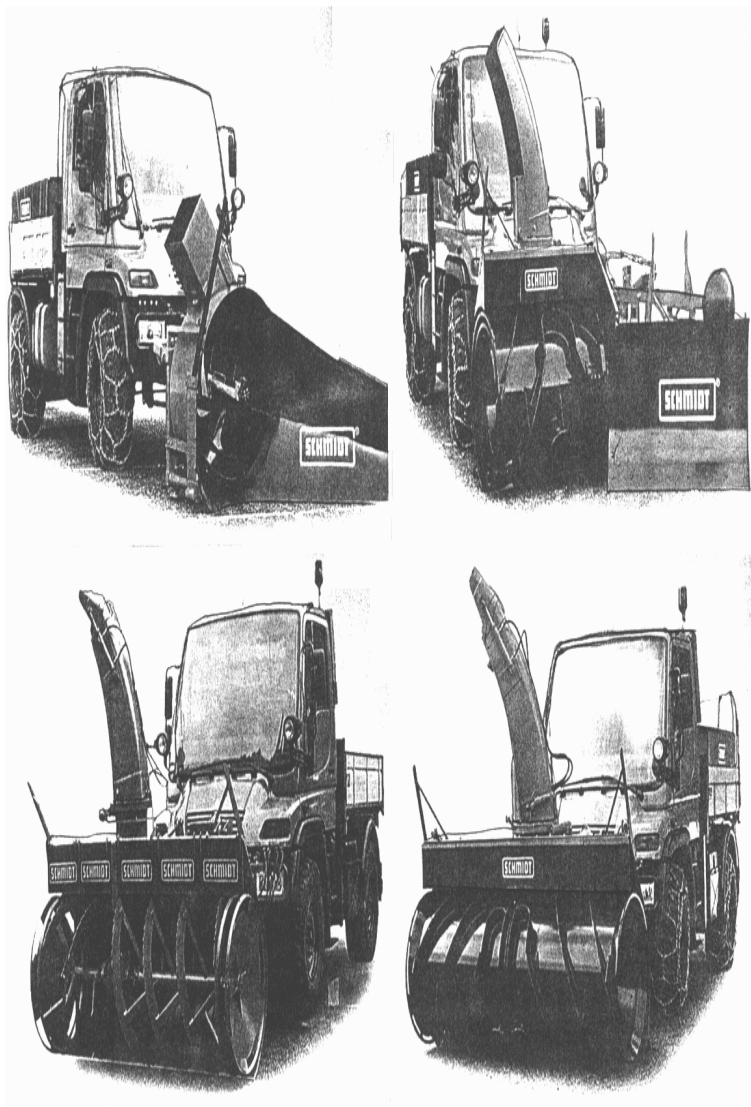


Рис. 1.19. Разновидности шнеко-роторных снегоочистителей фирмы Шмидт

Снежные заносы толщиной 0,2...0,3 м расчищают плужными автомобильными снегоочистителями, заносы толщиной 0,6...0,7 м пробивают двухотвальными плужными автомобильными снегоочистителями или автогрейдером, заносы толщиной 1,0...1,2 м – двухотвальными снегоочистителями на колесных тягачах. Уборка снега с дорожного полотна производится роторными снегоочистителями.

Сильные заносы расчищают роторными снегоочистителями, двухотвальными тракторными снегоочистителями и бульдозерами. Эти машины могут применяться в комплексе или самостоятельно.

Бульдозеры с неповоротным отвалом расчищают снежные отложения поочередно встречными проходами в одну и другую стороны от дороги под углом к ее оси. Универсальные бульдозеры работают с косо поставленным отвалом, двигаясь последовательными проходами вдоль занесенного участка.

Во всех случаях дороги очищаются от снега на полную ширину земляного полотна. Валы, образующиеся по краям очищенной полосы, следует немедленно разбрасывать, придавая их поверхности уклон не более 1:3. В противном случае, создавая препятствие для снеговетрового потока, валы вызывают интенсивное отложение снега на дороге. Быстрая уборка снега необходима и потому, что с течением времени снег смерзается, уплотняется, и для его удаления требуются более мощные снегоочистительные машины.

Снежные валы удаляют с краев дороги более мощными снегоочистителями, например, тракторными, которые разравнивают их над канавой выступающим боковым крылом. Особенно хорошие результаты достигаются при использовании роторных снегоочистителей, отбрасывающих снег на расстояние до 20 м на обрезы дороги.

Если валы сдвинуты в кюветы, для их удаления следует применять валоразбрасыватели с выносным рабочим органом. Для удаления валов, расположенных над кюветами, применяют автогрейдеры или универсальные бульдозеры в комплексе с роторными снегоочистителями на колесном ходу. Автогрейдер сдвигает снег из вала на дорожное полотно, а роторный снегоочиститель отбрасывает его в сторону.

На дорогах, проходящих по лесным массивам, можно ограничиться перемещением снежных валов в сторону при помощи автогрейдеров, бульдозеров или двухотвальных тракторных снегоочистителей.

На снегозаносимых участках дорог, расположенных в нулевых отметках, невысоких насыпях и неглубоких выемках, не следует

прекращать работы по расчистке снежных заносов, пока снежный вал не будет отодвинут на расстояние 15...20 высот вала. Причем со стороны дороги вал должен быть как можно круче.

В больших городах снег, сдвинутый снегоочистителями с дороги, вывозят на автомобилях в специально выделенные для этого места.

Удаление с дороги толстого слоя снега, а также слежавшегося, уплотненного движением слоя, выравнивание снеговой поверхности требуют применения тяжелых тракторных снегоочистителей, а в некоторых случаях – предварительного рыхления снежной и ледяной корки специальными кирковщиками.

Для предотвращения образования снежного наката в период снегопадов и метелей необходимо производить распределение галитовых отходов в твердом виде на тех участках, где сформировался снежный покров толщиной 2...5 мм. Розлив концентрированных растворов на основе галитовых отходов и пластовых вод можно производить в начале снегопада, а в период метелей – в тех местах, где происходит отложение снега.

После обработки противогололедными материалами необходимо произвести выдержку 1...2 часа, т. е. дать сработать химическим реагентам. К очистке проезжей части следует приступать, когда агрегатное состояние снега в результате взаимодействия противогололедных материалов и транспорта можно характеризовать как сыпучее.

При длительных снегопадах и метелях периодичность распределения противогололедных материалов и очистки покрытия от снега устанавливается из условия выполнения требований, изложенных в РД 0219.1.18-2000.

Уплотненный слой снега толщиной более 20 см, образующийся под действием колес автомобилей и знакопеременных температур, удаляют автогрейдерами или бульдозерами с отвалами, оборудованными зубчатыми ножами.

1.3.6. Борьба с зимней скользкостью

Зимняя скользкость на дорогах бывает в виде гололеда (стекловидного льда), рыхлого снега и снежно-ледяного наката и образуется под действием осадков и знакопеременных температур.

Гололед образуется вследствие намерзания на покрытии капель дождя, мороси и тумана. Это происходит, как правило, при темпе-

ратуре воздуха от плюс 3 до минус 5 °С и относительной влажности воздуха более 70 %. Толщина ледяной корки обычно не превышает 2 мм при плотности льда 0,7...0,9 г/см³.

Рыхлый снег на дороге появляется во время снегопадов и метелей. В зависимости от содержания влаги выпадающий на дорогу снег может быть сухим, влажным и мокрым. С увеличением влажности и повышением температуры воздуха плотность рыхлого снега возрастает от 0,07 до 0,2 г/см³. Коэффициент сцепления при мокром и влажном снеге не превышает 0,2.

При несвоевременной россыпи противогололедных материалов и уборке снега он под действием колес автотранспорта превращается в **снежно-ледяной накат**, который представляет собой спрессованный слой снега, зачастую с прослойками льда или обледенелый на всю толщину снежного отложения. Толщина снежного наката не одинакова и может превышать 5 см. Плотность таких отложений – 0,3...0,7 г/см³. Наиболее интенсивно снег уплотняется при температуре воздуха, близкой к 0 °С. При снежно-ледяном накате коэффициент сцепления снижается до 0,15...0,25, ухудшается ровность покрытия.

Снежно-ледяной накат – самый продолжительный и трудноустраняемый вид зимней скользкости. Среднее число случаев образования зимней скользкости за зимний период в различных районах Республики Беларусь находится в пределах от 45 до 60, причем 70 % из них приходится на снегопады, продолжительность которых, как правило, составляет 5...6 часов. Температура воздуха во время образования зимней скользкости, как правило, не опускается ниже минус 6°С. Территория Республики Беларусь по условиям борьбы с гололедецей разделена на 4 района (рис. 1.20). Для каждого конкретного района характерными являются вероятность и продолжительность скользкости.

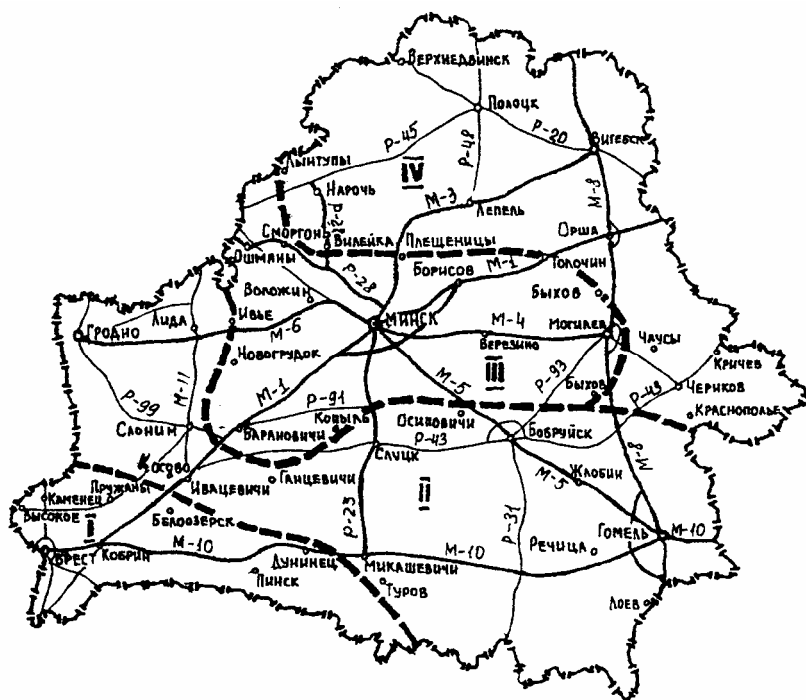


Рис. 1.20. Районирование территории Республики Беларусь по условиям борьбы с гололедицей на автомобильных дорогах:

I-IV – районы по условиям борьбы с гололедицей на автомобильных дорогах;

----- границы районов; М-1; Р-20 – республиканские автомобильные дороги

Меры по борьбе с зимней скользкостью должны быть направлены, в первую очередь, на предупреждение образования гололеда и снежно-ледяных отложений, а если они уже образовались, – на скорейшую их ликвидацию. В этой связи службой эксплуатации дорог должны проводиться следующие мероприятия:

1) профилактическая (превентивная) обработка покрытий химическими веществами, чтобы предотвратить образование гололеда и снежно-ледяного наката или ослабить сцепление ледяной корки с покрытием;

2) ликвидация гололеда и снежно-ледяных отложений химическими реагентами;

3) россыпь по обледеневшему покрытию фрикционных материалов для повышения коэффициента сцепления.

В качестве основных машин для ликвидации зимней скользкости используются пескосолераспределители различных конструкций. Характеристики некоторых из них приведены в табл. 1.12.

Т а б л и ц а 1.12

Характеристики некоторых распределителей

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

Основными способами предотвращения зимней скользкости и ее ликвидации являются *химический*, основанный на применении чистых хлоридов, и *химико-фрикционный*, при котором расход хлоридов аналогичен химическому. *Фрикционный* способ борьбы с зимней скользкостью применяется в исключительных случаях, когда применение химического или химико-фрикционного способов по каким-либо объективным причинам невозможно.

Работы по профилактике зимней скользкости и ее ликвидации должны выполняться в соответствии с требованиями РД 0219.1.18-2000.

При химическом способе борьбы с зимней скользкостью применяют твердые хлориды в чистом виде или их концентрированные растворы. Твердые хлориды бывают в виде хлористо-натриевой соли сильвинитовых отвалов Солигорских калийных комбинатов (галитовые отходы; хлористый кальций в виде чешуированного продукта содовых заводов; смесь соли сильвинитовых отвалов с хлористым кальцием чешуированным). Жидкие хлориды одно- и многокомпонентные бывают в виде пластовых вод, получаемых при добыче нефти, промышленных рассолов или приготавливаются из твердых хлоридов.

Основным химическим реагентом для предупреждения образования и ликвидации зимней скользкости в условиях Республики Беларусь являются галитовые отходы Солигорских калийных комбинатов, содержащие 91 % хлористого натрия, 5...6 % хлористого калия и других веществ и 4...5 % механических примесей. Высокое содержание и неограниченные запасы хлоридов позволяют широко применять эти отходы в чистом виде и в смеси с фрикционными материалами, а также для приготовления концентрированных растворов. Галитовые отходы поступают в отвалы, имеют влажность 8...12 % и при положительной температуре воздуха слеживаются. При отрицательной температуре воздуха они смерзаются и превращаются в монолит. Поэтому заготавливать влажные отходы следует только при положительной температуре воздуха.

Предотвращение слеживаемости и смерзания галитовых отходов возможно путем:

1) высушивания их до влажности, не превышающей 3 %, и хранения в складах закрытого типа, под навесом или на открытых площадках с укрытием влагонепроницаемыми материалами;

2) смешивания с 7...12 % чешуированного хлористого кальция, который, кроме того, уменьшает агрессивное воздействие ионов хлора на окружающую среду;

3) смешивания с 47 % порошкообразного хлористого кальция;

4) периодической обработки концентрированным раствором хлористого кальция до полного увлажнения;

5) смешивания с фрикционными материалами в соотношении от 1:1 до 1:4.

Чешуированный хлористый кальций интенсивно поглощает влагу из воздуха. Поэтому при наличии порванных мешков с хлористым кальцием он должен быть незамедлительно пересыпан в плотно закрывающуюся тару или израсходован на приготовление смеси с галитовыми отходами.

Фрикционные материалы (песок, отсеvy от камнедробления, отработанные формовочные смеси и др.), применяемые при борьбе с зимней скользкостью, не должны содержать частиц крупнее 5 мм, в противном случае их необходимо прогрохачивать. Содержание глинистых частиц в песке не должно превышать 5 %. Нормы распределения твердых и жидких хлоридов в зависимости от вида зимней скользкости и температуры воздуха приведены в табл. 1.13.

Т а б л и ц а 1.13

Противогололедные материалы	Гололед				Снежно-ледяной накат				Рыхлый снег			
	Усредненные нормы распределения, г/м ² , при отрицательной температуре воздуха, °С											
	0...5	6...10	11...15	16...20	0...5	6...10	11...15	16...20	0...5	6...10	11...15	16...20
Техническая соль (соль сильвинитовых отходов)	30	50	75	-	25	35	60	-	15	25	35	-
Чешуированный хлористый кальций, (ХКФ)	30	60	80	100	25	40	60	80	20	30	40	50
Смесь технической галитовой соли с хлористым кальцием 88:12	25	50	75	-	20	40	65	-	15	25	40	-
Рапа, природные рассолы, пластовые воды, концентрированные растворы хлористо-натриевого состава	170	240	-	-	140	170	-	-	100	120	-	-
Пластовые воды и концентрированные растворы хлористо-кальциевого состава	140	180	220	260	100	130	160	200	80	100	130	160

Примечания.

1. Нормы материалов рассчитаны на толщину слоя льда 1 мм, снежно-ледяного наката – 1 см, рыхлого снега – 2 см.
2. Знак «-» означает, что при такой температуре применять данное химическое вещество не следует.
3. Чешуированный хлористый кальций целесообразно применять при температуре воздуха от –15 до –35 °С.

Эффективность борьбы с зимней скользкостью химико-фрикционным способом зависит от количества хлоридов, содержащихся в смеси. Нормы распределения такой смеси устанавливают исходя из количества соли, указанного в табл. 1.13. Например, в таблице норма распределения соли сильвинитовых отвалов при ликвидации гололеда и температуре воздуха до $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ составляет 30 г/м^2 . Следовательно, смеси соли с песком в соотношении 1:1 потребуется 60 г/м^2 , а при соотношении 1:4 – 150 г/м^2 . Состав рабочей смеси устанавливается исходя из минимальных норм распределения материалов, которые могут обеспечить имеющиеся в дорожных организациях пескорозбрасыватели или другие механизмы.

Для уменьшения коррозионного воздействия на металлические части автомобилей, арматуру, бетоны и металлические элементы инженерного обустройства дорог в техническую соль и жидкие хлориды добавляют ингибиторы. Среди них: фосфаты натрия (ортофосфат, дигидрофосфат, гидрофосфат в количестве 1...3 % от массы сухой соли); фосфаты кальция (в количестве 3...6 %); шлак фосфатирования (в количестве 3...4 %); комплексная добавка (в количестве 1 % от массы сухой соли).

Для борьбы с зимней скользкостью на цементобетонных покрытиях можно применять хлориды спустя 1 год после завершения строительства, если они построены с воздухововлекающими добавками, и спустя 3 года, если – без них.

При температуре воздуха до минус $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ для профилактической обработки покрытий и ликвидации зимней скользкости целесообразно применять пластовые воды Речицкого месторождения нефти и концентрированные растворы на основе галитовых отходов. Применение жидких хлоридов позволяет расширить парк машин, привлекаемых для борьбы с зимней скользкостью, сократить потребность в твердых хлоридах и уменьшить их отрицательное воздействие на природную среду.

Для исключения попадания нефтепродуктов на проезжую часть хранение пластовых вод необходимо осуществлять в стационарных емкостях-отстойниках, а забор их в рабочие цистерны производить из нижней части отстойников.

Для предупреждения образования гололеда профилактическую обработку сухих покрытий при температуре воздуха до минус $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ производят путем розлива концентрированных растворов на основе

галитовых отходов и пластовых вод. К распределению реагентов следует приступать сразу же после сообщения метеорологической службы о возможности образования гололеда.

При толщине снежно-ледяного наката более 2 см необходимо перед распределением хлоридов произвести в снежном накате нарезку узких канавок параллельно оси дороги. Для устройства канавок можно использовать бульдозеры, автогрейдеры и другие машины, оборудованные отвалами со специальными ножами. Ножи закрепляют через 100...110 мм при высоте зубьев 20 мм.

Борьбу с зимней скользкостью необходимо проводить, в первую очередь, на участках, где более всего возможно возникновение аварийных ситуаций или может потребоваться экстренное торможение, – на подходах и спусках с большими уклонами, в пределах населенных пунктов, на кривых малых радиусов, участках с плохой видимостью, в пределах автобусных остановок, на пересечениях в одном уровне, искусственных сооружениях и подходах к ним и др. На наиболее аварийных участках необходимо складировать аварийный запас противогололедных материалов в небольших объемах, который периодически пополняют.

Приготовление и складирование противогололедных материалов необходимо осуществлять на площадках с асфальтобетонным покрытием, обеспеченных водоотводом и рассолосборными колодцами, исключая просачивание растворов в почву. Склады и технологические площадки необходимо размещать за пределами водоохраных зон на расстоянии не ближе 200 м от источников воды хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения.

Запрещается применять галитовые отходы и приготовленные на их основе смеси при температуре воздуха ниже $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ в связи с низкой плавящей способностью галитовых отходов при таких температурах, в результате чего они скатываются с дороги под действием движения и загрязняют придорожную полосу. В этих случаях следует применять чешуирующий хлористый кальций или песок и другие фрикционные материалы с минимальным (30,5 %) содержанием галитовых отходов. Нормы распределения таких материалов находятся в пределах от 150 до 300 г/м².

Для предупреждения водителей о зимней скользкости на дороге необходимо:

1) устанавливать световое табло «Осторожно! Гололед!» возле постов ГАИ, зданий дорожной службы, автотранспортных организаций, на выездах из городов и населенных пунктов;

2) организовать передачу информации по местному радио и телевидению о скользких участках на дорогах;

3) вести оперативную передачу автохозяевам телефонограмм с сообщениями о зимней скользкости на основных участках дорог;

4) устанавливать знаки «Скользкая дорога» и «Ограничение скорости» с указанием ее величины.

Знаки «Скользкая дорога» и «Ограничение скорости» устанавливают за 150...300 м перед обледенелым участком. Если вследствие снежно-ледяных отложений образовались колеи и неровности, дополнительно устанавливают знак «Неровности проезжей части». Скорость движения при гололеде не должна превышать 30 км/ч, при снежно-ледяном накате – 40 км/ч.

Расчет потребности в противогололедных материалах и времени ликвидации зимней скользкости производится в соответствии с РД 0219.1.18.2000.

Расчет потребности в технической соли M определяется по формуле

$$M = N \cdot B_p \cdot P_n \cdot L, \text{ т}, \quad (1.8)$$

где N – норма распределения технической соли, т/1000 м²;

B_p – ширина распределения ПГМ, м; определяется с учетом ширины проезжей части, полос уширения, остановочных площадок или принимается равной 7 м для дорог с двухполосным движением;

P_n – количество посыпок на зимний период;

L – протяженность обслуживаемого участка дороги, приведенной к 7 м, км.

Нормы распределения технической соли N при химическом способе борьбы со скользкостью рассчитывают по формуле

$$N = 0,005 + 0,008 \cdot T \cdot h \cdot q, \quad (1.9)$$

где T – средняя отрицательная температура воздуха за зимний период, °С (табл.1.10);

h – средняя толщина разовых снежно-ледяных отложений в пересчете на воду, мм;

q – средняя плотность снежных и ледяных отложений, г/см³ (принимается равной: в I и II районах – 0,4 г/см³; в III и IV – 0,3 г/см³), и льда (0,8 г/см³).

При химико-фрикционном способе борьбы с зимней скользкостью нормы распределения ППС вычисляются по формуле

$$N_{см} = 100 \frac{N}{P_{\phi}}, \quad (1.10)$$

где N – норма распределения технической соли при химическом способе борьбы со скользкостью, т/1000 м²;

P_{ϕ} – фактическое процентное содержание соли в смеси,

$$P_{\phi} = \frac{100 \cdot K_n (P_{см} - P_n)}{(P_{см} - P_e)}; \quad (1.11)$$

где K_n – покрывочный коэффициент, зависящий от содержания нерастворимых включений в соли и крупных частиц, равный 1,05...1,15;

$P_{см}$ – масса смеси, увлажненной до полного водонасыщения (брутто), т;

P_n – масса увлажненного песка после перемешивания и слива воды (брутто), т;

P_e – масса тары, т.

Количество посыпок за зимний период Π_n рассчитывается по формуле

$$\Pi_n = \Pi_e + \Pi_c \left(\frac{t_c}{t_q} \right), \quad (1.12)$$

где Π_e – число случаев гололеда;

Π_c – число случаев снегопадов и метелей;

t_c – продолжительность снегопадов, ч;

t_q – эффективные сроки, в течение которых необходимо ликвидировать зимнюю скользкость, ч.

Ориентировочная потребность в технической соли на 1 км автомобильной дороги приведена в табл. 1.14.

Расчеты потребности в технической соли

Район	Часть территории Беларуси	Среднее количе- ство по- сыпок за зиму P_n	Средняя от- рицатель- ная темпе- ратура воз- духа T , °С,	Средняя толщина снежно- ледяных отложений h , мм	Средняя плотность снежно- ледяных отложений q , г/см ³	Норма распределе- ния технической со- ли при борьбе со снежно-ледяными отложениями N , т/1000 м ²	Потребность в техни- ческой соли (песке), т/км,	
							всего	в т.ч. для ликвидации гололеда
I	Юго-западная	60	6	0,7	0,4	0,018	7,6	3,9
II	Южная и западная	70	7	0,9	0,4	0,025	12,3	5,2
III	Центральная	85	7	1,2	0,3	0,025	14,9	6,5
IV	Восточная и северо-восточная	80	8	1,1	0,3	0,026	14,6	5,2

Для предотвращения образования гололеда на проезжей части существуют различные методы, среди которых – метод предварительной обработки поверхности.

Процент P содержания соли в растворе, который не замерзнет при температуре T , определяется по формуле

$$P = \frac{T^2}{2} (0,41 \cdot |T| - 0,34), \quad (1.13)$$

где T – температура замерзания раствора соли, 0°C ; ее принимают равной прогнозируемой температуре воздуха.

Удельный расход соли Q , г/м^2 , и общий расход $Q_{\text{общ}}$, т, для проведения предварительной обработки поверхности покрытия с целью предотвращения образования гололеда определяется по формулам

$$Q = 10\rho \cdot h \cdot p; \quad Q_{\text{общ}} = 10^{-5} \rho \cdot h \cdot F \cdot p, \quad (1.14)$$

где ρ – плотность воды, снега, льда или снежно-ледяного наката, г/см^3 ;

h – прогнозируемая толщина осадков в виде дождя, мороси, капель тумана, гололеда, зернистого налета, зернистой изморози, мм, определяемая по формуле

$$h = v \cdot t, \quad (1.15)$$

где v – скорость нарастания обледенения, мм/ч ;

t – время, используемое для прогноза изменения метеоусловий и определения h для внесения корректировки расхода соли при профилактической обработке для предупреждению гололеда;

F – площадь дорожного покрытия, м^2 ;

p – процент содержания соли в растворе, который не замерзнет при прогнозируемой температуре воздуха T , $^\circ\text{C}$.

Время, необходимое для обработки 1 км покрытия для конкретных распределителей T_{np} , ч, рассчитывается по формуле

$$T_{np} = \left[\left(N \cdot B \frac{t_3}{Q} + \frac{1}{V_p} \right) + L_{ск} \cdot N \cdot \frac{B}{8Q} \left(\frac{1}{V_1} + \frac{1}{V_2} \right) \right] : K_p, \quad (1.16)$$

где N – норма распределения ПГМ, т/1000 м²;
 B – ширина распределения материала, м;
 t_3 – время загрузки одного распределителя, ч;
 V_p – скорость движения распределителя при посылке дороги, км/ч;
 Q – грузоподъемность распределителей, т;
 $L_{ск}$ – расстояние между складами (пескобазами), км;
 V_1 – скорость движения распределителя с грузом, км/ч;
 V_2 – скорость движения распределителя без груза, км/ч;
 K_p – коэффициент использования рабочего времени, $K_p = 0,7$.
 Усредненное время работы каждого распределителя T_ϕ , ч, обслуживающего мастерский участок, рассчитывается по формуле

$$T_\phi = \frac{L}{\left(\frac{П_1}{T_1} + \frac{П_2}{T_2} + \dots + \frac{П_n}{T_n} \right)}, \quad (1.17)$$

где L – длина участка дороги, обслуживаемого всеми распределителями, км;

$П_1, П_2, \dots, П_n$ – количество однотипных распределителей на участке;

T_1, T_2, \dots, T_n – время обработки покрытия одним механизмом, ч; рассчитывается по формуле, приведенной выше.

Протяженность участка, обслуживаемого каждым распределителем, рассчитывается по формулам

$$L_1 = \frac{T_\phi}{T_1}; \quad L_2 = \frac{T_\phi}{T_2}, \dots; \quad L_n = \frac{T_\phi}{T_n}, \quad (1.18)$$

где L_1, L_2, \dots, L_n – протяженность участка, обслуживаемого распределителем данного типа, км.

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

$$T_{сч} = \frac{L \cdot n}{V_p \cdot K_p}, \quad (1.19)$$

где L – длина обслуживаемого участка дороги, км;

n – число проходов снегоочистителя, необходимое для полной уборки снега с проезжей части или обочин,

$$n = \frac{B}{b \cdot K_n}, \quad (1.20)$$

где B – ширина проезжей части или обочины, м;

b – ширина отвала, м;

K_n – коэффициент, учитывающий перекрытие ширины очистки в зависимости от угла установки отвала и высоты снега; находится в пределах 0,4...0,8;

V_p – средняя рабочая скорость снегоочистителя, км/ч.

Усредненное время работы снегоочистителя T_c рассчитывают с учетом (1.18) по формуле

$$T_c = \frac{L}{\left(\frac{P'_1}{T'_1} + \frac{P'_2}{T'_2} + \dots + \frac{P'_n}{T'_n} \right)}, \quad (1.21)$$

где P'_1, P'_2, \dots, P'_n – количество однотипных снегоочистителей на участке;

T'_1, T'_2, \dots, T'_n – время работы, рассчитывается по формуле (1.16).

Время проезда снегоочистителей к месту работы и обратно необходимо учитывать отдельно.

Протяженность участка, обслуживаемого каждым снегоочистителем, рассчитывают по формулам

$$L'_1 = \frac{T'_c}{T'_1}; \quad L'_2 = \frac{T'_c}{T'_2}, \dots; \quad L'_n = \frac{T'_c}{T'_n}, \quad (1.22)$$

где L'_1, L'_2, \dots, L'_n – протяженность участка, обслуживаемого снегоочистителями данного типа, км.

Технологические карты распределения противогололедных материалов приведены на рис. 1.21, 1.22.

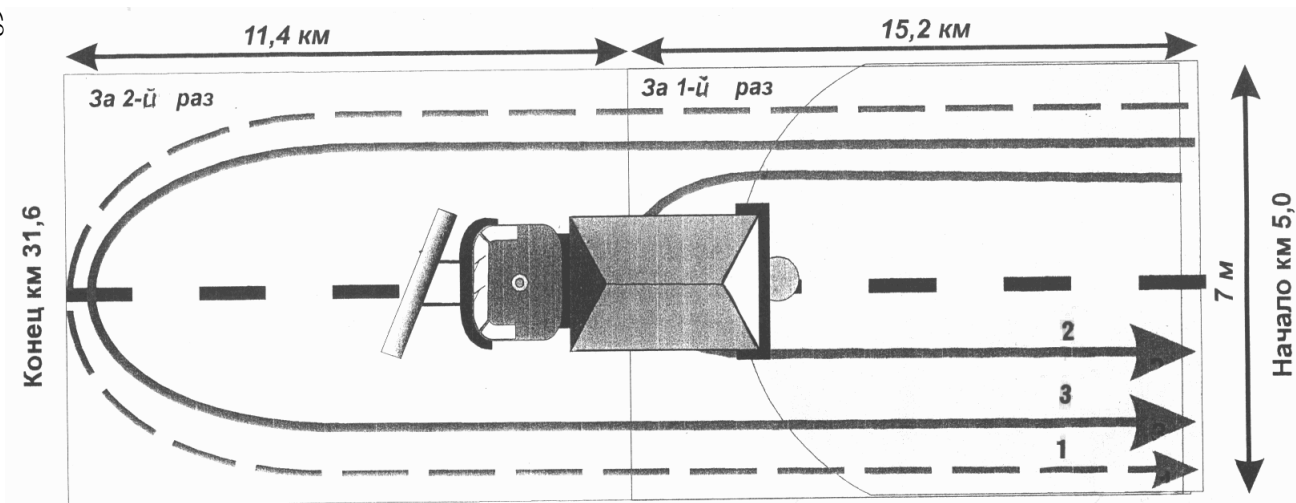


Рис. 1.21. Технологическая карта посыпки покрытия автодороги

Р-67 Борисов – Березино – Бобруйск (км 5,0...31,6):

1 - - - - - посыпка опасных участков; 2,3 ————— – сплошная посыпка;

Пескосолераспределитель – ОРС-04

Грузоподъемность – 8 т

Водитель – Александра В.А.

Ширина распределения – 7 м

Протяженность – 26,6 км

Норма посыпки – 75 г/м²

Масса ПСС – 14,0 т

L посыпки за 1 раз – 15,2 км

Подъездной путь – 12,0 км

Холостой пробег (с грузом) – 39,2 км

Холостой пробег (без груза) – 65,8 км

Общий холостой пробег – 105,0 км

Общий пробег – 131,6 км

Время посыпки – 3,145 ч

Расход топлива – 41 л

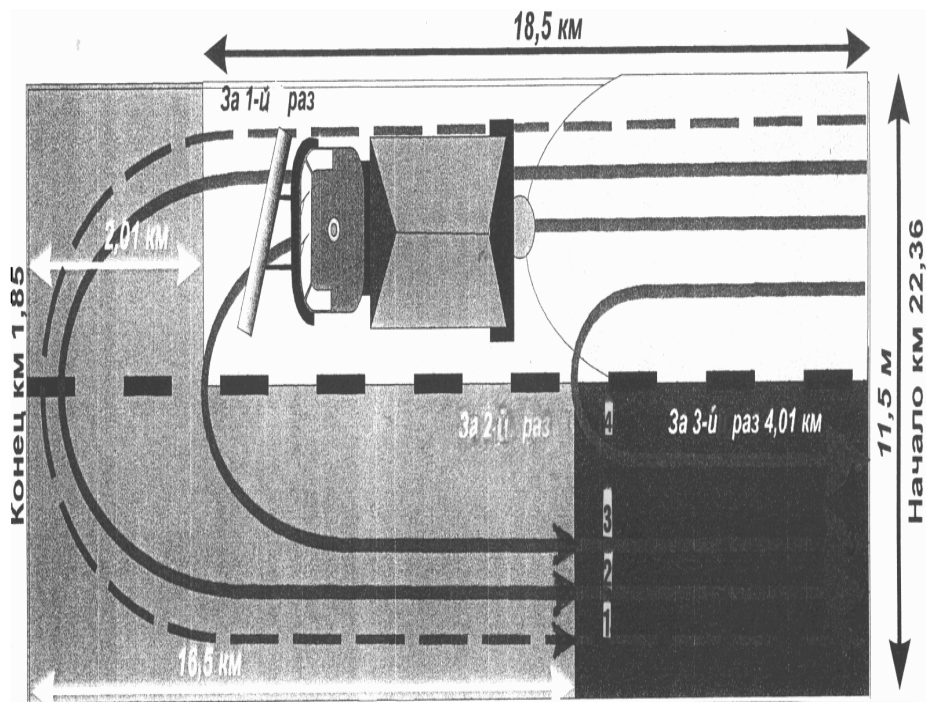


Рис. 1.22. Технологическая карта посыпки покрытия автодороги
Р-53 Слобода – Новосады, д. Ляды (км 1,85...22,36):

1 ---- – посыпка опасных участков; 2, 3, 4 ——— – сплошная посыпка;

Пескосолераспределитель – ОРС-04

Грузоподъемность – 8 т

Водитель – Дорохин А.А

Ширина распределения – 5,75 м

Протяженность – 20,5 км

Норма посыпки – 75 г/м²

Масса ПСС – 17,7 т

Л. посыпки за 1 раз – 18,5 км

Подъездной путь – 0 км

Холостой пробег (с грузом) – 18,5 км

Холостой пробег (без груза) – 26,52 км

Общий холостой пробег – 45,02 км

Общий пробег – 86,04 км

Время посыпки – 2,753 ч

Расход топлива – 26,5 л

1.3.7. Расчет норм распределения противогололедных материалов

1. Предположим, что приготовлены следующие ПГМ:

1) техническая соль (галитовые отходы), обработанная добавкой АС-1;

2) смесь технической соли с песком (содержание технической соли – 50 %);

3) концентрированный раствор на основе технической соли.

2. По прогнозу метеорологической службы ожидается снегопад при температуре воздуха -13°C . Требуется рассчитать нормы распределения указанных материалов для профилактической обработки покрытия:

1) норма расхода материала № 1

$$N = 5 + 8 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 0,2 = 9,8 \text{ г/м}^2 \approx 10 \text{ г/м}^2;$$

2) норма распределения материала № 2

$$N_{см} = 100 \cdot \frac{10}{50} = 20 \text{ г/м}^2;$$

3) норма расхода концентрированного раствора рассчитывается для температуры -13°C . Концентрация раствора для такой температуры должна быть 17,5 %. В концентрированном растворе на основе технической соли содержится 23,1 % соли.

Исходя из концентраций находим соотношение между концентрированным раствором и водой:

$$N_{тр} = \frac{17,5}{23,1 - 17,5} \approx \frac{18}{6} \approx \frac{3}{1}.$$

Следовательно, для получения рабочего раствора концентрации 17,5 % к 3 частям заготовленного концентрированного раствора необходимо добавить 1 часть воды.

При объеме рабочей цистерны для розлива жидких противогололедных реагентов 2000 г необходимо к 1500 литрам концентрированного раствора добавить 500 литров воды. Норма розлива раствора такой концентрации для $N = 10 \text{ г/м}^2$ составит

$$N_p = 100 \cdot \frac{10}{17,5} = 57 \text{ г/м}^2.$$

3. На покрытии дороги образовался гололед толщиной 2 мм. Температура воздуха -5°C . В этом случае для ликвидации зимней скользкости необходимо применять только материал № 2 при норме распределения чистой технической соли

$$N = 5 \cdot 8 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 0,8 = 69 \text{ г/м}^2.$$

Исходя из содержания технической соли в смеси № 2 фактическая норма распределения смеси составит

$$N_{см} = 100 \cdot \frac{69}{50} = 138 \text{ г/м}^2;$$

4. На покрытии образовался снежно-ледяной накат толщиной 3 см и плотностью $0,6 \text{ г/см}^3$. Температура воздуха -17°C . При такой температуре можно применять все три материала.

Норма распределения материала № 1 составит

$$N = 5 + 8 \cdot 7 \cdot 3 \cdot 0,6 = 106 \text{ г/м}^2.$$

материала № 2

$$N_{см} = 100 \cdot \frac{106}{50} = 212 \text{ г/м}^2.$$

Для температуры воздуха -17°C концентрация рабочего раствора должна быть 21 %. Норма распределения материала № 3 составит

$$N_p = 100 \cdot \frac{106}{21} = 504 \text{ г/м}^2.$$

1.4. Содержание дорожных сооружений и объектов

1.4.1. Содержание земляного полотна и водоотвода

Работы по содержанию земляного полотна направлены на сохранение его геометрической формы, постоянное поддержание в рабо-

чем состоянии водоприемных, водоотводных и водопропускных сооружений, что способствует обеспечению требуемой прочности и устойчивости земляного полотна, его обочин и откосов. Особое внимание дорожно-эксплуатационная служба должна уделять участкам с неблагоприятными грунтовыми и гидрологическими условиями, местам появления и развития пучин, участкам дорог на болотах и в районах рек.

К работам по содержанию земляного полотна и системы водоотвода в соответствии с РД 0219.1.0397 относятся:

1) ликвидация оползней и размывов земляного полотна с засевом травой;

2) планировка откосов, насыпей и выемок с засевом травой;

3) подсыпка, срезка и планировка обочин;

4) пропуск воды по канавам и другим водоотводным сооружениям с очисткой их в отдельных местах от ила, снега и льда;

5) уход за резервами, кавальерами, защитными и укрепительными сооружениями, скашивание травы и вырубка кустарника на обочинах, откосах и бермах; содержание в чистоте разделительной полосы и полосы отвода; профилирование гравийных, грунтовых дорог, объездов и тракторных путей;

6) очистка обочин от снега и льда.

Характер и объем работ изменяются в значительных пределах в зависимости от времени года и требований, предъявляемых к дороге правилами технической эксплуатации. В весенний период необходимо максимально снижать переувлажнение грунтов земляного полотна талыми и грунтовыми водами. В летний требуется выполнять работы по уходу за конструктивными элементами земляного полотна (обочины, откосы, водоотвод и др.), устранению мелких деформаций и разрушений. В осенний работы должны быть направлены на предупреждение переувлажнения земляного полотна.

В весенний период интенсивно растет температура воздуха (на 0,3...1 °С за сутки), быстро тает снег, непрерывно происходит оттаивание грунта (на 2...10 см за сутки), поднимается уровень воды в реках и до предела насыщаются водой грунты. Для этого периода характерны паводки, половодья и повсеместный интенсивный поверхностный сток. Все это влияет на водно-тепловой режим земляного полотна: оно переувлажняется, и это происходит особенно интенсивно, если ослаблен сток воды с обочин; в результате его проч-

ность снижается, на отдельных участках дороги могут появиться пучины, разрушаются откосы и др.

Для уменьшения количества проникающих с проезжей части и обочин талых вод, улучшения условий оттаивания мерзлых грунтов и отвода воды до начала интенсивного таяния снег и лед с проезжей части и обочин, а по возможности – с откосов, должен быть удален. По осям всех водоотводных канав на внешней границе полосы отвода в снегу до уровня грунта устраивают прорези – водоотводы шириной не менее 0,5...0,7 м. В этот же период производят работы по очистке от снега и льда водопропускных сооружений (трубы, малые мосты), устьев дренажей, открытых лотков и трубчатых дренажей.

На пучинистых участках в весенний период следует особенно тщательно выполнять работы по обеспечению быстрого отвода талых вод. Дорожно-эксплуатационная служба не должна допускать их застоя у устьев водопропускных сооружений, на проезжей части, обочинах, водоотводных канавках (кюветах), своевременно удаляя затрудняющие сток мелкие препятствия и разрушения. Дополнительно на неукрепленных или укрепленных несвязными материалами обочинах устраивают поперечные дренажные прорези шириной 0,25...0,5 м, обеспечивающие быстрый отвод воды при оттаивании промерзшего грунта под дорожной одеждой и на обочинах.

Прорези выполняют на глубину дорожной одежды в шахматном порядке с расстоянием между ними не более 4 м, придавая их дну уклон не менее 40‰. На уклонах делают прорези в сторону низовых вертикальных отметок под углом к оси дороги 10...20°. Для выполнения работ следует использовать специальные машины, экскаваторы типа «Беларусь» и другие средства механизации. Участки, на которых устраивают прорези, для обеспечения безопасности движения ограждают соответствующими дорожными знаками. После просыхания грунта прорези засыпают материалом, использованным при укреплении обочин, или дренирующим грунтом при неукрепленных обочинах и уплотняют до требуемых норм. После выполнения всех работ снимают дорожные знаки.

На откосах выемок, имеющих выход грунтовых вод, целесообразно производить очистку их поверхности от снега с удалением его за пределы выемки. Это особенно рекомендуется выполнять на участках откосов, ориентированных на север.

В конце весеннего периода по мере просыхания грунта производят очистку водоотводных сооружений и дренаж от посторонних предметов и грязи, спускают оставшуюся в резервах и водоотводных канавках (кюветах) воду, выполняют работы по заделке промоин, исправлению бровок земляного полотна, осуществляют планировку неукрепленных обочин поврежденных участков откосов с уборкой небольших оползней, обвалов, солевых выносов. На участках с поврежденным дерновым покровом в благоприятные агротехнические сроки осуществляют посев трав.

Обычно применяют многолетние травы в виде смеси 3...4-х компонентов примерно следующих составов:

1) овсяница луговая – 60 %, костер безостый – 30 %, клевер красный – 10 %;

2) овсяница луговая – 30 %, мятлик луговой – 60 %, тимофеевка – 10 %;

3) мятлик луговой – 50 %, костер безостый – 20 %, овсяница луговая – 20 %, клевер красный – 10 %;

4) пырей бескорневищный – 60 %, костер безостый – 20 %, овсяница луговая – 20 %.

В летний период выполняют работы по очистке от посторонних предметов резервов, откосов и обочин, утюжку и профилировку (при необходимости) летних и тракторных путей, грунтовых объездов в местах производства на проезжей части дороги ремонтных работ, уход за укрепительными и защитными сооружениями. В этот период осуществляют планировку неукрепленных обочин, заделку отдельных повреждений слоев укрепления, планировку отдельных участков неукрепленных и восстановление отдельных разрушенных мест укрепленных откосов; прочищают отдельные участки лотков, водотоков, водоотводных канав с обеспечением продольного уклона дна не менее 5 ‰, восстанавливают мелкие повреждения дренажных устройств и др.; производят окашивание травы на обочинах, откосах и резервах, вырубку кустарника. Для предупреждения засорения смежных полей землепользователей работы по окашиванию, особенно сорных трав, выполняют заблаговременно до наступления периода их цветения. В таких местах необходим посев культурных трав. Применение для борьбы с сорной растительностью химических средств (гербицидов) согласовывается с районными санэпидемстанциями.

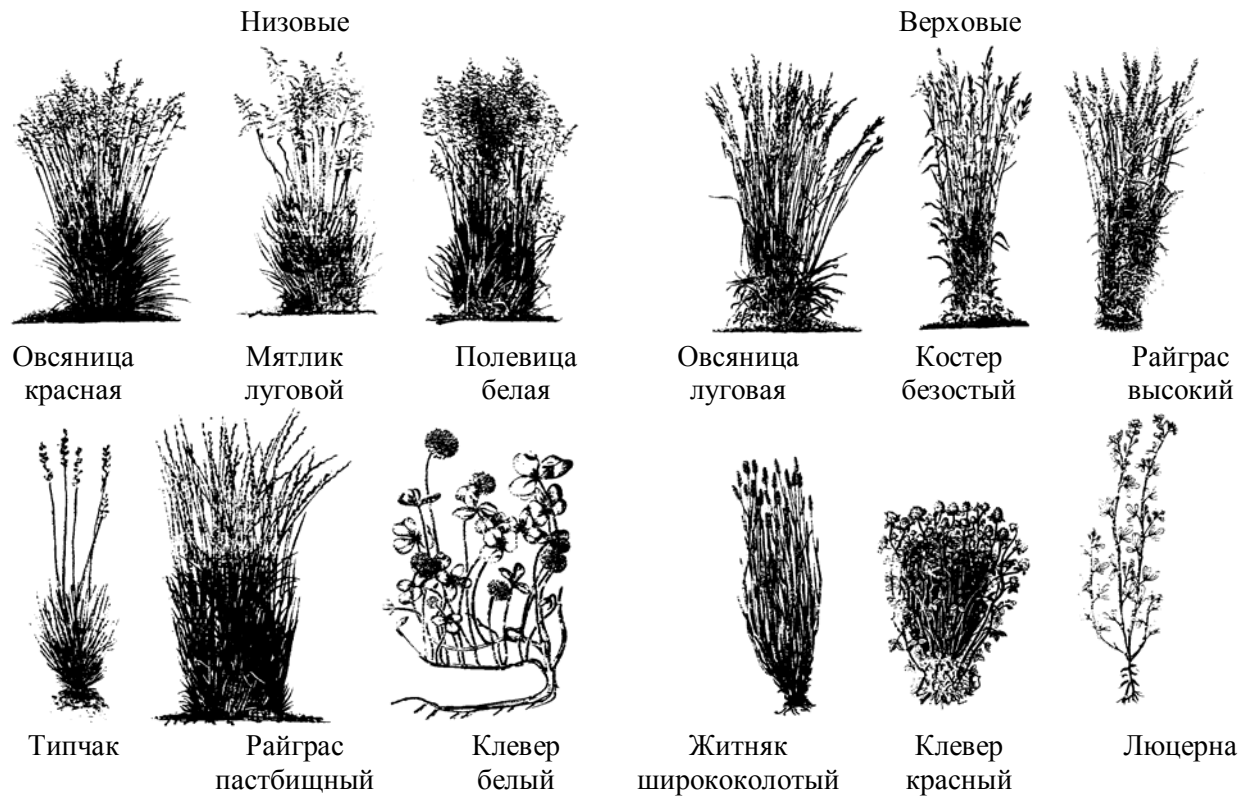


Рис. 1.23. Важнейшие травы-задержители

В осенний период для обеспечения минимального увлажнения грунтов атмосферными осадками и снижения степени их переувлажнения весной следующего года выполняют систематическую очистку устьев водопропускных устройств и водоотводных канав (кюветов) от посторонних предметов и грязи, осуществляют предзимнюю планировку летних и тракторных путей, неукрепленных обочин. В сложных грунтовых и климатических условиях, особенно на пучиноопасных участках, ограничивают заезд автомобилей на неукрепленные обочины. В этот период, как и весной, дорожная служба должна принимать меры по недопущению использования полосы отвода для прогона и выгона скота.

Работы по содержанию земляного полотна, как и других элементов автомобильных дорог, весьма трудоемки. Уровень их механизации отстает от уровня механизации основных дорожно-строительных работ. Например, в дорожных организациях Республики Беларусь работы по скашиванию трав механизированы на 43 %, по очистке боковых канав и других водоотводных сооружений – на 55 % и т. д. Это объясняется недостаточной обеспеченностью эксплуатационных организаций средствами малой механизации по количеству и номенклатуре.

С целью повышения уровня механизации работ по содержанию автомобильных дорог в республике налажено производство косилок, приспособлений и устройств, позволяющих комплексно решать вопросы по уходу за дорожными сооружениями. В значительных объемах используется импортная техника.

1.4.2. Содержание объектов инженерного обустройства дорог

Автомобильная дорога должна полностью соответствовать требованиям, которые предъявляются к ней с учетом интенсивного движения транспортных потоков, эмоциональных нагрузок на водителей, социальных запросов пользователей дорог и людей, проживающих в непосредственной близости от них. Эти требования обеспечиваются путем выбора положения дорожных трасс, проектирования земляного полотна, искусственных сооружений и дорожной одежды.

Важной составляющей автомобильных дорог являются объекты, которые выполняют функции по регулированию движения и созданию эргономического и экологического комфорта. В технической и

нормативной литературе эти объекты часто объединяют под различными названиями: благоустройство, обустройство, обстановка и др. Объекты, которые являются стационарными и играют в пространстве ограниченную роль, целесообразно относить к инженерному обустройству. Сюда можно отнести: дорожные знаки, светофоры, систему освещения, противошумные экраны, пункты взвешивания транспортных средств, контроля интенсивности и состава движения, дорожные метеостанции, снегозадерживающие полосы и др.

Комплекс зданий и сооружений – таких как АЗС, СТО, мотели, пункты питания и др. – целесообразно относить к дорожно-транспортному сервису. Здания и сооружения дорожно-транспортного сервиса (ЗСДТС) имеют свою специфику проектирования и функционирования.

Содержание объектов инженерного обустройства связано с их очисткой, окраской, антикоррозионной защитой металлических конструкций, устранением мелких повреждений и дефектов. На рис. 1.24 представлена установка для мойки, а на рис. 1.25 – для очистки сигнальных столбиков от пыли.



Рис. 1.24. Оборудование для мойки объектов инженерного обустройства

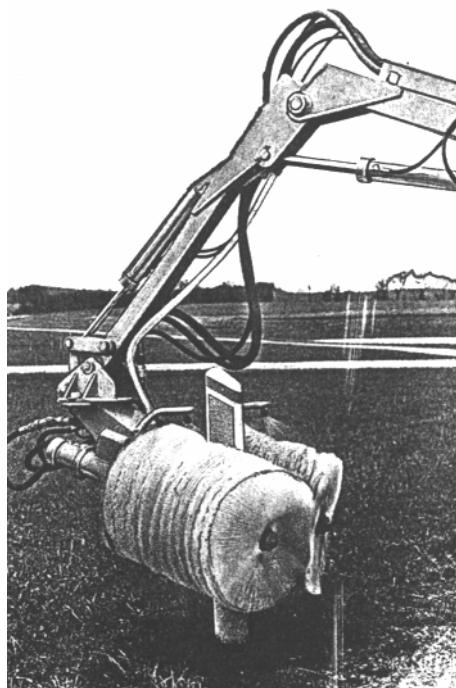


Рис. 1.25. Рабочий орган машины для мойки дорожных знаков, барьерного ограждения, столбиков и тоннелей (очистка сигнального столбика ориентирующего ограждения от пыли)

В процессе содержания объектов инженерного обустройства не допускается установка дорожных знаков в нарушение действующих стандартов, норм и правил. Не соответствует требованиям также разрушение слоя краски (рис. 1.26), наличие грязи на дорожных знаках, ограждениях, павильонах, посадочных площадках, площадках отдыха и стоянках транспортных средств. Поэтому дорожно-эксплуатационные организации должны принимать безотлагательные меры по повышению качества объектов обустройства и ЗСДТС.



Рис. 1.26. Разрушение слоя краски на барьерном металлическом ограждении

Правильная организация работ по осмотрам и диагностированию дорог, элементов дорожного обустройства позволяет своевременно и качественно осуществлять меры по их содержанию.

1.4.3. Содержание искусственных сооружений

Содержание мостов, путепроводов, труб. Искусственные сооружения (мосты, путепроводы, трубы и др.) отличаются большим разнообразием конструкций, используемых при строительстве материалов и выполняемых функций. На рис. 1.27 представлены схемы мостов (путепроводов), которые встречаются на автомобильных дорогах.

По материалам пролетных строений мосты подразделяются на:

- 1) железобетонные;
- 2) сталежелезобетонные;
- 3) металлические;
- 4) каменные;
- 5) бетонные;
- 6) деревянные.






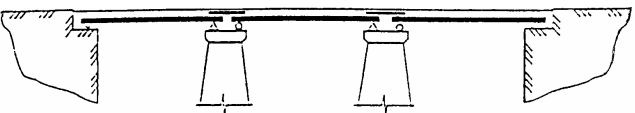
Балочно-разрезная	
Балочная неразрезная с постоянной высотой пролетного строения	
Балочная неразрезная с переменной высотой пролетного строения	
Балочно-консольная	
Балочно-консольная с подвесным пролетом	
Балочная температурно-неразрезная	

Рис. 1.27 а. Принципиальные схемы мостов

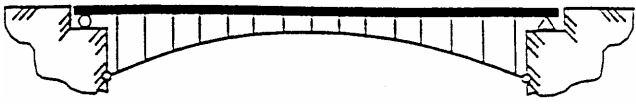
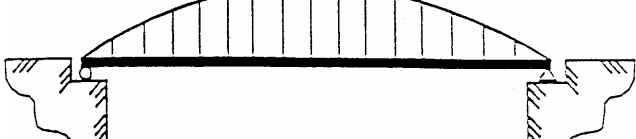

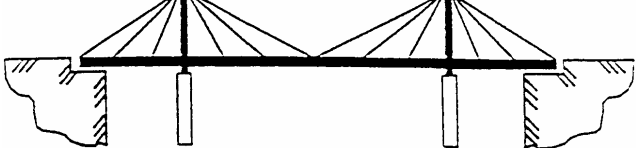

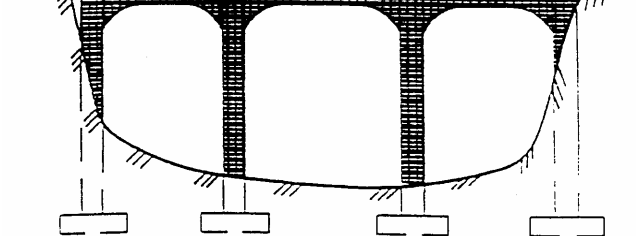
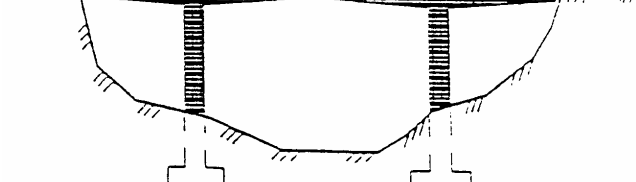
<p>Арочно-балочная внешне безраспорная (балка жесткости над гибкой аркой)</p>	
<p>Арочно-балочная внешне безраспорная (балка жесткости под гибкой аркой)</p>	
<p>Висячая с балкой жесткости</p>	
<p>Вантовая с балкой жесткости</p>	
<p>Комбинированная система</p>	
<p>Рамная</p>	
<p>Рамно-консольная</p>	

Рис. 1.27 б. Принципиальные схемы мостов

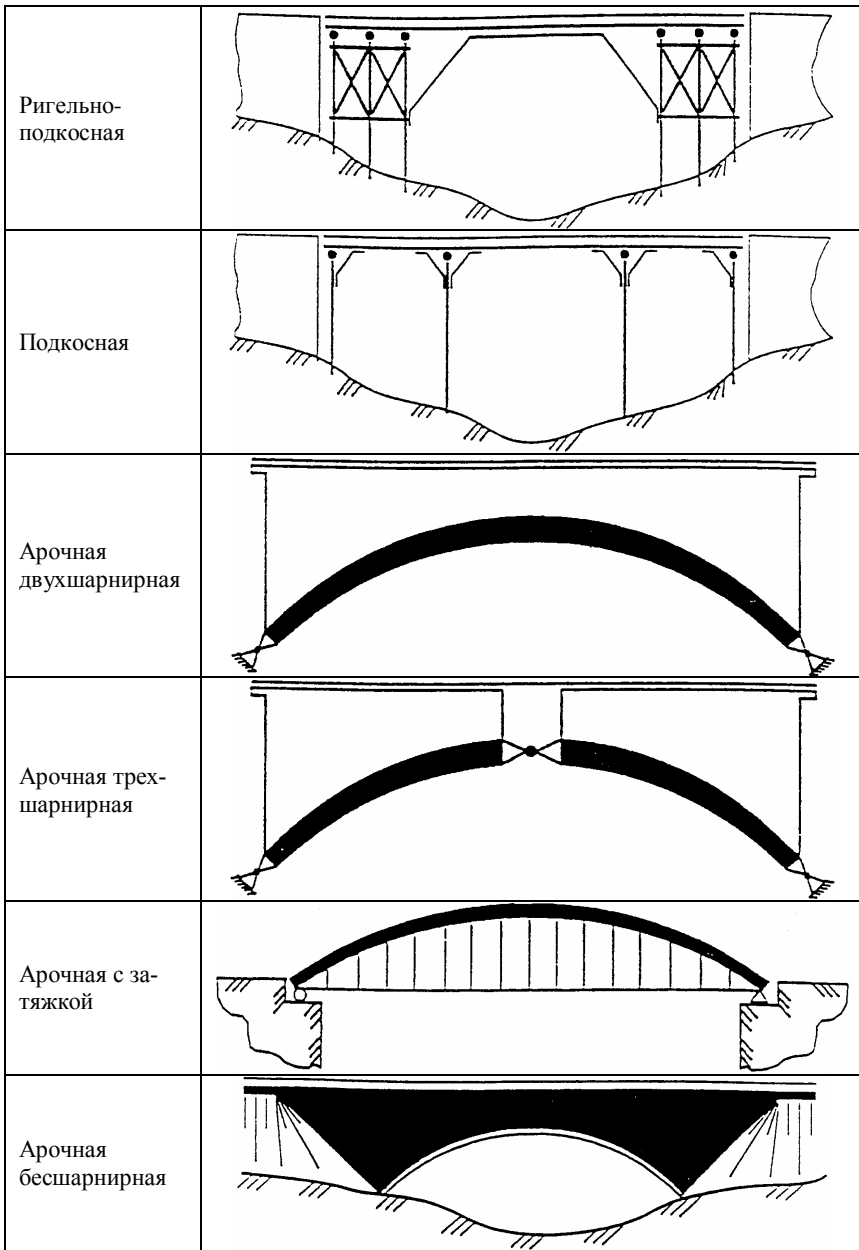


Рис. 1.27 в. Принципиальные схемы мостов

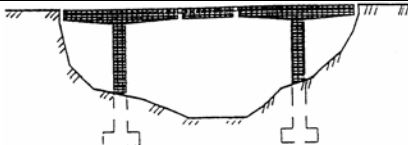
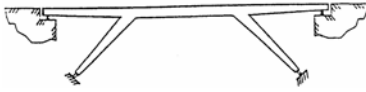

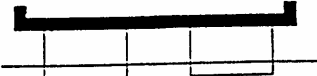
Рамно-подвесная	
Рамная с наклонными опорами («Бегущая лань»)	
Наплавной мост	
Паромная переправа	

Рис. 1.27 г. Принципиальные схемы мостов

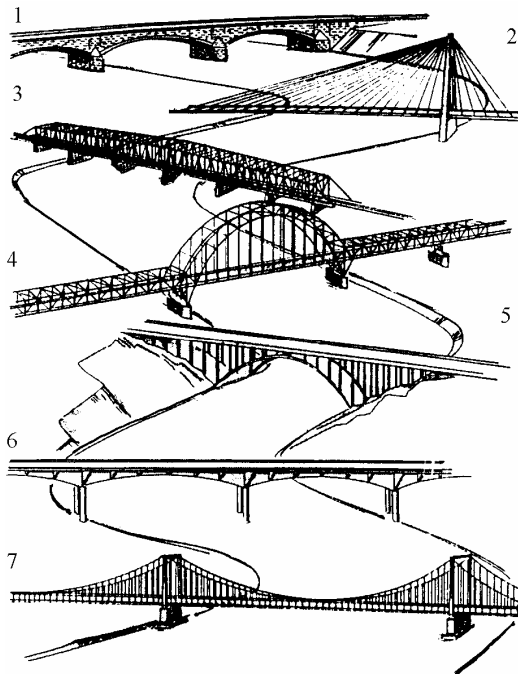


Рис. 1.27 д. Принципиальные схемы мостов:
 1 – каменный; 2 – вантовый; 3 – металлический рамный;
 4 – металлический (арочный); 5 – сталебетонный (арочный);
 6 – сталебетонный (балочный); 7 – подвесной

По уровню проезда относительно конструкции пролетного строения:

- 1) с ездой поверху;
- 2) с ездой посередине;
- 3) с ездой понизу.

По очертанию в плане мостового перехода:

- 1) прямолинейные;
- 2) криволинейные;
- 3) ломаные;
- 4) косые.

По очертанию конструкций несущих элементов строений (железобетонные):

- 1) плитные;
- 2) балочные (из тавровых балок);
- 3) коробчатые.

По способу возведения (железобетонные):

- 1) монолитные;
- 2) сборно-монолитные;
- 3) сборные.

По длине:

- 1) малые (до 25 м);
- 2) средние (25...100 м);
- 3) большие (более 100 м).

По габаритам:

- 1) габаритные (удовлетворяющие требованиям норм);
- 2) негабаритные (ограничивающие в определенной степени пропуск транспорта).

Общий вид арочного моста с ездой поверху представлен на рис. 1.28, вантового – на рис. 1.29.

Основными элементами мостов (рис. 1.30) являются опоры, фундаменты, опорные части, пролетные строения, мостовое полотно, сопряжения мостов с насыпью подходов, регулиционные сооружения, укрепления насыпи подходов и конусов.

Водопропускные трубы классифицируются по виду используемого материала, форме поперечного сечения, режиму протекания водного потока и другим признакам.

Один из видов водопропускных труб представлен на рис. 1.31; конструкция одноочковой трубы – на рис. 1.32, двухочковой – на рис. 1.33.

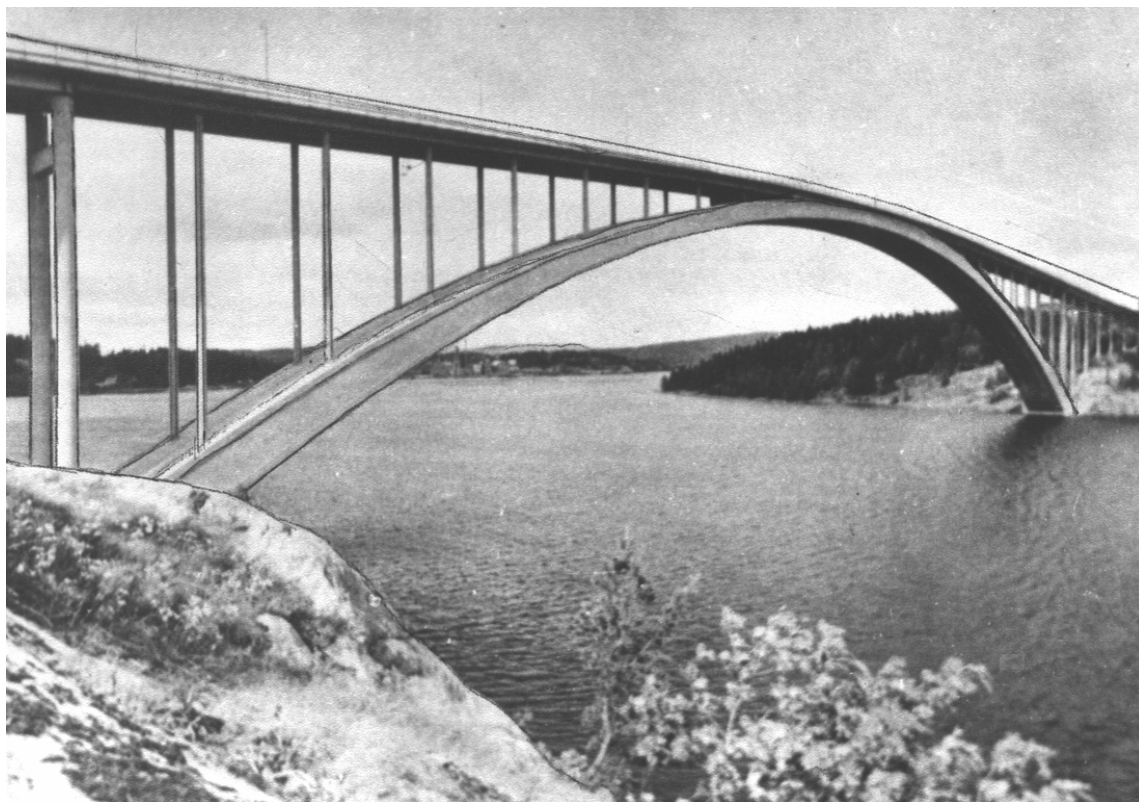


Рис. 1.28. Арочный мост с ездой поверху



Рис. 1.29. Вантовый мост на южной автомагистрали (Дания)

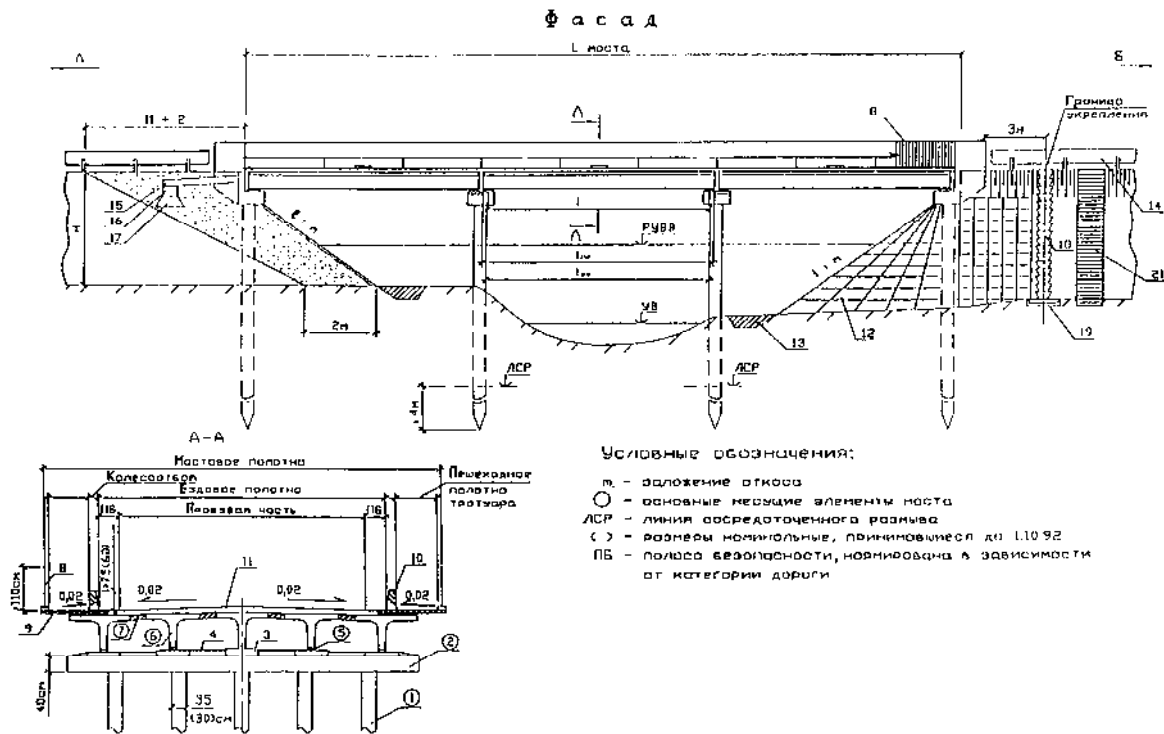
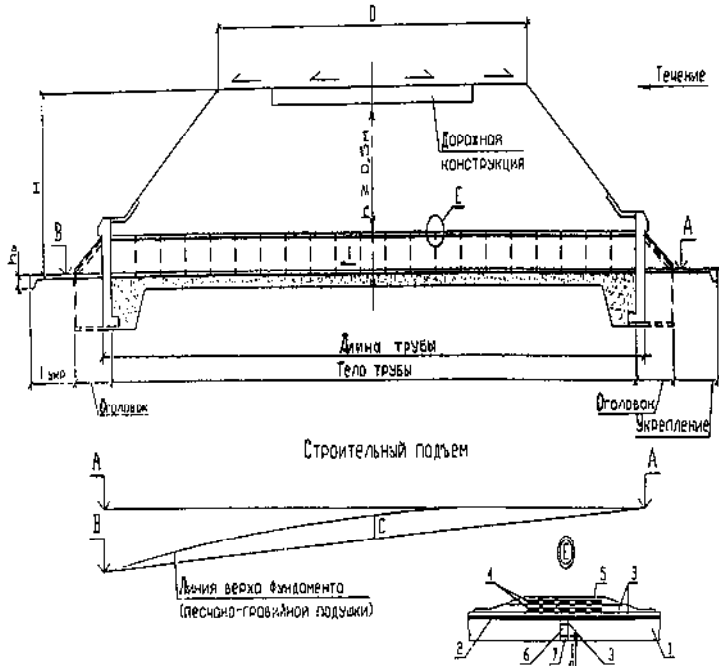


Рис. 1.30. Основные конструктивные элементы типового сборного разрезного железобетонного моста на свайных опорах. Основные несущие элементы моста



h_0, h_0, h – глубина воронки размыва

c – строительный подъем

$c = \frac{1}{80} H$ - при фундаментах на песчаных, галечниковых и гравелистых грунтах ос-
нования

нования

$c = \frac{1}{50} H$ - при фундаментах на глинистых, суглинистых и супесчаных грунтах основания

$c = \frac{1}{40} H$ - при грунтовых подушках из песчано-гравийной или песчано-
щебеночной смеси

- 1 – звено трубы
- 2 – битумный лак
- 3 – горячая битумная мастика толщиной каждого слоя 1,5...3 мм
- 4 – стеклосетка (2 слоя)
- 5 – отделочный слой из горячей битумной мастики толщиной 1...3 мм
- 6 – пропитанная битумом пакля
- 7 – цементный раствор

Рис. 1.31. Схема элементов водопропускной трубы

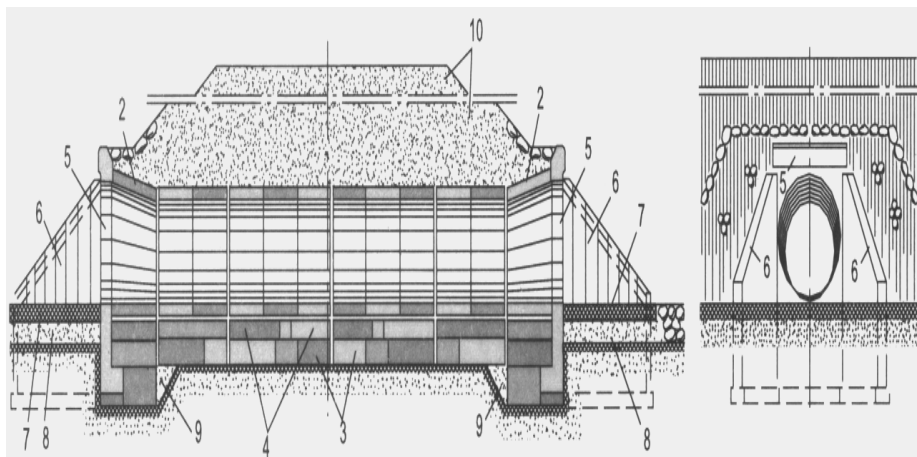


Рис. 1.32. Конструкция одноочковой железобетонной трубы:

- 1 – цилиндрические звенья; 2 – конические звенья; 3 – блок фундамента; 4 – лекальные блоки фундамента;
 5 – порталные звенья оголовка; 6 – раскрылки оголовка; 7 – монолитный бетонный лоток; 8 – гравийно-песчаная подушка;
 9 – щебеночная подготовка, залитая цементным раствором; 10 – насыпь

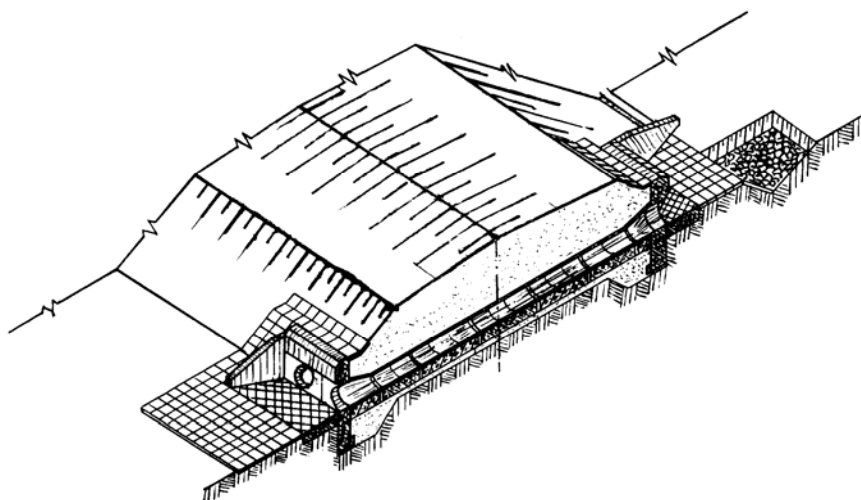


Рис. 1.33. Конструкция двухочковой железобетонной трубы

На автомобильных дорогах общего пользования в нашей республике насчитывается более 4300 мостов общей протяженностью 142 км и около 50 тыс. труб, длина которых составляет около 800 км.

Содержание искусственных сооружений охватывает комплекс работ, характер и объем которых зависят от вида сооружения, конструкции, особенностей водотоков, климатических условий местности.

Задачей содержания дорожных сооружений является поддержание на требуемом уровне их транспортно-эксплуатационного состояния, обеспечение удобства и безопасности проезда и прохода по ним транспортных средств и пешеходов в любое время года и при любых погодных условиях, выполнение работ по предупреждению повреждений элементов сооружений.

Основные виды работ по содержанию мостов приведены в табл. 1.15.

Состав работ по содержанию мостов

Элементы сооружения	Состав работ
1	2
Русло реки, поймы, подмостовое пространство, регулиционные сооружения	Очистка конусов, откосов укреплений регулиционных сооружений от грязи, наносов грунта, растительности, топляка, льда; укрепление берегов и т. п.
	Закрытие осенью и открытие весной отверстий малых мостов и труб
	Засыпка промоин в конусах и откосах
	Укрепление верха конусов
	Устройство продольных лотков на конусах
	Пропуск паводка, ледохода; предупредительные работы по защите сооружения от повреждений, заторов и т. п.
	Контроль за состоянием и деформациями русел рек в зоне мостового перехода; расчистка русла от наносов
Опоры	Наблюдение за развитием дефектов; установка маяков
	Промеры глубин у опор после паводка, устройство водомерных рек на русловых опорах
	Осмотр сооружения и выявление дефектов
	Расчистка навалов и растительности
	Гидрофобизация поверхностей и герметизация трещин
Опорные части	Очистка подферменников и опорных частей от грязи
	Смазка и окраска опорных частей
	Подтяжка болтов, установка защитных хомутов
Пролетные строения:	
железобетонные и бетонные	Осмотр конструкций и наблюдение за развитием дефектов; установка контрольных маяков
	Профилактика разрушений (гидрофобизация фасадных поверхностей, герметизация трещин, окраска)
металлические	Очистка металлоконструкций от грязи, птичьего помета и т. п.
	Промывка под давлением металлоконструкций в зонах под деформационными швами

1	2
Мостовое полотно	Очистка от снега, грязи и мусора
	Очистка водоотводных устройств
	Устранение гололеда (посыпка песком, дробленным щебнем и т. п.)
	Очистка от ржавчины; окраска и побелка перильного и барьерного ограждений, оголовков труб
	Очистка деформационных швов от мусора и грязи; профилактика гидроизоляции, заливка швов мастикой взамен старой, разрушенной (для швов заполненного типа)
	Профилактика разрушений (гидроизоляция железобетонных парапетов и т. п.)
	Устранение отдельных мелких повреждений настила, перил барьерных ограждений
	Ремонт покрытия в зоне деформационных швов
Подходы	Выравнивание покрытия
	Устранение наплывов, выбоин, трещин и других мелких повреждений
	Обеспечение водоотвода
	Очистка лотков, покрытия
	Планирование обочин
	Мелкий ремонт барьерного ограждения (покраска, выравнивание или замена погнутых балок барьерного ограждения и т. п.)
	Заделка щелей и провалов перед переходными плитами

Работами по содержанию искусственных сооружений являются:

1) очистка труб и их русел от грязи, пыли, наносов снега, льда; закрытие осенью и открытие весной отверстий труб;

2) пропуск ледохода, паводковых вод; предупредительные работы по защите дорог и сооружений от наводнений, наледей, заторов, лесных пожаров;

3) осмотр труб и других искусственных сооружений с целью выявления деформаций и дефектов для последующего их устранения;

4) контроль за состоянием и деформациями русел рек и регуляционных сооружений;

5) содержание и обслуживание паромных переправ; загрузка, перемещение и разгрузка паромов; регулирование высоты причалов; исправление небольших повреждений паромных переправ и причальных устройств;

б) устранение отдельных мелких повреждений настилов, перил, колесоотбойных брусьев; подтягивание болтов, тяжей искусственных сооружений; исправление укреплений на конусах, откосах земполотна и русел труб; окраска и побелка перильного, барьерного ограждения и оголовков труб;

7) разводка и наводка мостов; загрузка и разгрузка низководных мостов.

Осмотр искусственных сооружений производится с целью выявления и устранения дефектов. Различают текущий, периодический и специальный осмотры. *Текущий осмотр* бетонных и железобетонных мостов проводят один раз в три месяца и ежедневно в период паводка и после пропуска тяжеловесных грузов, металлических и сталезелезобетонных – ежедневно при температуре -20°C и ниже. *Периодический осмотр* проводится два раза в год, а также после прохода паводка, завершения значительных ремонтных работ и пропуска сверхнормативных нагрузок. *Специальный осмотр* проводят при приемке моста в эксплуатацию, после капитального ремонта не реже одного раза в 5 лет, для водопропускных труб – не реже 1 раза в 10 лет.

Текущий осмотр деревянных и наплавных мостов, паромных переправ производится один раз в два месяца.

Периодические осмотры мостов и труб проводит начальник или главный инженер ДЭУ или ДРСУ совместно с мостовым или дорожным мастером.

Мостоиспытательные станции и комиссии при приемке мостов в эксплуатацию проводят специальные осмотры, а также осмотры в аварийных случаях, после усиления мостов и их капитального ремонта. Периодичность осмотров – 10 лет для капитальных мостов и 5 лет – для деревянных.

Проверку грузоподъемности мостов проводят один раз в 3...12 лет в зависимости от капитальности сооружений и темпов изменения состава движения.

При осмотре мостов выявляют состояние балок, опор и проезжей части, которая должна быть без выбоин и неровностей. Проверяют также состояние ограждающих устройств, сварных, заклепочных и болтовых соединений, опорных частей, гидроизоляции, температурных швов, антикоррозийной защиты и других элементов. Все деревянные элементы мостов для предохранения от загнивания об-

рабатывают антисептиками, загнивающие части удаляют, заменяя новыми, ослабленные болтовые соединения подтягивают. На металлических мостах устраняют обнаруженные трещины, заменяют негодные заклепки, подтягивают болтовые соединения, восстанавливают антикоррозийные покрытия. При обнаружении трещин в элементах каменных, бетонных и железобетонных мостов выявляют причины их возникновения и принимают соответствующие меры по устранению.

Санитарные и ремонтно-профилактические работы выполняются в соответствии с планом мероприятий по организации содержания мостов. В эти мероприятия входят: очистка мостов, водопропускных труб и их русел от грязи и наносов, занесенных дождевыми или тальными водами, а в зимнее время – от снега и льда; скалывание льда с опор и ледорезов; закрытие и открытие отверстий малых мостов и труб; устранение выявленных при осмотрах повреждений и дефектов. Можно выделить несколько особенностей содержания элементов искусственных сооружений.

Содержание регуляционных сооружений и подмостовой зоны.

Основные задачи содержания: организация нормального пропуска под мостом водного потока, судов, паводка и ледохода; предупреждение и устранение заторов в русле, опасных размывов в русле, у опор и регуляционных сооружений.

На мостовых переходах следует проводить наблюдения за уровнем воды, профилем русла, состоянием льда, проходом высоких вод и ледохода, изменением положения русла в плане, направлением течения реки. На водохранилищах следует дополнительно наблюдать за высотой волны, направлением и скоростью ветра во время штормов.

На низовой грани опоры закрепляют либо наносят несмываемой краской водомерную рейку. Нуль рейки привязывают к государственной геодезической сети.

На рейке либо на опоре отмечают уровни воды 1 %, 2 %, 5 % и 10 % вероятности превышения, а также высший исторический уровень (при наличии данных).

На проходе теплых вод и паводков один раз в неделю, а на пике половодья – ежедневно, измеряют по водомерной рейке уровень воды и заносят данные в соответствующий раздел книги моста.

Водомерные рейки у труб устанавливают перед входным оголовком.

До и после прохода паводка следует проводить промеры глубин в створах, расположенных по оси моста и в 25 м выше и ниже по течению. Расстояние между точками промеров не должно превышать 10 м. Точки промеров фиксируют на конструкции и все последующие промеры проводят по одним и тем же точкам. Результаты промеров заносят в соответствующий раздел книги моста с указанием даты промера и уровня воды по рейке, а также графически наносят на схему моста. Профили дна, измеренные в разное время, рекомендуется наносить одним цветом или условным обозначением.

При проходе паводка с вероятностью превышения 10 % и менее следует проводить промер глубин на пике паводка.

Глубины в зоне опор промеряют по контуру опоры на расстояниях 1 и 5 м от обреза фундамента. При нескольких паводках в течение года промеры глубин проводят после каждого из них. Их выполняют по всей длине моста. Участки, не покрытые водой, следует нивелировать.

Результаты наблюдений за характером водотока записывают в книгу сооружения, где в осенний период отмечают время и характер ледостава, в зимний – толщину и состояние льда и ледяного покрова (покрыта ли льдом вся река или только у берегов, имеются ли полыньи); в весенний период – уровень воды, время первой подвижки льда, начало, продолжительность, интенсивность и уровень ледохода.

Подмостовое русло на длину 100 м выше и ниже по течению реки и берегоукрепительные сооружения должны ежегодно очищаться от наносов и посторонних предметов.

Если кустарник не является средством борьбы с размывом подмостового русла, его следует вырубать в зоне моста на расстояние 50 м выше и ниже моста.

В зимний период отверстия плотно закрывают переносными щитами и производят их расчистку перед весенним паводком от наносов снегом.

Содержание железобетонных конструкций опор и пролетных строений заключается в осмотрах, наблюдении за развитием выявленных дефектов, установке гипсовых маяков, заделке не-

больших сколов, раковин и трещин, профилактической защите конструкций и др.

Задачами *содержания стальных пролетных конструкций* являются: предупреждение появления и развития коррозии металла, очистка конструкций от грязи и мусора; локальная покраска стальных конструкций.

Содержание мостового полотна. Периодичность работ по уборке ездового полотна, определяемая местными условиями, должна быть аналогичной работам на примыкающих участках дороги, но не реже, чем 1 раз в 10 дней, а зимой в снежные периоды – ежедневно.

При содержании парапетных ограждений их очищают от грязи; зоны повреждений бетона покрывают полимерной краской для предотвращения дальнейшего разрушения.

Для предупреждения разрушения деформационных швов проводят промывку водоотводных лотков, устранение наплывов и трещин, отдельных выбоин в зоне шва, заливку швов специальной мастикой, подтягивание пружин в швах со скользящими листами.

Волны и наплывы на покрытиях в зоне шва устраняют вырубкой с применением швонарезчика. Для заделки выбоин используют горячие, теплые и холодные асфальтобетонные смеси (в зависимости от погодных условий).

При ремонте мастичного заполнения раскрошившуюся мастику удаляют, поверхность кромок очищают, промывают, продувают сжатым воздухом дно и стенки шва и после грунтовки стенок битумным лаком заполняют зазор мастикой.

Заделку трещин в асфальтобетонном покрытии и заливку швов необходимо производить в теплую сухую погоду.

Содержание опорных частей. Работы по содержанию опорных частей включают:

- 1) все виды осмотров;
- 2) очистку зон опирания и опорных частей от загрязнений с ежегодной помывкой водой под давлением;
- 3) смазку контактных поверхностей стальных опорных частей и железобетонных валков;
- 4) окраску металлоэлементов опорных частей атмосферостойкими составами.

В случае необходимости при осмотрах производят инструментальные измерения, включающие:

- 1) определение эксцентриситетов в опираниях;
- 2) оценку соответствия наклонов валков температуре наружного воздуха в тени;
- 3) оценку угона и перекоса валков катков;
- 4) определение длины опирания без опорных частей в случае сколов торцов балки или ригеля (насадки) опоры;
- 5) определение положения в плане плоских или тангенциальных опорных частей;
- б) определение годовых перемещений («зарубок») при выталкивании опорных подушек (при «храповом» эффекте).

Без проведенных мероприятий по защите поверхности конструкций искусственных сооружений от коррозии применять химические реагенты для борьбы с зимней скользкостью на покрытии искусственных сооружений запрещается.

В зимний период для ликвидации скользкости на покрытии железобетонных искусственных сооружений в качестве противогололедных материалов рекомендуется применять химические реагенты: хлористый кальций фосфатированный (ХКФ, Украина, Лисичанский содовый завод); мочевины (карбамид, ГОСТ 2081, Беларусь, ПО «Азот»).

Потребность в ХКФ и мочевины в расчете на 100 пог. м искусственных сооружений и подходов к ним составляет 1,6...2,2 т на зимний период.

Для борьбы с зимней скользкостью допускается применять ингибированную техническую соль и ее смесь с песком, а также жидкие хлориды.

Не рекомендуется применять хлориды, в т.ч. ингибированные, для ликвидации зимней скользкости на цементобетонных покрытиях и искусственных сооружениях с наличием значительной коррозии бетона и конструктивных элементов. В этих случаях необходимо применять мочевины, использовать фрикционные материалы и интенсивную снегоочистку.

Применение химических средств для борьбы с зимней скользкостью на покрытии металлических искусственных сооружений не допускается.

Искусственные сооружения функционируют в экстремальных условиях, наступающих при максимальных уровнях воды в водотоках и в период ледохода, оказывающего статическое и динамическое воздействие на опоры и береговые устои. Большие скорости водного потока приводят к размыву русел рек. Если не принять соответствующих защитных мер, высокие уровни воды подтапливают пойменные участки дорожных насыпей и приводят к их разрушению. Все это обуславливает значительные сложности в работе дорожной службы, которая должна уделять особое внимание правильной эксплуатации и содержанию искусственных сооружений.

При пропуске ледохода и паводковых вод сначала производят подготовительные работы и ведут постоянные наблюдения за состоянием искусственного сооружения. Для этого времени можно выделить несколько характерных этапов работ:

1. Во время подготовительных работ при спокойном ледоходе следят за правильным проходом льдин под мостом, не допуская их столкновения со сваями или задержки у опор и в пролете. Большие льдины, застрявшие в пролете моста, немедленно раскалывают.

2. В период ледохода следят за проходом льда выше и ниже моста, не допуская образования заторов. Если затор все же образовался, на реках шириной до 200 м проделывают канал, на больших реках – два канала для пропуска воды и льда, а затем разбирают весь затор. Работы проводят с применением ледокольных судов, а в исключительных (угрожающих) случаях – с выполнением взрывных работ.

3. Сорванные ледоходом и плывущие по реке суда, баржи и другие предметы пропускают беспрепятственно в пролетах моста. Если обеспечить проход этих предметов в пролеты невозможно, их зачаливают или в крайнем случае затопляют.

4. Развивающиеся в ходе паводка и после него размывы определяют путем промеров в русле по контуру опор и устоев моста, струенаправляющих дамб и траверсов и сравнивают с допустимыми значениями. При опасности подмыва опор, струенаправляющих дамб, конусов и откосов места размыва немедленно засыпают камнем, забрасывают мешками с песком или грунтом, обкладывают хворостом или фашинами, не допуская при этом стеснения отверстия, так как это может привести к новым размывам.

5. В период прохода высоких вод на больших и средних мостах следят за режимом водотока, работой сооружения на пропуск высо-

кой воды, достаточностью отверстий, равномерностью пропуска воды под мостом.

6. При спокойном характере водотока следят за наивысшими и межвенными уровнями, профилем русла после прохода паводковых вод.

До начала ледохода разрушают и удаляют лед в нижнем (50 м) и верхнем (100...500 м) бьефах (для крупных мостов это расстояние принято 2000...5000 м). Лед скалывают по периметру сооружений или их элементов, а также устраняют проруби и проходы для судов.

Разрушение льда может производиться с помощью взрывчатых веществ, заряды которых размещают на расстоянии:

$$L_{as} = K_{as} D_{as},$$

где K_{as} – коэффициент, равный 1,25 при толщине льда $T_{as} = 0,5$ м и 1,5 при $T_{as} > 0,5$ м;

D_{as} – диаметр круга льда, устанавливаемый с учетом заряда и его толщины, м.

Для зарядов массой 10 кг при $L_{as} = 0,5...0,8$ м $D_{as} = 10...15$ м.

В непосредственной близости от моста (менее 15...20 м) взрывы производить нежелательно. Для борьбы со льдом в зоне искусственных сооружений может быть успешно использован радиационно-химический способ.

За 15...30 дней до начала ледохода, когда среднесуточная температура достигнет $+2...3^{\circ}\text{C}$, распыляют зачерняющие материалы, в качестве которых можно использовать угольный шлак, золу, котельно-угольную пыль и другие по норме $0,025...0,4$ кг/м² в зависимости от климатических условий. В результате зачернения тепловое действие солнечной радиации существенно увеличивается; интенсивность таяния льда возрастает в 2...4 раза. Для повышения скорости таяния льда иногда применяют соли NaCl или CaCl₂ по норме $0,1...0,8$ кг/м². Норму расхода соли при наибольшей интенсивности таяния льда можно вычислить по формуле

$$Q_{сл} = 10 q_{сл} h_{л}, \quad (1.23)$$

где $q_{сл}$ – норма расхода соли, равная 350 г/м² – для NaCl и 100 г/м² – для CaCl₂;

$h_{л}$ – толщина льда, м.

Для повышения эффективности плавления льда хлориды необходимо распределять не в порошке, а в виде частиц размером 10...15 мм.

В период ледохода устанавливается круглосуточное дежурство работников дорожно-эксплуатационной службы, которые должны организовать быстрый, без заторов, пропуск льда. При спокойном ледоходе местами проталкивают льдины. Заторы без промедления ликвидируют накладными и глубинными взрывами.

После очистки реки ото льда возможно повышение уровня воды. Паводок может быть спокойным и интенсивным. В первом случае пропуск воды обеспечивают, удаляя различные предметы, загромождающие русло, во втором может возникнуть угроза перелива воды через сооружение и размыва его. В таких случаях земляное полотно укрепляют земляными валами или мешками с песком.

Основными задачами устройства и содержания ледяных переправ являются:

- 1) организация переправ и безопасного пропуска транспортных средств по ним;
- 2) регулирование движения;
- 3) наблюдение за состоянием ледяного покрова, деревянных конструкций усиления и съездов на лед;
- 4) восстановление переправ.

Ледяные переправы на автомобильных дорогах организуют в случаях отсутствия мостовых переходов, невозможности устройства паромной переправы в зимний период и при образовании на водных преградах ледяного покрова, отвечающего необходимым требованиям. Устройство и содержание ледяных переправ должны вестись постоянно бригадами под руководством дорожного (или мостового) мастера.

Для устройства переправ выбирают места на берегах реки, промеряют глубину русла и толщину льда, определяют качество льда и состояние снежного покрова.

В местах расположения переправ (на 100 м в обе стороны от оси трассы) не должно быть полыней, площадок для заготовки льда, выходов грунтовых вод, мест сброса теплых вод электростанций, нагромождений торосов.

Берега следует выбирать, по возможности, пологие, удобные для подхода к реке и спуска на лед.

Трасса ледяной переправы должна быть, по возможности, прямой и пересекать реку под углом не менее 45°. Минимальный радиус закругления должен быть не менее 60 м. Съезды на лед необходимо устраивать с продольным уклоном не более 60 ‰.

Толщина льда и принятая конструкция усиления мостовой переправы должны соответствовать пропускаемой нагрузке. Лед должен иметь только раковистую структуру; при образовании игольчатой структуры движение по льду запрещается. Если в лунке для промера толщины льда вода поднимается менее чем на 0,9 толщины льда, устройство в этом месте переправы не разрешается, так как возможно зависание льда.

Движение транспортных средств по трассе ледяной переправы организуется в один ряд с дистанцией не менее 30 м и скоростью не выше 15...20 км/ч. Для встречного движения устраивают трассу не ближе 100 м.

Тяжелые автопоезда и автомобили (массой более 25 т) пропускают с минимальной дистанцией не менее 70 м впереди и сзади.

На ледяной переправе ежедневно проверяют толщину льда и снежного покрова, температуру воздуха, структуру льда, а также следят за образованием трещин и полыней на трассе и вблизи нее (игольчатая структура льда может образоваться через 3 суток после появления талой воды). Результаты наблюдения фиксируют в соответствующем журнале.

При содержании ледяных переправ следует устранять неровности на полосе проезда путем скола ледяных горбов и заделки рытвин и колея намораживанием, убирать лишний снег, удаляя его на расстояние не менее 50 м от переправы, заменять изношенные элементы усиления.

В случае образования полыни вблизи переправы ее искусственно замораживают при помощи хворостяных плавучих тюфяков или заполнения кусками льда.

Трещины до 15 см заделывают ледяной мелочью или снегом и поливают водой. При появлении сквозных трещин шириной более 10 см движение через переправу прекращается.

Обслуживание наплавных мостов в процессе эксплуатации должно быть постоянным. Они должны содержаться в технически исправном состоянии. При этом строго устанавливаются места размещения и порядок следования грузов. По мере изменения уровня

воды в реке регулируется высота причалов. Следует обращать внимание на освещение, обеспечение безопасности пребывания людей и транспортных средств на переправах и наплавных мостах.

Обслуживание разводных мостов встречаются не часто, т. к. их эксплуатация очень сложна. Разводные мосты нужно содержать в строгом соответствии с правилами их технической эксплуатации, обеспечивать круглосуточную охрану моста, иметь надежные средства регулировки движения, необходимые ограждающие устройства. Кроме того, на разводных мостах требуется выполнять и все другие работы по их содержанию для исключения возможности появления дефектов.

1.4.4. Содержание полосы отвода

Полоса отвода является неотъемлемой частью автомобильной дороги. Она должна иметь хороший водоотвод, содержаться в чистоте и обладать высокими эстетическими качествами. Для обеспечения стока поверхностных вод резервы должны иметь продольный уклон i_{np} в пределах $20 ‰ \leq i_{np} \leq 50 ‰$ и поперечный уклон в сторону от насыпи не менее $20 ‰$.

При систематическом застое воды, появлении признаков заболачивания необходимо проводить мелиоративные работы и планировать поверхность полосы отвода.

Важное место в работе по содержанию полосы отвода занимают вопросы формирования травяного покрова. Наибольший эффект достигается при засеве полосы многолетними травами. Чаще всего применяют травы, которые в данном районе культивируются наиболее успешно. Для северных и центральных районов рекомендуются следующие смеси семян: овсяница луговая – 60 %, костер безостый – 30 %, мятлик луговой – 6 %; овсяница луговая – 30 %; мятлик – 60 %; тимopheевка – 10 % и др. Для степных районов применяется смесь: клевер, тимopheевка, пырей сизый – 40 %, костер безостый – 55 %, люцерна – 5 % и другие менее эффективные однолетние травы.

При наличии сорной растительности применяют агротехнические и химические методы. Самыми распространенными из них являются черный пар, культивация территории, скашивание трав и др.

Химические методы борьбы с сорняками на полосе отвода также имеют широкое распространение. Используемые при этом химиче-

ские вещества – гербициды – отличаются по своей поражающей способности. Их применение согласовывается с местными сельско- и лесохозяйственными органами. Гербициды оказывают вредное воздействие на окружающую среду, поэтому работа с ними должна вестись строго в соответствии с установленными правилами. Против таких сорняков, как синий василек, дикая редька, полевая горчица, белая нора, применяют аминовые соли в количестве 0,4...1 кг/га. Сорняки обрабатывают водным раствором гербицидов с помощью опрыскивателей СКС, ОНК, ОМП-А и др.

Растущий на полосе отвода кустарник подлежит удалению. Его вырубают или выкорчевывают, а иногда уничтожают с помощью гербицидов. Норма расхода аминовых солей – 3,5...4,5 кг/га. Опрыскивание производят летом (в июне-июле), поросли повторно обрабатывают через год (в июле-августе).

К общеэстетическим вопросам содержания придорожной полосы относят упорядочение рельефа, создание газонов, профилировку тракторных дорог, содержание велосипедных дорожек и т. д.

Путем упорядочения рельефа можно разграничить зоны у остановочных пунктов, стоянок, дорожных павильонов, скрыть отдельные недостатки местности, еще более подчеркнуть архитектурные элементы.

Формы рельефа местности, безусловно, должны дополняться травяными газонами. Последние могут создаваться путем посева однолетних трав, укладки травяных одерновочных ковриков, которые выпускают многие торфяные предприятия страны.

При наличии на полосе отвода тракторных дорог, велосипедных дорожек и других путей коммуникации необходимо соответствующим образом содержать их. Для устранения колеиности производят утюжку, профилировку, укатку и другие работы.

Уход за зелеными насаждениями в пределах полосы отвода является прямой обязанностью дорожно-эксплуатационных организаций. Он может осуществляться специализированными бригадами и звеньями, а также комплексными дорожными бригадами. Основными видами работ при этом являются: уход за почвой, борьба с болезнями и вредителями древесно-кустарниковой растительности, защита растений, рубки ухода.

Уход за почвой в междурядьях и рядах заключается в устранении сорняков, взрыхлении почвы, которая уплотняется под воздей-

ствием вибрации (колебания) и собственного веса. Высота сорняков не должна превышать 6...10 см. Для борьбы с ними применяют системные гербициды – симизин, атразин, пропазин и др. В первый год они вносятся в почву на глубину 2...3 см, в последующие годы применяются контактные гербициды: ДНОК, ПХФ, Нитрофен, Грамаксон и др., поражающие наземные органы растений.

Взрыхление почвы производится путем культивации на различную глубину в зависимости от зоны (6...8; 10...12; 16 см). В первый год вегетации культивация выполняется 4 раза, во второй – 3, в третий – 2, в четвертый – 1 раз. В период массового всхода сорняков выполняется окучивание.

После смыкания крон для предохранения насаждений от пожара и сорняков производят опашку полос на глубину 20...25 см и ширину до 1,5 м.

Особо тщательный уход необходим за почвой плодовых деревьев. При возрасте их до 10 лет приствольные круги обрабатывают осенью штыковой лопатой на глубину 10...12 см диаметром на 1 м больше диаметра кроны, весной – граблями. Одновременно вносят удобрения. Весной в момент всхода сорняков их нужно тем или иным способом уничтожать. При сухом лете необходимо периодически (в июне, июле, августе) производить поливку. Когда через несколько лет кроны деревьев смыкаются, всю площадь обрабатывают под черный пар. Один раз в три года черный пар нужно засеять покровными культурами (гречихой, викой обыкновенной), что устраняет вымывание питательных веществ из почвы.

Многие породы деревьев не обладают необходимой устойчивостью для произрастания в придорожных условиях, причем наличие барбариса, крушины, боярышника, бересклета и некоторых других пород способствует появлению грибковых заболеваний и насекомых-вредителей. В процессе ухода за насаждениями их опрыскивают, дупла в стволах заделывают цементным раствором, сучья забеливают известью. Профилактическая обработка насаждений выполняется станциями защиты насаждений.

Эффективным методом содержания придорожных насаждений являются рубки ухода. Они бывают санитарные, прореживания, возобновительные, реконструктивные, специальные. При санитарных рубках удаляют сухостойные, ветровальные, морозобойные и дру-

гие поврежденные деревья. Прореживание насаждений ведется с целью оптимизации густоты посадок и полноты кроны.

Периодически лесные придорожные полосы подвергаются реконструкции. Убирают деревья, не в полную меру выполняющие защитные функции, формируют полевую опушку, внедряют новые схемы полос. Живые изгороди в возрасте от 3 до 6 лет стригут ежегодно, а старшие – периодически, когда изгородь превышает 2,5...3 м.

В обязанности дорожно-эксплуатационных организаций входит содержание зданий и сооружений, используемых для размещения административных служб, хранения и технического обслуживания машин и инструментов, обеспечения пассажирских и грузовых перевозок.

Систематический уход за линейными зданиями, надворными постройками и подсобными сооружениями включает очистку крыш, водосточных труб, желобов и дымоходов, прочистку водопроводных и канализационных устройств и т. д. Производится также периодический осмотр зданий и сооружений с целью выявления деформаций, составления дефектных ведомостей и назначения соответствующих ремонтов. Выявленные мелкие неисправности устраняются незамедлительно, особенно те, которые могут повлечь за собой интенсивные разрушения. Все это способствует повышению функциональных качеств зданий.

Наряду с содержанием зданий проводятся работы по поддержанию в чистоте и порядке дворов, усадеб и подъездов к зданиям дорожной службы.

Внешнее оформление комплекса дорожных зданий играет важную роль в системе архитектурного оформления дороги.

Работы по содержанию зданий выполняются хозяйственным способом. В необходимых случаях привлекаются специализированные ремонтные организации.

1.5. Разметка автомобильных дорог

Дорожная разметка – один из способов управления дорожным движением. Она представляет собой линии установленных размеров и формы, надписи и другие отметки на проезжей части, бордюрах, элементах дорожных сооружений и обстановки дорог, характеризующие особенности дорожной ситуации и предписывающие оп-

ределенные требования к пользователям дорог. Дорожная разметка устанавливает порядок движения и информирует водителей о расположении опасных участков. Ее выполнение должно осуществляться в строгом соответствии с требованиями СТБ 1231-2000 «Разметка дорожная».

Схема нанесения разметки составляется дорожно-эксплуатационными организациями и согласовывается с органами ГАИ. Различают разметку горизонтальную и вертикальную.

Горизонтальная разметка наносится на проезжую часть; делится на поперечную и продольную. **Поперечная разметка** состоит из линий, наносимых поперек проезжей части; обеспечивает регулирование транспортных средств и пешеходов. **Продольная разметка** включает в себя продольные сплошные или прерывистые линии, предназначенные для разделения полос движения и обозначения краев проезжей части. Для обозначения направлений движения применяется разметка в виде стрел, изогнутых линий и т. д.

Вертикальная разметка применяется для обозначения положения опор, пролетного строения путепроводов, порталов тоннелей, элементов инженерного обустройства дорог, стволов находящихся у дороги деревьев и т. п. Для устройства дорожной разметки используют разметочные материалы (краски, термопластики и др.). Нанесение разметочных линий и надписей осуществляется с помощью маркировочных машин и краскопультов.

Перед нанесением разметочных линий поверхность покрытия и размечаемых объектов должна быть очищена от пыли и грязи. Движение транспорта по горизонтальной разметке возможно только после высыхания краски (при температуре 18...23°C – не ранее чем через 30 минут). Современные разметочные машины позволяют равномерно распределять краску (термопластик) и стеклянные шарики, обеспечивая отличное качество работ. Расход материала на 1 км сплошной линии шириной 10 см составляет: нитроэпоксидной эмали – 40 кг; термопластика – 400 кг.

Машины для разметки проезжей части изображены на рис. 1.34, 1.35.

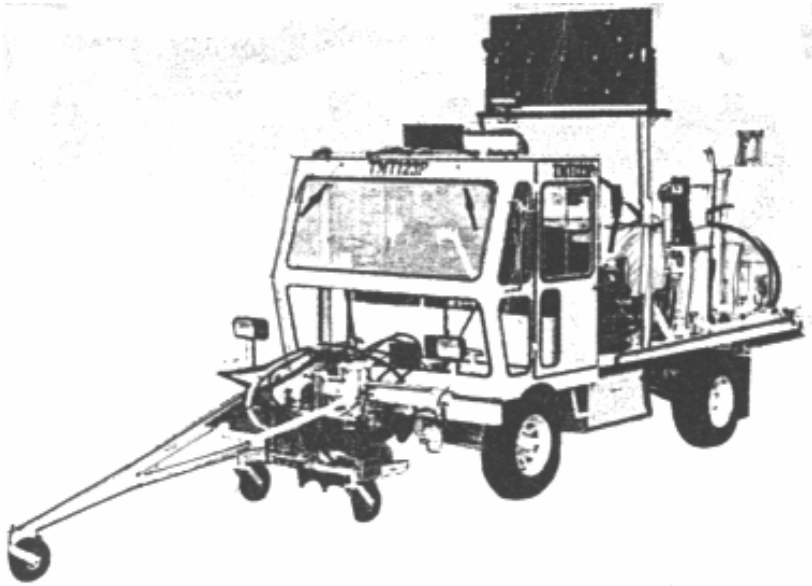


Рис. 1.34. Разметочная машина CH-200 фирмы Norton International



Рис. 1.35. Разметочная машина CBF-118 для горизонтальной разметки

1.6. Содержание зданий дорожной службы и дорожных сооружений

Внешнее оформление комплекса дорожных зданий играет важную роль в системе архитектурного оформления дороги.

В обязанности дорожно-эксплуатационных организаций входит содержание зданий и сооружений, в которых размещаются административные службы, хранятся машины и инструменты, производится техническое обслуживание машин.

Систематический уход за линейными зданиями, надворными постройками и подсобными сооружениями включает очистку крыш, водосточных труб, желобов и дымоходов, прочистку водопроводных и канализационных устройств и т. д. Производится также профилактический осмотр зданий и сооружений с целью выявления их деформаций и составляются дефектные ведомости, по которым назначается соответствующий ремонт. Выявляются и сразу же устраняются мелкие неисправности, особенно те, которые могут повлечь за собой интенсивные разрушения. Все это способствует повышению долговечности зданий.

Наряду с содержанием зданий проводят работы по поддержанию в чистоте и порядке дворов, усадеб и подъездов к зданиям дорожной службы.

Работы по содержанию зданий проводятся хозяйственным способом. В необходимых случаях привлекаются специальные ремонтные организации, осуществляющие реконструкцию существующих зданий и сооружений или строительство новых, а также ремонт водопроводной и канализационной сетей, системы отопления и др.

Весной производят очистку и покраску ограждений, зданий и других надворных построек, очищают и обрезают деревья и декоративные кустарники, находящиеся на территории организации, белят их, восстанавливают цветочные клумбы, приводят в порядок подъезды и пешеходные дорожки, красят бордюры, ограждающие столбики и т. д.

1.7. Организация работ по содержанию дорог

Содержание дорог включает комплекс работ, выполняемых на всей дорожной сети в течение года. За каждой дорожно-эксплуатационной организацией (ДЭУ, ДРСУ и др.) закреплено оп-

ределенное количество дорог республиканского или местного значения, установлена общая протяженность обслуживаемых ими дорог и искусственных сооружений. Например, Республиканское унитарное предприятие автомобильных дорог «Магистральавтодор» обеспечивает управление, контроль и обслуживание 10-ти магистральных автомобильных дорог, являющихся главными транспортными артериями республики. Протяженность обслуживаемых дорог – 3284 км, из них 76 % - дороги I и II категории. На них расположены 706 мостов общей длиной 32565 пог. м. В состав предприятия входят ДЭУ-10, ДЭУ-12, ДЭУ-13, ДЭУ-15, ДЭУ-16. Средняя протяженность дорог на каждое ДЭУ составляет более 600 км.

Республиканские унитарные предприятия (РУП) расположены в областных центрах Беларуси. В их структуру входят дорожно-эксплуатационные управления (ДЭУ). Протяженность обслуживаемых ими дорог и мостов приведена в табл. 1.16.

Т а б л и ц а 1.16

Структура РУПавтодоров

Города	Брест	Витебск	Гомель	Гродно	Минск	Могилев
Протяженность обслуживаемых дорог	1793	2535	1637	1951	2214	2152
Количество мостов, шт.	227	276	165	240	245	270
Общая длина мостов, м	7823	9444	10942	7553	8662	12014
Дорожно-эксплуатационные управления	ДЭУ-21 ДЭУ-26	ДЭУ-31 ДЭУ-35	ДЭУ-46 ДЭУ-47	ДЭУ-54	ДЭУ-61 ДЭУ-69	ДЭУ-71 ДЭУ-77

В системе Облдорстроя работают дорожные ремонтно-строительные управления (ДРСУ), на которые возложены функции эксплуатационного содержания закрепленных за ними дорог, а также работы по ремонту и реконструкции небольших дорожных объектов.

Работы по содержанию автомобильных дорог отличаются большим разнообразием и имеют ярко выраженный сезонный характер. На характер и объем дорожных работ влияют конструкция дорожной одежды, эксплуатационное состояние дороги, интенсивность движения, погодно-климатические условия и другие факторы (табл. 1.15).

Организационное содержание автомобильных дорог осуществляется в соответствии с принципами линейности или территориальности. Первый принцип имеет распространение на дорогах магистральных, второй – на местных.

При организации работ по содержанию дорог дорожным организациям приходится постоянно решать следующие задачи:

1) оценивать текущее состояние дорог; прогнозировать их состояние на ближайшую и отдаленную перспективы;

2) определять потребность в машинах и механизмах для обеспечения комплексной механизации работ; вести систематические работы по поддержанию их в требуемом эксплуатационном состоянии;

3) создавать запасы или иметь надежные источники материалов, которые могут потребоваться в процессе текущего ремонта и в экстремальной ситуации;

4) формировать бригады и звенья, обеспечивающие весь комплекс дорожных работ на соответствующем участке с максимальной эффективностью;

5) выбирать технологию и приемы работ, обеспечивающие требуемые качества при минимальных затратах трудовых, материальных и энергетических ресурсов;

6) обеспечивать соблюдение требований по охране труда и экологической безопасности при выполнении всего цикла дорожных работ;

7) использовать современные методы технико-экономического обоснования принимаемых технических, технологических и организационно-управленческих решений; на основании научно-технической аргументации находить оптимальные варианты.

Все работы по содержанию автомобильных дорог и дорожных сооружений носят циклический характер, повторяющийся из года в год. Вот почему опыт, накопленный за предыдущие годы, и ретроспективный анализ могут служить надежной основой при планировании и организации предстоящих дорожных работ.

Т а б л и ц а 1.17

Примерная повторяемость основных видов работ
при содержании автомобильных дорог

Конструктивные элементы дороги	Наименование работ	Повторяемость				
		весна	лето	осень	зима	всего за год
1	2	3	4	5	6	7
Земляное полотно						
Обочины	Укатка (профилировка) автогрейдером (50 %)	3	8	5	-	16
	Укатка обочин трактором с прицепным утюгом (50 %)	2	8	5	-	15
	Окашивание обочин	2	8	2	-	12
	Уборка мусора и посторонних предметов:					
	I категория дорог – 4 раза в сутки (2 рейса туда и назад)	252	264	248	248	1012
	II категория – 4 раза в сутки	252	264	248	248	1012
	III категория – 4 раза в сутки	126	132	124	124	506
	IV категория – 1 раз в сутки	63	66	62	62	253
	V категория – 1 раз в сутки	63	66	62	62	253
	Снятие сигнальных вешек	1	-	-	-	1
	Прокопка канавок для отвода воды с обочин	1	-	-	-	1
	Прочистка канавок для отвода воды с обочин	4	-	-	-	4
	Установка сигнальных вешек	-	-	1	-	1
	Изготовление вешек (вырубка, обстругка, затеска конца, окраска)	в течение года				
Планировка разделительной полосы из грунта	2	3	1	-	6	
Уборка снежных валов роторными снегоочистителями	-	-	-	5*	5*	
Уборка снежных валов бульдозерами	-	-	-	5*	5*	
Откосы	Планировка откосов насыпей и выемок	1	-	1	-	2
	Подсев травы (рыхление грунта и засев)	1	-	-	-	1
	Окашивание	2	4	2	-	8
	Уборка мусора и посторонних предметов	4	8	4	-	16
	Уборка снега с откосов	-	-	-	1*	1*

Продолжение табл. 1.17

1	2	3	4	5	6	7
Водоотводная система (лотки, канавы, кюветы, перепады)	Уборка мусора и посторонних предметов	4	8	2	-	14
	Окашивание	1	4	2	-	7
	Прочистка	1	-	-	1	2
Резерв, полоса отвода	Уборка мусора и посторонних предметов	4	8	4	-	16
	Окашивание	1	6	-	-	7
	Вырубка кустарника	в течение года			-	1
	Уборка снегозащитных ограждений (щиты и т. п.), их складирование	1	-	-	-	1
	Погрузка и вывозка снегозащитных ограждений (щиты), разгрузка	1	-	-	-	1
	Обеспечение водоотвода (планировка)	1	1	1	-	3
	Вырубка деревьев на полосе отвода	-	-	1	-	1
	Устройство снежных валов (траншей), очистка в процессе их работы	-	-	-	10*	10*
	Установка снегозащитных ограждений (щитов и т. п.), погрузка и перевозка	-	-	1	-	1
	Установка кольев, погрузка и перевозка	1	-	-	-	1
	Изготовление кольев (вырубка, острожка, забивка одного конца)	в течение года			-	1
Покрытие						
	Уборка уплотненного снега и льда трактором с косым отвалом (50 %)	5	-	-	-	5
	Уборка уплотненного снега и льда автогрейдером (50 %)	5	-	-	-	5
	Очистка усовершенствованных типов покрытий от пыли и грязи	2	4	2	-	8

Продолжение табл. 1.17

1	2	3	4	5	6	7
	Уборка посторонних предметов с проезжей части дорог: I категория – 6 раз в сутки (3 рейса туда и назад)	552	552	546	540	2190
	II категория – 4 раза в сутки	368	368	364	360	1460
	III категория – 4 раза в сутки	368	368	368	368	1460
	IV категория – 2 раза в сутки	184	184	182	180	730
	V категория – 2 раза в сутки	184	184	182	180	730
	Обеспыливание проезжей части гравийных и грунтовых дорог (поливка водой) с доставкой воды	3	4	2	-	9
	Утюжка (профилировка гравийных и грунтовых дорог автогрейдером) (50 %)	2	8	5	-	15
	Утюжка гравийных и грунтовых дорог трактором с прицепным утюгом (50 %)	2	8	5	-	15
	Подсыпка каменной мелочью мест с избытком вяжущего материала	2	6	-	-	8
	Обеспыливание усовершенствованных покрытий (поливка водой) с доставкой воды	2	4	-	-	6
	Патрульная очистка (включая площадки)	-	-	-	20*	20*
	Очистка грунтовых дорог от снега механизированная (бульдозер)	-	-	-	10*	10*
	Очистка покрытия от снежных заносов, включая площадки (универсальный снегоочиститель)	-	-	-	5*	5*
	Погрузка песка в карьере как материала против скольжения	в течение года				1
	Транспортирование песка в места складирования	в течение года				1
	Погрузка соляных отходов	в течение года				1
	Приготовление песко-соляной смеси (перемешивание бульдозером)	в течение года				1
	Подталкивание смеси в приемный бункер пескобазы	В течение года				1
	Распределение песко-соляной смеси (включая площадки)	-	-	-	85*	85*
	Уборка снега роторными снегоочистителями (включая площадки)	-	-	-	5*	5*

Продолжение табл. 1.17

1	2	3	4	5	6	7
Искусственные сооружения (мосты, путепроводы, водопропускные трубы)						
Русло	Открытие отверстий малых мостов и водопропускных труб вручную	1	-	-	-	1
	Очистка русел мостов и водопропускных труб от снега	1	-	-	-	1
	Очистка русел мостов и водопропускных труб от наносов и грязи	1	4	1	-	6
	Окашивание русел мостов и водопропускных труб	2	4	1	-	7
	Очистка отверстий водопропускных труб от наносов, грязи	1	2	1	-	4
	Прокопка и прочистка канав в снегу возле водопропускных труб и малых мостов	1	-	-	-	1
	Закрытие отверстий мостов и водопропускных труб вручную	-	-	1	-	1
Проезжая часть	Очистка проезжей части и тротуаров от наносов, грязи	2	2	2	-	6
	Очистка проезжей части мостов и путепроводов от снега и льда	2	-	-	20*	20*
	Очистка проезжей части и тротуаров от снега и льда	2	-	-	20*	20*
Другие элементы и виды работ	Скалывание льда с опор моста	1	-	-	-	1
	Очистка от грязи элементов моста	1	1	1	-	3
	Антисептирование и огнезащита деревянных конструкций мостов	1	1	-	-	2
	Окраска металлических частей деревянных мостов	1	1	-	-	2
	Подтяжка болтов	1	1	1	-	3
	Побелка оголовков водопропускных труб	1	1	1	-	3
	Побелка секций и стоек перильного заполнения	1	1	1	-	3
	Окраска секций и стоек перильного заполнения	1	-	1	-	2
	Побелка бордюров	2	1	2	-	5
Пропуск вод (дежурство) через искусственные сооружения	1	1	-	-	2	

Продолжение табл. 1.17

1	2	3	4	5	6	7
Обстановка и благоустройство дорог						
Дорожные знаки и указатели	Очистка бордюров от пыли и грязи	3	3	3	-	9
	Окраска (побелка) стоек надземной части фундаментов дорожных знаков и указателей	2	3	2	-	7
	Очистка, мойка дорожных знаков и указателей от пыли и грязи	3	3	3	-	9
	Очистка (мойка) щитков дорожных знаков	3	3	3	-	9
	Скалывание льда на площадках для отдыха, остановках автобусов, стоянках автотранспорта	-	-	-	5*	5*
Ограждение дорог	Очистка (мойка) сигнальных столбиков от пыли и грязи	2	4	2	-	8
	Побелка (окраска) сигнальных столбиков	2	3	2	-	7
	Очистка (мойка) криволинейных брусьев и тросовых ограждений от пыли и грязи	2	3	2	-	7
	Окраска (побелка) криволинейных брусьев	1	1	1	-	3
Автопавильоны	Уборка мусора вручную	20	40	20	20	100
	Очистка водой	4	2	4	-	10
	Побелка	1	1	1	-	3
	Побелка (покраска) бордюров	2	1	2	-	5
	Очистка бордюров от пыли и грязи	3	3	3	-	9
	Уборка площадок для остановки у автопавильонов ручная и механизированная	4	8	4	20*	36*
Площадки для отдыха и стоянки автотранспорта	Очистка бордюров от пыли и грязи	2	4	2	-	8
	Побелка бордюров	2	4	2	-	8
	Уборка	4	8	4	20*	36*

Окончание табл. 1.17

1	2	3	4	5	6	7
Скамейки	Окраска	1	1	1	-	3
Цветники	Восстановление цветников (вскапывание, разравнивание почвы)	1	-	-	-	1
	Удобрение почвы	1	-	-	-	1
	Засев семенами, посадка рассады	1	-	-	-	1
	Прополка	1	6	-	-	7
	Поливка	2	8	-	-	10
	Сбор семян	-	3	3	-	6
	Уборка цветника (уборка однолетних растений, разравнивание грунта)	-	-	1	-	1
Трогуары и дорожки	Очистка	2	4	2	20*	28*
Лесопосадка						
Подготовка почвы	Вспашка	1	-	1	-	2
	Культивирование, боронование	1	-	1	-	2
	Отрывка ям для саженцев	1	-	1	-	2
Посадка саженцев	Посадка саженцев	1	-	1	-	2
Уход за саженцами и лесопосадкой	Поливка	2	4	-	-	6
	Формирование кроны, обрезка и прореживание крон деревьев	1	2	-	-	3
	Стрижка снегозащитных насаждений	-	-	-	1	1
	Опрыскивание (декоративные линейные посадки и кустарниковая снегозащита) механизированное	по году			1	1
	Поливка газонов и цветников	2	8	-	-	10

*Принято усредненно. Для конкретных зон периодичность принимается в зависимости от климатических условий.

Окончание табл. 1.17

1	2	3	4	5	6	7
Скамейки	Окраска	1	1	1	-	3
Цветники	Восстановление цветников (вскапывание, разравнивание почвы)	1	-	-	-	1
	Удобрение почвы	1	-	-	-	1
	Засев семенами, посадка рассады	1	-	-	-	1
	Прополка	1	6	-	-	7
	Поливка	2	8	-	-	10
	Сбор семян	-	3	3	-	6
	Уборка цветника (уборка однолетних растений, разравнивание грунта)	-	-	1	-	1
Трогуары и дорожки	Очистка	2	4	2	20*	28*
Лесопосадка						
Подготовка почвы	Вспашка	1	-	1	-	2
	Культивирование, боронование	1	-	1	-	2
	Отрывка ям для саженцев	1	-	1	-	2
Посадка саженцев	Посадка саженцев	1	-	1	-	2
Уход за саженцами и лесопосадкой	Поливка	2	4	-	-	6
	Формирование кроны, обрезка и прореживание крон деревьев	1	2	-	-	3
	Стрижка снегозащитных насаждений	-	-	-	1	1
	Опрыскивание (декоративные линейные посадки и кустарниковая снегозащита) механизированное	по году			1	1
	Поливка газонов и цветников	2	8	-	-	10

*Принято усредненно. Для конкретных зон периодичность принимается в зависимости от климатических условий.

2. РЕМОНТ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ

2.1. Основные виды ремонта асфальтобетонных покрытий

Асфальтобетонные покрытия наиболее распространены на автомобильных дорогах высших категорий. При их строительстве используются различные материалы, основу которых составляют битумы и каменные заполнители. Надежность и долговечность асфальтобетонных покрытий зависит от многих факторов, – но, главным образом, от свойств асфальтобетонов и технологии их укладки (рис. 2.1).

Технические свойства асфальтобетонов являются определяющими не только для конструктивных, но и для транспортно-эксплуатационных качеств покрытия. Соотношение минеральных фракций и вяжущего в асфальтобетоне (рис. 2.2, 2.3) влияет на его деформативные свойства, светотехнические характеристики и шероховатость (рис. 2.4). Эти свойства необходимо учитывать при выборе способа ремонта асфальтобетонного покрытия.

Качество автомобильных дорог в значительной степени определяется состоянием поверхности проезжей части. Инженерное обустройство дороги, продольная и поперечная ровность проезжей части, световая однородность, шероховатость покрытия, наличие горизонтальной и вертикальной разметки позволяют развивать скорость движения в допустимых пределах, осуществлять необходимые маневры в процессе управления транспортными средствами, исключать вероятность дорожно-транспортных происшествий по дорожным причинам.

Однако в процессе эксплуатации дороги ее транспортно-эксплуатационные характеристики не являются постоянными. Под действием транспортных нагрузок, погодных-климатических факторов, в результате физико-механических и биологических процессов поверхность дороги деградирует, на ней появляются выбоины и трещины, развиваются процессы шелушения, истирания и другие последствия физико-химической коррозии (рис. 2.5.).

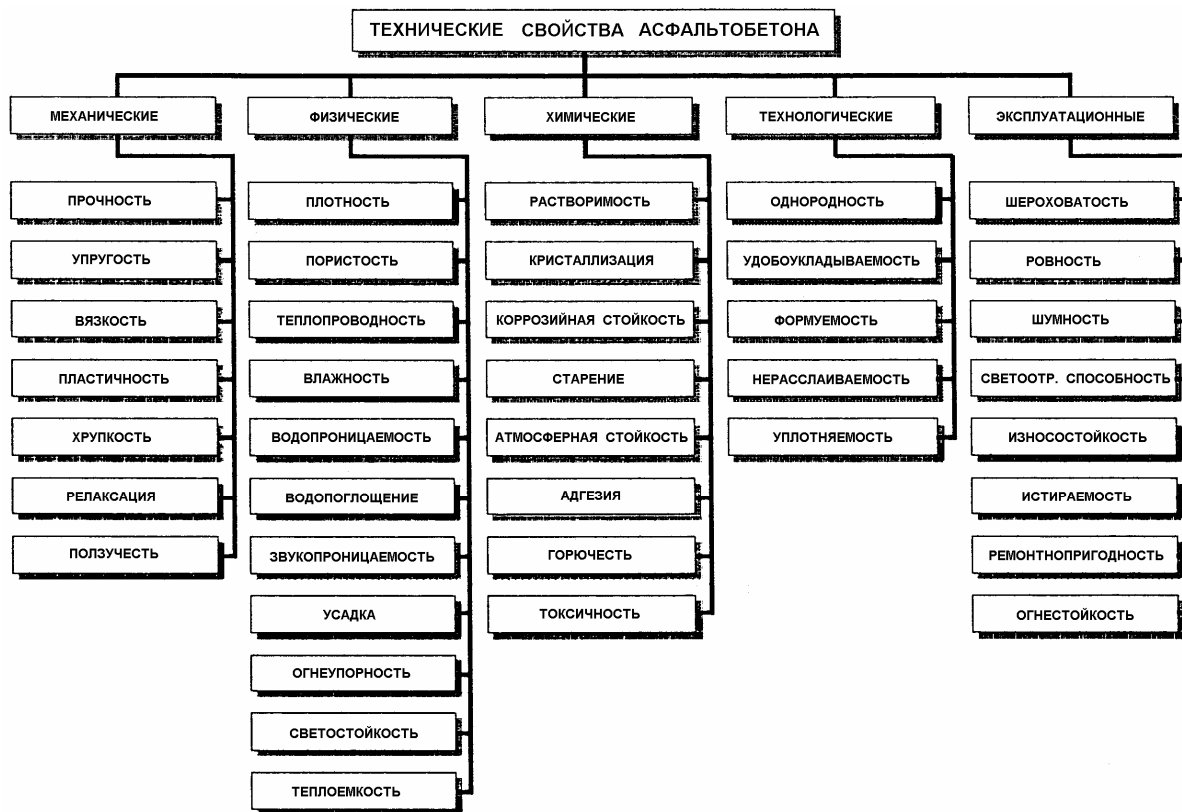


Рис. 2.1. Технические свойства асфальтобетонов

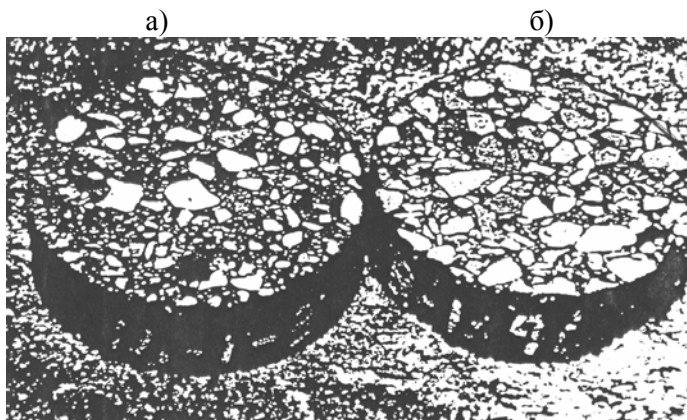


Рис. 2.2. Щебне-мастичный асфальтобетон:
а – с меньшим количеством крупнозернистых фракций;
б – с большим количеством их

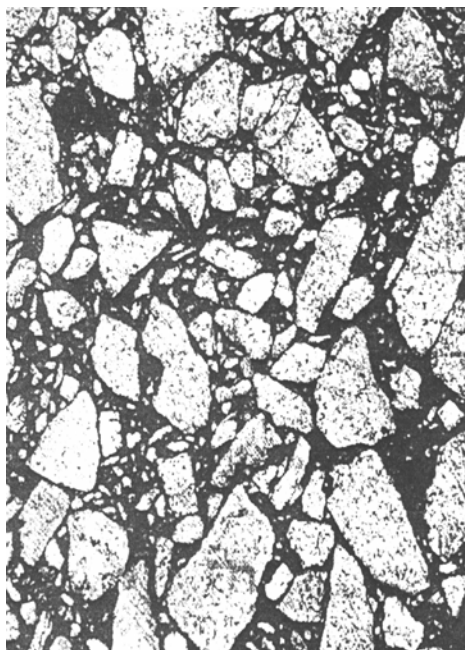


Рис. 2.3. Поверхность асфальтобетона

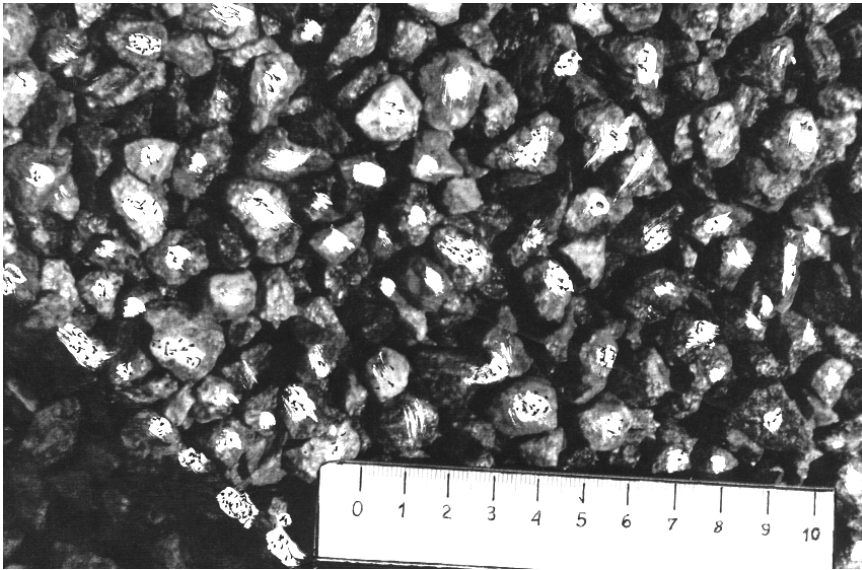


Рис. 2.4. Шероховатая поверхность асфальтобетонного покрытия

Одновременно с этим происходят и более глубокие структурные преобразования, такие как просадки, проломы, сдвиги, разрушения оснований и т. п.

Процент разрушений и деформаций на автомобильной дороге определяют по формуле

$$p = \frac{L_p + 0,015 K}{L}, \quad (2.1)$$

где L_p – суммарная протяженность сплошных деформаций и разрушений, км;

K – число одиночных разрушений и деформаций;

0,015 – длина зоны влияния одиночного разрушения или деформации на скорость движения автомобиля, км;

L – протяженность обследованной автомобильной дороги, км.

Прочность дорожной одежды при этом резко снижается и может достигнуть критического значения.

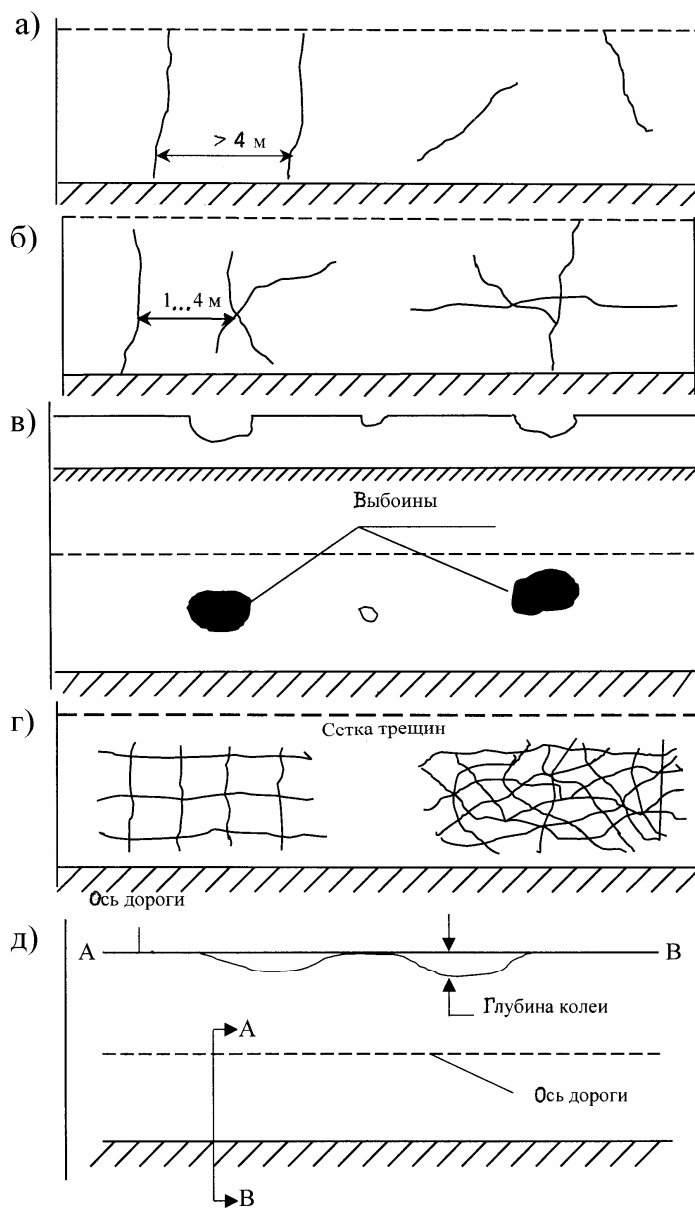


Рис. 2.5. Деформации асфальтобетонных покрытий:
 а – отдельные трещины; б – частые трещины; в – выбоины; г – сетки трещин;
 д – колеиность

Замедлить процесс физического износа дорожных покрытий, а значит, повысить их эксплуатационную надежность и долговечность, можно путем качественного выполнения работ по содержанию дороги и своевременного выполнения ремонтных работ.

В процессе эксплуатации асфальтобетонные покрытия подвержены воздействию внешних транспортных нагрузок, влиянию погодноклиматических факторов. В результате происходит физический износ покрытия, изменяются структура и свойства материала, возникают некоторые деформации и разрушения. Комплекс работ, выполняемых с целью устранения дефектов покрытия или повышения первоначальных транспортно-эксплуатационных характеристик, относится к их ремонту. Различают текущий, средний и капитальный ремонт покрытий.

При **текущем ремонте** устраняют относительно мелкие повреждения и разрушения в виде выбоин, колеи, трещин, сдвигов, разрушения кромок, волн, бугров, наплывов. Основной объем работ по текущему ремонту выполняют весной и летом с наступлением теплой устойчивой погоды (при температуре не ниже 5°C). В остальной период (до температуры 10°C осенью) ремонт производят по мере необходимости при появлении тех или иных повреждений.

Средний ремонт асфальтобетонного покрытия включает периодическое возобновление слоев износа с целью продления срока службы дорожной одежды и создание в необходимых случаях шероховатой поверхности. Для этого после устранения локальных повреждений проводится поверхностная обработка или укладка дополнительного тонкого слоя износа. Верхний слой покрытия возобновляют на участках, где разрушение образуется столь интенсивно, что ограничиться ямочным ремонтом становится экономически невыгодным. Для создания защитных слоев покрытия применяют различные технологии, которые рассмотрены ниже.

Капитальный ремонт предусматривает усиление и уширение дорожной одежды, в необходимых случаях – с перестройкой и усилением основания, а также устройство новых одежд. На перестраиваемых участках капитальный ремонт может производиться как по существующему покрытию, так и с удалением его.

Технология капитального ремонта асфальтобетонных покрытий зависит от вида используемых материалов и машин и во многом напоминает технологию их строительства. Отличительные особенности ремонта:

- 1) наличие определенной конструкции дорожной одежды и ее верхнего слоя (покрытия);
- 2) наличие материалов, о которых необходимо принять решение по дальнейшему использованию;
- 3) наличие сформированного земляного полотна, модернизация которого может привести к дополнительным организационно-технологическим операциям.

2.2. Выбор способов и условий применения различных ремонтов дорожных покрытий

Выбор способа и условий применения ремонтов дорожных покрытий должен быть выполнен на основании:

- 1) существующей и прогнозируемой интенсивности дорожного движения;
- 2) оценки технического состояния покрытия по результатам осмотра и исследования;
- 3) доведения несущей способности существующей дорожной одежды до уровня, определяемого прогнозируемой интенсивностью дорожного движения;
- 4) необходимых мер по устранению повреждений покрытия с учетом их характера и генезиса.

Оценивая состояние существующего покрытия и решая вопрос об условиях и способах ремонта, необходимо также рассматривать целесообразность расширения поперечного профиля дороги.

Перед принятием решения о способе повышения качества дороги необходимо определить:

- 1) требуется ли ремонт без усиления несущей способности дорожной одежды;
- 2) требуется ли повышение несущей способности.

Оценка несущей способности дорожного покрытия должна проводиться на основе измерения упругого прогиба и учитывать анализ усталостной прочности существующей конструкции. При этом необходимо иметь в виду, что замена слоя (слоев) дорожной одежды является также ее усилением в случае, если новые слои имеют большую усталостную прочность, чем существующие.

Способ ремонта или реконструкции должен быть выбран с учетом:

- 1) ограничения высоты, например, кромки покрытия обочины;
- 2) нагрузки на подземные объекты;

- 3) однородности поперечного и продольного разреза дорожной одежды;
- 4) исправления поперечного и продольного разреза дорожной одежды;
- 5) исправления профиля дороги;
- 6) проектирования уширения проезжей части;
- 7) пригодности оставленных слоев для выполнения новых функций в дорожной одежде (например, слой износа может не выполнять функции промежуточного слоя в связи с другими условиями возникновения напряжений и прогибов под нагрузками);
- 8) исправления водоотвода;
- 9) исправления дренарующего слоя;
- 10) исправления слоя, усиливающего основание;
- 11) улучшения гидрогеологического режима основания;
- 12) доступности необходимых материалов;
- 13) возможности организации движения транспортных потоков и использования объездов при выполнении работ;
- 14) будущих планов использования, функций дороги, предполагаемой интенсивности движения.

С экономической и технической точек зрения необходимо стремиться к обеспечению однородности конструкции как в продольном, так и в поперечном разрезах. Неоднородность конструкции дорожной одежды приводит к неравномерной ее работе на разных участках, возникновению локальных неровностей в поперечном и продольном сечениях, увеличивающих эффект динамического нагружения покрытия и его разрушение. Чрезмерное разнообразие и раздробленность ремонтных работ на дороге нежелательны в технологическом отношении, приводят к чрезмерным материальным и финансовым затратам при их выполнении. При проектировании ремонта необходимо стремиться к минимальному разнообразию используемых способов производства ремонтов.

Решая вопрос о сохранении существующих слоев дорожной одежды в новой конструкции, необходимо убедиться, что они не являются слабыми и не повлияют на сопротивляемость отремонтированной дорожной одежды вязко-пластичным деформациям (синдром торта).

Следует также учитывать, что для ремонта асфальтобетонных покрытий в последние годы стали широко применяться холодные технологии, преимущественно – с использованием битумных эмульсий.

Материалы, обрабатываемые эмульсией, могут классифицироваться:

- 1) по использованию;
- 2) по составу;
- 3) по складированности.

В зависимости от использования органо-минеральные смеси подразделяются следующим образом:

- 1) для текущего ремонта дорожных покрытий;
- 2) для устройства верхнего слоя покрытия (слоя износа);
- 3) для выполнения специальных работ (например, площадки для отдыха).

Производство таких смесей, а также смесей для регенерации асфальтобетонов, может проводиться в стационарных установках (с использованием полученного продукта за время от нескольких часов до одного месяца) и на строительной площадке с одновременной укладкой в формируемый слой покрытия.

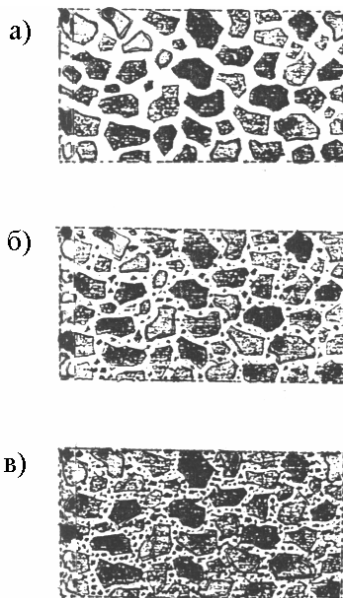


Рис. 2.6. Составы органо-минеральных смесей:

- а – открытые (пустоты – свыше 15 %);
 б – полуплотные (пустоты – от 10 до 15 %);
 в – плотные (пустоты – меньше 10 %)

В зависимости от состава (рис. 2.6) органо-минеральные смеси (асфальтобетоны) подразделяются на открытые, полуплотные и плотные.

Открытые холодные асфальтобетоны производятся на основе заполнителя с гранулированным классом 2/4, 4/6, 6/10, 10/14 или 10/20. Иногда допускается смешивание заполнителей различных классов. Процентное содержание пустот таких асфальтобетонов – выше 15 %.

Полуплотные холодные асфальтобетоны производятся с заполнителем 0/4, 0/6, 0/10 или 0/14. Процентное содержание их пустот колеблется между 10 и 15 %.

Плотные холодные асфальтобетоны производятся с такими же заполнителями, что и полуплотные, но процентное содержание их наполнителя более значительно. Процент их пустот – ниже 10 %.

Процент их пустот – ниже 10 %.

Материалы, обработанные эмульсией на основе чистого битума, нельзя долго хранить. Для повышения срока хранения органо-минеральных смесей необходимо использовать добавки, замедляющие их распад.

2.2.1. Выборочный ремонт

Выборочный ремонт асфальтобетонных покрытий включает совокупность технических мер по устранению опасных для движения повреждений, которые могут способствовать развитию разрушительных процессов, появлению дефектов на дороге. Примерами такого ремонта являются ямочный ремонт, ремонт поврежденных кромок покрытия, заделка единичных трещин, ликвидация шелушения и др.

Цели выборочного ремонта:

- 1) возвращение дорожному покрытию первоначального состояния;
- 2) устранение повреждений в минимальные сроки после их появления для предотвращения ДТП из-за плохого состояния дороги.

Быстрая ликвидация повреждений покрытия не должна приводить к снижению качества работ. Тщательное их выполнение позволяет избежать развития новых повреждений.

Выборочный ремонт может быть выполнен как горячим, так и холодным способом. В последнее время получили распространение холодные методы ремонта. При этом различают два способа:

- 1) ремонт с помощью заранее подготовленной минерально-эмульсионной смеси;

- 2) ремонт традиционный с помощью смеси, приготовленной на месте.

Ремонт с использованием минерально-эмульсионных смесей является более простым. Смеси приготавливаются из минеральных фракций с размером зерен 0/6, 0/8 и 2/8 мм. В качестве вяжущего используются средне- и медленно распадающиеся битумные эмульсии, а также жидкие битумы.

Смеси минерально-эмульсионные не должны использоваться при отрицательной температуре.

Традиционный холодный способ ремонта заключается в смачивании поверхности покрытия битумной эмульсией и засыпке гравием. При этом способе используются ремонтеры. Гравий и эмульсия при этом подаются под давлением непосредственно в ремонтируемое место; уплотнения не требуется.

В зависимости от объема выборочного ремонта и вида повреждений должны быть использованы соответствующие материалы и технологии.

Глубокие повреждения дорожного покрытия (выбоины и шелушение), а также кромочные обломы должны быть исправлены горячим способом с использованием минерально-битумных смесей или литого асфальта, а также затаренных холодных смесей или ремонтеров.

Поверхностный износ чаще всего ликвидируется методом поверхностной обработки с использованием катионовых быстрораспадающихся битумных эмульсий, который заключается в укладке тонких слоев холодным способом или с использованием ремонтера.

Ямочный ремонт асфальтобетонного покрытия без использования ремонтеров (рис. 2.7) осуществляется в следующем порядке:

1. Обрубаются и очищаются края выбоины. Если в распоряжении рабочих мало времени или отсутствует соответствующее оборудование, выбоина очищается от малосвязных элементов вручную, и ее краям придается вертикальное положение. Если в выбоине имеется вода, ее необходимо устранить.

2. Для ликвидации шелушения в верхнем слое покрытия прибегают к устройству связующего слоя путем разбрызгивания эмульсии в количестве около $0,8 \text{ кг/м}^2$.

3. Выбоина заполняется выбранным материалом с некоторым избытком, чтобы после уплотнения он занял положение на одном уровне с поверхностью существующего покрытия.

4. Материал уплотняется механической или ручной трамбовкой. Независимо от того, какой материал используется для ремонта, его уплотнение имеет существенное влияние на долговечность ремонта (уплотнения колесами грузового автомобиля недостаточно, т. к. оно не обеспечивает требуемой плотности по краям выбоины).

5. Выполняется ряд защитных мер:

- 1) в случае использования неуплотненных составов минеральных материалов 0/20 или 0/31,5 требуется срочная поверхностная обработка;

- 2) в случае применения эмульсионных битумно-минеральных смесей стабилизация поверхности может наступить через несколько дней;

- 3) в случае применения для ямочного ремонта холодных битумо-минеральных смесей, приготовленных с использованием жидких битумов, необходимо посыпать отремонтированные места отсевом 2/4 или 4/6, чтобы исключить прилипание битума к шинам автомобиля (некоторые смеси не требуют посыпки, т. к. не прилипают к шинам).

Один из видов технологического процесса при ямочном ремонте представлен на рис. 2.8.

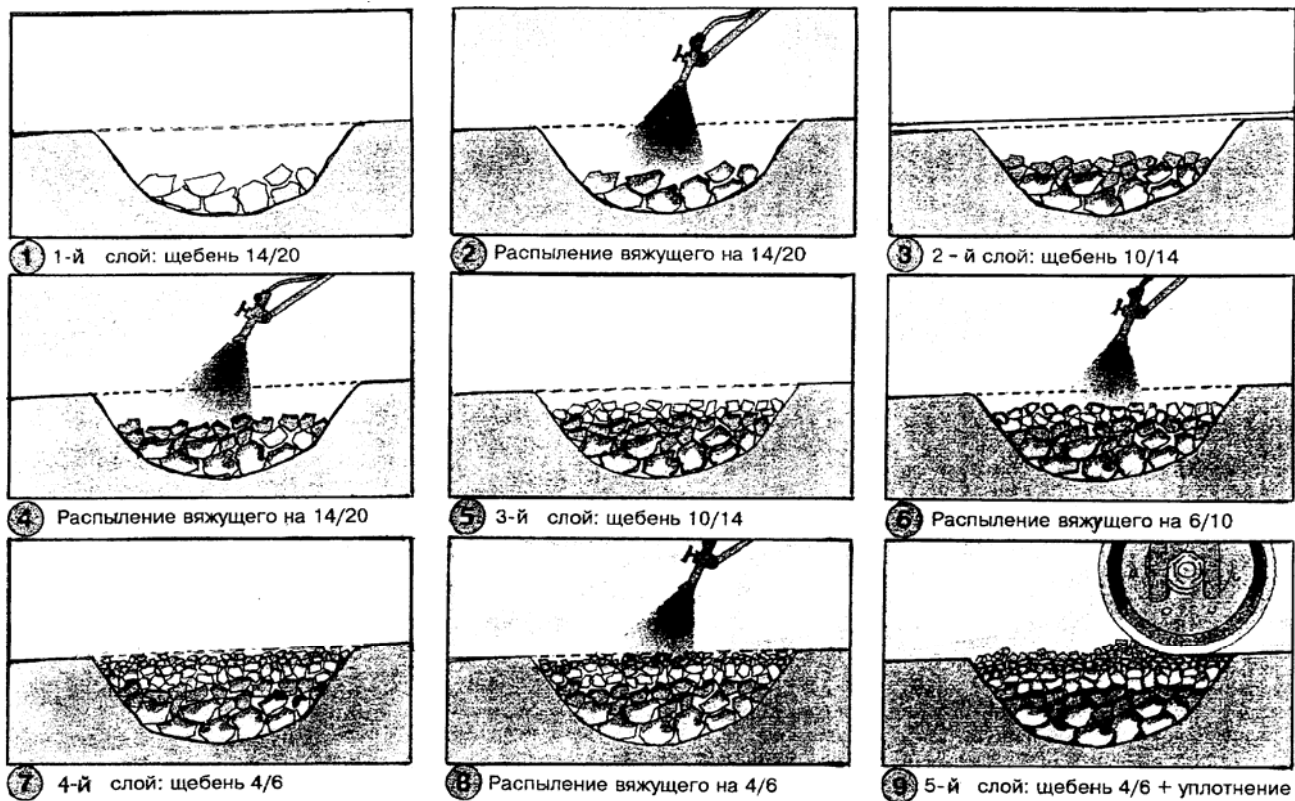


Рис. 2.7. Последовательность выполнения операций при ямочном ремонте

Номер этапа работ	1	2	3	4	5	6	7
Рабочие операции	1. Ограждение и разметка участка ремонта	2. Нарезка "карты"	3. Вырубка и очистка "карты"	4. Обработка дна и стенок "карты" битумом	5. Укладка ремонтного материала	6. Уплотнение ремонтного материала и отделка "карты"	7. Уборка и погрузка отходов, снятие ограждений
Направление потока							
План потока и расстановка машин							
Машины, механизмы и оборудование	Вручную	Нарезчик швов CRF-608	Вручную отбойным молотком	Вручную	Вручную	Виброплита DVP-1240	Вручную
Исполнители	Асфальтобетонщики 3 р. (2 чел.) 2 и 1 р. (по 1 чел.)	Машинист нарезчика 5 р. (1 чел.), дорожный рабочий 3 р. (1 чел.)	Асфальтобетонщики 3 и 1 р. (по 1 чел.)	Асфальтобетонщики 3 и 2 р. (по 2 чел.)	Асфальтобетонщики 3 и 2 р. (по 2 чел.) 1 р. (1 чел.)	Асфальтобетонщики 4 и 2 р. (по 1 чел.)	Асфальтобетонщики 3,2 и 1 р. (по 2 чел.)

Рис. 2.8. Технологическая схема производства работ при ямочном ремонте асфальтобетонных покрытий

Примечание. Работа изображенных на схеме машин (поливо-моечной машины, компрессорной станции, битумного котла, автосамосвала) настоящей технологической картой не предусмотрена и должна оплачиваться отдельно.

К ямочному ремонту следует приступать в зависимости от значимости дорог. Ремонту, в первую очередь, подлежат дороги, значение которых в дорожной сети является наиболее важным. Во всех случаях следует выбирать материалы и технологии, соответствующие условиям производства ремонтных работ.

2.2.2. Поверхностная обработка

Одним из основных способов ремонта автомобильных дорог с усовершенствованными и переходными типами покрытий можно считать поверхностную обработку (рис. 2.9).

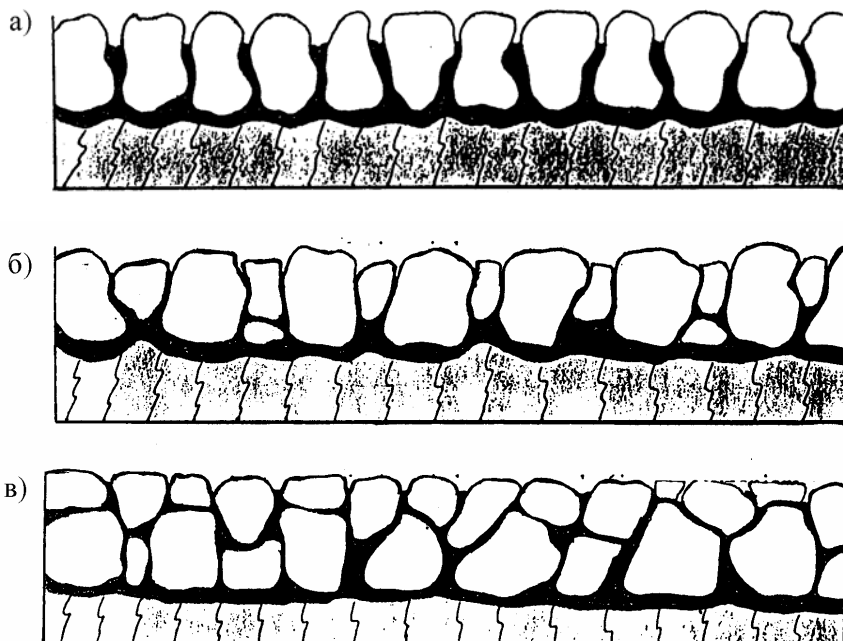


Рис. 2.9. Поверхностная обработка:

а – одиночная; б – одиночная с двойной россыпью щебня; в – двойная

В сочетании с ямочным ремонтом, устранением трещин и ликвидацией локальных дефектов этот способ решает многие дорожные проблемы. Поверхностная обработка позволяет защитить покрытие и дорожную одежду в целом от проникновения воды

через микротрещины, обеспечить цветную однородность проезжей части, в определенной степени произвести поверхностную нивелировку, а главное, создать на поверхности дороги износостойкий защитный слой с требуемой шероховатостью поверхности.

Поверхностная обработка как способ ремонта имеет относительно небольшую историю применения, но ее массовость и повсеместность позволили накопить определенный практический опыт, сформулировать теоретические основы реализации, создать техническую и технологическую базу производства работ.

В настоящее время четко определились два направления в технологии поверхностной обработки:

- 1) раздельное распределение материалов (рис. 2.10);
- 2) синхронное распределение (рис. 2.11).

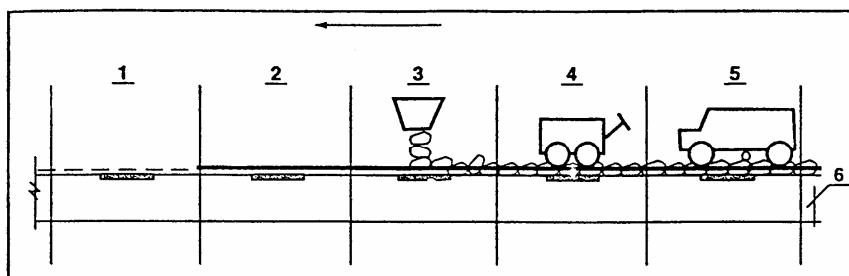
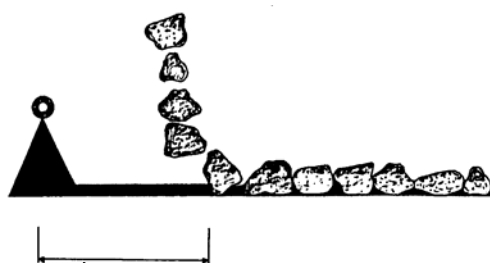


Рис. 2.10. Поверхностная обработка с раздельным распределением материалов: 1 – ямочный ремонт, заделка трещин, очистка покрытия; 2 – подгрунтовка и розлив вяжущего; 3 – распределение щебня; 4 – уплотнение; 5 – сметание лишнего щебня; 6 – готовое покрытие



Время задержки между распределением вяжущего и щебня

Рис. 2.11. Поверхностная обработка с синхронным распределением материалов

При раздельном распределении материалов процесс устройства поверхностной обработки включает следующие этапы:

- 1) ликвидация выбоин и трещин;
- 2) устранение крупных неровностей путем фрезерования или укладки выравнивающего слоя;
- 3) снятие фрезами с поверхности проезжей части разметочного слоя из термопластика;
- 4) очистка проезжей части от пыли, грязи и отходов фрезерования;
- 5) розлив вяжущего материала;
- 6) распределение щебня по поверхности покрытия;
- 7) уборка лишнего щебня, не получившего необходимой связи с прослойкой вяжущего.

В случаях, когда старое покрытие не удается полностью очистить от пыли и грязи, оставшейся в мелких трещинах и впадинах, его перед розливом вяжущего необходимо подгрунтовать путем розлива жидкого битума по норме $0,3 \dots 0,5 \text{ л/м}^2$ или битумной эмульсии с расходом $0,5 \dots 0,8 \text{ л/м}^2$.

Синхронное распределение материалов при поверхностной обработке включает такие же этапы, как и при раздельном распределении. Отличительной особенностью является то, что распределение вяжущего и щебня производится практически одновременно: разрыв во времени составляет около 1 с.

Технология поверхностной обработки с раздельным распределением материалов имеет ряд недостатков. Заблаговременное по отношению к щебню распределение вяжущего приводит к его остыванию, потере подвижности и клеящей способности. В результате частицы щебня не имеют необходимого сцепления с покрытием и между собой.

Интервал в распределении вяжущего и щебня возникает как по организационным, так и по техническим причинам. Среди них – различные рабочие скорости и емкости гудронаторов и щебнераспределителей, неодинаковый удельный расход вяжущего и щебня и др. Технологическое несовершенство способа раздельного распределения приводит к нарушению стабильности в системе «покрытие – вяжущее – щебень» и, как следствие, – к низкому качеству текстуры покрытия. До 80 % недостаточной прочности поверхностной обработки объясняется именно слабым сцеплением щебня с покрытием.

Другой результат достигается при синхронном распределении материалов. Горячий битум или битумная эмульсия хорошо взаимодействуют со щебнем и покрытием на стадии укладки и поддаются уплотнению после ее завершения. Применение этого способа успешно решает многие проблемы организации и координации работ. Используемые при этом машины одновременно выполняют работы по распределению вяжущих материалов и щебня. Прекращение распределения одного материала автоматически сопровождается прекращением распределения другого. Производительность машин из-за сокращения простоев достаточно высока. В случае применения битумных эмульсий увеличивается возможный срок производства дорожных работ.

Известны и используются несколько видов поверхностных обработок в зависимости от числа и последовательности укладки слоев щебня и вяжущего. Основными видами таких обработок являются (рис. 2.12.):

- 1) однослойные поверхностные обработки (рис. 2.13, 2.14);
- 2) однослойные с двойной россыпью щебня (рис. 2.15);
- 3) двухслойные поверхностные обработки (рис. 2.16, 2.17);
- 4) поверхностные обработки типа «сэндвич» (бутерброд).

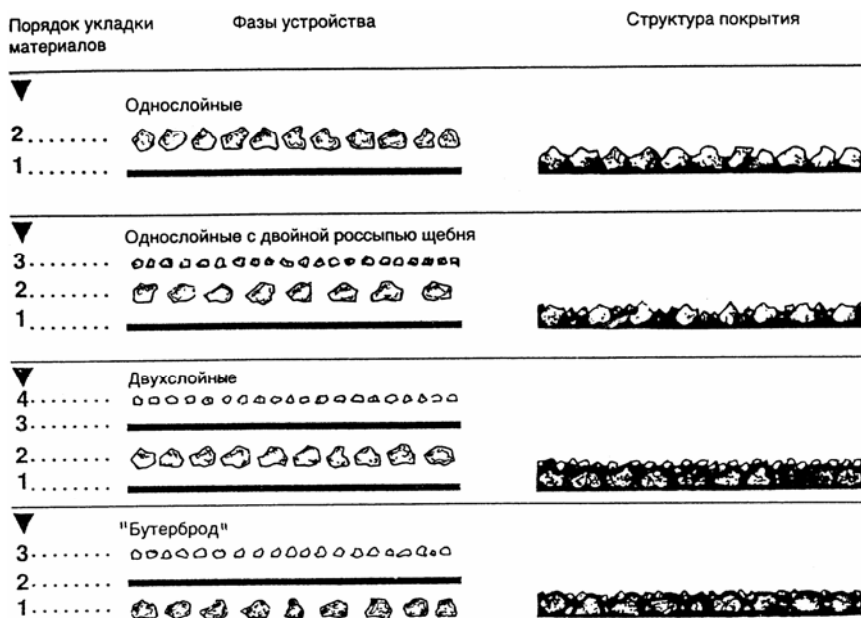


Рис. 2.12. Виды поверхностной обработки

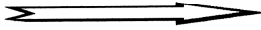
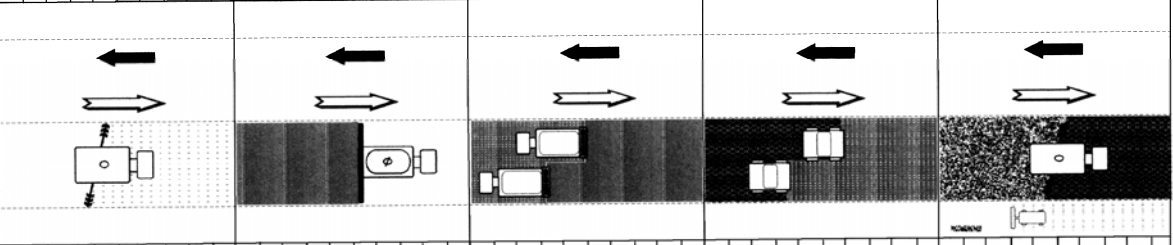
Номер этапа работ	1	2	3	4	5
Рабочие операции	1. Очистка покрытия от пыли и грязи	2. Розлив вяжущего	3. Россыпь щебня	4. Уплотнение слоя	5. Удаление незакрепившегося щебня
Направление потока					
План потока и расстановка машин					
Машины, механизмы и оборудование	Комбинированная дорожная машина КДМ-130 (1 шт.)	Автогудронатор "Секмаер" на базе МАЗ (1 шт.)	Щебнераспределитель "Секмаер-1400" (2 шт.) Самосвал на базе МАЗ (2 шт.) Погрузчик ТО-18 (2 шт.)	Каток самоходный на пневмошинах ВП-200 (2 шт.)	Комбинированная дорожная машина КДМ-130 (1 шт.) Автогрейдер ДЗ-143 (ДЗ-122) (1 шт.)
Исполнители	Машинист 4 р. (1 чел.)	Машинист 5 р. (1 чел.) Помощник машиниста 4 р. (1 чел.)	Машинист 5 р. (4 чел.) Оператор 5 р. (2 чел.)	Машинист 5 р. (2 чел.)	Машинист 4 р. (1 чел.) Машинист 6 р. (1 чел.)

Рис.2.13. Технологическая схема производства работ при устройстве однослойной поверхностной обработки (с использованием машин фирмы «Секмаер»)



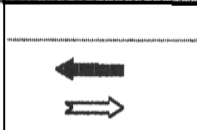

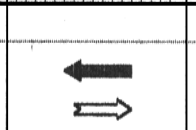
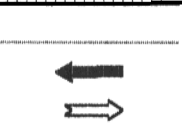
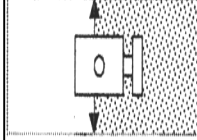
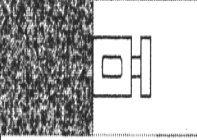
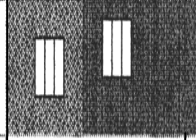
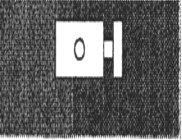
Номер этапа работ	1	2	3	4
Рабочие операции	1. Очистка покрытия от пыли и грязи	2. Розлив вязущего и россыпь щебня	3. Уплотнение слоя	4. Удаление незакрепившегося щебня
Направление потока				
План потока и расстановка машин				
				
				
Машины, механизмы и оборудование	Комбинированная дорожная машина КДМ-130 (1 шт.)	Комбинированная дорожная машина "Чипсилер-40" (1 шт.) Битумозаправщик (1 шт.) Погрузчик ТО-18 (1 шт.)	Каток самоходный на пневмошинах ВП-200 (2 шт.)	Комбинированная дорожная машина КДМ-130 (1 шт.)

Рис. 2.14. Технологическая схема производства работ при устройстве однослойной поверхностной обработки (с использованием комбинированной машины «Чипсилер»)

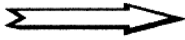

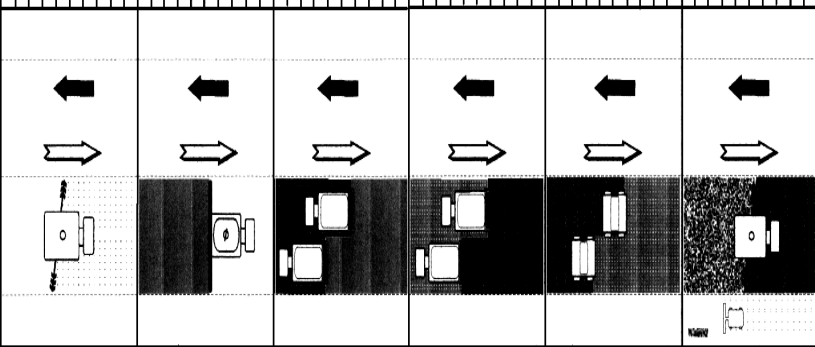
Номер этапа работ	1	2	3	4	5	6
Рабочие операции	1. Очистка покрытия от пыли и грязи	2. Розлив вяжущего	3. Первая россыпь щебня	4. Вторая россыпь щебня	5. Уплотнение слоя	6. Удаление незакрепленного щебня
Направление потока						
План потока и расстановка машин						
						
Машины, механизмы и оборудование	Комбинированная дорожная машина КДМ-130 (1 шт.)	Автогудронатор "Секмаер" на базе МАЗ (1 шт.)	Щебнераспределитель "Секмаер-1400" (2 шт.), Самосвал на базе МАЗ (2 шт.), Погрузчик ТО-18 (2 шт.)	Щебнераспределитель "Секмаер-1400" (2 шт.), Самосвал на базе МАЗ (2 шт.), Погрузчик ТО-18 (2 шт.)	Каток самоходный на пневмошинах ВП-200 (2 шт.)	Комбинированная дорожная машина КДМ-130 (1 шт.), Автогрейдер ДЗ-143 (ДЗ-122) (1 шт.)
Исполнители	Машинист 4 р. (1 чел.)	Машинист 5 р. (1 чел.) Помощник машиниста 4 р. (1 чел.)	Машинист 5 р. (4 чел.) Оператор (2 чел.)	Машинист 5 р. (4 чел.) Оператор (2 чел.)	Машинист 5 р. (2 чел.)	Машинист 4 р. (1 чел.) Машинист 6 р. (1 чел.)

Рис. 2.15. Технологическая схема производства работ при устройстве однослойной поверхностной обработки с двойной россыпью щебня

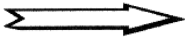

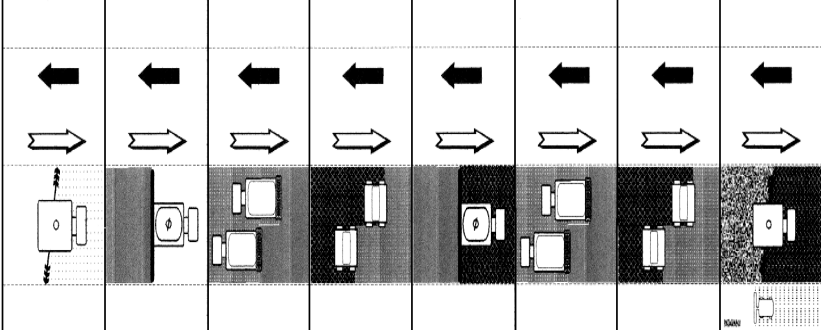
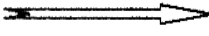
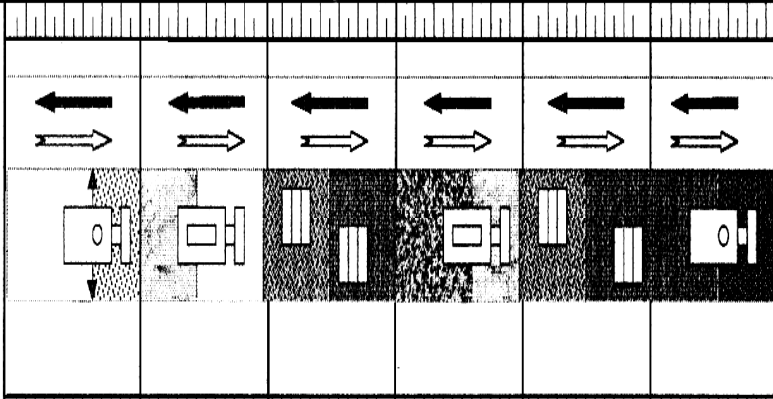

Номер этапа работ	1	2	3	4	5	6	7	8
Рабочие операции	1. Очистка покрытия от пыли и грязи	2. Первый розлив вяжущего	3. Первая россыпь щебня	4. Уплотнение первого слоя	5. Второй розлив вяжущего	6. Вторая россыпь щебня	7. Уплотнение второго слоя	8. Удаление незагретившегося щебня
Направление потока								
План потока и расстановка машин								
								
Машины, механизмы и оборудование	Комбинированная дорожная машина КДМ-130 (1 шт.)	Автогудронатор "Секмаер" на базе МАЗ (1 шт.)	Щебнераспределитель "Секмаер-1400" (2 шт.) Самосвал на базе МАЗ (2 шт.) Погрузчик ТО-18 (2 шт.)	Каток самоходный на пневмошинах (2 шт.)	Автогудронатор "Секмаер" на базе МАЗ (1 шт.)	Щебнераспределитель "Секмаер-1400" (2 шт.) Самосвал на базе МАЗ (2 шт.) Погрузчик ТО-18 (2 шт.)	Каток самоходный на пневмошинах ВП-200 (2 шт.)	Комбинированная дорожная машина КДМ-130 (1 шт.) Автогрейдер ДЗ-143 (ДЗ-122) (1 шт.)
Исполнители	Машинист 4 р. (1 чел.)	Машинист 5 р. (1 чел.) Помощник машиниста 4 р. (1 чел.)	Машинист 5 р. (4 чел.) Оператор (2 чел.)	Машинист 5 р. (2 чел.)	Машинист 5 р. (1 чел.) Помощник машиниста 4 р. (1 чел.)	Машинист 5 р. (4 чел.) Оператор (2 чел.)	Машинист 5 р. (2 чел.)	Машинист 4 р. (1 чел.) Машинист 6 р. (1 чел.)

Рис. 2.16. Технологическая схема производства работ при устройстве двухслойной поверхностной обработки

Номер этапа работ	1	2	3	4	5	6
Рабочие операции	1. Очистка покрытия от пыли и грязи	2. Первый розлив вяжущего и россыпь щебня	3. Уплотнение первого слоя*	4. Второй розлив вяжущего и россыпь щебня	5. Уплотнение второго слоя	6. Удаление незакрепившегося щебня
Направление потока						
План потока и расстановка машин						
						
Машины, механизмы и оборудование	Комбинированная дорожная машина КДМ-130 (1шт.)	Комбинированная дорожная машина «Чип-силер-40»(1шт.) Битумозаправщик (1шт.) Погрузчик ТО-18 (1шт.).	Каток самоходный на пневмошинах ВП-200 (2 шт.)	Комбинированная дорожная машина «Чип-силер-40»(1шт.) Битумозаправщик (1шт.) Погрузчик ТО-18 (1шт.).	Каток самоходный на пневмошинах ВП-200 (2 шт.)	Комбинированная дорожная машина КДМ-130 (1шт.)

* Применяется только при розливе битума.

Рис. 2.17. Технологическая схема производства работ при устройстве двухслойной поверхностной обработки

Однослойная поверхностная обработка основана на нанесении слоя вяжущего и распределении по этому слою щебня. Она применяется для создания шероховатой поверхности и слоя износа на дорожных одеждах достаточно высокой прочности, включает наименьшее количество операций, требует минимального расхода материалов; требуемый эффект достигается в большинстве случаев. Единственный недостаток этого способа – использование его только на дорогах с небольшой интенсивностью движения.

Расклинивающая **однослойная с двойной рассыпкой щебня поверхностная обработка** основана на распределении первого слоя щебня в количестве 90 % и последующем распределении второго слоя щебня более мелких фракций, выполняющего функции расклинивания. Этот способ рекомендуется применять на дорогах со значительными транспортными потоками и при больших скоростях.

Двухслойная поверхностная обработка заключается в двукратном повторении одиночной обработки. Этот способ целесообразно применять на дорогах, в покрытиях которых – недостаточное количество битума («тощие»), недостаточная прочность при наличии сетки трещин, ямочности и колеяности и значительные транспортные нагрузки.

Поверхностная обработка типа «сэндвич» заключается в укладке первого слоя щебня непосредственно на покрытие (без подгрунтовки), а затем – устройстве типовой поверхностной обработки. Этот способ используется на покрытиях, для которых характерен избыток вяжущего, а также на дорогах местного значения при наличии неровностей и недостаточной прочности покрытия.

Главным показателем, определяющим требования к поверхностной обработке, является ожидаемая интенсивность движения. Погружение частиц щебня в основание происходит под влиянием тяжелых автомобилей, поэтому при проектировании поверхностной обработки им нужно уделять главное внимание. До начала проектирования определяется твердость покрытия, на котором должна быть произведена поверхностная обработка, с целью определения соответствующего размера щебня (это особенно важно для покрытий с избытком вяжущего). Определение твердости покрытия проводится на характерном участке дороги в наружной колее каждой полосы движения.

Состояние покрытия является очень важным для принятия наиболее подходящего способа поверхностной обработки. Важно, чтобы на начальном этапе, пока щебень не погрузился в основание, количество вяжущего было соответствующим: покрытия, более насыщенные вяжущим, требуют меньше вяжущего, чем «тощие».

Увеличение количества горизонтальных и вертикальных кривых на дороге приводит к появлению дополнительных горизонтальных сил, передаваемых колесами на покрытие. Такие дополнительные силы появляются также во время торможения, ускорения и поворотов автомобилей на пересечениях дорог. Напряжения от этих сил имеют дополнительное влияние на устойчивость и долговечность покрытия.

Затенение дороги имеет второстепенное значение, но все же оказывает влияние на твердость покрытия. Участки покрытия, затененные деревьями, домами, путепроводами, а также в туннелях, являются более холодными и твердыми, чем участки на открытой местности. В связи с этим на затененных участках требуется больший расход вяжущего для поверхностной обработки.

Определяющую роль в технологии производства дорожных работ играют машины, которые должны быть в хорошем рабочем состоянии, и материалы. Их выбор должен осуществляться в следующей последовательности:

- 1) материалы – вяжущее, щебень, ПАВ;
- 2) состав – структура, грансостав, дозировка;
- 3) машины – гудронаторы, распределители щебня, уплотняющие машины, щетки.

Для устройства поверхностной обработки используются вяжущие (битумы нефтеперерабатывающих заводов Беларуси; битумные эмульсии, производимые на эмульсионных заводах дорожной отрасли) и каменные материалы (щебень).

К материалам для устройства поверхностных слоев покрытий предъявляются особые требования. Они должны обеспечивать высокую износостойкость покрытия, обладать необходимой адгезией, иметь требуемые светотехнические качества, быть устойчивыми по отношению к климатическим воздействиям и вписываться в санитарно-гигиенические нормы. Адгезионные свойства вяжущих материалов проверяются с помощью прибора ПС-2. Принципиальная схема испытания приведена на рис. 2.18.

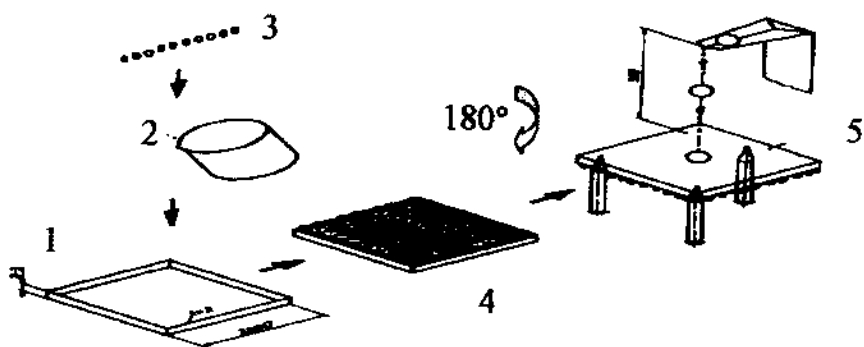


Рис. 2.18. Схема испытания адгезионных свойств вяжущих материалов:
 1 – пластинка; 2 – подготовленное для испытания вяжущее;
 3 – навеска щебня; 4 – пластинка с моделью поверхностной обработки;
 5 – испытательная установка

Для устройства подгрунтовочного слоя применяются жидкие битумы или битумные эмульсии с остаточным расходом битума 250...300 г/м². Верхние (выравнивающие) слои устраиваются из горячих асфальтобетонных смесей, заполнители и вяжущие для которых подбираются с учетом действующих государственных стандартов. Проведенные в последние годы в БНТУ исследования позволили углубить представления о физико-химических процессах, протекающих на границах минеральных и органических компонентов дорожной конструкции, обосновать выбор наиболее важных функциональных групп, наличие которых в веществах способствует образованию высоких адгезионных свойств материалов. Рассмотрен механизм действия поверхностно-активных веществ, изменяющих молекулярно-поверхностные свойства битумов в сторону увеличения их адгезии и когезии; установлено влияние низких температур на напряжения, возникающие в органическом материале, структура которого в данном температурном режиме характеризуется конденсационно-кристаллизационными свойствами; предложен ряд новых поверхностно-активных добавок и способов модификации битумов, позволяющих повысить их долговечность, изменить физико-механические свойства.

К числу битумов, используемых для поверхностной обработки, относятся БД 90/130, БД 130/200 и другие, соответствующие СТБ 1062-97. Это, как правило, – быстрораспадающиеся эмульсии марок ЭБК-Б-65 и ЭБК-Б-70.

Для поверхностных обработок применяется щебень узких фракций из твердых горных пород. РУП «Центр» разработало высокопроизводительное дробильное оборудование для получения кубовидного щебня фракций 2...4, 4...6,3, 6,3...10 и 10...14 мм, качество которого полностью соответствует требованиям стандартов. Тем самым снята проблема обеспечения дорожных организаций требуемыми для поверхностной обработки минеральными материалами.

В республике налажено производство автогудронаторов и щебнераспределителей; некоторые машины импортируются из других государств (рис. 2.19).

Поверхностной обработкой можно считать также технологии «Сларри Сил», «Савалко», «Секмер» и др., которые позволяют восстанавливать верхний слой дорожного покрытия, используя органоминеральные композиции различных составов.

Поверхностная обработка является сезонной технологией не только из-за плохих погодных условий в зимний период, но и потому, что ее надежность зависит от степени погружения щебня в покрытие до наступления холодов. Если щебень не погрузился на достаточную глубину в покрытие, он может быть оторван колесами автомобилей. Частичным решением этой проблемы можно считать применение вяжущего, модифицированного полимерами.

Поверхностная обработка должна производиться в период:

1) с 1 мая по 30 сентября – с использованием битума обычного, разжиженного или модифицированного полимерами;

2) с 1 июня по 31 августа – с использованием битумных эмульсий.

В связи с тем, что погода каждый год имеет свои особенности, сроки производства поверхностной обработки могут быть увеличены или сокращены. Следует принимать во внимание, что все вяжущие не переносят экстремальных погодных условий. Эмульсии распадаются медленней при холодной, дождливой погоде и повышенной влажности воздуха. Рекомендуется использовать эмульсии с удлинненным сроком распада (индекс распада – 100 г/100 г эмульсии).

При влажности воздуха более 80 % распад эмульсии настолько удлиняется, что возникает необходимость применения ускорителей распада. Дождь может влиять на сохранение вяжущего, главным образом, на этапе начального созревания.

а)



б)



Рис. 2.19. Поверхностная обработка асфальтобетонного покрытия:
а – автогудронатором «Дорвектор»; б – машиной WEIX 624

При очень высокой температуре разжиженные битумы могут стать сверхтекучими. Если возможно понижение температуры покрытия в период выполнения работ ниже 15°C, разжиженный битум должен быть использован со щебнем, обладающим высокой адгезионной способностью.

Разные виды поверхностной обработки могут использоваться как меры содержания дорог с достаточной несущей способностью, соответственно заранее отремонтированных. В зависимости от ряда параметров выбираются соответствующие способы производства работ и материалы. Поверхностные обработки могут быть использованы как на асфальтобетонных, так и на цементобетонных покрытиях. Не рекомендуется устраивать их на податливых покрытиях, особенно на покрытиях из литых асфальтов. Основным ограничением этой технологии являются неблагоприятные погодные условия – температуры ниже 5...10 °С и дождь.

Технология поверхностной обработки зависит также от вида используемых машин. На рис. 2.13 и 2.17 приведены технологические схемы одиночной и двойной поверхностной обработки при использовании комбинированных и специализированных машин различных конструкций.

Работы по поверхностной обработке дорожных покрытий требуют строгого соблюдения утвержденных технологий. Их несоблюдение может привести к дефектам, проявляющимся на первом этапе эксплуатации и спустя некоторое время. Возможные дефекты и причины их возникновения приведены в табл. 2.1.

Т а б л и ц а 2.1

Возможные дефекты поверхностной обработки

Вид дефекта	Причины возникновения
1	2
При использовании битумов	
Продольные неровности в виде бугров	Укладка произведена без устранения существующих неровностей; нарушена технология сопряжения полос поверхностной обработки в поперечном направлении
Поперечные неровности в виде бугров	Нарушена технология сопряжения полос поверхностной обработки в продольном направлении
Поперечные неровности в виде колеи	Устройство поверхностной обработки на очень мягком покрытии произведено без предварительного выполнения необходимых ремонтных работ

1	2
Выпотевание вяжущего	Избыток вяжущего; неравномерное распределение вяжущего; щебень не соответствует требованиям по содержанию пылеватых частиц; нарушена технология производства работ (запоздалая россыпь или укатка щебня); не соблюдены требования по уходу за слоями поверхностной обработки при их формировании; конструкция поверхностной обработки не соответствует интенсивности движения
Сплошное разрушение поверхностной обработки	Использованное вяжущее не соответствует категории дороги и условиям движения; занижены нормы вяжущего при розливе; нарушена технология производства работ (позднее распределение щебня, недостаточное уплотнение, розлив вяжущего при низкой температуре, применение влажного щебня); производство работ при неблагоприятных погодных условиях
При использовании битумных эмульсий	
Сплошной отрыв щебня от поверхности сразу после открытия движения	Движение открыто до полного распада эмульсий; вязкость остаточного битума ниже нормы; эмульсия имеет малую концентрацию; эмульсия не является быстрорастворимой; дозировка эмульсии не соответствует нормам; низкая температура окружающей среды; дорожное покрытие имеет избыточную влажность
Локальное выкрашивание	Плохая очистка покрытия; нарушена дозировка вяжущего из-за стекания эмульсии в пониженные точки; наличие зон с пористым покрытием; загрязненный щебень
Вычесывание с образованием продольных борозд	Неравномерное распределение эмульсии форсунками автогудронатора
Локальное разрушение поверхностной обработки	Устройство поверхностной обработки без достаточной очистки покрытия от грязи; выпотевание эмульсии в пониженных покрытиях
Выкрашивание при наступлении морозов	Остаточное вяжущее имеет высокую вязкость; занижена норма вяжущего в поверхностном слое
Выброс щебня при повышенной температуре	Малая вязкость остаточного битума
Выпотевание вяжущего в полосе наката	Под действием тяжелых транспортных средств происходит погружение щебня в покрытие

Приведенные в табл. 2.1 дефекты поверхностной обработки являются следствием ошибочного подбора вида и состава материалов, нарушения технологии производства работ и несоблюдения требований по срокам открытия дорожного движения. При учете всех этих факторов поверхностная обработка как способ повышения

транспортно-эксплуатационных качеств автомобильных дорог становится вполне технико-экономически оправданным инженерным решением и заслуживает дальнейшего развития с учетом новейших научных достижений в дорожной отрасли.

2.3. Устройство слоев дорожной одежды различными способами

2.3.1. Тонкие слои износа, устраиваемые холодным способом

Устройство тонких слоев износа используется как мера поддержания в требуемом эксплуатационном состоянии автомобильных дорог с асфальтобетонными и цементобетонными покрытиями. Технология устройства таких слоев («Сларри Сил») основана на приготовлении смеси минеральных материалов (щебня), воды, битумной эмульсии и добавок и укладке на месте производства работ (рис. 2.20).



Рис. 2.20. Устройство фрикционного слоя износа в технологии «литой холодный микроасфальт»



Рис. 2.21. Свежеуложенный слой «Сларри Сил»

Процесс устройства тонких слоев износа холодным способом включает следующие операции. Смешение компонентов и укладка их смеси на покрытие (рис. 2.21) осуществляются одним комбайном, оборудованным емкостями для щебня, цемента, эмульсии, воды, а также дозатором, мешалкой и оборудованием для укладки (рис. 2.22). Емкость для щебня (10...15 м³) ограничивает объем выполняемых работ после загрузки комбайна. Известны машины, которые можно дозагружать щебнем в процессе работы.

Производство смеси основано на увлажнении водой и замедлителем твердения щебня с цементом в момент попадания их в мешалку, где добавляется битумная эмульсия. Материалы непрерывно перемешиваются в горизонтальном смесителе, из которого они за счет гравитации попадают в расстилающее устройство ящичного типа, состоящее из двух отсеков, снабженных червячными или лопастными конвейерами, обеспечивающими равномерное распределение минерально-эмульсионной смеси по поверхности покрытия. Резиновый фартук, размещенный в задней части устройства, обеспечивает ровность укладываемого слоя. Комбайн, укладывающий

слой износа, передвигается со скоростью 3...4 км/ч. Толщина слоя может быть от 0,2 до 2 см, а ширина – до 3 м. При полном созревании смеси можно приступить к укладке второго слоя. При этом следует заботиться, чтобы поперечные швы были соответствующим образом сформированы. После укладки смеси за 2...3 минуты необходимо выполнить все исправления, используя ручной инструмент.

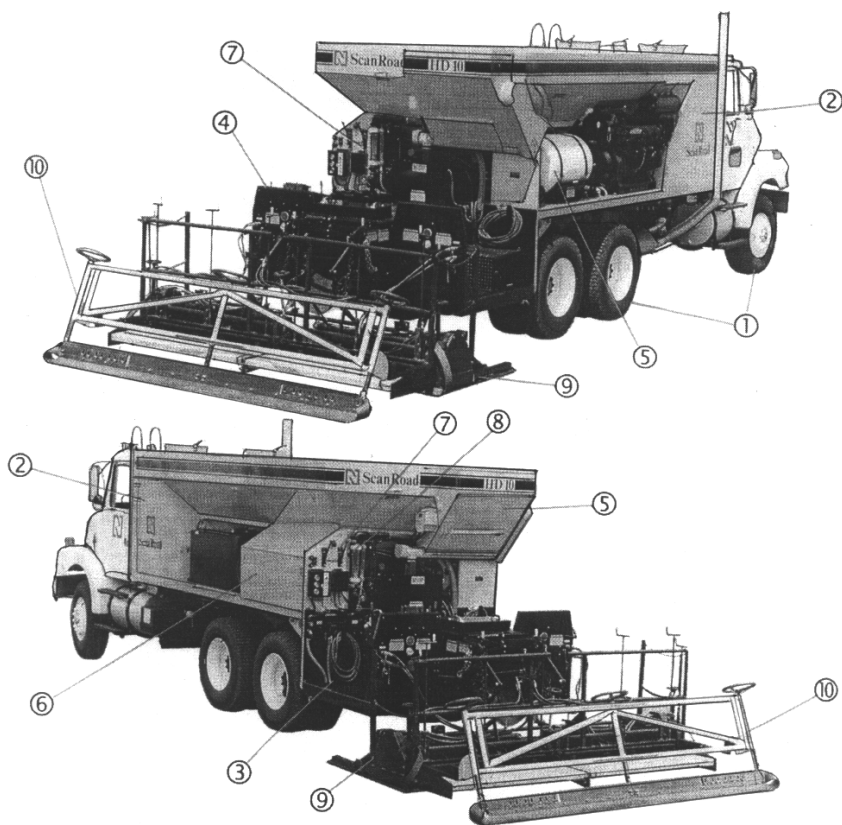


Рис. 2.22. Машина для устройства слоя износа фирмы «Akzo Nobel»:
 1 – база автомобиля; 2 – насосы для воды и эмульсии; 3 – пульт управления;
 4 – контрольный пункт; 5 – гидравлический привод для подачи минерального порошка и жидких добавок; 6 – емкость для смешивания минеральных материалов;
 7 – гидравлическая система регулирования смеси; 8 – измерители потока воды и жидких компонентов; 9 – гидравлический распределитель смеси; 10 – финишер поверхности покрытия

При твердении слоя из него выделяется вода, образовавшаяся при распаде эмульсии. Минимальная когезия, позволяющая движение транспорта, наступает через 15...30 минут, а в некоторых случаях – через 30...60 минут. Полная стабилизация слоя достигается после полного испарения воды. Уплотнения не требуется. В особых случаях могут быть использованы пневмокатки. Укладка слоя обычно производится без подгрунтовки, но на покрытиях очень твердых и при наличии трещин такая подгрунтовка целесообразна. Расход вяжущего при этом составляет 0,2 кг/м².

Тонкие слои износа, устраиваемые холодным способом, выполняются как при содержании дорог, так и при их ремонте и реконструкции, а также могут использоваться при строительстве новых покрытий на дорогах низших категорий.

В процессе эксплуатации дорог тонкие слои износа выполняются в целях:

- 1) улучшения текстуры покрытия и повышения шероховатости;
- 2) повышения поперечной ровности легкодеформируемых покрытий;
- 3) устранения колеиности;
- 4) получения однородной, эстетически приемлемой поверхности;
- 5) уплотнения слаботрещиноватых и пористых покрытий;
- 6) защиты покрытия для повышения его водонепроницаемости.

На рис. 2.23 приведен фрагмент технологии устранения колеи и строительства защитного слоя покрытия по технологии «Сларри Сил».

На вновь построенных или реконструированных дорожных покрытиях тонкие слои используются как слои износа. Они укладываются на слои из минерально-битумных смесей (Grave emulsion) или на грунтовое основание, стабилизированное битумом, битумной эмульсией или гидравлическим вяжущим. Тонкие слои могут быть уложены в равной степени как на нежесткие (асфальтобетон, SMA), так и на жесткие (цементобетон) покрытия. В настоящее время их возможно применять на дорогах и с легкими, и с тяжелыми транспортными нагрузками, на дорогах загородных и городских, (где особенно важны скорость производства работ и необходимость выполнения ремонтов в стесненных условиях – вдоль трамвайных путей, вокруг смотровых колодцев и др.). Исключается опасность травмирования пешеходов, как при применении поверхностной обработки на улицах города.

а)



б)



Рис. 2.23. Применение технологии «Сларри Сил» при ремонте асфальтобетонного покрытия:
а – ликвидация колеи в полосе наката; б – устройство защитного слоя

В рассматриваемой технологии практически нет отрыва щебня, как это имеет место при устройстве поверхностных обработок, что позволяет обеспечить однородность покрытия, его стабильность в процессе эксплуатации.

Однако устройство тонких слоев износа имеет свои недостатки, – например, не позволяет усилить конструкцию покрытия, исправить деформированное покрытие при разрушении нижележащих слоев.

Кроме того, некоторые ограничения связаны со свойствами битумных эмульсий: работы должны проводиться при температуре покрытия не ниже 5°C; наилучшие результаты достигаются в солнечные дни; срок производства работ ограничен: в среднем для Республики Беларусь он находится в пределах от 15 апреля по 30 сентября.

2.3.2. Тонкие слои износа, устраиваемые горячим способом

Тонкие слои износа, устраиваемые горячим способом, используются при новом строительстве, а также в качестве метода ремонта или содержания дорог с асфальтобетонными и цементобетонными покрытиями, имеющими достаточную несущую способность (рис. 2.24).

При содержании дорог такие слои могут быть использованы самостоятельно или в сочетании с другими техническими решениями, – например, с укладкой армирующих геосинтетиков (рис. 2.25).

Они позволяют ремонтировать и исправлять:

- 1) покрытия, имеющие сетку трещин (усталостных);
- 2) поперечные трещины (отраженные и температурные);
- 3) деформированные покрытия (если разрушения возникли не в результате повреждения нижележащих слоев);
- 4) плотность покрытия;
- 5) шероховатость покрытия.

Тонкий слой износа, устраиваемый горячим способом, становится слоем дорожного покрытия толщиной до 3,5 см. В этой технологии используются смеси типа:

- 1) асфальтобетон 0/6,3;
- 2) щебне-мастичный асфальт SMA 0/4; 0/6,3; 0/8; 0/9,6;
- 3) смеси переменного грансостава 0/6,3; 0/9,6; 0/12,8.

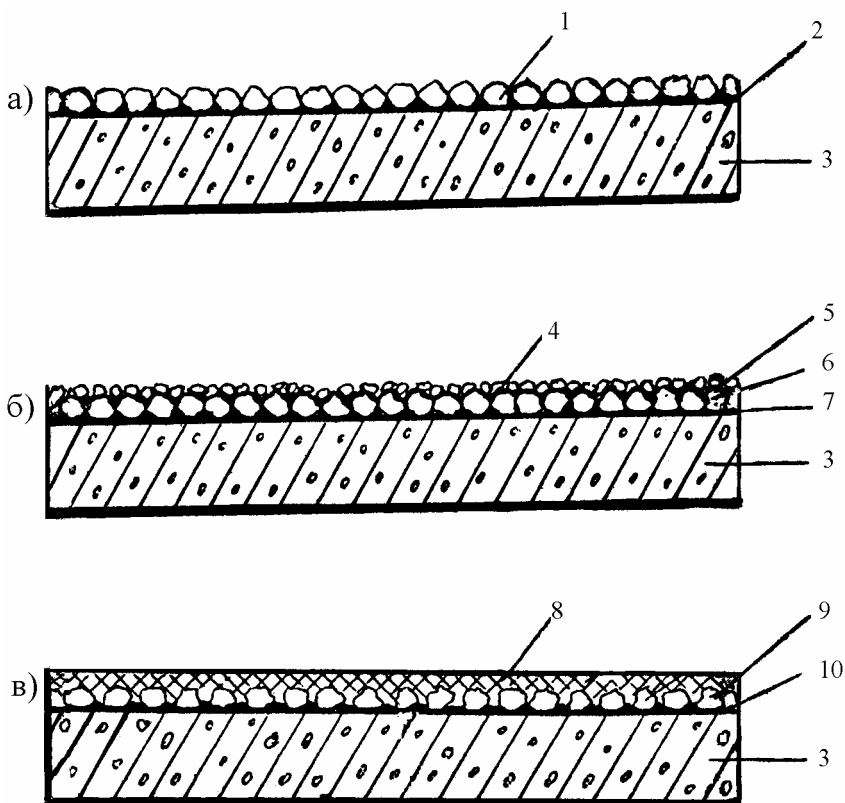


Рис. 2.24. Тонкие защитные слои асфальтобетона на полимерном вяжущем (битуме, модифицированном термоэластопластом «стирол-бутадиен-стирол»): а – одиночная поверхностная обработка; б – двойная поверхностная обработка; в – тонкослойный асфальтобетон; 1 – щебень фр. 6...9 мм (11,0...13,5 кг/м²), 5...10 мм (11,5...13,5 кг/м²), 9...12 мм (14,0...17,0 кг/м²) или 10...15 мм (13,0...18,0 кг/м²); 2 – битумополимерное вяжущее (1,5...1,6 л/м²); 3 – цементно- или асфальтобетонное покрытие; 4 – щебень фр. 4...6 мм (9,0...11,0 кг/м²) или 3...5 мм (8,0...10,0 кг/м²); 5 – битумополимерное вяжущее (0,8...1,0 л/м²); 6 – щебень фр. 9...12 мм (14,0...17,0 кг/м²) или 10...15 мм (13,0...18,0 кг/м²); 7 – битумополимерное вяжущее (1,5...1,6 л/м²); 8 – асфальтобетон – 2,5...3,0 см; 9 – щебень фр. 10...15 мм (8...10 кг/м²); 10 – битумополимерное вяжущее (2,5...2,8 л/м²)

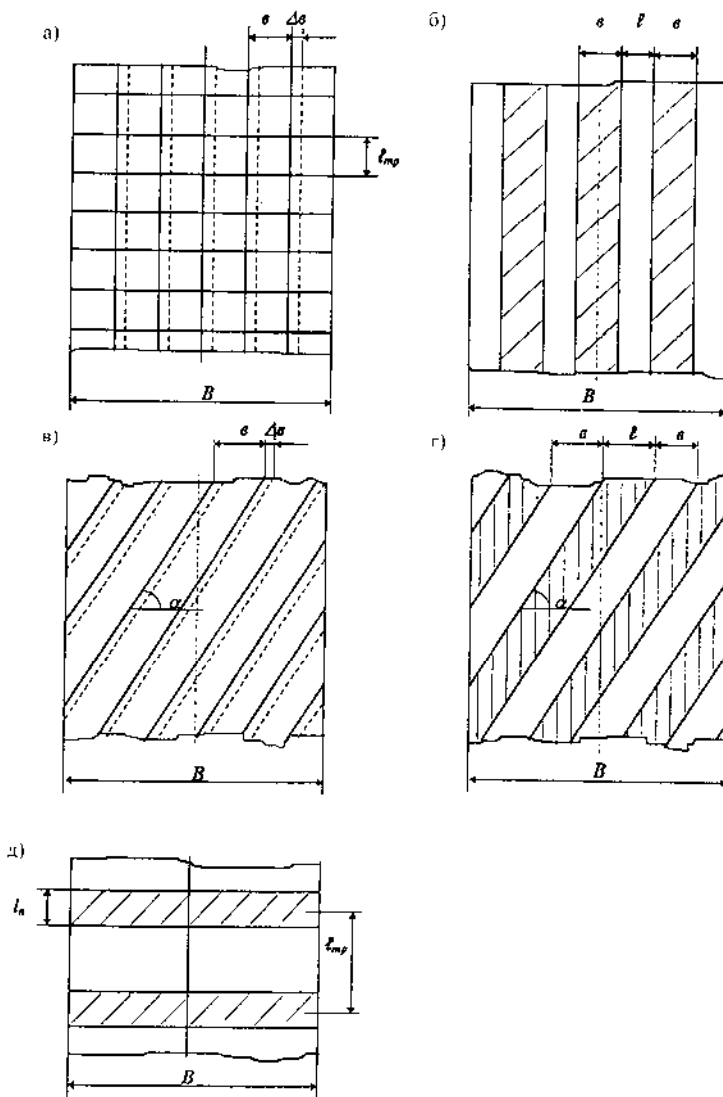


Рис. 2.25. Схема раскладки рулонного материала при устройстве армирующих прослоек:

- а – сплошная укладка вдоль дороги с нахлестом; б – укладка полотен с просветом вдоль дороги; в – сплошная укладка с нахлестом под углом α к оси дороги; г – укладка полотен с просветом под углом α к оси дороги; д – армирование отдельных трещин

При ремонте покрытия по данной технологии выполняются следующие действия:

1) выборочный ремонт и выравнивание старого покрытия, если на нем не имеется значительных поперечных и продольных деформаций;

2) удаление разрушенных слоев путем фрезерования старого покрытия (при значительных непрерывных деформациях рекомендуется устраивать новый слой, обладающий необходимой устойчивостью);

3) устранение заплат литого асфальта и замена их минерально-битумными деформативно-устойчивыми смесями;

4) ликвидация горизонтальной разметки из термопластических материалов;

5) ремонт широких поперечных трещин;

6) очистка поверхности покрытия;

7) розлив битумной эмульсии (50 %-ной) в количестве от 0,2 до 0,3 кг/м²;

8) розлив эластомеро-битумной эмульсии или разжиженного эластомеро-битумного вяжущего горячим способом в количестве 0,3 кг/м² оставшегося вяжущего, если тонкий слой укладывается на покрытие, пораженное сеткой трещин, усталостными или поперечными трещинами;

9) укладка тонкого слоя износа.

Устройство тонких слоев износа осуществляется механизированным способом с помощью укладчика с вибросистемой. Элементы укладчика предварительно нагреваются, и затем осуществляется укладка материалов. Для уплотнения используются только катки с гладкими вальцами (без вибрации), смачиваемые водой.

С учетом быстрого остывания раскладываемого слоя рекомендуется производить работы при температуре воздуха не ниже 10°C. При сильном ветре или температуре ниже 10°C рекомендуется подогревать поверхность перед укладкой тонкого слоя. Открытие движения транспорта после завершения работ может быть через 20...30 минут, когда слой станет холодным. При этом какого-либо ограничения движения не требуется.

Тонкие слои износа, устраиваемые горячим способом, имеют ряд преимуществ. Они могут быть использованы как при новом строительстве, так и при ремонте и модернизации дорожных покрытий. При ремонте покрытий они наиболее эффективны для дорог с

большими транспортными нагрузками и городских улиц, т.к. исключается отрыв частиц щебня и улучшается отток поверхностных вод; кроме того, после укладки слоя движение транспорта может быть открыто через короткий промежуток времени. Такие слои могут успешно использоваться для укладки на булыжник и каменные блоки и особенно эффективны, когда имеется ограничение по толщине нового слоя (на городских улицах, мостовом полотне, под путепроводами и т. п.). Нет ограничения в применении тонких горячих слоев износа и с точки зрения загрузки дороги транспортными потоками.

Однако тонкие горячие слои износа не приводят к усилению дорожной одежды, а их применение малоэффективно в случае, когда покрытие сильно деформировано и нижележащие слои дорожной одежды повреждены.

2.3.3. Устройство слоев износа из литых эмульсионно-минеральных смесей

Для устройства защитного слоя износа может быть использована технология типа «Сларри Сил». Этот слой представляет собой уложенную на покрытие сформировавшуюся литую эмульсионно-минеральную смесь (состоящую из катионоактивной битумной эмульсии, минерального материала, воды и специальных добавок) толщиной в уплотненном состоянии 5...15 мм. Назначение толщины слоя износа производится исходя из обеспечения нормативного межремонтного срока службы дорожного покрытия. Если принять слой износа соответствующим сроком службы, его значение можно определить по формуле

$$h_u = h = aT + \frac{bN_1}{1000} \cdot \frac{(kq)^T - 1}{kq_1 - 1}, \quad (2.2)$$

где a – параметр, зависящий, в основном, от погодоустойчивости покрытия и климатических условий (табл. 2.1);

b – показатель, зависящий, в основном, от погодоустойчивости покрытия;

N_1 – среднесуточная интенсивность движения в исходном году, авт./сут.;

$k = 1,05 \pm 1,07$ – коэффициент, учитывающий изменения в составе движения;

q_1 – показатель ежегодного роста интенсивности;

T – нормативный (проектируемый) срок службы дорожного покрытия.

Для дорог с усовершенствованным покрытием во II дорожно-климатической зоне принимаются верхние пределы параметров a и b (табл. 2.2), а для дорог со щебеночными и гравийными покрытиями – нижние пределы. Если ширина проезжей части превышает 7 м, значение b уменьшают на 15 %, а если она меньше 6 м, – увеличивают на 15 %.

Т а б л и ц а 2.2

Значение параметров a и b и предельно допустимого износа покрытия h_0

Покрытия	a , мм	b , мм/млн. т	h_0 , мм, с учетом неравномерности истирания
Асфальтобетонные, щебеночные и гравийные, обработанные вязкими органическими вяжущими	0,4...0,6	0,25...0,55	10
Восстанавливаемые: двойной поверхностной обработкой	1,3...2,7	3,5...5,5	25
одиночной поверхностной обработкой	1,4...2,8	4,0...6,0	12

Слой типа «Сларри Сил» устраивается с целью предотвращения негативного воздействия природно-климатических факторов на дорожную конструкцию, восстановления слоев износа, обеспечения необходимых сцепных свойств дорожного покрытия. В зависимости от гранулометрического состава используемых минеральных материалов этот слой подразделяют на 2 типа (табл. 2.3).

Гранулометрический состав минеральной части литых
эмульсионно-минеральных смесей

Размер отверстий, мм	Содержание частиц мельче данного размера, % по массе		Точность дозирования, % по массе
	тип I	тип II	
10	100	100	±5
5	90...100	70...90	±5
2,5	65...0	45...70	±5
1,25	45...70	28...50	±5
0,63	30...50	19...34	±5
0,315	18...30	12...25	±4
0,14	10...21	7...18	±3
0,071	5...15	5...15	±2

Материалы, используемые для устройства слоев износа по технологии «Сларри Сил», должны соответствовать нормативным требованиям. Щебень должен быть из плотных горных пород по ГОСТ 8267-93, 1-й группы, имеющей марку по прочности не ниже 1200, марку истираемости – не ниже И-1, морозостойкость – не ниже 15. Песок из отсевов дробления должен соответствовать ГОСТ 8736-93. Для приготовления смесей может использоваться щебеночно-песчаная смесь С13 по ГОСТ 25607-94 после отгрохачивания частиц крупнее 10 мм. Для обеспечения требований к гранулометрическому составу в минеральную часть могут быть введены минеральный порошок по ГОСТ 16557-78 и цемент по ГОСТ 10178. Песок, щебень и при необходимости – минеральный порошок перед использованием должны быть смешаны в определенных пропорциях с помощью специальных машин типа «Revson 73830» или устройств, принципиальная схема которых приведена на рис. 2.26.

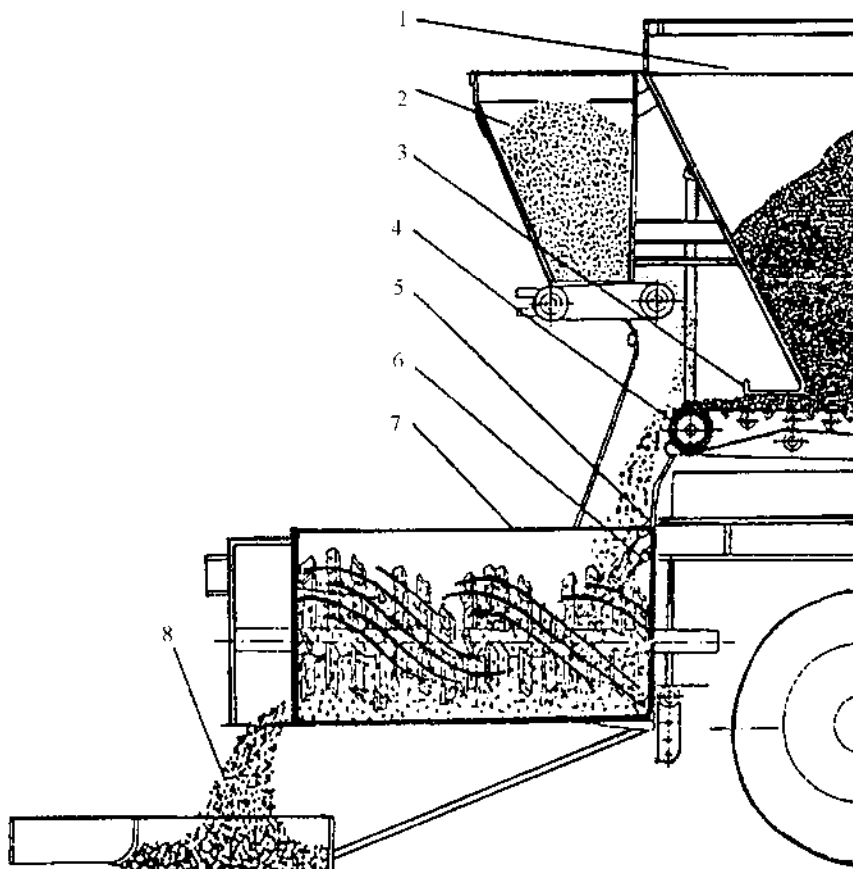


Рис. 2.26. Схема установки для укладки органо-минеральных смесей:
 1 – агрегатный ящик; 2 – ящик для наполнителей; 3 – окно для поступления агрегата; 4 – конвейерный пояс; 5 – впрыскиватель эмульсии; 6 – впрыскиватель воды; 7 – мельница; 8 – готовая смесь

Эмульсии, используемые для приготовления смесей, должны соответствовать технологическому регламенту. Рекомендуется применять эмульсии битумные катионные, соответствующие требованиям ТУ РБ 14559998.124, марок ЭБК-М-60. Содержание битума в эмульсии должно составлять 62 ± 2 %, марка битума – соответствовать рекомендуемой ГОСТ 9128-97. В условиях II дорожно-

климатической зоны, а также при интенсивности движения более 10000 авт./сут., целесообразно использовать полимермодифицированные битумные эмульсии, получение которых может осуществляться введением совместимых с эмульсией катионоактивных латексов «Бутонал SL 170К», «Родкем 600», «Интерлатекс АФ» и др. в процессе приготовления или использованием битумов, модифицированных добавками. Содержание модификатора в остаточном битуме модифицированной эмульсии должно быть в пределах 2...4 % по массе.

В качестве замедлителя скорости распада смеси могут использоваться сульфат алюминия, соли моноаминов, полиаминов, амидоаминов и др. Содержание замедлителя в литой эмульсионно-минеральной смеси должно быть минимально необходимым для обеспечения нужного времени перемешивания. В качестве ускорителя твердения и добавки, улучшающей консистенцию смеси, может использоваться цемент по ГОСТ 10178 марок «500» или «400».

Подбор составов эмульсионно-минеральных смесей осуществляется с целью получения поверхности, имеющей определенный заданный период формирования и обладающей необходимыми качественными характеристиками.

Время формирования покрытий типа «Сларри Сил» принято оценивать тремя периодами:

- 1) временем распада при смешивании смесей;
- 2) временем отвердения смеси;
- 3) временем открытия движения.

Время распада эмульсии при смешивании – это промежуток от момента приготовления смеси до потери ею подвижности. Его регулируют при помощи введения в систему специальных добавок-стабилизаторов скорости распада. Правильно подобранная смесь должна обладать определенной стабильностью и оставаться однородной на протяжении всего времени смешивания и распределения, что возможно, только если в смеси нет избытка воды и эмульсии, не происходит сегрегации эмульсии и щебень не содержит крупных образований.

Распад эмульсии должен происходить после распределения смеси по поверхности покрытия. Чтобы предсказать, как долго смесь может находиться в машине до начала ее распада, при подборе составов проводится испытание на определение времени смешивания.

Время распада при смешивании смесей типа «Сларри Сил» должно составлять не менее 180 с. Оно зависит от ряда факторов: минералогических свойств и зернового состава минеральной части, состава эмульсии, природы эмульгатора, соотношения компонентов смеси, температуры окружающего воздуха. Поэтому подбор составов смесей должен происходить с учетом вышеперечисленных факторов.

При слишком медленном распаде эмульсии возникает опасность стекания жидкой смеси с поверхности покрытия или ее расслоения. Во избежание этих явлений при подборе составов эмульсионно-минеральных смесей контролируют момент отверждения поверхности. При испытании для установления *времени отверждения* определяется промежуток времени с момента укладки до момента, когда: Сларри-система уже не смешивается в однородную смесь; при сжатии образца невозможно горизонтальное смещение; промокательная салфетка не пачкается при легком соприкосновении с поверхностью образца; эмульсия не может быть разбавлена или вымыта из образца.

Более точно момент твердения смеси находят с помощью специального прибора – модифицированного определителя силы сцепления. При помощи этого прибора определяют *время открытия движения*, при котором покрытие Сларри сформировалось до такой степени, что можно открыть движение автомобилей с ограниченной скоростью. Время отверждения и время открытия движения устанавливаются при достижении моментов вращения, найденных с помощью определения силы сцепления определенных уровней, соответствующих требованиям спецификаций «Сларри Сил». Время отверждения эмульсионно-минеральных смесей должно составлять не более 30 мин, время открытия движения в зависимости от погодных условий – не более 4 ч.

Кроме экспериментов (тестов), определяющих скорость формирования покрытия, при подборе составов эмульсионно-минеральных смесей важной задачей является исследование его качественных характеристик – мокрого истирания и сцепления вяжущего с минеральной частью.

Тест на мокрое истирание связан с исследованием износоустойчивости полученного слоя и является моделирующим. Он позволяет установить оптимальное содержание битумной эмульсии в системе. Для этого приготавливают несколько составов с определенным содержанием минеральной составляющей, стабилизатора скорости распада и различным содержанием эмульсии. Из приготовленной

смеси готовят образцы, которые испытывают на мокрое истирание. За оптимальное принимают то количество битумной эмульсии, при котором степень истирания оказалась минимальной.

Рекомендуемое содержание остаточного битума в эмульсионно-минеральной смеси составляет для смесей типа 1 – 7,5...13,5 %, типа 2 – 6,5...12 %.

Тест на мокрое истирание характеризует прочность сцепления (адгезию) битумной пленки с минеральным материалом. От степени сцепления битума со щебнем зависит долговечность устраиваемого слоя износа. Потеря массы при этом должна составлять не более 806 г/м².

Эмульсионно-минеральная смесь считается выдержавшей испытание, если не менее 75 % поверхности минерального материала после проведения испытания покрыто битумом.

Если после всех проведенных испытаний получены положительные результаты, можно сделать вывод, что эмульсионно-минеральная смесь подобрана правильно, и полученная Сларри-система будет выполнять свои функции.

Технологический процесс устройства слоя износа типа «Сларри Сил» состоит из следующих этапов:

- 1) подготовительные работы (устранение дефектов покрытия);
- 2) калибровка распределительной машины для правильного дозирования исходных материалов;
- 3) закрытие движения по полосе, на которой будет устраиваться слой износа;
- 4) загрузка машины необходимыми исходными компонентами;
- 5) приготовление и распределение эмульсионно-минеральной смеси специальной машиной;
- 6) технологический перерыв, составляющий в зависимости от погодных условий 0,5...4 ч;
- 7) открытие движения по уложенной полосе с ограничением скорости до 40 км/ч на 1...3 сут.

Перед укладкой эмульсионно-минеральной смеси должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- 1) герметизация трещин и швов в покрытии дороги с использованием соответствующих ремонтных материалов;
- 2) ямочный ремонт покрытия;
- 3) ремонт покрытия методом холодного фрезерования или устройством выравнивающего слоя из горячей асфальтобетонной сме-

си при величине зазора под трехметровой рейкой и величинах поперечных уклонов, не соответствующих СНиП 3.06.03-85;

4) тщательная очистка покрытия от пыли, грязи, масляных пятен;

5) подгрунтовка поверхности смесью катионной эмульсии (ЭКБ-М-60, ЭКБ-М-65) и воды в соотношении 1:3 с нормой расхода остаточного битума 0,2...0,4 л/м² на сильно изношенных, со следами значительного шелушения, асфальтобетонных покрытиях.

При температуре выше +30°C целесообразно предварительное увлажнение поверхности покрытия водой. Не допускается производить работы по укладке эмульсионно-минеральной смеси:

1) при температуре окружающего воздуха ниже +10°C;

2) при дождливой погоде;

3) при прогнозе снижения температуры воздуха в месте производства работ до 0°C в течение ближайших 24 ч после укладки.

Комплект машин для устройства слоев износа должен включать: смеситель-распределитель, эмульсовоз, фронтальный погрузчик минеральных материалов, поливомоечную машину, оборудованную щеткой. При устройстве слоя износа на остановочных площадках, площадках отдыха и в других местах, где отсутствует достаточное для уплотнения движение автомобилей, в комплект машин необходимо включать пневматический каток массой 10 т.

Исходные компоненты литых эмульсионно-минеральных смесей точно дозируются, перемешиваются и распределяются на покрытиях автомобильных дорог с помощью специальных смесителей-укладчиков. Примером таких машин являются Масграрвер фирмы «VSS» (США) и HD фирмы «Akzo Nobel». Могут использоваться любые аналогичные машины, оборудованные необходимыми узлами и агрегатами.

Смесительно-распределительная машина представляет собой установку непрерывного действия, смонтированную на грузовике. Она обладает следующими возможностями:

1) транспортировка материалов из приобъектного склада непосредственно на место производства работ;

2) дозировка исходных материалов в специальный миксер мягкого действия в необходимых пропорциях;

3) смешивание материалов в однородную массу;

4) подача смешанного материала в специальный распределительный короб;

5) устройство покрытий из эмульсионно-минеральной смеси определенной ширины (2...4 м) и толщины (5...15 мм).

Для того, чтобы эмульсионно-минеральная смесь соответствовала лабораторному подбору, смеситель-распределитель должен быть откалиброван для работы именно с теми материалами, которые будут использоваться. Система перемешивания машины расположена вокруг ведущего шкива транспортера минерального материала.

Эмульсионный насос нагнетательного типа приводится в действие от ведущего вала транспортера с постоянным передаточным числом, что позволяет изменить соотношение между эмульсией и минеральным материалом за счет изменения просвета в подающем окне бункера. Соотношение между количеством цемента и минерального материала регулируется изменением отношения скоростей питателя цемента и транспортера. Расход воды и замедлителя схватывания смеси регулируется величиной открытия соответствующих кранов. Калибровка должна выполняться не реже одного раза в неделю и при каждом изменении исходных материалов.

Закрытие движения по полосе, где будет устраиваться слой износа, ограждение мест производства работ необходимо производить в соответствии с «Типовыми схемами ограждения мест производства работ» согласно РД 218 29 БССР.

Для повышения производительности распределительной машины необходимо устраивать приобъектный склад, удаление которого от места производства работ должно составлять не более 3 км.

В процессе укладки эмульсионно-минеральных смесей необходимо следить, чтобы смежные укладываемые полосы перекрывались не более чем на 15 см. Температура битумной эмульсии при производстве работ должна быть не более 45°C.

Максимальное время открытия движения по уложенному слою определяется лабораторным подбором и доводится до производителя работ. В полевых условиях за момент открытия движения может быть принято такое состояние уложенного слоя, при котором при надавливании на него каблуком ботинка не остается вмятин, а на ботинке не остается следов эмульсии и битума.

Ориентировочный состав бригады для укладки слоя износа:

- 1) прораб (мастер) – руководитель работ;
- 2) водитель – обеспечивает точный курс движения с целью сопряжения полос и обеспечения необходимой геометрии укладки;

3) оператор смесителя-распределителя – обеспечивает и управляет процессами подачи, смешения и укладки, отвечает за качество и равномерность распределения эмульсионно-минеральной смеси;

4) рабочие (3...5 чел.) – обеспечивают организацию движения на месте производства работ, выполняют ручные работы по стыковке сопряжений, исправлению дефектов, возникающих в процессе укладки покрытия.

Для обеспечения необходимого качества устраиваемых слоев износа «Сларри Сил» осуществляется контроль непосредственно на участке ведения работ. При этом производится отбор и изготовление образцов для определения остаточного содержания битума в смеси, проведение мокрого испытания и испытания на сцепление битума со щебнем. Определяются также ровность, однородность и сцепные качества слоя износа. Схема технологического контроля при производстве работ по укладке слоев износа «Сларри Сил» приведена в табл. 2.4.

Т а б л и ц а 2.4

Схема технологического контроля

№ пп	Время проведения контроля	Содержание контроля	Ответственный
1	2	3	4
1	При доставке материалов	Проверить минеральный материал на соответствие НДТ для эмульсионно-минеральных смесей Проверить качество используемой битумной эмульсии (ГОСТ 18659-81) 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

1	2	3	4
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
5	Не реже 1-го 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

Наряду с литыми органо-минеральными смесями (рис. 2.27) при ремонте асфальтобетонных покрытий широко применяются литые асфальты (рис. 2.28, 2.29).

Повсеместно распространенные технологии текущего (ямочного) ремонта дорог, основанные на использовании в качестве ремонтного материала обычных уплотняемых асфальтобетонных смесей, трудоемки и в большинстве случаев малоэффективны, поскольку позволяют поддерживать надлежащее техническое состояние проезжей части улиц и дорог лишь на короткое время. Более того, выполнение ремонта дорожного покрытия в период года, когда асфальтобетонные заводы бездействуют, вообще невозможно, хотя именно поздней осенью, зимой и ранней весной, в условиях значительных перепадов температур и избытка влаги, случайно возникшие повреждения покрытий быстро прогрессируют и работоспособность дорожных одежд снижается.

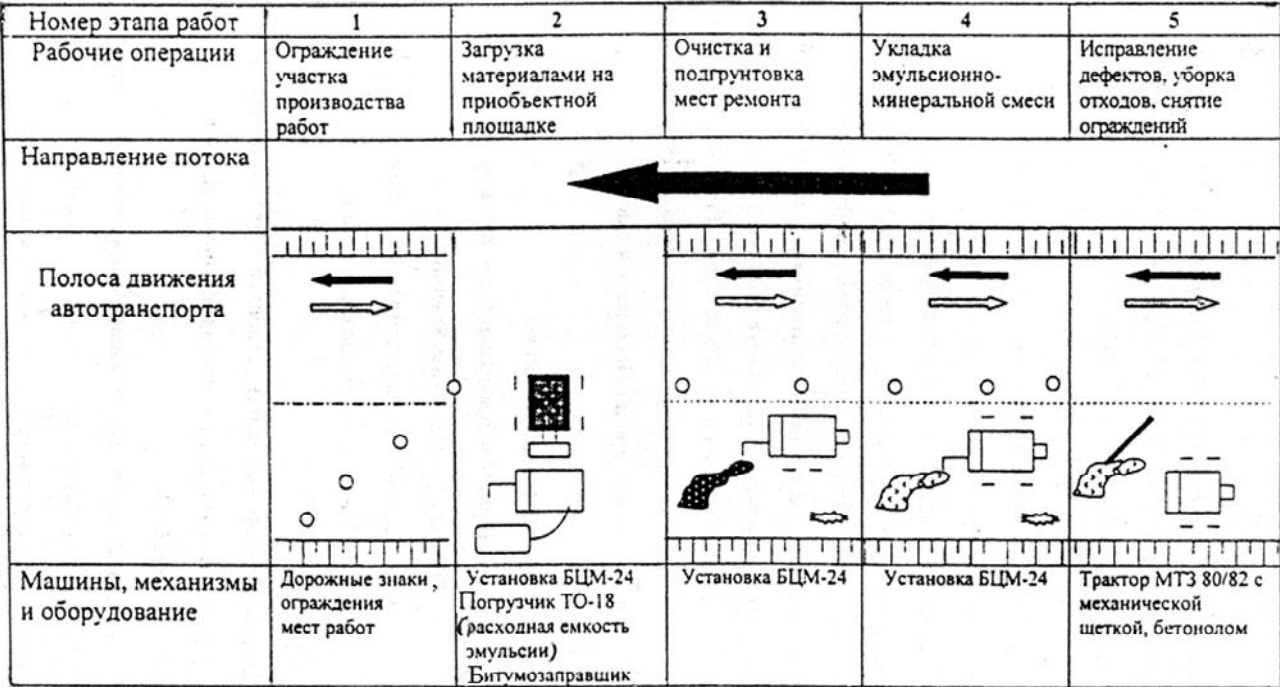


Рис. 2.27. Типовая технологическая схема производства работ при ямочном ремонте покрытий дорог эмульсионно-минеральными смесями

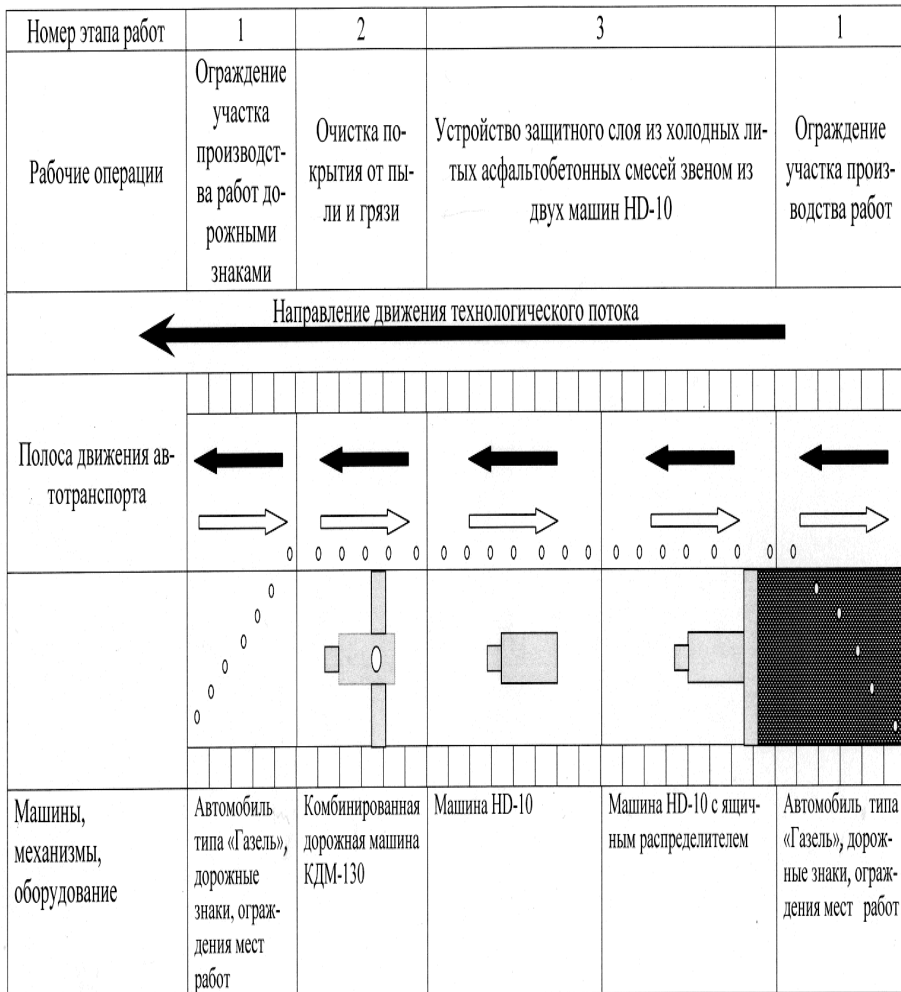


Рис. 2.28. Типовая технологическая схема производства работ по укладке защитного слоя из холодных литых асфальтобетонных смесей из двух машин HD-10

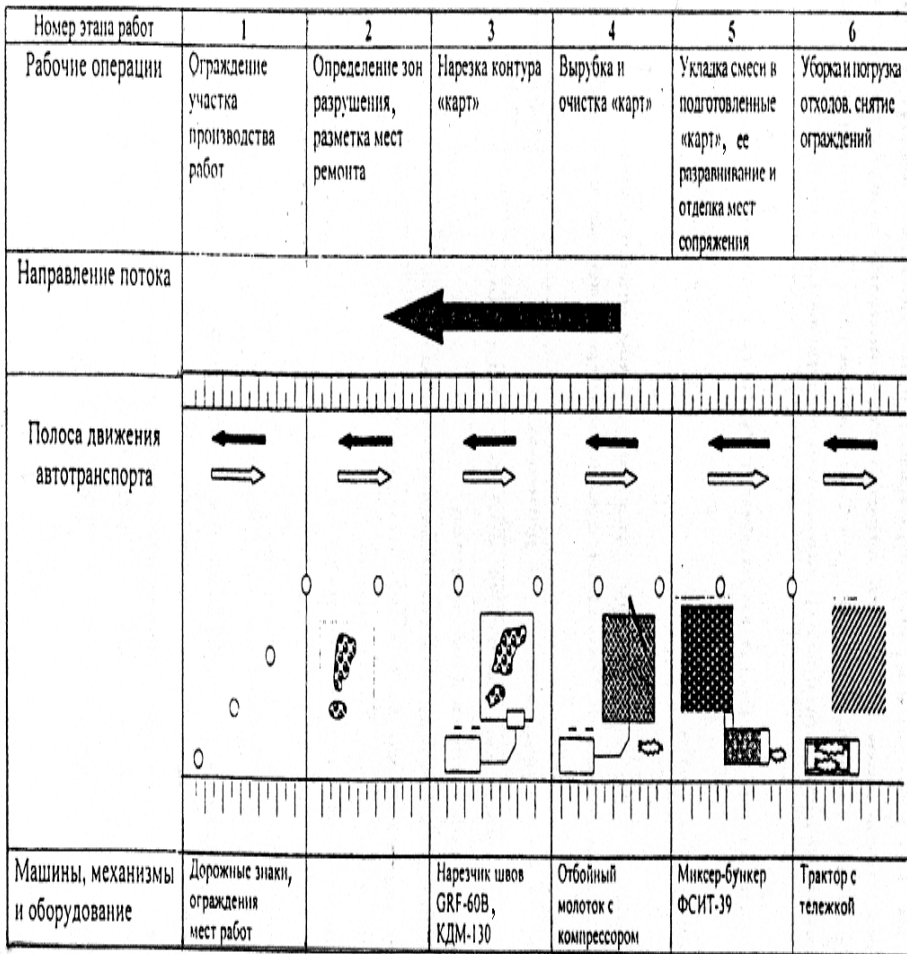


Рис. 2.29. Типовая технологическая схема производства работ при ямочном ремонте покрытий дорог горячими литыми асфальтобетонными смесями

Существенные преимущества по сравнению с классическими способами текущего ремонта дорожных покрытий достигаются при использовании в качестве ремонтного материала литых горячих битумоминеральных смесей по соответствующей технологии.

К литому асфальту, как ни к какому другому, вполне применим термин «материал высшего сорта». Несмотря на более высокую стоимость (примерно на 20 %) асфальтовых смесей литой консистенции по сравнению с уплотняемыми, высокий экономический эффект применения литого асфальта достигается, в первую очередь, за счет значительного повышения срока службы покрытия (по зарубежным публикациям, долговечность покрытий из литого асфальта оценивается в 25...35 лет). Высокая невосприимчивость таких покрытий к внешним воздействиям окружающей среды объясняется их исключительно благоприятными физико-механическими свойствами (отсутствием сообщающихся пор, высокой водонепроницаемостью, износо- и коррозионноустойчивостью, малой подверженностью старению).

В совокупности с высокой долговечностью ремонт дорожных покрытий с использованием литых смесей обеспечивает и другие преимущества, важнейшими из которых являются:

- 1) отсутствие необходимости уплотнения ремонтного материала, уложенного на поврежденное покрытие;
- 2) отсутствие необходимости подгрунтовки ремонтируемой поверхности битумом;
- 3) высокая приживаемость ремонтного материала к покрытию, обеспечение бесшовности покрытия (благодаря высокой температуре в сочетании с относительно высоким содержанием вяжущего вещества);
- 4) расширение сроков дорожно-ремонтного сезона вплоть до круглогодичного;
- 5) возможность проведения ремонта в короткие сроки в сочетании с минимальными ограничениями движения транспорта;
- 6) независимость технологии от режимов работы асфальтобетонных заводов и автомобилей, занятых на транспортировке смесей;
- 7) возможность проведения дорожно-ремонтных работ в ночное время;
- 8) возможность заблаговременного приготовления ремонтных полуфабрикатов в виде «сухих» смесей, основой которых (до 80 % по массе) является старый асфальтобетон;
- 9) снижение грузооборота при проведении ремонта.

Научное обоснование технической целесообразности и экономической эффективности ремонта автомобильных дорог литым асфальтом выполнено нами еще в начале 80-х годов, а затем подтверждено результатами опытно-технологических работ, проводившихся впервые на автомобильной дороге Москва-Минск-Брест (участок Столбцы-Барановичи) и в городе Минске (бывшая Парковая магистраль).

Проверенная на практике технология впервые опубликована в «Рекомендациях по способам ускоренного ремонта дорожных покрытий» (Минск, 1984 г.), затем вошла в качестве рекомендуемой в состав «Технических правил по ремонту и содержанию городских дорог» и практически одновременно отражена в последней редакции «Технических правил ремонта и содержания автомобильных дорог» (ВСН 24-88 Минавтодора Российской Федерации), являвшихся тогда общесоюзным нормативным документом в данной области.

Данная технология получила распространение в практике дорожно-ремонтных и дорожно-эксплуатационных организаций республики начиная с 1992 года благодаря появлению специализированных средств для приготовления, транспортирования и укладки смесей литого асфальта. Так, Калининградским АО «Стройдормаш» начала серийно выпускаться машина ДЭ-21М-03; в городе Минске появились варочные котлы большой грузоподъемности ГТ-10 югославского производства и КДМ-150 АО «Кредмаш». В республике впервые введены в действие технические условия ТУ РБ 05548406.192-94-96, по которым организовано производство литого асфальта на асфальтобетонных заводах ОАО «Макродор» в Минске, а также на АБЗ «Волма», «Новосады» (Борисов), «Лесино» (Барановичи) и «Мартьяновка» (Березино). Под вариант дорожного ремонта типа ДЭ-21М-03 в РПРСО «Автомагистраль» переоборудовано несколько бывших блокировочных машин типа ДЭ-21М-01. Большие объемы работ выполнены по устройству долговечных защитных покрытий из литого асфальта на железобетонных тротуарных плитах мостов и путепроводов автомобильной дороги Минск-Могилев и частично – Минской кольцевой автомобильной дороги. На данный момент объемы круглогодичного ремонта дорог литым асфальтом в Минске составляют около 100 тыс. км² в год. При реконструкции автомобильной дороги Москва-Минск-Брест только в 1997 году при ремонте цементобетонного покрытия было уложено около 3000 т литого асфальта.

В ближайшие годы прогнозируется возрастание потребительского спроса на данные технологии, обусловленное тем, что в настоящее время в Республике Беларусь налаживается собственное производство машин для ремонта дорожных и аэродромных покрытий литым асфальтом типа РД-2500Л, разработка и патентование которых осуществлены совместно с предприятием «Ремавтодор», арендным научно-производственным объединением «Жилкоммунтехника» и предприятием «Спектр».

2.3.4. Частичное фрезерование

В результате воздействия неблагоприятных факторов на дорожном покрытии могут образоваться дефекты – колеиность, неровности и т.д.

В процессе эксплуатации автомобильных дорог часто приходится производить работы по восстановлению первоначальных качеств дорожного покрытия – его регенерацию (рис. 2.29).

Способы регенерации (рис. 2.30) бывают различные: термопрофилирование, термоперемешивание, ремикс, фрезерование и др.

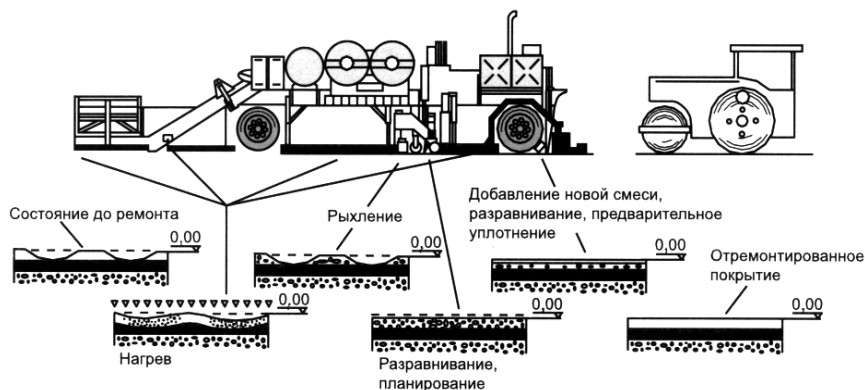


Рис. 2.30. Регенерация асфальтобетонного покрытия

Частичное фрезерование как самостоятельная мера ликвидации колеиности используется в исключительных случаях, когда возникает острая необходимость улучшения безопасности движения, причем эта мера трактуется как чрезвычайная. Оно основано на сре-

зании горбов покрытия до дна колеи в целях исправления поперечной ровности проезжей части или полосы движения.

Для выполнения работ по фрезерованию используются фрезы с электронной системой управления, обеспечивающие продольную ровность и поперечный уклон сформированной поверхности в соответствии с требованиями ГОСТа.

Эти требования следующие: ширина фрезерного барабана – не менее 1800 мм; текстура фрезерованной поверхности должна быть однородной и состоять из прерывистых продольных канавок глубиной не более 6 мм; разность высотных отметок соседних сфрезерованных полос или сфрезерованной полосы и нефрезерованного покрытия – не более 5 мм; глубина фрезерования должна соответствовать проектной документации, отклонения – не превышать ± 5 мм; поперечный уклон покрытия после фрезерования должен соответствовать проектным требованиям; допустимая погрешность ± 5 %; неровности покрытия после фрезерования, измеренные 4-метровой рейкой, – не более 6 мм.

Перед открытием движения на участках дорог, где произведено фрезерование, необходимо убрать сфрезерованный материал, а поверхность очистить от крошек.

Частичное фрезерование используется только в том случае, когда глубина колеи не превышает 30 мм, а причиной ее появления была не вязкопластичная податливость слоя износа или нижележащих асфальтобетонных слоев, а главным образом, доуплотнение слоев дорожной одежды на протяжении ряда лет. Внешним фактором появления колеиности являются недостатки устройства краевой полосы покрытия.

Частичное фрезерование может быть также использовано в целях временного повышения шероховатости покрытия.

Фрезерование нельзя производить:

- 1) на глубину, которая приведет к вскрытию нижележащего связного слоя;
- 2) в верхнем слое, не связанном с нижележащим, если в процессе фрезерования происходит его отрыв от нижележащего;
- 3) на покрытиях, у которых основание устроено из небитумных материалов или толщина битумных слоев меньше 5 см;
- 4) на покрытиях с сеткой усталостных трещин;
- 5) на покрытиях с чрезмерным количеством битума.

2.3.5. Фрезерование с последующей укладкой слоя усиления

Фрезерование с последующей укладкой слоя усиления используется в целях исправления поперечной ровности покрытия, защиты его от деструкции и повышения шероховатости. Оно может быть значительным или поверхностным. Работы могут производиться по всей ширине проезжей части или по одной полосе движения. **Значительным** считается фрезерование при снятии слоя до 30 мм, **поверхностным** – до 15 мм. Усиление покрытия может быть произведено двойной поверхностной обработкой или другими способами усиления.

Перекрытие отфрезерованных участков слоями усиления рекомендуется выполнять в том же сезоне еще до наступления низких температур, т.к. в зимнее время возможно повреждение поверхности и потребуются дополнительные средства для ее обновления в следующем сезоне.

Все виды работ по фрезерованию и поверхностной обработке должны выполняться в полном соответствии с технологическими рекомендациями (рис. 2.31).

Этот метод не рекомендуется применять, когда глубина колеи превышает 30 мм, и в случаях, аналогичных частичному фрезерованию.

2.3.6. Фрезерование с укладкой холодного тонкого слоя

Фрезерование с укладкой холодного слоя применяется для исправления ровности, защиты от деструкции в результате фрезерования, улучшения шероховатости покрытия и может быть значительным, поверхностным или целого слоя износа. Оно производится по всей ширине проезжей части или по полосе движения. Значительное фрезерование выполняется на глубину до 30 мм, поверхностное – до 15 мм, фрезерование слоя износа – на полную его толщину. На сфрезерованную поверхность рекомендуется укладывать два тонких холодных слоя. Первый слой имеет выравнивающие функции; его общая толщина должна быть не менее 12 мм; второй выполняет защитные функции, обеспечивает шероховатость покрытия.

Как и в предыдущем случае, все работы должны быть завершены в один сезон. Оставлять на зиму сфрезерованную поверхность не рекомендуется, так как это приводит к разрушению и определенным технологическим трудностям по ее восстановлению.

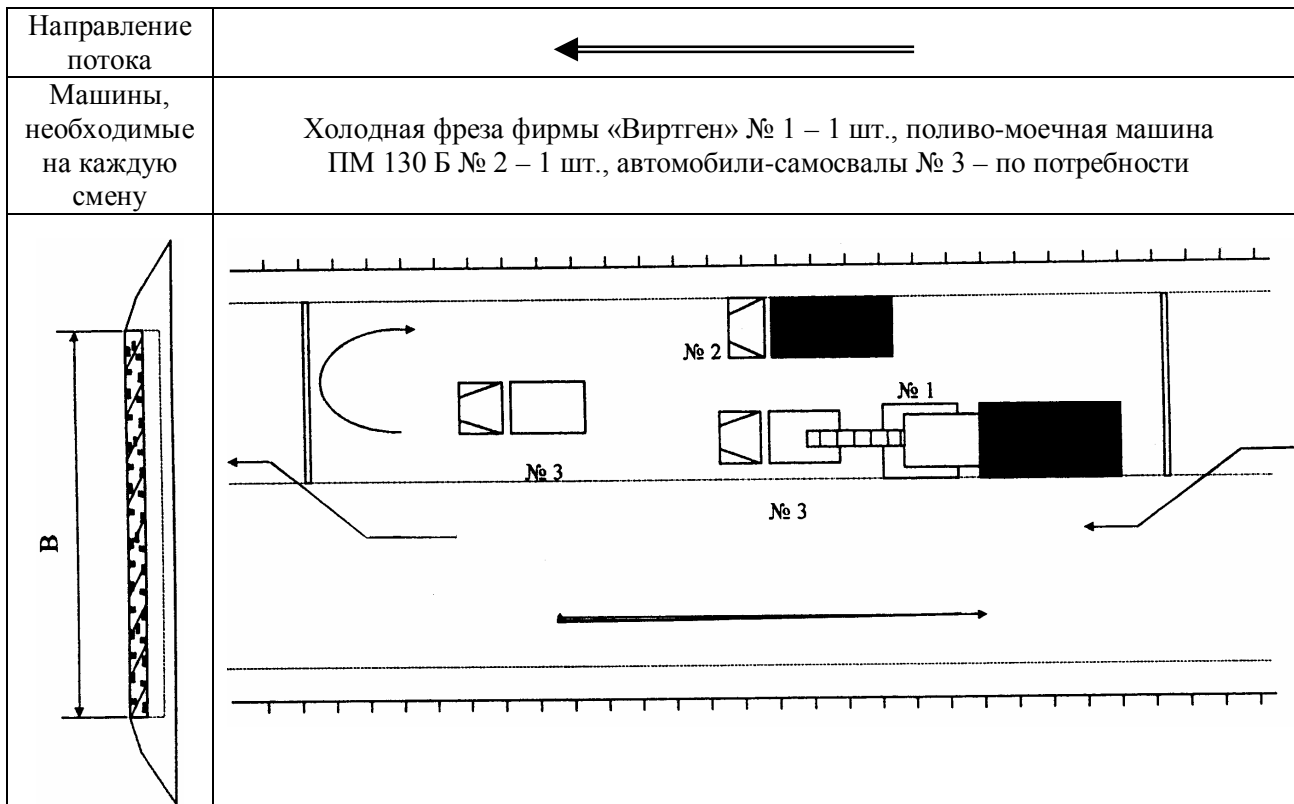


Рис. 2.31. Технологическая схема фрезерования асфальтобетонного покрытия

Эту технологию рекомендуется применять в случае, когда глубина колеи не превышает толщины слоя износа. Сфрезерованный слой должен быть заменен новым такой же толщины. Не рекомендуется ее применять в случаях, аналогичных частичному фрезерованию.

2.3.7. Фрезерование с последующей укладкой тонкого слоя горячего асфальтобетона

Этот вид ремонта применяется в целях исправления ровности поверхности покрытия, защиты его от деструкции в результате фрезерования и повышения шероховатости. Фрезерование может быть значительным (до 30 мм), поверхностным (до 15 мм) и на полную толщину слоя износа. Тонкий слой укладывается с использованием горячей технологии. Выполнение работ по укладке тонкого слоя необходимо провести в том же сезоне, что и фрезерование. Перенос укладки нового слоя на следующий сезон приводит к дополнительным работам по обновлению поверхности покрытия.

Ограничения этого способа вытекают из условий, характерных для частичного фрезерования и укладки тонких слоев из горячего асфальтобетона.

2.3.8. Выравнивание покрытия тонким слоем

Выравнивание покрытия тонким слоем асфальтобетона применяется для исправления поперечной ровности и повышения шероховатости колеванной поверхности. Технология работ включает следующие операции: фрезерование, заполнение колеи холодной или горячей смесью, укладка тонкого слоя (или слоев) с использованием холодной или горячей смеси. Метод рекомендуется применять, если глубина колеи не превышает 35 мм и если она образовалась в результате вязко-пластических деформаций. Ограничения этого способа аналогичны условиям, характерным в целом для устройства тонких слоев (горячих и холодных).

2.3.9. Термопрофилирование поверхности покрытия

Термопрофилирование предусматривает доведение сформированного поперечного профиля слоя износа до первоначальной ровности. Оно является непрерывным технологическим процессом, выполняемым непосредственно на дороге. Основные операции термопрофилирования:

- 1) нагревание слоя износа газопламенными горелками;

2) горячее фрезерование и перемешивание битумно-минеральной смеси;

3) распределение смеси (формирование слоя износа);

4) уплотнение уложенного слоя.

При перемешивании битумно-минеральной смеси могут быть введены недостающие компоненты для доведения до требуемого состава.

Работы по термопрофилированию выполняются самоходными машинами, имеющими оборудование для подогрева, фрезерования, перемешивания и укладки регенерируемых материалов. Для уплотнения слоя используются пневмокотки, статические катки с металлическими вальцами и виброкатки.

Необходимые атмосферные условия при производстве работ: слабый ветер, сухая погода, температура воздуха выше 10°C. Температура нагрева старого слоя должна соответствовать температуре нагрева вяжущего в нем.

Термопрофилирование применяется в случае, когда колеи в существующем покрытии имеют вязко-пластический характер, но состав смеси в старом слое не требует изменений, кроме свойств старого битума. Внешним проявлением такой деформации является колея без явно выделяющихся кромок шириной не менее 80 см, формировавшаяся на протяжении многих лет. Дорожная одежда не требует усиления, кроме заделки трещин усталостного характера, которые могут появиться через несколько лет эксплуатации

Термопрофилированию подлежат только те покрытия, у которых глубина колеи не превышает толщины слоя износа.

Не рекомендуется применять этот способ ремонта, когда состав существующего слоя требует корректировки. В этом случае целесообразно применять ремиксинг.

Термопрофилирование слоя износа может быть проведено не более двух раз в процессе его эксплуатации без соответствующего поверхностного усиления или без укладки дополнительного слоя.

Применение термопрофилирования может технически и организационно осложняться, если в покрытии имеются колодцы, люки и другие устройства.

Термопрофилирование покрытия не приводит к повышению прочности дорожной одежды. Оно неприемлемо, если в верхнем слое содержатся вяжущие, в состав которых входят смоловые составляющие (смола, смола стабилизированная, смолобитум, пекобитум).

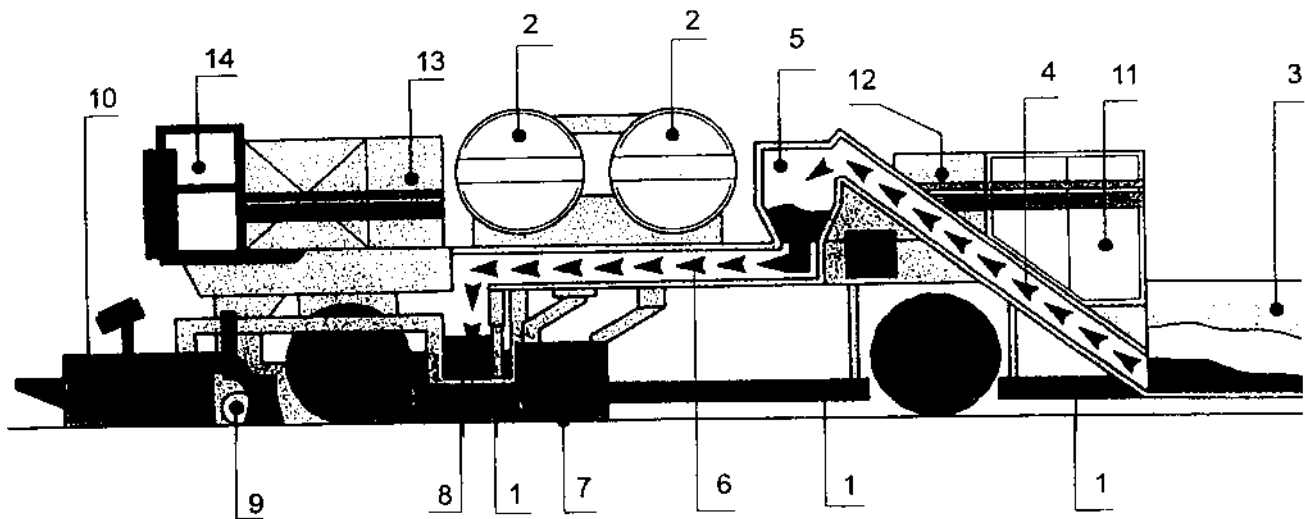


Рис. 2.32. Схема работ по методу ремикс:

- 1 – панели блока горелок; 2 – емкости для хранения газа; 3 – приемный бункер; 4 – транспортер; 5 – промежуточный бункер;
 6 – обогреваемый транспортер; 7 – рыхлитель; 8 – мешалка; 9 – распределительный шнек; 10 – трамбующий брус
 с виброплитой; 11 – емкость для битума; 12 – топливный бак; 13 – двигатель; 14 – место водителя

2.3.10. Ремиксинг слоя износа

Ремиксинг (рис. 2.32) проводится с целью доведения деформированного поперечного профиля слоя износа до первоначального состояния или превращения этого слоя в промежуточный. Этот способ ремонта относится к непрерывному рециклингу горячим способом. Основными операциями при этом являются:

- 1) разогрев слоя износа с помощью газопламенных горелок;
- 2) фрезерование разогретого старого слоя износа и добавка новой битумно-минеральной смеси, корректирующей состав старого покрытия и доводящей его свойства до необходимых требований;
- 3) смешивание новой и старой смеси вместе с вводимыми регенерирующими добавками;
- 4) укладка подготовленной смеси;
- 5) уплотнение смеси.

Смесь, корректирующая состав асфальтобетона, подается непосредственно в смеситель машины (ремиксера).

Работы по ремиксингу (рис. 2.33) выполняются самоходными машинами, обеспечивающими подогрев, фрезерование, смешивание и укладку регенерируемого материала. Материал уплотняется резиновым, гладким металлическим, статическим или виброизоляционным катком. Работы должны проводиться в сухую безветренную погоду при температуре воздуха более 10°C. Температура старого покрытия должна соответствовать температуре разогревания вяжущего, находящегося в этом слое. При необходимости роль регенерирующего средства может выполнять новый битум, а также битумный гранулят с целлюлозными волокнами.

Ремикс слоя износа применяется в том случае, когда деформации покрытия имеют вязко-пластический характер и возникли только в верхней части. Внешним проявлением таких деформаций является колея с отчетливо выраженными кромками шириной обычно меньше 80 см, образовавшаяся за сравнительно короткий период времени; деформированный слой износа свидетельствует о чрезмерно большом количестве асфальтовяжущего. Ремикс может быть использован также для ремонта покрытия вместо фрезерования.

а)



б)



Рис. 2.33. Работы по выполнению ремиксинга (а); ремиксинг дорожного покрытия с помощью машины Vogele и дорожного катка (б)

Ограничения применения технологии ремикс сводятся, в основном, к следующему:

- 1) ремонту подлежит только слой износа;
- 2) при фрезеровании нагретого слоя не должен быть захвачен материал из нижележащего слоя;
- 3) слои, лежащие под переделываемым слоем, должны обладать устойчивостью к вязко-пластическому прогибу;
- 4) ремикс слоя износа может быть использован не более двух раз за время его эксплуатации без поверхностного усиления, усиления тонким слоем или выполнения технологии ремикс плюс;
- 5) использование технологии ремикс при ремонте покрытия может быть затруднено, если в нем находятся посторонние объекты (колодцы, лазы и др.);
- 6) ремикс не приводит к повышению несущей способности дорожной одежды;
- 7) нельзя ремиксировать слои покрытия, вязущее которых имеет смоляные включения.

Общий вид готового регенерированного покрытия изображен на рис. 2.34.



Рис. 2.34. Рисайклинг-асфальт, готовое покрытие

2.3.11. Ремиксинг плюс слой износа

Метод ремиксинг плюс слой износа (рис. 2.35) предназначен для доведения нарушенного поперечного профиля до первоначальной ровности и защиты покрытия от разрушения путем укладки нового тонкого слоя износа (называемого плюсом). Этот слой может быть сформован из горячей битумо-минеральной смеси или путем преобразования слоя износа в промежуточный с последующей укладкой на него слоя из горячей битумно-минеральной смеси.

Основными операциями при этой технологии являются (рис. 2.36):

- 1) разогрев слоя износа газопламенными горелками;
- 2) горячее фрезерование старого слоя с введением соответствующих добавок, регенерирующих свойства старого асфальтобетона;
- 3) смешивание сфрезерованной смеси и введенных регенерирующих добавок;
- 4) укладка смеси;
- 5) укладка смеси «плюс», доставленной в машине, оборудованной двумя устройствами для укладки смесей;
- 6) одновременное уплотнение катками двух слоев.

При необходимости изменения зернового состава смеси верхнего слоя или при преобразовании его в промежуточный слой перед ремиксером рассыпается черный нагретый щебень подобранной фракции (или ряда фракций), который будет подвергнут нагреванию одновременно с нагреванием слоя износа пламенными горелками. Толщина слоя износа из смеси «плюс» может достигать 15...35 мм. Она может быть из асфальтобетона, SMA или с непрерывной гранулометрией.

Работы по технологии ремикс плюс проводятся на дороге самоходными машинами, обеспечивающими подогрев, фрезерование, смешивание и укладку органо-минеральных композиций. Слой уплотняется пневмокатками или вибрационными катками. Работы можно производить в сухую и безветренную погоду при температуре воздуха более 10°C. Температура нагрева регенерируемого слоя должна соответствовать температуре, необходимой для нагрева вяжущего, входящего в состав смеси.

Роль регенерирующего средства может играть новая асфальтобетонная смесь или битумный гранулят с целлюлозными волокнами.

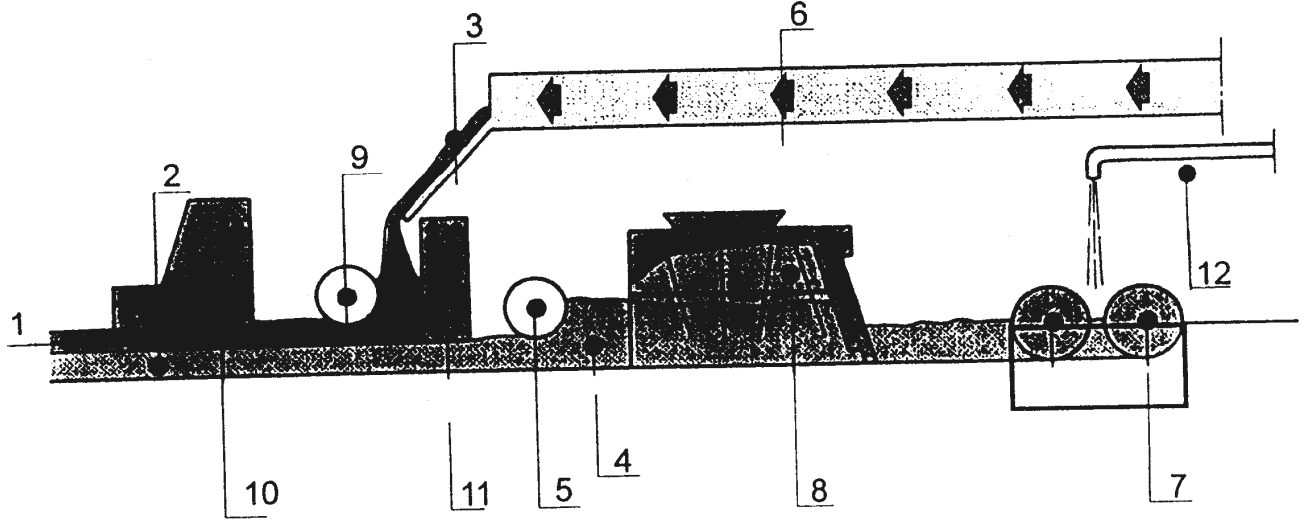


Рис. 2.35. Схема работы по методу ремикс плюс:
 1 – слой из новой смеси; 2 – слой из ремиксированной смеси; 3 – новая смесь; 4 – ремиксированная смесь;
 5 – дополнительный шнек; 6 – обогревательный транспортер; 7 – рыхлитель; 8 – мешалка; 9 – распределительный шнек;
 10 – трамбующий брус с виброплитой; 11 – дополнительный брус; 12 – распределитель битума

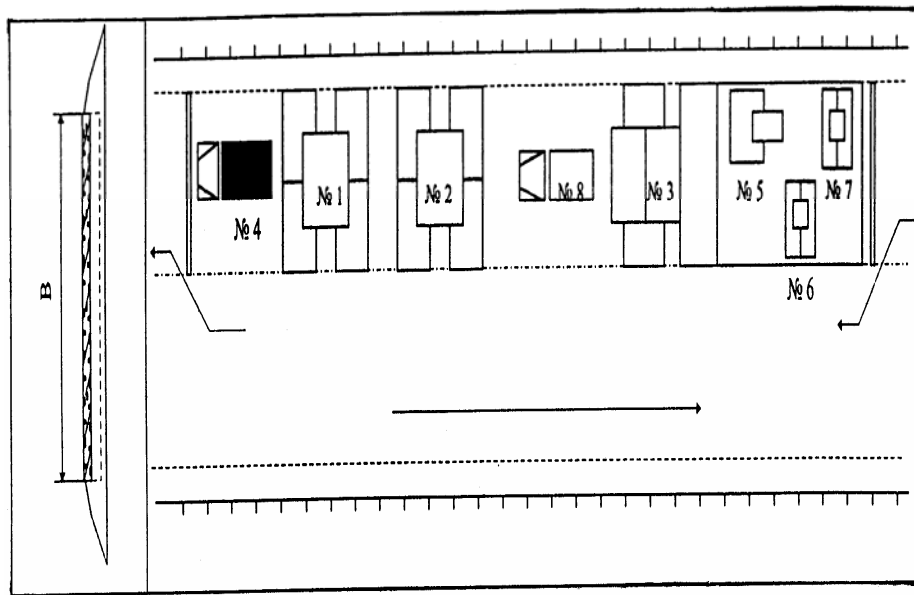


Рис. 2.36. Технологическая схема производства работ при ремонте асфальтобетонного покрытия способом ремикс плюс:
 1, 2 – асфальтозагретель; 3 – ремиксер; 4 – поливо-моечная машина; 5 – пневмокоток; 6, 7 – катки вибрационные;
 8 – автомобили-самосвалы

Ремиксинг плюс слой износа применяется в случае, когда деформация покрытия имеет вязко-пластический характер и возникла в этом слое. Этот способ рекомендуется использовать, когда прочность дорожной одежды достаточна, но требуется повышение транспортно-эксплуатационных качеств покрытия.

Ограничения по использованию этой технологии аналогичны методу простого ремиксинга.

2.3.12. Замена слоев дорожной одежды

Замена слоев дорожной одежды применяется в целях исправления поперечной ровности или перестройки ее с целью усиления. Замена слоя или слоев основана на их удалении (чаще всего – методом фрезерования) и укладке нового (новых) из битумно-минеральной смеси (не обязательно – того же состава). Несущая способность конструкции после ремонта должна быть достаточной для существующей и прогнозируемой интенсивности движения.

Фрезерование слоя (слоев) производится с помощью фрезы с ручным или автоматическим регулированием. После фрезерования поверхность тщательно очищается. Возможны и другие способы механического удаления верхнего слоя при условии, что нижние слои не будут повреждены.

Укладка новых слоев производится с учетом действующих нормативных документов. Замена слоев дорожной одежды может проводиться по всей ширине проезжей части, в пределах одной полосы движения или только по полосам колеи.

В целях придания покрытию однородности после выполнения работ по частичной замене слоев (на полосах движения, полосах колеи) целесообразно сделать поверхностную обработку или уложить тонкий слой по горячей или холодной технологии.

Замена конструктивных слоев дорожной одежды применяется в том случае, когда колеи имеют вязкопластический или структурный характер. В первом случае замена слоев ограничивается толщиной слоя износа и промежуточного, во втором необходим анализ несущей способности и усталостной прочности покрытия, замена асфальтобетонного основания и даже усиление основания из минеральных материалов.

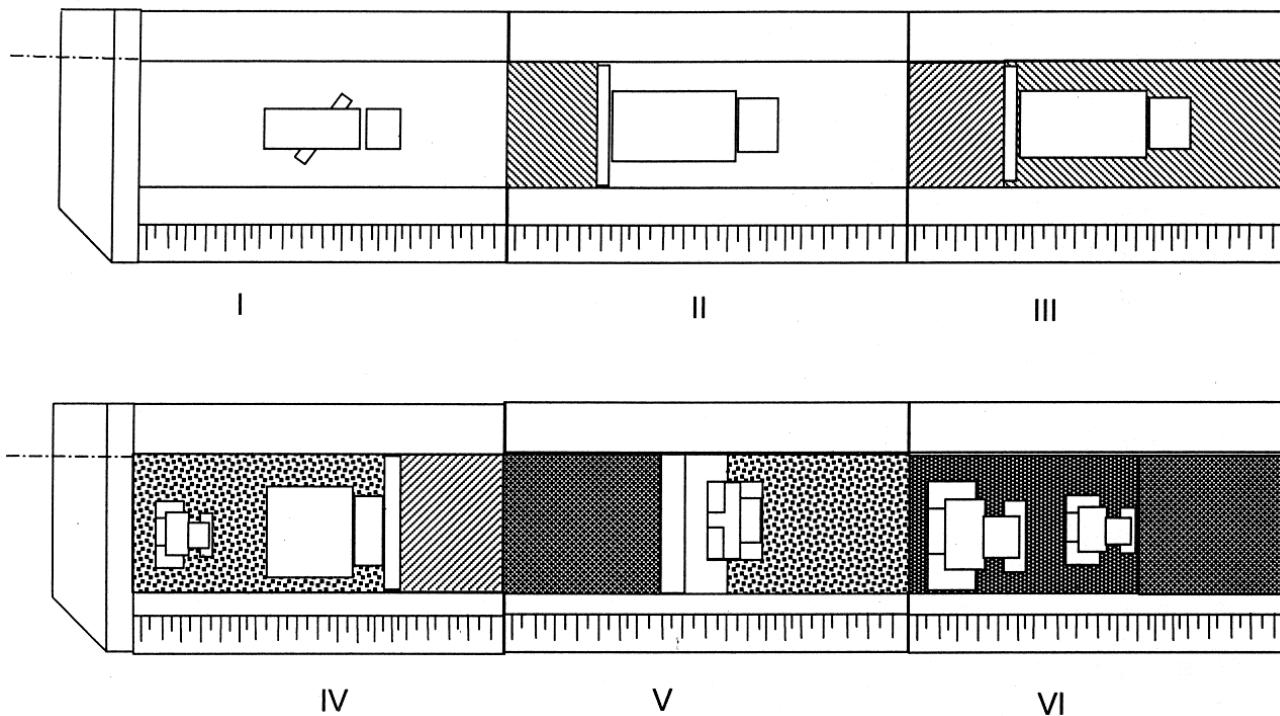


Рис. 2.37. Технологическая схема производства работ по устройству защитных слоев износа по мембранной технологии:
 I – очистка ремонтируемого покрытия от грязи; II – обработка ремонтируемой поверхности; III – распределение мембраны;
 IV – устройство технологического слоя из щебня; V – укладка асфальтобетонной смеси; VI – уплотнение асфальтобетонной смеси

Ограничений в применении метода замены слоев не существует. Однако, проектируя такую замену, необходимо стремиться, чтобы в конструкции не остались слабые слои, не однородные по вязкопластическим деформациям, которые могут быть причиной образования колеиности в отремонтированной или модернизированной дорожной одежде. Если слой, предназначенный для замены, содержит смолистые компоненты, его нельзя заменять, – необходимо переделать его на месте путем рециклинга холодным способом с добавкой эмульсии и цемента.

Прогрессивным направлением ремонта защитных слоев дорожной одежды является мембранная технология (рис. 2.37).

2.4. Заделка трещин, швов, дефектов покрытий

2.4.1. Заполнение трещин ленточным методом без предварительного фрезерования

При ремонте дорожного покрытия, на котором имеются трещины, необходимо, в первую очередь, определить степень их трещиноватости.

Для оценки трещиноватости поверхности дорожных одежд используется индекс, определяемый по формуле

$$I_{\text{т}} = \frac{1}{2} L_{\text{н}} + L_{\text{п}},$$

где $I_{\text{т}}$ – индекс трещин;

$L_{\text{н}}$ – число неполных трещин (не на всю ширину проезжей части) на 100 м длины проезжей части;

$L_{\text{п}}$ – число полных трещин (на всю ширину проезжей части) на 100 м длины проезжей части.

Оценка трещиноватости проводится с целью определения:

- 1) причин возникновения трещин и степени их вредности;
- 2) степени проникновения трещин вглубь конструкций;
- 3) охвата трещинами поверхности покрытия.

Для более детальной оценки степени трещиноватости покрытия необходимо дополнительно определить:

- 1) индекс трещин как меру интенсивности трещинообразования;

- 2) состояние взаимодействия кромок плит в зоне трещин;
- 3) условия работы подпора кромок трещин.

Участки дороги с точки зрения индекса трещин принято классифицировать следующим образом:

- 1) $ИТ \leq 1$ – нетрещиноватые;
- 2) $1 < ИТ \leq 3$ – среднетрещиноватые;
- 3) $ИТ > 3$ – сильнотрещиноватые.

На основании такого деления участков рекомендуется принимать решение о сплошном ремонте дорожного покрытия или о производстве ремонта отдельных трещин с помощью различных методов выборочного ремонта. На рис. 2.38 показан процесс заделки трещин с применением фрезерования.

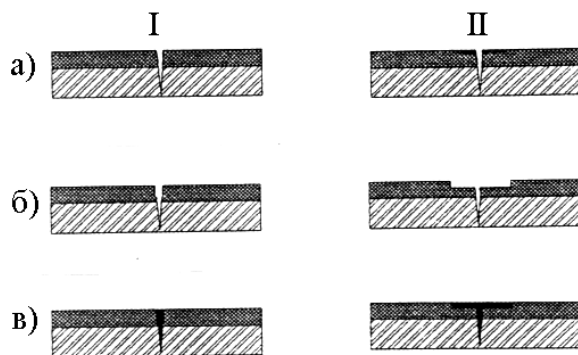


Рис. 2.38. Трещины до начала ремонта (а), после фрезерования (б) и после заполнения (в): I – кромки трещин без видимого ослабления; II – поверхность в зоне трещин ослаблена

Ленточный метод ремонта предназначен для герметизации трещин в существующем покрытии, а также при укладке новых асфальтобетонных слоев (равноценных и усиления), когда герметизация трещин является самостоятельным видом дорожных работ (без покрытия новыми слоями).

В зависимости от требуемой прочности для герметизации могут быть использованы различные материалы. На дорогах с большой интенсивностью движения (I и II категорий) для заделки трещин рекомендуется применять эластобитумные материалы, на дорогах

низких категорий (III-V) – битумные эмульсии или битумно-минеральные составы.

Ленточный способ заливки рекомендуется применять при трещинах шириной не более 35 мм. Схема технологического процесса по заливке трещин представлена на рис. 2.39.

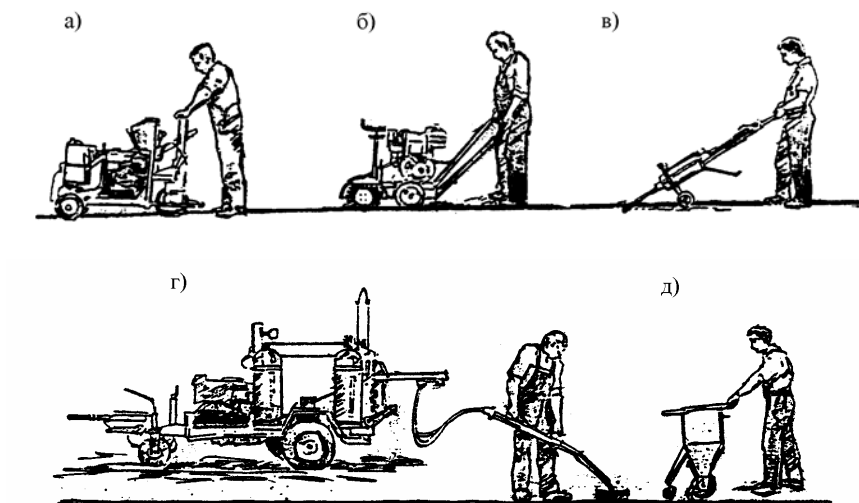


Рис. 2.39. Технологический процесс по заливке трещин:

а – фрезерование трещин с помощью машины FF6-CF; б - очистка швов щеточной машиной FB-16; в – подготовка шва (продувка, очистка, подогрев) горячим воздухом; г – заливка шва при помощи машины типа Mono; д – обработка верхней поверхности шва распределителем высевов FS-1

Техника герметизации трещин в зависимости от их ширины включает ряд операций:

при ширине трещин до 3 мм:

- 1) очистку поверхности вдоль трещины;
- 2) покрытие полосы шириной 50...350 мм вдоль трещины битумной эмульсией в количестве 100...200 г/м² с расчетом заполнения трещины (рекомендуется применять битумную катионную эмульсию, модифицированную эластомером);

3) посыпку обработанной поверхности чистой и сухой дробно-зернистой каменной крошкой;

при ширине трещин от 3 до 6 мм:

1) очистку поверхности вдоль трещины;
2) покрытие полосы шириной 50...350 мм вдоль трещины дробнозернистой битумно-минеральной смесью (например, 1 часть битумной эмульсии и 2 части песка);

3) после распада эмульсии – повторную обработку полосы эмульсией в количестве 100...200 г/м²;

4) посыпку обработанной поверхности чистой и сухой дробнозернистой каменной крошкой;

при ширине трещин от 6 до 35 мм:

1) предварительную очистку трещины и прилегающей полосы твердой ручной или механической щеткой;

2) тщательную очистку трещины горячим сжатым воздухом с одновременным подогревом стенок для смягчения асфальтобетона (необходимое условие для улучшения сцепления герметика с покрытием);

3) смазку стенок трещин грунтовым составом, подобранным с учетом свойств герметика (альтернативный способ подготовки трещин к заливке);

4) заполнение трещин горячим эластомеробитумом;

5) посыпку полосы герметизации чистой, сухой дробнозернистой смесью цемента, каменных высевок и щебня с размером фракций до 4 см;

6) уплотнение малым катком.

При заполнении трещин мастикой или жидким материалом часто выполняют дополнительную защитную кромку путем уширения обрабатываемой полосы до 0,05...0,10 м симметрично трещине. Толщина слоя над поверхностью покрытия должна быть равна 1,2 мм, глубина заполнения трещин – 1,5 их ширины, но не менее 12 мм. При герметизации глубоких трещин в целях обеспечения хорошего подпора для герметика нижнюю часть трещины заполняют слабоуплотненным дробнозернистым каменным материалом (например, песком) с добавкой около 10 % цемента и 8 % воды. Другим решением является вдавливание в трещину резинового шнура или корда во избежание опускания герметика.

Если кромки слоя износа по краям трещины не разрушены, достаточно использовать полосу герметизации шириной 60...70 мм. Если очевидны волосяные начальные трещины рядом с основной трещиной, необходимо увеличить ширину герметизирующей полосы до 20 см.

Заливка трещин производится при температуре 160...180 °С при подогреве горячим воздухом или при уже высохшей пленке подгрунтовки.

В зависимости от объема и условий производства работ для заливки трещин используются заливочные воронки (при малом объеме работ) и специальное оборудование для подогрева и нагнетания воздуха, подогрева герметика для заливки (при большом объеме работ).

Заполнение трещин ленточным методом без фрезерования является самостоятельным видом ремонта (без перекрытия новым слоем), и применяется преимущественно при текущем ремонте местных дорог. На дорогах высших категорий требуется фрезерование трещин перед их герметизацией. В случае укладки новых асфальтобетонных слоев отдельного перекрытия волосяных и других трещин шириной до 3 мм не требуется. Они останутся герметизированными в результате смачивания поверхности эмульсией для обеспечения связи между слоями.

Заполнение трещин без предварительного фрезерования рекомендуется использовать в случаях:

- 1) низкотемпературных поперечных трещин на местных дорогах;
- 2) отраженных поперечных трещин при хорошем подпоре кромок (временный ремонт);
- 3) отдельных продольных трещин (временный ремонт) шириной свыше 3 мм с разветвлениями (при ширине меньше 3 мм обеспечивается только поверхностная герметизация трещин);
- 4) продольных трещин в швах технологического сопряжения шириной более 3 мм с разветвлениями (на дорогах низших категорий);
- 5) продольных трещин в следах колес (временный ремонт);
- 6) трещин в виде сетки (временный ремонт до выполнения ремонтных работ) шириной более 3 мм и с разветвлениями; при меньшей ширине трещин применяется поверхностная изоляция с помощью быстрораспадающихся эмульсий и посыпки минеральными материалами (только на дорогах низших категорий; при этом имеется определенный риск раскрытия трещин и отрыва материала);
- 7) блочных трещин – по аналогии с сеткой трещин.

Все работы по этой технологии должны быть произведены в сухую погоду при температуре воздуха не менее 5°С, лучше в весенний период. Применение жидких горячих композиций для заливки нерегулярных трещин небольшой ширины не всегда дает полезный эффект, так как нагретый материал охлаждается быстрее, чем его используют для заливки.

2.4.2. Заполнение трещин, расширенных фрезерованием

Метод применяется для заделки трещин в существующих покрытиях, чаще всего как самостоятельный вид ремонта (без укладки новых слоев), а также для раскрытия и заполнения трещин при профилировании существующего покрытия фрезерованием, при нарезке швов в новом слое, заполняющем сфрезерованную полосу на разрушенном слое износа, для ликвидации возможности образования отраженных трещин (рис. 2.40).

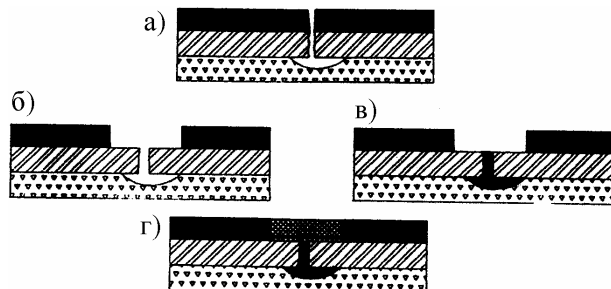


Рис. 2.40. Трещина до и после ремонта:

- а – подготовительные действия; б – фрезерование слоя шириной около 1 м;
- в – заполнение подплиточной пустоты цементным раствором;
- г – трещина в конце ремонта

При ремонте покрытий этим методом выполняются следующие работы:

- 1) расширение существующих трещин величиной меньше 8 мм (или 6 мм, если расстояние между поперечными трещинами меньше 4 м), как минимум, до ширины 12 мм и глубины от 25 до 40 мм.; точная величина расширения зависит от фактической величины существующих трещин, колебания их ширины при изменении температуры, свойств заполнителя трещин; ширина фрезерования может быть рассчитана или определена путем непосредственных измерений перемещения кромок трещин;
- 2) предварительная очистка трещин и прилегающих зон с помощью ручных или механических щеток;
- 3) тщательная очистка трещин горячим сжатым воздухом с одновременным подогревом их стенок для обеспечения необходимой адгезии между заполнителем и материалом покрытия;
- 4) покрытие стенок трещин грунтовкой, свойства которой должны соответствовать свойствам заполнителя швов (альтернативное решение);

- 5) заполнение трещин горячей эластомеробитумной заливкой;
- 6) посыпка залитой полосы сухой, чистой дробнозернистой смесью цемента, каменной муки и каменного отсева до 4 мм;
- 7) прикатка малым катком.

При наличии широких трещин или ослабленной поверхности в зоне трещин рекомендуется их заполнение с фрезерованием полосы вдоль них. При этом необходимо:

- 1) выфрезеровать полосу вдоль трещины на ширину 20...50 см;
- 2) очистить трещину и вырезанную полосу горячим сжатым воздухом;
- 3) заполнить трещину и полосу специальной дробнозернистой смесью литого асфальта, приготовленной на основе эластомеробитумного вяжущего с добавками волокон;
- 4) посыпать полосу литого асфальта сухой дробной каменной крошкой фракции 2...5 мм в количестве около 5 кг/м²;
- 5) прикатать покрытие малым катком.

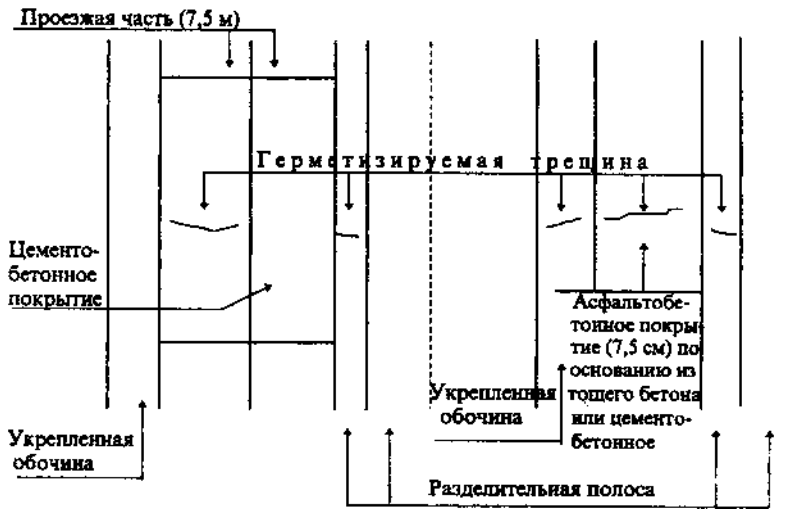
Работы по герметизации трещин (рис. 2.41) часто проводятся с дополнительной защитой кромок путем уширения заливки на 5...10 см симметрично по отношению к трещинам. Толщина слоя на покрытии в этом случае достигает 1...2 мм.

Если асфальтобетонный слой вокруг трещин сильно разрушен, необходимо выфрезеровать поврежденные фрагменты покрытия специальными фрезами (с шириной фрезерного барабана 300, 350 или 500 мм) и уложить в образовавшееся корыто новую битумоминеральную смесь, состав которой близок к составу слоя износа. После ее уплотнения и остывания необходимо выфрезеровать швы на ширину 12...15 мм и глубину 25 мм под существующими трещинами и залить их эластомеробитумными составами (рис. 2.42).

Если трещины глубокие, для создания опоры для герметика используются дробнозернистые материалы (пески) с добавкой 10 % цемента и 8 % воды и специальный шнур или резиновый корд, что позволит задерживать заливку в трещине в процессе эксплуатации покрытия.

Горячую заливку необходимо использовать с температурой 160...180 °С сразу после подогрева трещины горячим воздухом или после высыхания пленки грунтовочного материала. Для выполнения работ используются различные приспособления, оборудование и машины.

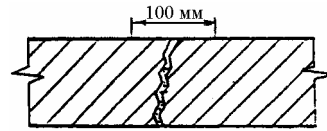
Типичное расположение



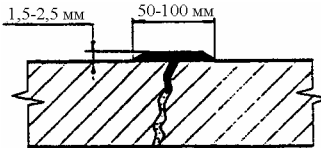
Последовательность выполнения операций



Существующая трещина



Расчистка зоны 100 мм, включая трещину



Продувка сжатым воздухом, сушка, полное заполнение трещины



Нанесение и уплотнение заполнителя, окончательная очистка

Рис. 2.41. Герметизация трещин в асфальтобетонном покрытии



Рис. 2.42. Результаты заливки трещин

Заполнение трещин с фрезерованием применяется в случаях:

- 1) низкотемпературных поперечных трещин;
- 2) отраженных трещин с хорошим подпором кромок;
- 3) отраженных трещин шириной более 3 мм, а также трещин менее 3 мм с разветвлениями;
- 4) продольных трещин по линии сопряжения двух полос с шириной более 3 мм, то же с разветвлениями;
- 5) продольных трещин по линии сопряжения двух полос с шириной более 3 мм, а также трещин с разветвлениями (ширину фрезерования необходимо увязать с шириной разветвления);
- 6) необходимости открытия и заполнения трещин при комплексном ремонте дорожных одежд.

Все работы по заполнению трещин, расширенных фрезерованием, должны выполняться в сухую погоду при температуре воздуха не ниже 5°C. Лучшим временем для этих работ является весенний период.

2.4.3. Заделка трещин уплотняющей лентой

Этот метод применяется при ремонте дорожной одежды для уплотнения трещин и открытых технологических стыков, раскрытых на ширину до 5 мм. При этом выполняются следующие работы:

- 1) предварительная очистка щели и ее ближайшего окружения жесткой ручной или механической щеткой;
- 2) тщательная очистка щелей продувкой сжатым горячим воздухом;
- 3) смазка стенок щелей грунтовочным средством с помощью кисти и оставление их до высыхания;
- 4) приклеивание уплотняющей ленты и дожатие ее с помощью ручного или специального приспособления;
- 5) снятие силиконовой бумаги с поверхности ленты;
- 6) засыпка известковым порошком или песком.

Уплотняющая лента представляет собой сетку толщиной 1,5 мм, укрепленную эластомеробитумом. Для приспособления этой ленты к поврежденным местам ее ширину приняли равной 50, 75 и 100 мм.

Применение уплотняющей ленты рекомендуется в случаях, когда на покрытии возникли низкотемпературные поперечные трещины шириной до 5 мм или продольные трещины такой же ширины на технологических стыках. При небольшом объеме повреждений, когда применение комплекса ремонтных машин нецелесообразно, между полосами асфальтобетона рекомендуется укладывать уплотняющие ленты.

Работы по укладке ленты должны проводиться при сухой погоде и температуре воздуха не ниже 15°C. Срок службы лент относительно небольшой, поэтому их применение возможно на дорогах с небольшой интенсивностью движения. Не рекомендуется применять их в зонах, где имеют место горизонтальные силы, – на кривых малого радиуса, перекрестках, подъемах и спусках.

2.4.4. Ремикс открытых технологических швов

Ремикс предназначен для ремонта слоя износа вдоль открытых технологических швов, повреждения которого обусловлены потерей связности слоев и возникновением в нем трещин. Этот метод может быть использован и при возникновении в слое износа широких трещин.

При ремиксе проводятся следующие работы, связанные с ремонтом покрытия:

- 1) предварительное очищение щелей и прилегающих ближайших зон жесткой ручной или механической щеткой;
- 2) тщательная очистка щелей продувкой сжатым горячим воздухом;
- 3) нагрев пламенными горелками слоя износа и придание ему пластичности на требуемой ширине, увеличенной на 0,1 м с каждой стороны (с учетом состояния трещины и ширины фрезерного барабана эта ширина может быть: 0,15; 0,30; 0,60; 1,00 м);
- 4) фрезерование нагретого слоя износа и перемешивание в емкости фрезы совместно с новой битумно-минеральной смесью;
- 5) укладка подготовленной смеси с соответствующим запасом для последующего уплотнения катком;
- 6) дополнительное подогревание;
- 7) уплотнение дорожным катком.

Перед началом работ удаляются твердые разметочные материалы. Технологические швы ремонтируют с таким расчетом, чтобы полностью пройти слой износа, а сцепление с нижележащим слоем было максимальным. Смесь укладывается с запасом и после уплотнения должна быть на уровне покрытия. Избыток смеси приводит к появлению неровностей, а недостаток – к неестественному уплотнению и преждевременному разрушению. В зависимости от ширины повреждения ремиксинг проводится машинами с рабочей шириной 0,15; 0,30; 0,60; 1,00 м.

Рекомендуется применять ремиксинг при появлении на проезжей части морозного взбулживания и для ремонта технологических открытых швов.

Этот метод не рекомендуется применять для ремонта слоев износа.

2.4.5. Ремонт покрытия с отраженными поперечными трещинами при использовании геосинтетиков

Неглубокий ремонт.

Ремонт покрытия с использованием геосинтетиков предназначен для локализации отраженных трещин жесткого основания в случае, когда фрезерование поверхностного слоя на всем протяжении не является целесообразным.

Техника производства работ при неглубоком ремонте включает:

1) локальное фрезерование асфальтобетонного поверхностного слоя на 3 см глубже его толщины и на ширину 1 м симметрично трещине; вырезка по всей ширине проезжей части;

2) расширение фрезой трещины до 12 мм и углубление до 15 мм с последующим заполнением битумной заливкой;

3) сбрызгивание поверхности сфрезерованной полосы эластомеробитумным вяжущим или эластомеробитумной катионной быстрорастворимой эмульсией, соответствующей используемому типу геосинтетика;

4) укладка слоя геосинтетика и при необходимости – прикрепление его к основанию гвоздями;

5) обклейка вертикальных боковых стенок вырубленной полосы асфальтокаучуковой лентой;

6) заполнение вырубленной полосы бетонной смесью, состав и свойства которой аналогичны существующему слою износа;

7) при укладке новых асфальтобетонных слоев на покрытие, по которому в установленном количестве разбрызгано битумное вяжущее, укладывается дополнительная полоса геосинтетика длиной 2 м и перекрывается новым слоем или слоями асфальтобетона.

При укладке геосинтетика на верхнюю поверхность проезжей части под новый асфальтобетонный слой полоса, покрываемая вяжущим, должна быть шире геосинтетика на 0,10...0,15 м с каждой стороны. При этом поверхность должна быть чистой: всякие ее загрязнения глиной, крошкой и другими продуктами подлежат устранению перед обработкой вяжущими. Части геосинтетика, загрязненные мазутом и маслом, необходимо вырезать, повторно сбрызнуть эти места вместе с краями примыкающего синтетика, а затем положить прямоугольную заплатку, со всех сторон на 10 см больше, чем вырезанное отверстие.

Геотекстиль, используемый самостоятельно или как составная часть геокомпозита, должен быть в определенной мере насыщен вяжущим: недонасыщение создает предпосылки для проникновения воды, которая уменьшает межслойную адгезию и, как следствие, – прочность покрытия; перенасыщение приводит к снижению прочности слоя на срез при повышенной температуре и, как результат, к постоянным осадкам покрытия, особенно при торможении и ускорении транспортных машин.

Эффективность геосинтетиков в большой степени зависит от вида и количества используемого битумного вяжущего. Для насыщения и приклеивания геосинтетиков рекомендуется применять эластомеробитум (в горячем виде или разжиженный) или эластомеробитумную эмульсию. При использовании разжиженного эластомеробитума, содержащего растворитель, геосинтетик необходимо укладывать после испарения растворителя; при использовании эластомеробитумной эмульсии – после распада эмульсии и испарения воды.

Перед укладкой асфальтобетонного слоя на уложенном геосинтетике необходимо исправить отклеенные листы, убрать фальцы, вздутия и разрывы геосинтетика.

Геосинтетики (геоволокнистые материалы, пропитанные битумом, геосетки, геокомпозит и др.) выполняют следующие функции: армирования, изоляции от попадания воды, снижения напряжения при ослаблении сцепления между слоями.

Геосинтетик, выполняющий функцию промежуточного слоя, применяется как средство перекрытия поперечных и продольных трещин (низкотемпературных и отраженных) при неглубоком ремонте, когда у дорожной одежды – достаточная несущая способность, кромки трещин хорошо подперты и фрезерование верхнего слоя на протяжении всего участка не является необходимым.

Недопустима укладка геосинтетика в трещины, имеющие нестабилизированные кромки. Работы должны проводиться в сухую погоду; геосинтетик не должен быть мокрым; его нельзя раскладывать на мокрую поверхность или оставлять на ночь без прикрытия битумным слоем. Если соблюдение правил пропитки и приклеивания геосинтетика к основанию невозможно по той или иной причине, следует отказаться от использования этой технологии, так как неправильное ее выполнение может служить причиной разрушения

покрытия. Температура выполнения работ ограничена допустимой температурой при работе с битумными материалами. При применении для насыщения и приклеивания геосинтетика эластобитумной катионной эмульсии или горячего эластомеробитума температура воздуха должна быть не ниже 15°C, а температура орошаемой поверхности – не ниже 10°C. Не допускается движение автомобилей по разложенному геосинтетику (за исключением одноразовых проездов технологического транспорта). При движении необходимо соблюдать небольшую скорость, двигаться без резкого ускорения, торможения и маневров на поворотах.

Глубокий ремонт.

Глубокий ремонт с использованием геосинтетиков предназначен для ликвидации отраженных трещин в жестких основаниях (стабилизированных цементом, из тощего бетона и т. д.) в случае отсутствия опоры у кромок. Методы ремонта основания обычно могут быть применены и для локального ремонта усталостных трещин.

При ремонте покрытия этим способом выполняются следующие основные операции:

1) локальное фрезерование верхнего асфальтобетонного слоя (около 6 см) на ширину поперечного профиля и длину 2 м симметрично существующей поперечной трещине или усталостным трещинам;

2) фрезерование остальных слоев дорожной одежды до основания на ширину поперечного профиля и длину 1 м;

3) замена грунтового основания естественными каменными материалами, стабилизированными механическим способом, выполняемая в случае переувлажненного, загрязненного и требующего замены основания;

4) заполнение сфрезерованной полосы длиной 1 м материалом, соответствующим требованиям устройства несущих слоев (промежуточных);

5) орошение поверхности уплотненных слоев эластомеробитумным вяжущим, битумной катионовой эмульсией, быстрораспадающимся модифицированным полимером в количестве, соответствующем данному типу геосинтетика;

6) укладка слоя геосинтетика и при необходимости – прикрепление к основанию гвоздями или колышками;

7) покрытие боковых вертикальных стенок выфрезерованной полосы битумно-каучуковой клеящей лентой;

8) заполнение остальной части вырубленной полосы длиной 2 м асфальтобетоном, состав и свойства которого приближены к свойствам существующего верхнего слоя;

9) укладка на отремонтированной полосе очередного слоя геосинтетика длиной 3 м на поверхность, орошаемую необходимым количеством битумного вяжущего, с последующей укладкой нового слоя (слоев) асфальтобетона.

При выполнении работ, связанных с производством глубокого ремонта, необходимо учитывать следующие особенности.

При укладке геосинтетика на поверхность проезжей части под новые слои асфальтобетона орошаемая полоса принимается на 10...15 см больше ширины полосы геосинтетика. Поверхность для орошения вяжущим должна быть чистой; всякие загрязнения должны быть ликвидированы. Части геосинтетика, загрязненные мазутом или маслами, необходимо удалить, а на их место после соответствующей обработки поверхности положить заплатки прямоугольной формы размером на 10 см больше периметра вырезанного отверстия.

Соединение геосинтетиков со слоями дорожной одежды производится:

- 1) орошением малым количеством битума;
- 2) орошением увеличенным количеством битума;
- 3) поливкой эмульсией;
- 4) укреплением гвоздями или колышками;
- 5) самоклеющим продуктом.

Рассматриваемая технология применяется при глубоком ремонте трещин в случаях слабого опирания кромок плит в результате деформации основания или коррозии несущего слоя из нежестких материалов для исправления основания, но может быть использована и для локального ремонта усталостных трещин.

Поверхностный ремонт. Поверхностный ремонт под новые асфальтобетонные слои предназначается для снижения вероятности появления отраженных трещин на новом асфальтобетонном слое и при наличии продольных и поперечных трещин в нижележащих слоях дорожной одежды. Целесообразно проводить такие работы, когда предусматривается полное исправление проезжей части путем фрезерования или укладки выравнивающего слоя. В этом виде

ремонта используются также геосинтетики при уширении существующей проезжей части и обеспечении сопряжения проезжей части и ремонтируемой обочины.

Основные действия, выполняемые при поверхностном ремонте покрытия:

1) локализация и обозначение за пределами дорожной полосы местоположения поперечных трещин;

2) ремонт поверхности проезжей части с помощью фрезерования и выравнивающего слоя (перед укладкой такого слоя необходимо устранить трещины путем заливки эмульсией или герметиком; если в результате фрезерования образуется поверхность с глубокими канавками, ее закрывают дополнительным тонким слоем битумно-минеральной смеси);

3) орошение ремонтируемых мест битумным вяжущим (эмульсией, битумом), модифицированным эластомером в количестве, соответствующем требованиям насыщения и приклеивания (общая ширина орошения – 1,2 м симметрично трещине, из них по 10 см с каждой стороны – резервные); при густых поперечных трещинах проводится орошение вяжущим и укладка геосинтетика на всем трещиноватом отрезке проезжей части;

4) укладка геосинтетика (хорошее сцепление с основанием достигается в результате прикатки резиновым легким катком перед затвердением вяжущего); окончательное насыщение и приклеивание его после укладки и уплотнения горячего асфальтобетонного слоя;

5) укладка одного или более слоев битумо-минеральной смеси.

Количество вяжущего для насыщения и приклеивания геоволокнистого материала к нижнему слою выбирается индивидуально, с учетом всех определяющих факторов. Необходимо также учесть состояние нижнего слоя и при необходимости скорректировать установленное количество вяжущего.

Требования к геосинтетикам и технологии их укладки аналогичны требованиям при неглубоком и глубоком ремонтах.

Рассматриваемая технология применяется для локализации поперечных и продольных трещин, возникающих в конструктивных слоях дорожной одежды, для профилактики появления отраженных трещин в новых устраиваемых слоях. Геосетки и геокомпозиты используются также в качестве арматуры при недостаточной несущей способности дорожной одежды и усталостных трещинах. Проекти-

руемая конструкция усиления может быть более рациональной и с точки зрения толщины слоев. Необходимо также обеспечивать прочное соединение с основанием и новым асфальтобетонным слоем.

При поверхностном ремонте покрытий следует учитывать следующие положения:

1) не допускается укладка геосинтетиков на трещинах с нестабилизированными кромками;

2) применение геосинтетиков в качестве арматуры позволяет обеспечить высокую прочность соединения в зоне контактов; целесообразность армирования существующей конструкции дорожной одежды должна быть обоснована;

3) при применении геокомпозита надо учитывать возможность просадки слоев дорожной одежды;

4) работы должны проводиться в сухую погоду; геосинтетик должен быть сухим; нельзя раскладывать его на мокрую поверхность и оставлять без прикрытия слоем асфальтобетона на ночь;

5) обязательно правильное насыщение и приклеивание геосинтетика к основанию, в противном случае эффективность этой технологии снижается;

6) температурный режим должен быть аналогичен режиму работы с битумными материалами; температура воздуха должна быть не ниже 15°C, температура орошаемого покрытия – не ниже 10°C;

7) движение транзитного транспорта не допускается; технологический транспорт в исключительных случаях может передвигаться с малой скоростью, без торможения и резких поворотов.

2.5. Холодный рециклинг непосредственно на дороге

Холодный рециклинг непосредственно на дороге служит для переработки существующего разрушенного слоя (слоев) дорожной одежды в новый конструкционный слой. Это – один из способов непрерывного процесса производства ремонтных работ. Он включает следующие основные операции:

1) фрезерование существующего слоя или слоев дорожной одежды;

2) добавка новой минеральной смеси одновременно с доставкой эмульсии, цемента и других добавок;

3) перемешивание всех составляющих;

4) укладка переработанной смеси;

5) уплотнение смеси.

В зависимости от существующей конструкции дорожной одежды, интенсивности транспортного потока и ожидаемой проектной прочности созданный слой может обеспечить перекрытие:

- 1) поверхностным усилением;
- 2) тонким холодным слоем;
- 3) тонким горячим слоем;
- 4) несколькими асфальтобетонными слоями.

При проектировании модернизированного покрытия можно воспользоваться типовыми решениями, разработанными применительно к технологии ремонта дорожных одежд с использованием минерально-цементно-эмульсионных смесей.

Холодный рециклинг на дороге осуществляется в непрерывном цикле с помощью самоходной рециклирующей машины или самоходного комплекса, включающего оборудование для фрезерования, смешения и укладки материалов. Слой уплотняется катками с резиновой оболочкой, стальными и вибрационными катками со значительной силой уплотнения.

Погодно-климатические условия при производстве работ должны соответствовать специфике выбранной технологии, связанной с использованием добавок – битумной эмульсии или цемента.

Слой, рециклеванный холодным способом, должен быть открыт новым слоем (или слоями) асфальтобетона в том же сезоне, еще до зимы.

Холодный рециклинг дорожных покрытий непосредственно на дороге рекомендуется применять в целях:

- 1) перестройки асфальтобетонного покрытия при наличии отраженных трещин от жестких несущих слоев дорожной одежды;
- 2) перестройки асфальтобетонного покрытия при наличии усталостных трещин (исчерпанной несущей способности – усталостной прочности покрытия);
- 3) усиления асфальтобетонной, щебеночной или гравийной дорожной одежды путем модернизации ее верхнего или промежуточного слоя;
- 4) переделки разрушенного в результате старения или других причин асфальтобетонного покрытия в несущий слой дорожной одежды;
- 5) доведения ровности дорожного покрытия до соответствующих требований путем переделки с повышением толщины старых конструктивных слоев.

Холодный рециклинг применяется для переделки и модернизации покрытий, содержащих в своем составе смоляные компоненты, в случаях, когда эта технология является единственно возможной без вывоза и складирования вредных для окружающей среды деструктов покрытия, и в то же время позволяющей создание покрытия, приемлемого в экологическом отношении. Битум и эмульсия, используемые в этой технологии, обволакивают смоляные компоненты, тем самым изолируя их от окружающей среды.

Ограничения в применении холодного рециклинга связаны с продолжительностью этого процесса и глубиной переработки покрытия. Определенные трудности создает наличие сооружений в покрытии (колодцев, инсталляции и т. п.). При производстве работ в городах необходимо предварительно демонтировать эти сооружения на глубину, позволяющую реализовать эту технологию, или отказаться от нее.

При использовании в качестве добавки битумной эмульсии ограничения касаются атмосферных условий, при которых возможно выполнение работ.

При ограничениях в применении метода холодного рециклинга из-за неоднородности материала в существующем покрытии рекомендуется полностью заменить существующие слои.

В некоторых случаях следует проверить, нет ли в существующей конструкции посторонних предметов (доменных шлаков, обломков железа и др.), которые могут повредить барабан смесительной машины. Для этого можно воспользоваться металлоискателем. При обнаружении таких элементов их необходимо удалить или отказаться от рециклинга на месте.

2.6. Использование геосинтетиков при расширении проезжей части и сопряжении ее с улучшенной обочиной

Геосинтетики используются для расширения конструкции дорожной одежды или перестройки обочины для предупреждения (или задержания) появления на поверхности проезжей части продольных отраженных трещин на продольном стыке между существующей проезжей частью и полосой уширения или перестраиваемой обочиной (рис. 2.43).

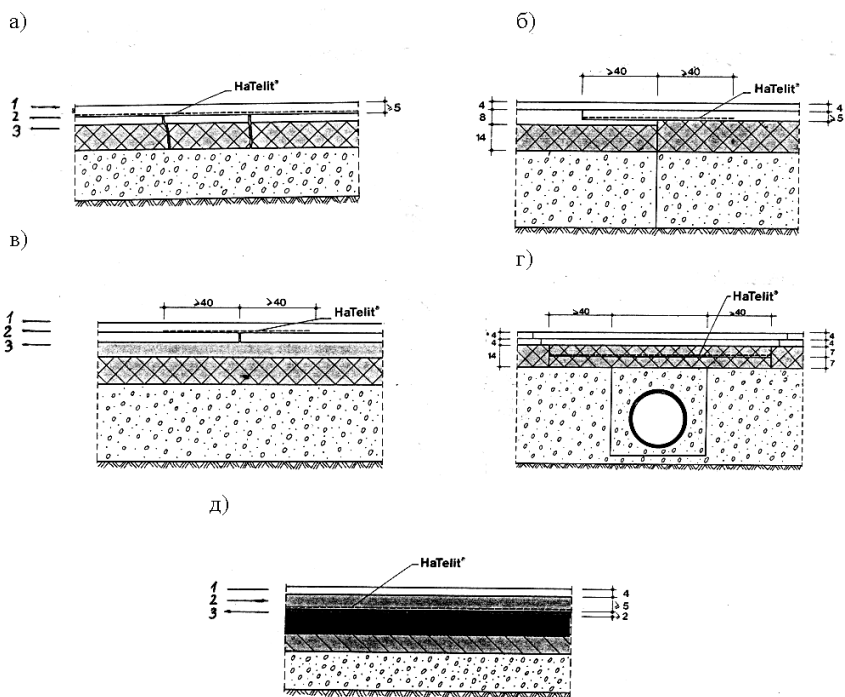


Рис. 2.43. Армирование асфальтобетонного покрытия сеткой HaTelit:
 а – нового покрытия для предотвращения возникновения отраженных трещин;
 б – при расширении проезжей части; в – при соединении полос движения; г – на участке поперечной раскопки проезжей части; д – при укладке асфальтобетонного слоя на старое цементобетонное покрытие; 1 – слой износа; 2 – промежуточный слой; 3 – основание дорожной одежды

При этой технологии выполняются следующие работы:

- 1) разборка существующей обочины на глубину, предусмотренную проектом; выполнение рециклинга холодным способом до проектного уровня этого слоя дорожной одежды;
- 2) создание в существующей конструкции ступени для обеспечения правильного соединения полосы уширения;
- 3) выравнивание верхнего слоя покрытия фрезерованием или выравнивающим слоем с использованием соответствующей битумоминеральной смеси;

4) укладка новых конструктивных слоев полосы уширения или реконструируемой обочины до уровня проезжей части после ее выравнивания;

5) орошение поверхности расширения и проезжей части битумным вяжущим (эластомеробитумом горячим способом или эластомеробитумной катионной эмульсией) в количестве, требуемом для применения геосинтетика (ширина полосы орошения должна быть приблизительно на 0,2...0,3 м больше ширины полосы укладываемого геосинтетика);

6) укладка слоя геосинтетика на стыковке проезжей части и полосы расширения после остывания слоя эластомеробитума, испарения растворителя или распада эмульсии (ширина полосы геосинтетика должна быть не менее 1,0 м с каждой соединяемой стороны; при необходимости можно прикрепить его гвоздями);

7) перекрытие проезжей части и полосы уширения или усиленной обочины новым слоем (слоями) асфальтобетона.

Для проведения работ по уширению проезжей части рекомендуется использовать геосинтетики повышенной жесткости и прочности на растяжение, с малым удлинением. Необходимо прочное соединение геосинтетика с асфальтобетонными слоями. На дорогах с большой интенсивностью движения рекомендуется применять геосинтетики, являющиеся композитом сетки и волокнистых материалов; на дорогах с низкой интенсивностью допускается применение геоволокнистых материалов. При необходимости соединения полос геосинтетика должна быть предусмотрена нахлестка 0,10...0,15 м. Нижний слой геосинтетика покрывается слоем вяжущего из расчета 0,4 кг/м². Очистка поверхности от мусора и загрязнений обязательна. Геосинтетик должен быть чистым; загрязнения надо устранить. Следует строго соблюдать требования по насыщению геосинтетика вяжущим, т. к. оно играет важную роль не только при выполнении строительных работ, но и в процессе эксплуатации. Ряд требований при рассматриваемой технологии аналогичны, другим технологиям с использованием геосинтетиков.

Геосинтетики для соединения уширяемой полосы и проезжей части рекомендуется применять и на дорогах различных категорий. Ограничения в их применении связаны с плохими погодными условиями, низкими температурами воздуха и свойствами конструктивных слоев дорожных одежд (гравийные дороги, цементобетонные покрытия и др.).

3. РЕМОНТ ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ

3.1. Основные дефекты и разрушения цементобетонных покрытий

Цементобетонные покрытия имеют относительно небольшой удельный вес среди автомобильных дорог общего пользования Республики Беларусь. Однако этот вид покрытий в перспективе может быть истребован в значительно больших объемах. Доказательством этого является ситуация, при которой сырьевая база для получения органических вяжущих с каждым годом уменьшается, а производство цемента может быть увеличено без привлечения внешних ресурсов. С другой стороны, уже существующие цементобетонные покрытия требуют серьезного внимания при содержании и ремонте автомобильных дорог.

Цементобетонные дорожные покрытия эксплуатируются в сложных погодных-климатических условиях, подвергаясь воздействию значительных транспортных нагрузок. Это приводит к возникновению и развитию дефектов, снижающих транспортно-эксплуатационные качества дорог и ведущих к чрезмерным, подчас необоснованным затратам на производство ремонтных работ.

Характерными дефектами цементобетонных покрытий являются: взбугривание, выбоины, трещины, шелушение, выкрашивание; частичное или полное разрушение плит; их просадка; разрушение кромок проезжей части, граней плит, укрепленных обочин; деструкция существующих и отсутствие требуемых швов сжатия и расширения; недостаточные сцепные качества покрытия, его просадки; недостаточная прочность дорожной одежды и др.

Опыт эксплуатации дорог с цементобетонным покрытием позволил выявить причины, приводящие к появлению дефектов, которые подразделяются на конструктивные, технологические и эксплуатационные.

Эти дефекты связаны, в основном, с устройством температурных швов и швов сопряжения, прочностью покрытий и текстурой поверхности. Повысить эксплуатационные качества и обеспечить долговечность цементобетонных покрытий можно путем решения

триединой задачи: совершенствования проектирования, строительства и эксплуатации. На стадии проектирования особого внимания требует увязка между собой всех конструктивных слоев дорожной одежды и грунтового основания по прочностным и физико-техническим параметрам, назначение мест положения швов сжатия и расширения с учетом климатических особенностей местности и внешних транспортных нагрузок. При строительстве решающую роль играет качество используемых материалов и соблюдение утвержденной технологии производства работ, т. е. техническая культура строительства. В процессе эксплуатации предупредить появление дефектов покрытия можно путем правильного содержания и своевременного текущего ремонта. Во всех случаях надо учитывать современную теорию бетонов и особенности формирования дорожных конгломератов.

Выбор способа производства ремонтных работ связан с характером дефектов покрытия и причинами их появления. Устранение дефектов – многоплановая проблема, охватывающая технологические, материаловедческие, организационные и экономические аспекты.

При износе цементобетонных покрытий под влиянием внешних нагрузок и погодно-климатических факторов на них возникают поверхностные и глубинные разрушения. Выбор способа ремонта зависит от характера и объема этих повреждений. Поэтому еще до ремонта следует произвести тщательный анализ состояния покрытия, определить объемы повреждений и установить причины их возникновения.

3.1.1. Виды и причины возникновения дефектов цементобетонных покрытий, их классификация

Эрозивное разрушение возникает вследствие многочисленных и значительных вертикальных перемещений под действием транспортных нагрузок, превышающих нагрузки, которые может выдерживать основание, в присутствии воды. При небольшой степени эрозии возникает просачивание чистой воды через швы или из-под краев плит, что через некоторое время приводит к переносу материалов, развитию пустот под плитой, вертикальному короблению

плит.

Трещины. Образование трещин происходит под воздействием растягивающего напряжения в результате сочетания усадки, высыхания, падения и перепадов температуры и влажности по толщине плиты, а также изгибающего момента от колесной нагрузки. Трещины по углам часто являются признаком грунтовой эрозии, приводящей к образованию пустот под плитами. Трещины в середине плиты могут образоваться вследствие перепада температур в толще плиты в сочетании с напряжениями от изгибающего момента под воздействием колес, снижения толщины плиты в результате колебности, появившейся в нижнем слое основания от транспорта, перемещавшегося по нему во время работ.

При **вспучивании** дорожное покрытие раздрабливается и поднимается под воздействием сжимающих сил, возникающих в жаркое время суток вблизи швов и трещин.

Причины вспучивания:

1) нестандартное качество бетона, не приемлемое для бетонных покрытий;

2) эксцентрическое сжатие заполнителя в верхней части очень широких швов (риск вспучивания в швах расширения в 10...20 раз больше, чем в швах сжатия);

3) верхний слой в многослойном покрытии недостаточно связан с последующим слоем.

Отслаивание происходит, в основном, вблизи швов вследствие ударного воздействия камней, зажатых между сдвоенными шинами грузовых автомашин. Негерметизированные швы слишком узки и почти не подлежат ремонту. Отслаивание под воздействием транспорта обычно развивается возле герметизированных швов, при отсутствии герметика, а также может возникать вследствие разрушения слабого бетона на поверхности дорожных покрытий под воздействием мороза и резких колебаний температур на больших участках независимо от швов (но редко – глубже, чем на 1,5 см).

Разрушение вследствие воздействия мороза. Если бетон не является морозостойким, вблизи поперечных швов появляется так называемое D-растрескивание: система трещин обрезает угол по кривой между поперечным и продольным швами или кромкой. Между швами могут быть отслоенные мелкие осколки.

Щелочные реакции с заполнителем. При щелочных реакциях с заполнителем на ранней стадии эксплуатации покрытия может развиться сетка тонких трещин (паутина трещин). Весь пораженный участок необходимо удалить на полную глубину, и на его место уложить новое покрытие. Некачественный бетон с верхним асфальтобетонным или бетонным слоем может прослужить всего несколько лет.

3.1.2. Характерные особенности дефектов цементобетонных покрытий

Выбоины (рис. 3.1) – чашеобразные ямы различных размеров, возникающие на поверхности покрытия при его разрушении (минимальный размер в плане – 15 см).

При наличии выбоин различают 3 уровня повреждения: низкий – глубиной менее 25 мм; средний – глубиной от 25 до 50 мм; высокий – глубиной более 50 мм.

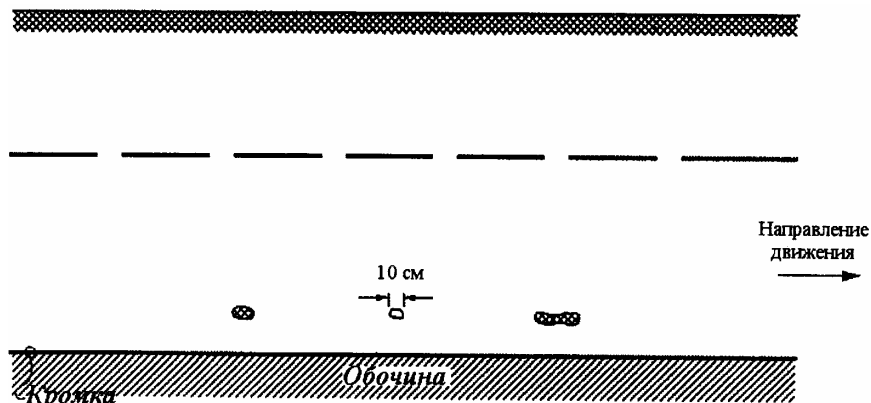


Рис. 3.1. Выбоины

Учет выбоин ведется путем регистрации их количества на площади поврежденной поверхности (в м²) для каждого уровня повреждения. Глубина выбоины равна максимальному углублению на поверхности покрытия.

Оседание кромки (рис. 3.2) – это различная высота проезжей части и обочины вследствие осадки обочины из-за неоднородности материалов слоев покрытия.

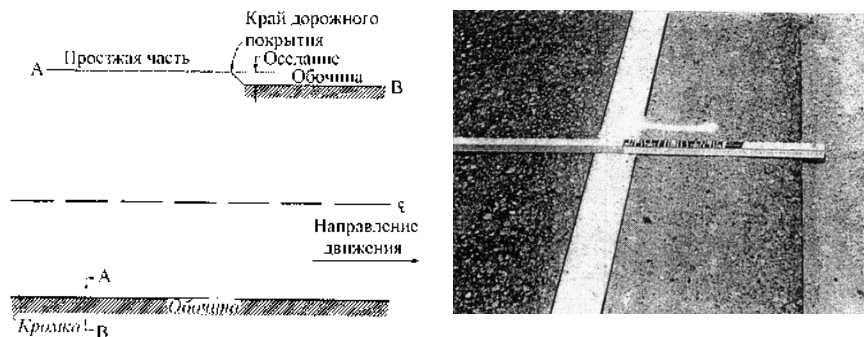


Рис. 3.2. Оседание кромки

Уровни повреждения покрытия принимаются по величине осадки, измеренной с помощью рейки и клина и фиксируемой в мм с округлением до ближайшего миллиметра (правило 5/4) на интервале 15 м вдоль соединения кромки с обочиной.

Угловые разломы (рис. 3.3) появляются в случае, когда часть плиты отделена трещиной, пересекающей соседние поперечные и продольные швы и составляющей приблизительно угол 45° с линией направления движения. Длина катетов образованного этими линиями треугольника колеблется от 0,3 м до половины ширины плиты.

При угловых разломах различаются следующие уровни повреждения:

- 1) низкий – при длине раскола менее 10 % длины трещины, без заметных повреждений и с цельной угловой частью;
- 2) средний – с тем же состоянием трещины, что и при низком уровне, но при длине раскола более 10 %, с повреждением трещины или швов < 13 мм и цельной угловой частью;
- 3) высокий – с таким же состоянием трещины, что и при среднем уровне, с повреждением трещины или швов ≥ 13 мм и нецельной

угловой частью.

Угловые разломы измеряются путем определения их количества относительно каждого уровня повреждения.

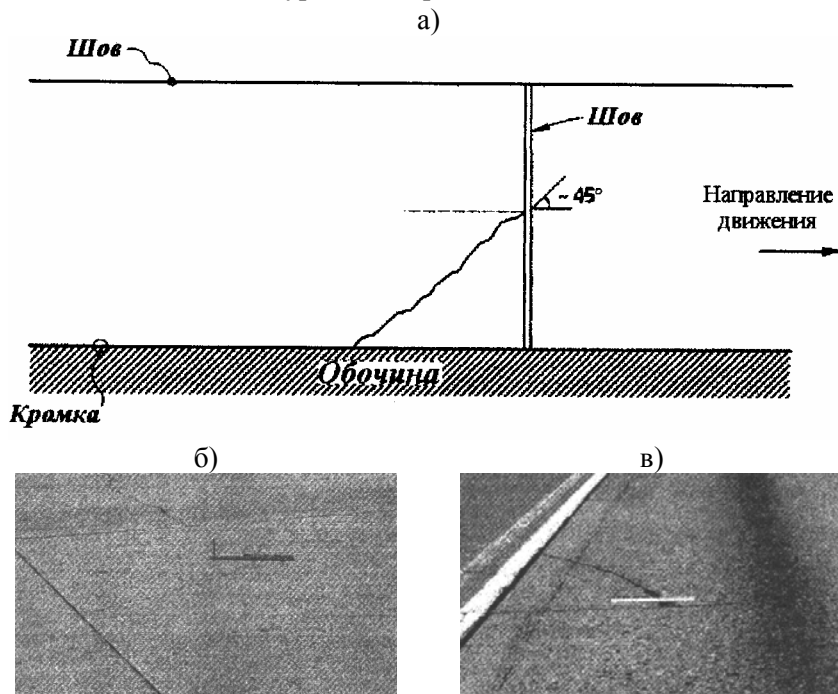


Рис. 3.3. Угловые разломы:
а – схема разлома; б – низкий уровень повреждения;
в – средний уровень повреждения

Поперечное растрескивание покрытия (рис. 3.4) характеризуется близко расположенными серпообразными нитями трещин, которые возникают по соседству со швами, трещинами или свободными краями и начинаются в углах плит, потемнением плит, затронутых трещинами, и смежных с ними областей.

Различаются следующие уровни повреждения:

- 1) низкий – поперечные трещины расположены близко, нет потери частиц, заплатки на пораженной поверхности отсутствуют;
- 2) средний – поперечные трещины хорошо просматриваются, некоторые небольшие части потеряны или смещены;

3) высокий – ярко выраженный рисунок трещин со значительным количеством потерь материала; на смещенные куски размером более $0,1 \text{ м}^2$ могут быть положены заплаты.

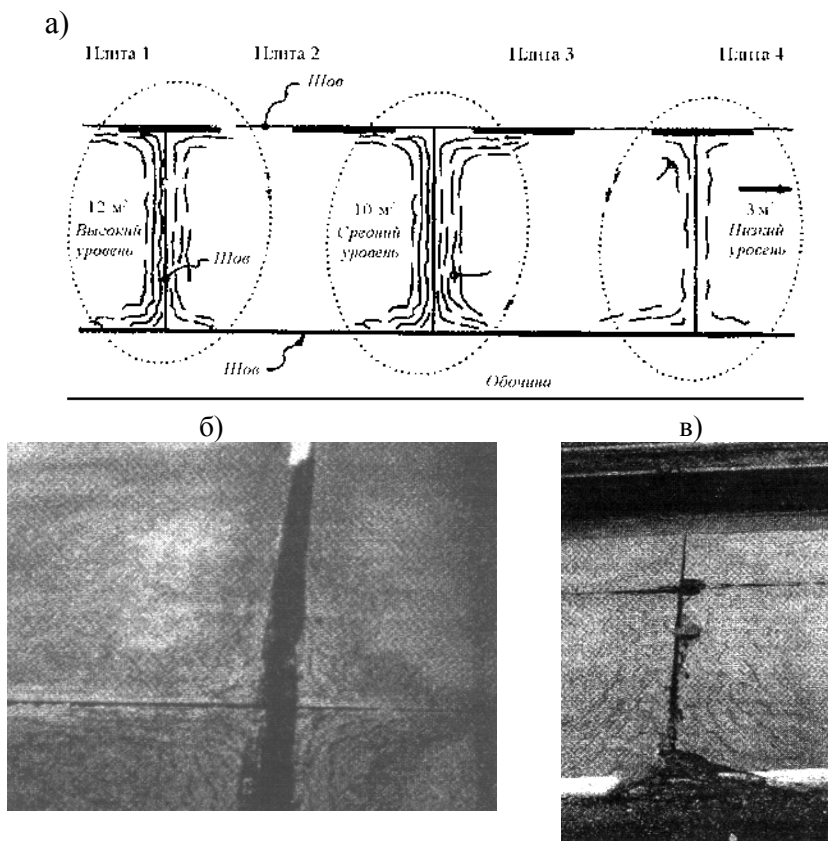


Рис. 3.4. Поперечное растрескивание:
 а – схема растрескивания; б – средний уровень повреждения;
 в – высокий уровень повреждения

Способ измерения дефекта основан на регистрации количества плит с поперечными трещинами и площади пораженной поверхности для каждого уровня повреждения. Уровень повреждения плиты определяется по наивысшему уровню, затрагивающему, как минимум, 10 % пораженной поверхности.

Трещины на цементобетонном покрытии являются признаком его разрушения.

Возникновение трещин происходит по следующим причинам:

1) материаловедческим – завышенный расход цементобетона (более 600...700 кг/м³); несвоевременный уход за бетоном; использование цемента без добавок ПАВ; изменение физических свойств материала; коррозия цементного камня и арматуры и др.;

2) температурным – нарушение технологии изготовления; недостаточная температурная обработка (зимний период); отклонение от технологии монтажно-сварочных работ; суточное и сезонное изменение температуры; распирающее действие замерзающей воды; действие высоких технологических температур; нарушение технологии устройства швов сжатия и расширения и др.;

3) общей недостаточной прочности дорожной конструкции – недостатки армирования; осадка грунта земляного полотна; слабая несущая способность нижележащих слоев дорожной одежды; переувлажнение грунта; процессы пучинообразования и др.;

4) чрезмерно больших внешних нагрузок – действие сверхнормативных нагрузок; усиление динамического воздействия от неровностей покрытия; сочетание температурных и нагрузочных напряжений и др.

По характеру трещины могут быть:

1) стабилизированные и нестабилизированные;

2) сквозные и односторонние;

3) продольные, горизонтальные и вертикальные;

4) одиночные, параллельные и пересекающиеся (сетки трещин).

Размер трещин зависит от причины возникновения и длительности процесса трещинообразования. Волосяные трещины имеют размер до 0,1 мм, мелкие – 0,1...0,3; развитые – 0,3...0,5; большие – 0,5...10; значительные – более 10 мм.

Продольное растрескивание покрытия (рис. 3.5) – это трещины, в основном, расположенные параллельно оси дороги.

Уровни повреждения следующие:

1) низкий - трещины шириной < 3 мм, нет расколов и заметных повреждений, хорошо заделанные с шириной, которая не может быть определена;

2) средний – трещины шириной 3...13 мм, разломы трещины <75 мм, повреждения до 13 мм;

3) высокий – трещины шириной ≥ 13 мм, разломы трещины >75 мм, повреждения ≥ 13 мм.

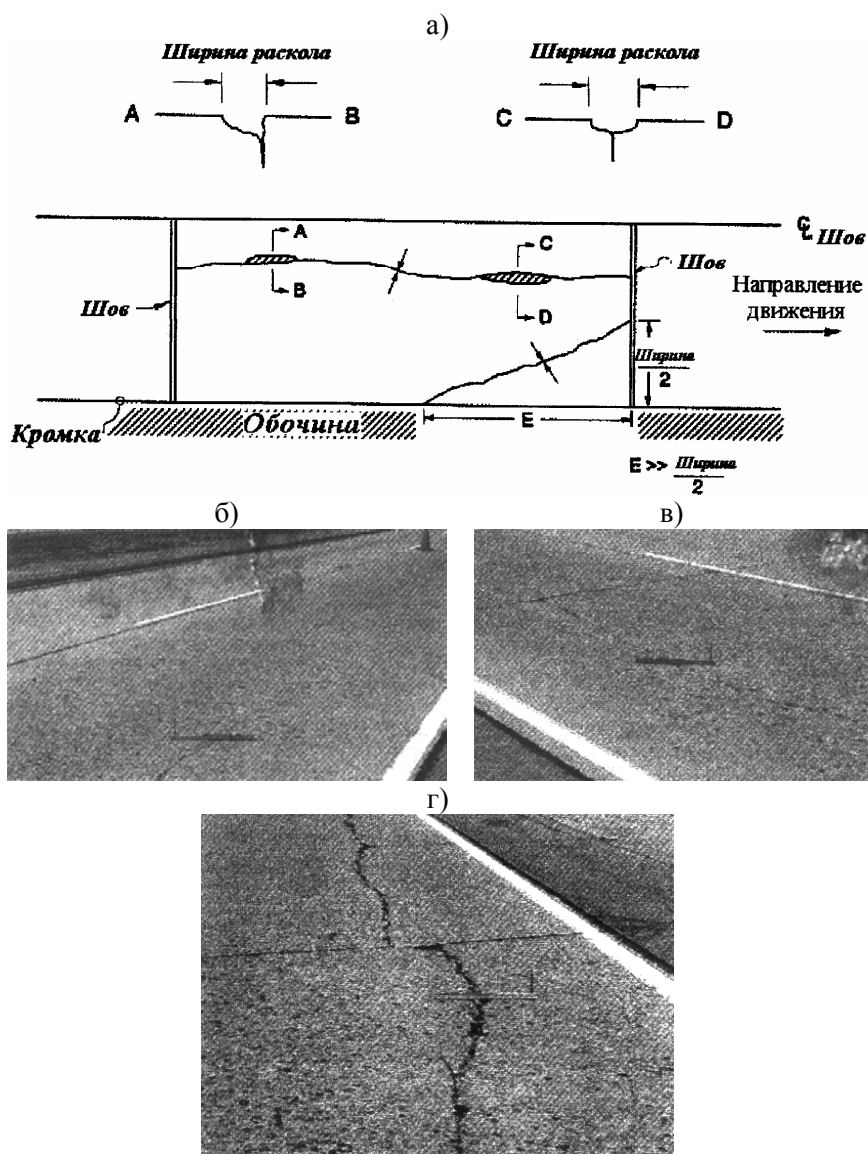


Рис. 3.5. Продольное растрескивание:
 а – схема продольного растрескивания; б – низкий уровень разрушения;
 в – средний уровень; г – высокий уровень

Измерение длины трещин производится в метрах для каждого уровня повреждения; фиксируется в метрах длина хорошо заделанных трещин для каждого уровня повреждения.

Сеть трещин (рис. 3.6) – это серии трещин, распространенных только по верхней части дорожной одежды. Большие трещины часто бывают ориентированы в продольном направлении покрытия и объединяются продольными или случайными трещинами.

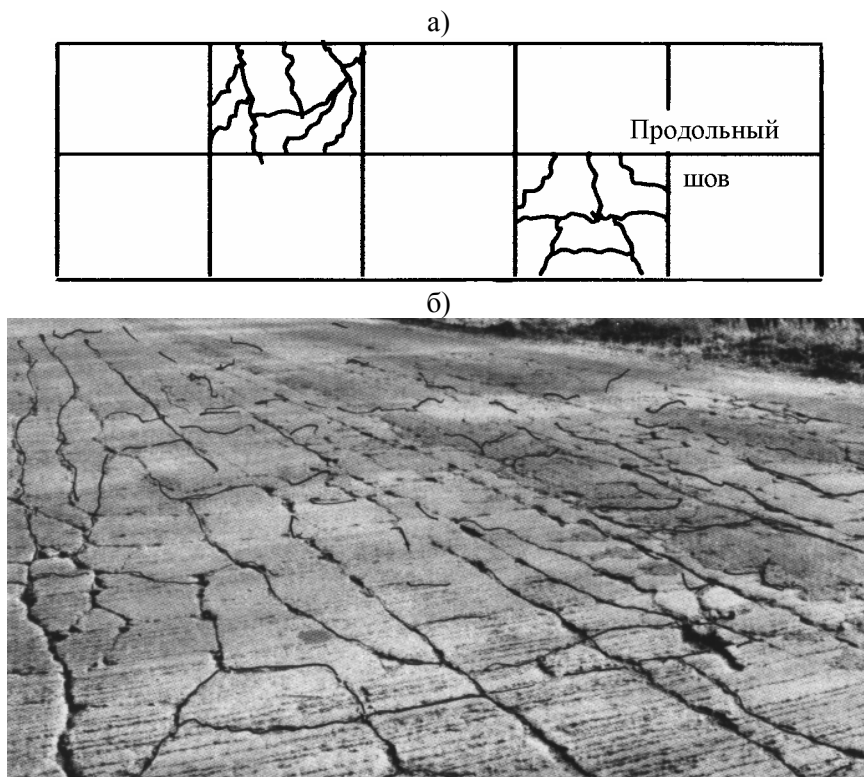


Рис. 3.6. Сеть трещин:
а – схема; б – общий вид

В процессе обследования дороги определяются количество трещин и площадь поврежденной поверхности.

Шелушение (рис. 3.7) – это истирание верхней поверхности бетонной плиты (обычно – от 3 до 11 мм), которое, может возникать в любом месте поверхности. Одновременно с шелушением часто происходит выкрашивание частиц бетонной композиции.

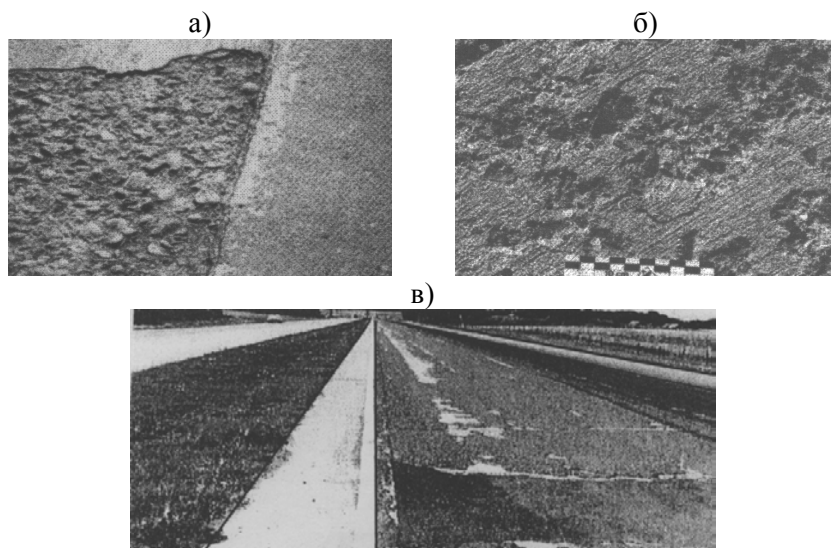


Рис. 3.7. Шелушение и выкрашивание:
а – шелушение (общий вид); б – увеличенное изображение;
в – выкрашивание поверхностной обработки

Ремонт покрытия, подверженного поверхностной или глубокой коррозии, может быть проведен двумя путями:

- 1) снятия корродирующего слоя;
- 2) устройства защитного поверхностного слоя (поверхностной обработки).

Для защиты покрытия от поверхностного разрушения часто прибегают к устройству выравнивающего слоя. Он может быть тонким (до 40 мм) и толстым (от 40 до 80 мм) в зависимости от условий производства работ и сопутствующих требований. В состав работ при этом входят изготовление, транспортировка, укладка и уплотнение на поверхности проезжей части горячих битумно-минеральных смесей (битумного шлама).

Битумный шлам – это смесь литой консистенции, состоящая из битумной пасты или эмульсии, воды, минерального порошка и дробленого песка (песчаный шлам) или щебня размером до 15 мм (щебеночный шлам). В состав смеси входят:

- 1) битум марки БНД 90/130 или БНД 60/90 – 8...12 % по массе;
- 2) дробленый песок или щебень – 8...15 %;
- 3) известь-пушонка – 2...5 %;
- 4) вода – 18...25 %

Битумный шлам получают в стационарных смесителях принудительного действия или в мешалках. Сначала готовят битумную пасту, перемешивая жидкий битум, минеральный порошок и эмульгатор (известь-пушонку), затем добавляют песок (или щебень) и воду. После перемешивания образуется битумный шлам жидкой консистенции.

Укладку битумного шлама производят в сухую погоду при температуре воздуха не ниже +10°C. Битумный шлам транспортируют в емкостях, оборудованных лопастями для его перемешивания в пути, чтобы избежать расслаивания. Движение транспорта по слою шлама не разрешается в течение 3...7 суток, пока не испарится вода; после этого 10...20 суток следует регулировать движение по всей ширине покрытия, чтобы оно лучше сформировалось.

Работы по устройству защитного слоя из эмульсионно-минеральных смесей (битумного шлама) в местах шелушения цементобетонного покрытия включают следующие операции:

- 1) очистку площади от пыли и грязи;
- 2) увлажнение площади покрытия водой из расчета 0,5 л/м²;
- 3) установку в исходное положение распределителя битумного шлама (бездонного ящика с выглаживающей резиновой плитой);
- 4) загрузку распределителя шлама из шламовоза;
- 5) распределение щебеночного шлама на ширину 3,75 м и толщину слоя 8...16 мм.

Шелушение происходит под воздействием воды и мороза. Наиболее интенсивно оно происходит в весенний период при частом оттаивании и замерзании верхних слоев покрытия, нагревании солнечными лучами днем и охлаждении ночью; причем с увеличением числа переходов температур через ноль интенсивность шелушения возрастает.

Шелушение измеряется количеством мест, где оно проявлено, и площадью поврежденной поверхности.

Вспучивание (рис. 3.8) – это локализованный подъем поверхности покрытия на поперечных швах или трещинах; часто сопровождается разрушением бетона в этой области.

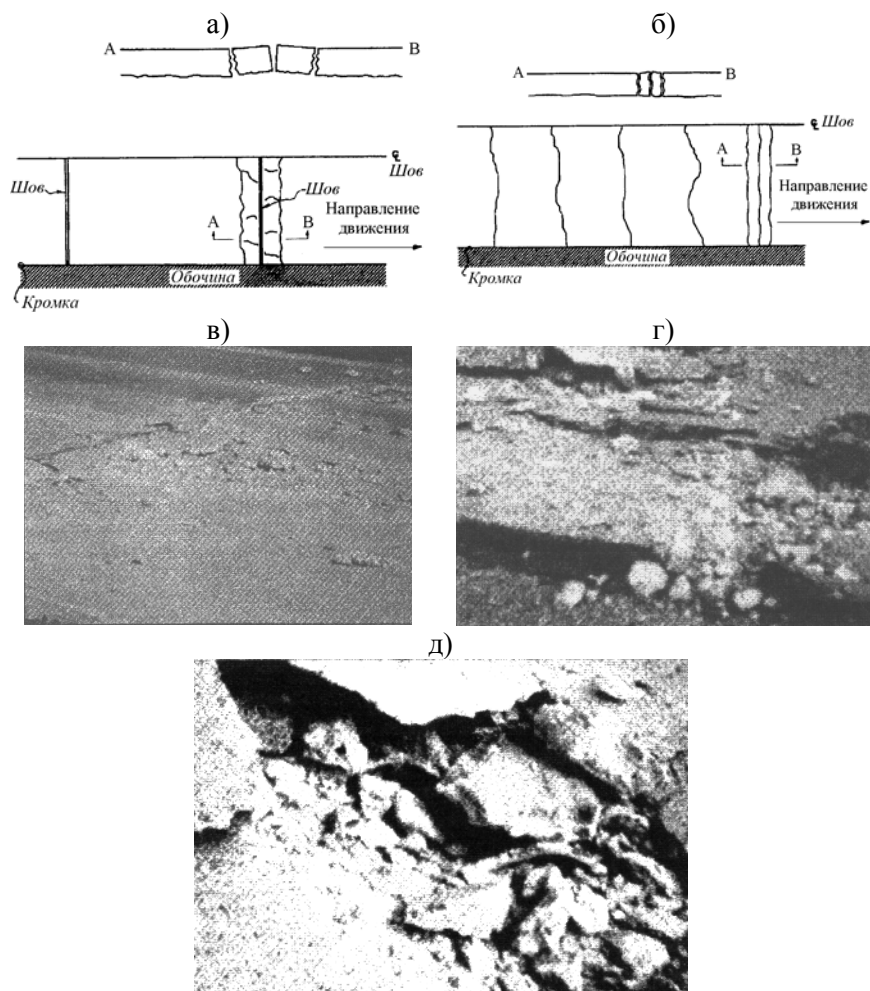


Рис. 3.8. Вспучивание:
а, б – схемы вспучивания; в – общий вид; г – увеличенное изображение;
д – оголение арматуры при вспучивании

Уровни повреждения определяются дефектами, вызванными вспучиванием, сказывающимися на качестве проезда и безопасности движения. При обследовании дороги наличие вспучивания оценивается количеством повреждений.

Опускание плит в зоне поперечных швов и (или) трещин (рис. 3.9) – дефект, обусловленный разностью высоты плит вдоль шва или трещины.

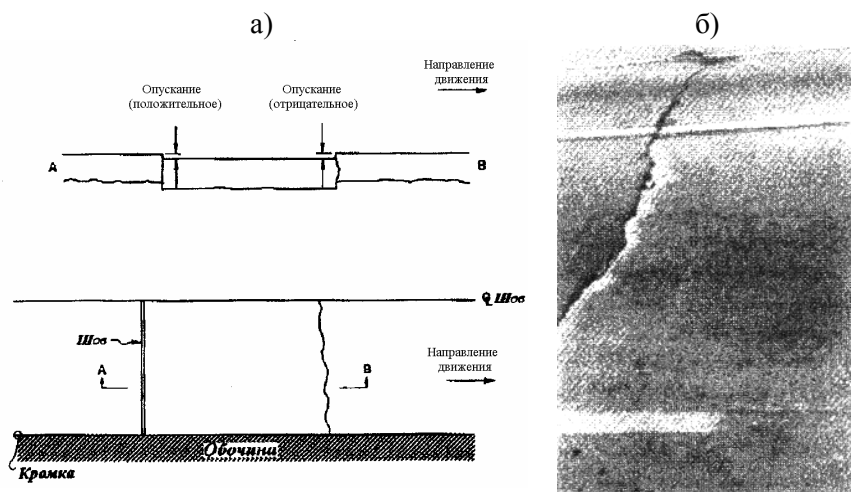


Рис. 3.9. Опускание плит в зоне поперечных швов и (или) трещин:
а – схема; б – общий вид

Уровни повреждения оцениваются с помощью измерений. Регистрация всех сделанных измерений дает более достоверное представление о картине повреждений.

Измерение основано на фиксации величины опускания смежной плиты (в мм). Оно производится на расстоянии 0,3 и 0,7 м от внешнего края проезда. Если приближающаяся плита выше уходящей, опускание – положительное (+), ниже – отрицательное (-).

Ухудшение поперечного конструктивного шва (рис. 3.10) происходит в результате образования серии близко расположенных поперечных трещин или большого количества объединяющихся трещин, возникающих возле конструктивного шва.

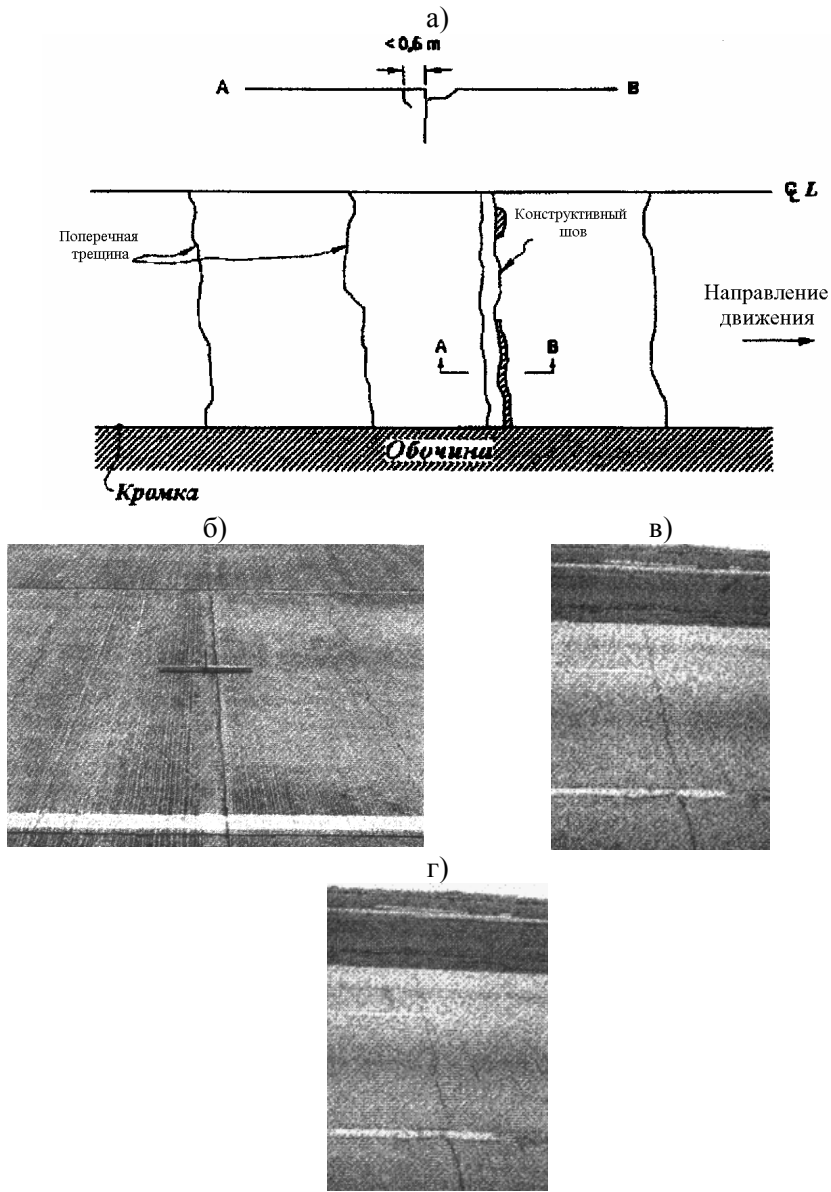


Рис. 3.10. Ухудшение поперечного конструктивного шва:
 а – схема; б – общий вид; в, г – низкий уровень разрушения

Технологии ремонта цементобетонных покрытий



Различаются следующие уровни повреждения:

- 1) низкий – нет раскрытия или повреждения конструктивного шва в пределах 0,6 м от него;
- 2) средний – существует раскалывание < 75 мм конструктивного шва в пределах 0,6 м от него;
- 3) высокий – существует раскалывание ≥ 75 мм и разрушение конструктивного шва в пределах 0,6 м от него.

При измерении регистрируется общее количество конструктивных швов для каждого уровня повреждения.

В зависимости от степени дефектности и общего эксплуатационного состояния технико-экономически обосновывается способ ремонта (табл. 3.1). Как и для других типов покрытия, он может быть текущим, средним и капитальным. При текущем ремонте устраняются отдельные дефекты, улучшается состояние поврежденных деформационных швов; при среднем устраняются возникшие дефекты и производится устройство слоя износа по соответствующей технологии модернизации поверхности; капитальный ремонт затрагивает всю конструкцию дорожной одежды с заменой цементобетонных плит, усилением прочности или уширением проезжей части.

3.2. Основные виды ремонта цементобетонных покрытий

3.2.1. Герметизация трещин

Возникшие в цементобетонном покрытии трещины ликвидируются путем герметизации (рис. 3.11). В состав работ при этом входят:

- 1) разделка трещин распиливанием на глубину 30 мм;
- 2) очистка трещин на полную глубину для полного удаления пыли или обломков материала со стенок;
- 3) тщательная сушка трещин;
- 4) доставка и укладка резинового уплотнителя;
- 5) нанесение цветной подгрунтовки под герметик;
- 6) заливка трещин под герметик;
- 7) уборка лишнего герметика и мусора после затвердения герметика и по окончании каждого рабочего дня.

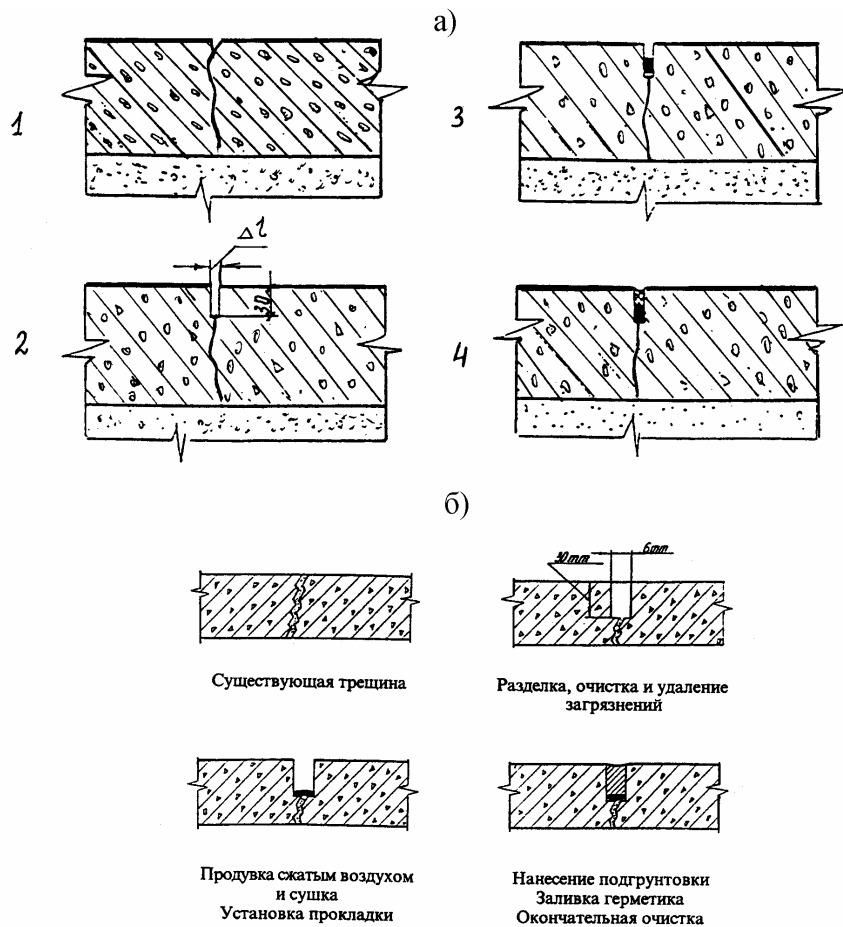


Рис. 3.11. Герметизация трещин в цементобетонном покрытии:
 а – ремонт с укладкой уплотнительного шнура: 1 – трещина; 2 – разделка трещины; 3 – укладка уплотнительного шнура; 4 – герметизация трещины;
 б – последовательность выполнения операций при герметизации трещин

До начала консервации трещин их разделяют и тщательно очищают от каменной мелочи, пыли, грязи, посторонних предметов. Для разделки трещин применяются пальчиковые фрезы, рабо-

чий орган которых выполнен в виде звездочек из твердосплавных металлов. Работа такой фрезой позволяет повторить конфигурацию трещины, не создавая запиллов.

Разделка трещин выполняется до обнажения здорового бетона на стенках трещины по всей ее длине. Допуски на глубину и ширину разделки +2 мм и – 0 мм. Скалывание стенок трещин не допускается. Период между сушкой и заполнением трещин герметиком не должен превышать 15 минут. Герметик должен соответствовать требованиям СТБ 1092-97 «Мастика герметизирующая битумно-эластомерная. Технические условия».

При выборе типа герметика учитываются возможные максимальные отрицательные и положительные температуры воздуха региона, где эксплуатируются покрытия.

В настоящее время созданы уникальные герметизирующие материалы с использованием полимерных композиций. Среди отечественных мастик горячего применения наиболее известны российские герметики «Новомаст» и «Прогресс АГ», а среди герметиков из стран дальнего зарубежья – Crafcro (США) и Biguma (Германия). Эти материалы имеют высокие технико-эксплуатационные характеристики и гарантированный срок службы – не менее 5 лет.

В зарубежной практике для герметизации трещин и швов используют также мастики холодного применения – Vulcem (США), U-Seal (Канада), Color (Англия) и др., обладающие хорошей деформативностью при отрицательных температурах и высокой долговечностью, однако их стоимость значительно превосходит стоимость мастик горячего применения.

Для разогрева мастик созданы специальные автоматические котлы-заливщики с двойными стенками, с опосредованным разогревом мастики, перемешиванием, термоконтролем и системой подачи ее в швы и трещины.

Герметизация трещин осуществляется в сухую погоду при температуре поверхности дороги не ниже +5°C. Температура герметика в котле должна составлять 180°C. Запрещается разогрев герметика до температуры более 200°C и хранение более 8 часов в разогретом состоянии. Использование повторно разогретого герметика не допускается.

3.2.2. Ремонт температурных швов

Особое место при ремонте цементобетонного покрытия занимает герметизация существующих температурных швов или новых швов, нарезаемых в покрытии при замене разрушенных плит или их частей.

Ремонт температурных швов охватывает работы по удалению герметика из существующих швов цементобетонной проезжей части и последующей его замене (рис. 3.12). Работы выполняются на продольных швах по оси проезжей части каждого направления, а также на поперечных швах в соответствии с утвержденной технологией.

В состав этих работ входят:

- 1) удаление старого герметика вместе с подкладкой шва;
- 2) полная очистка шва и удаление мусора;
- 3) разделка шва распиливанием на глубину 30 мм;
- 4) промывка сжатой водой под высоким давлением до полного удаления остатков герметика и обломков материала;
- 5) прочистка на всю глубину шва щетками для удаления любого рода загрязнений с его боковых стенок;
- 6) продувка и тщательная сушка перед заливкой;
- 7) доставка и установка подкладки шва;
- 8) нанесение цветной подгрунтовки для улучшения адгезии герметика;
- 9) заливка герметика;
- 10) полная очистка поверхности дорожного покрытия от загрязнения с тщательным удалением металлической щетины, остающейся после прочистки шва щетками, после затвердения герметика и в конце каждой рабочей смены.

При ремонте швов расширения промывка шва водой под высоким давлением выполняется только в пределах глубины разделанного шва.

Порядок проведения работ и применяемая технология зависят от вида используемого герметика и применяемого оборудования. Герметик должен соответствовать требованиям СТБ 1092-97.

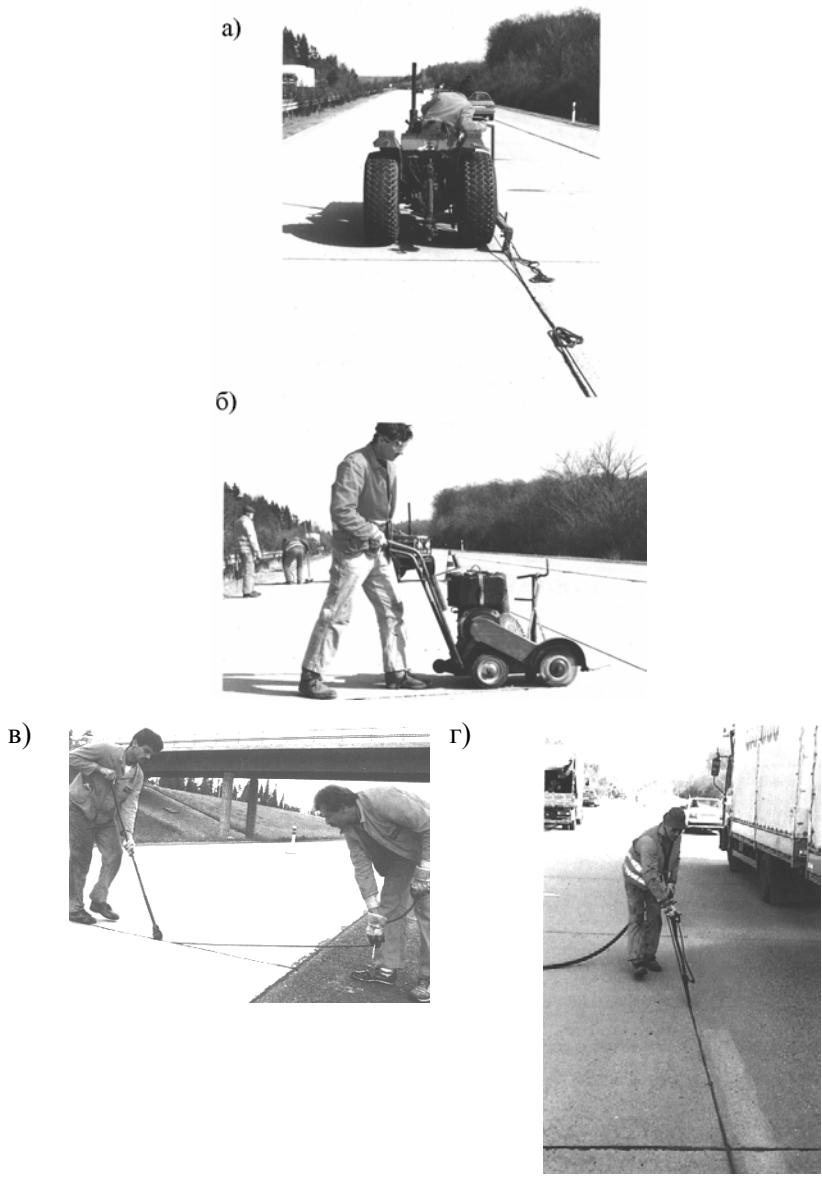


Рис. 3.12 а, б, в, г. Ремонт температурного шва (общий вид):

а – удаление старого герметика шовным плугом; б – зачистка шва;
 в – укладка уплотнительных шнуров из пористой резины; г – заполнение шва

д)

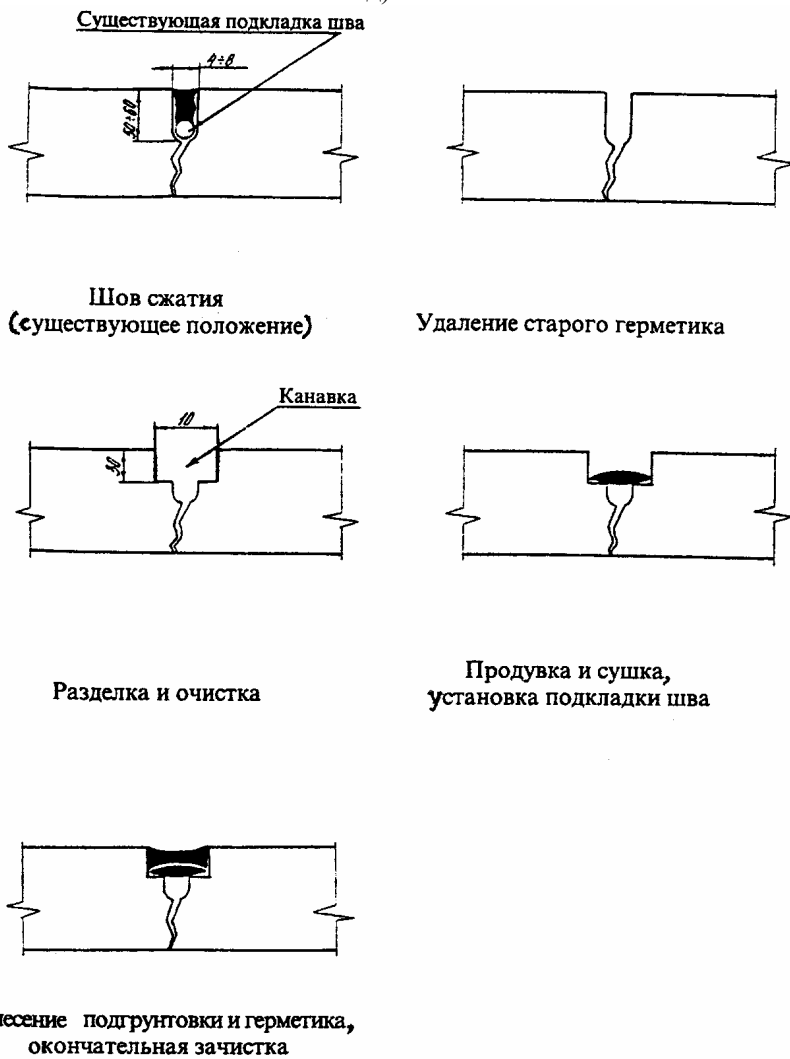


Рис. 3.12 д. Ремонт температурного шва:

д – технологическая схема последовательности выполнения операций

В случае, когда под бетонной плитой оказывается поврежденным основание, ремонтные работы усложняются: возникает необходимость проводить вырубку плиты, устанавливая анкеры, восстанавливать основание и заливать вырубку новой смесью, устраивать температурные швы.

Герметизация новых швов производится на продольных швах сжатия, поперечных швах сжатия в краевой бетонной полосе и швах сжатия и расширения, устраиваемых в связи с полной и частичной переделкой несущих плит бетонных водоотводных лотков и краевых укрепительных полос. Работы при этом проводятся так же, как при ремонте существующих швов; разница лишь в том, что сначала производится разделка шва распиливанием на глубину 30 и ширину 6 мм (швы сжатия) и 32 мм (швы расширения), а затем выполняются последующие рабочие операции.

Для выполнения работ используются герметик горячего применения, резинобитумные мастики и герметизирующие пасты различного состава. Подкладка шва и подгрунтовочный материал по своим свойствам должны быть совместимы с применяемым герметиком.

Работы по ремонту швов включают следующие операции:

1. *Удаление старого герметика.* При этом не должны повреждаться стенки кромки шва и существующие вставки швов расширения, расположенные ниже указанной глубины разделки шва.

2. *Разделка шва.* При ширине шва менее 10 мм ширина его разделки (распиливанием) должна составлять 10 мм, в остальных случаях она равна ширине шва плюс 1 мм на каждую сторону для обнажения свежего бетона на обеих стенках шва по всей его длине. Допуск на ширину и глубину шва составляет ± 1 мм. Сколы кромок не допускаются.

3. *Очистка и сушка* осуществляется в целях удаления остатков старого герметика и обломков бетона из шва сжатия на всей его глубине и из шва расширения на глубину разделки, а также всех следов влаги из разделки шва.

Очистка швов от старого герметика производится с помощью мини-трактора с комплектом сменного навесного оборудования, нарезчиков швов с набором дисков (для получения ширины паза не

менее 10 мм) и ручного инструмента. Перед герметизацией швов их очищают от пыли и грязи щеточными машинами, переоборудованными из нарезчиков швов, и сжатым воздухом. Для очистки швов применяется установка водоструйной очистки под давлением, способная подавать воду под давлением 60...70 МПа в объеме 70...80 л/мин. После промывки пазы швов продуваются и сушатся горячим воздухом, канавка шва – теплым воздухом, поступающим от компрессора. Температура воздуха должна быть равна температуре жидкого герметика $\pm 10^{\circ}\text{C}$. Компрессор оснащается влагомаслоотделителем, предотвращающим загрязнение воздуха. Применяемый для сушки наконечник шланга выполняется в форме, позволяющей продувать швы изнутри. Период между сушкой и нанесением подгрунтовки не должен превышать 15 минут. Важной технологической операцией является также грунтовка поверхностей швов, которую выполняют специальными грунтовочными составами с использованием шприц-распылителей. Для улучшения сцепления на границе мастика-бетон применяется специальный полимерный клей типа Colzumix. В последнее время при герметизации швов для экономии мастики и формирования оптимального поперечного сечения герметика в шве применяются резиновые уплотнительные шнуры.

4. *Заполнение герметиком.* Герметизация швов производится при температуре поверхности дороги не ниже 5°C . Грунтовочный состав наносится с помощью распылителей сразу же после установки подкладки шва; при этом необходимо соблюдать рекомендуемые изготовителем условия и время сушки.

Герметик горячего применения наносится специальным распределителем, оснащенным термостатической системой управления, косвенным обогревом и рециркуляционным насосом. Температура подогрева герметика и время его содержания в разогретом состоянии не должны превышать указанных изготовителем. Максимальное допустимое отклонение температуры разогретого герметика от рекомендованной не должно превышать $\pm 5^{\circ}\text{C}$. По окончании каждой смены распределитель следует очищать. Использование повторно разогретого герметика не допускается. Герметик наносится при помощи форсунки (наконечник которой изготовлен в форме, позволяющей вводить его непосредственно в разделанную канавку сразу после высыхания подгрунтовочного слоя), сплошным слоем, с

заполнением канавки снизу вверх. При понижении уровня герметика после заполнения шва следует подливать его до тех пор, пока не остынет ранее залитый герметик, чтобы обеспечить надежную адгезию всего слоя. Если герметик выступает над поверхностью покрытия, после остывания его следует выровнять, а излишки собрать и удалить с дороги. Открывать движение по отремонтированной полосе разрешается только после того, как герметик в швах перестанет прилипать к шинам автомобилей. Глубина незаполненной части канавки шва не должна превышать 5 мм.

Проницаемость швов при проверке соответствия требованиям стандарта должна составлять не более $10 \text{ см}^3/\text{мин}$ на 1 м шва.

Контроль качества производства работ осуществляется в соответствии с действующими стандартами. На материалы должны быть сертификаты качества; размеры канавки, заполнение ее герметиком и проникновение герметика проверяются дорожными лабораториями согласно утвержденной методике.

3.2.3. Нарезка и герметизация швов в верхнем слое асфальтобетонного покрытия

Нарезка швов в асфальтобетоне производится строго над швами в существующем цементобетонном покрытии. Нарезку следует производить через 2 плиты в случае укладки верхнего слоя с модифицирующими добавками и над всеми стыками плит – в случае укладки верхнего слоя без модифицирующих добавок. В состав работ входят:

- 1) маркировка существующих швов в цементобетонном покрытии;
- 2) нарезка швов на глубину 4 см и ширину 6...8 мм;
- 3) продувка и тщательная сушка швов;
- 4) обработка стенок швов грунтовкой;
- 5) заливка швов мастикой МГБЭШ-75 СТБ 1092-97;
- 6) полная очистка поверхности дорожного покрытия от загрязнения после застывания мастики.

Основные требования к технологии проведения работ следующие:

- 1) нарезка швов производится строго в соответствии с существ-

вующей маркировкой;

2) период между сушкой и заполнением швов герметиком – не более 15 мин; герметик должен соответствовать требованиям СТБ 1092-97;

3) на герметик, грунтовочный состав должны быть сертификаты качества;

4) герметизация швов осуществляется в сухую погоду при температуре поверхности дороги не ниже +5°C;

5) температура герметика в котле 180°C;

6) разогрев герметика до температуры более +200°C и хранение более 8 часов в разогретом состоянии запрещается;

7) использование повторно разогретого герметика не допускается; гарантийный срок его хранения – 2 года;

8) по окончании гарантийного срока проводятся дополнительные испытания герметика на соответствие всем требованиям СТБ 1092-97;

9) герметик не доливается до поверхности плиты по оси шва на 3...5 мм;

10) излишки герметика собираются и удаляются с дороги до открытия движения;

11) движение по отремонтированному участку разрешается открывать только после того, как герметик в швах перестанет прилипать к шинам автомобилей.

Контроль качества работ осуществляется с учетом действующих нормативных документов.

3.2.4. Ремонт цементобетонных покрытий с использованием модифицированного битума и герметизирующих битумных эластомерных мастик

Организация производства модифицированных битумов и эластомерных мастик с использованием термоэластопластов и пластимеров типа СБС отечественного (ДСТ) и зарубежного (Кратон, Полибилт и т. д.) производства позволила применить на практике мембранную технологию устройства поверхностных обработок на основе битумополимерного вяжущего и герметизацию швов и трещин эластомерной мастикой. Институтом «БелдорНИИ» разработа-

на технология получения модифицированного битума и герметизирующих мастик, проведены опытно-технологические работы.

При ремонте цементобетонных дорог особенно перспективны тонкослойные асфальтобетонные покрытия из специальных асфальтобетонных смесей на основе полимербитума, укладываемых на слои проклеивания и герметизации из катионной модифицированной эмульсии, нанесенные непосредственно перед укладкой асфальтобетонной смеси.

3.2.5. Заделка трещин в основании с использованием геосинтетиков и цементных растворов

Этот вид ремонта предназначен для задержки распространения отраженных трещин от пустот в жестких основаниях (цементная стабилизация, тощий бетон, бетонные плиты) в случае, когда кромки этих пустот неравномерно подперты.

Оценка условий подпора покрытия в зоне трещин с одновременным определением состояния несущих слоев и основания под трещиной дает возможность установления вымывания водой грунта основания под кромками плит.

Оценочным критерием состояния покрытия принято считать коэффициент

$$S = \frac{y_1}{y_0}, \quad (3.1)$$

где y_1 – прогиб нагруженной кромки;

y_0 – прогиб, измеренный между трещинами (в середине полосы движения).

Если $S < 1,4$, принято считать, что основание в зоне трещины обеспечивает необходимый подпор. При $S \geq 1,4$ имеет место недостаточный подпор в зоне трещины со стороны основания.

Оценка работы полужесткого покрытия в зоне отраженной трещины производится на стыке двух смежных плит с целью определения вероятности появления вертикальных сил среза в зоне трещин под воздействием транспортных нагрузок. При этом определя-

ется коэффициент совместной работы по формуле

$$k = \frac{2y_2}{y_1 + y_2}, \quad (3.2)$$

где y_1 – прогиб нагруженной кромки;

y_2 – прогиб ненагруженной кромки.

В зависимости от значения k принято считать, что:

1) при $k = 0,1$ между плитами не существует связи, обеспечивающей их совместную работу;

2) при $0,1 < k < 1$ между плитами существует частичная связь и происходит частичная передача нагрузки с одной плиты на другую;

3) при $k = 1$ между плитами существует полная взаимосвязь.

Измерения прогибов можно выполнять с помощью прогибомера Бенкельмана или динамического прогибомера FWD.

Основные операции по ликвидации трещин следующие:

1) фрезерование асфальтобетонных слоев до уровня жесткого основания дорожной одежды в виде поперечного корыта шириной по 0,5 м в обе стороны от трещины (общая ширина – 1,00 м);

2) при необходимости – расширение трещины до 2 см;

3) очистка поверхности жесткого слоя и трещины при помощи всасывающего оборудования;

4) введение под давлением цементного раствора для заполнения полости;

5) заполнение трещины заливкой;

6) выравнивание неровностей минерально-битумной смесью;

7) покрытие дна корыта асфальтобетонным слоем до 3 см;

8) орошение битумным вяжущим, модифицированным эластомером (эмульсией или дорожным битумом) в количестве, достаточном для приклеивания и насыщения геосинтетика;

9) разложение геосинтетика по всей ширине корыта;

10) выравнивание асфальтобетоном, уплотнение до уровня существующей поверхности покрытия.

Заполнение цементным раствором каверны лучше всего проводить методом торкретирования. В качестве геосинтетика используются геокомпозицы или геосетки повышенной прочности на растяжение с ограниченным удлинением.

Метод инъектирования используется при ремонте автострад и магистральных дорог для обеспечения возможности надежного заполнения пустот под кромками трещин в жестких конструктивных слоях (основании) дорожной одежды.

Работы должны проводиться в сухую погоду при температуре воздуха не ниже 10°C. Если при заполнении пустот под кромками трещин в жестком основании возникают трудности, необходимо отказаться от этого метода и прибегнуть к методу глубокого ремонта с использованием геосинтетиков.

3.3. Ремонт плит

3.3.1. Замена плит

При ремонте сколов кромок плит, разделке деформационных швов и замене разрушенных участков плит широкое распространение получили нарезчики швов с алмазными дисками. Применение алмазного инструмента позволяет не нарушать внутреннюю структуру остающегося бетона после удаления разрушенного материала, обеспечивать безупречные края реза и точность разделки. Машины-нарезчики с алмазными дисковыми пилами с приводом от бензинового, дизельного или электродвигателя мощностью от 7 до 65 л.с. имеют несомненные преимущества перед другими инструментами (перфораторами, отбойными молотками, фрезами), используемыми для ремонта цементобетонных покрытий.

При замене разрушенных участков плит производится выпиливание по контуру на полную толщину заменяемой плиты и разрезание ее на сегменты. Важный элемент этой технологии – подъем выпиленных участков плит, подлежащих замене. Специалисты ЗАО «Ирмаст-Холдинг» используют надежные канговые захваты, устанавливаемые в вырубленных в покрытии скважинах, что позволяет удалять разрушенные участки плит без повреждения кромок соседних участков покрытия, затем устраивают скользящую прослойку между слоем основания и вновь устраиваемого покрытия и устанавливают арматурные каркасы и штыри для обеспечения совместной работы ранее уложенных и новых плит покрытия. Укладку бетонной смеси производят с использованием средств малой механи-

зации, позволяющих обеспечить получение покрытия необходимой ровности и заданного уклона.

Специалисты НПО «Прогрестех» предложили технологию ремонта дефектных участков в районе кромок плит в монолитных армобетонных покрытиях с помощью локально восстановленных плит. Суть технологии заключается в удалении дефектных участков покрытия блоками одного размера и замена их специально изготовленными на месте или в заводских условиях железобетонными плитами.

3.3.2. Частичная или полная переделка плит

Частичная (рис. 3.13) или полная (рис. 3.14) переделка сильно поврежденных плит требует выполнения многих технологических операций.



Рис. 3.13. Частичная переделка плиты

При этом выполняются следующие операции:

- 1) распиловка бетона по периметру поврежденной зоны;
- 2) вырубка его в поврежденной зоне;
- 3) удаление обломков;
- 4) при необходимости – удаление поврежденного основания и его переделка с подтрамбовкой нижнего слоя;
- 5) доставка и установка штырей;
- 6) доставка и заливка бетона, уход за свежееуложенным бетоном;
- 7) нарезка швов сжатия в уложенном бетоне;
- 8) уборка зоны работ.

Распил по границам выборки производится на всю глубину раз-

рушенной плиты. Ее кромки выполняются вертикально с отклонением в пределах ± 10 мм. Дефектный участок плиты удаляется без повреждения нижележащих слоев и здорового бетона покрытия. Со стенок выборки удаляются все рыхлые материалы; дно выравнивается в пределах допуска ± 5 мм.

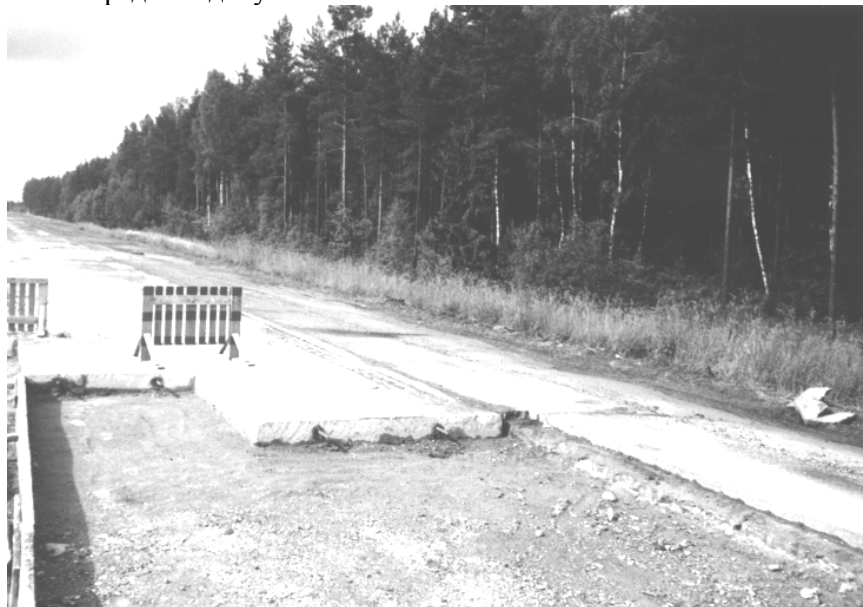




Рис. 3.14. Полная переделка плит (выборка на всю глубину)

При наличии разрушения основания производится его удаление с заменой тощим бетоном.

Штыри располагаются в середине поперечного сечения плиты по отношению к ее верхней поверхности (рис. 3.15) с допустимым отклонением ± 25 мм. Они устанавливаются строго перпендикулярно торцевой поверхности существующей плиты и фиксируются цементным раствором.

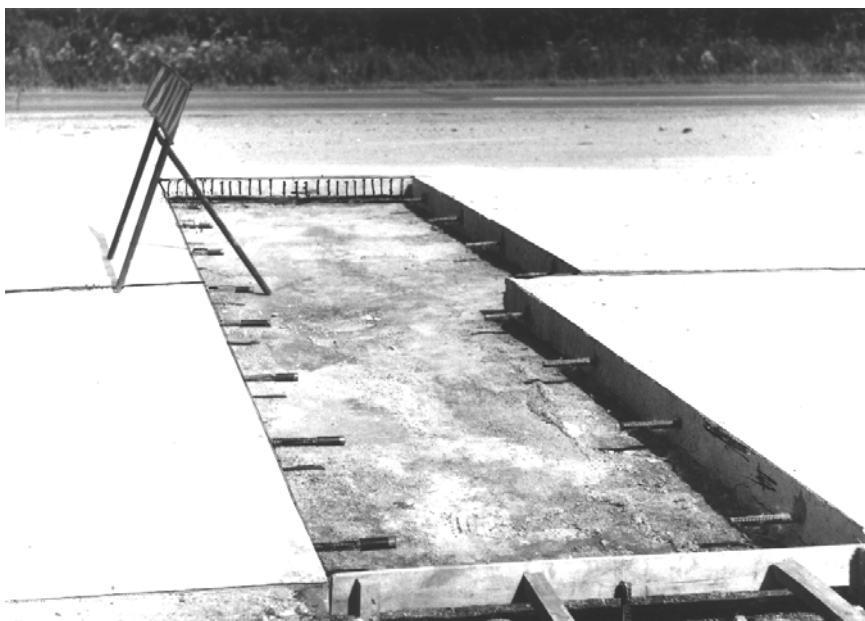


Рис. 3.15. Установка штырей в цементнобетонном покрытии

Бетонная смесь должна приготавливаться так, чтобы обеспечивать требуемый объем вовлеченного воздуха с учетом продолжительности ее транспортирования от бетонного завода к месту бетонирования (рис. 3.16).



Рис. 3.16. Полная переделка плит (заполнение цементобетоном)



Рис. 3.17. Полная переделка плит (уплотнение вибробрусом)

В соответствии с требованиями СНиП 3.06.03-85 (п. 12.11), продолжительность транспортирования бетонной смеси не должна превышать 30 минут при температуре воздуха от 20 до 30°C и 60 минут – при температуре ниже 20°C. В процессе транспортирования бетонную смесь следует защищать от воздействия атмосферных осадков и испарения влаги. Транспортировка и приготовление бетона производится в соответствии с ГОСТ 7473-85 «Смеси бетонные. Технические условия».

Бетон укладывается равномерным слоем без расслоения, уплотняется глубинными вибраторами, а затем – отделочным брусом с опиранием его на соседние плиты (рис. 3.17).

Уровень вновь уложенного бетона должен совпадать с уровнем существующих бетонных плит. Максимально допустимая разность между уровнем поверхности обоих видов бетона под 3-метровой рейкой допускается не более 3 мм.

После уплотнения поверхности за свежеложенным бетоном следует ухаживать не менее 7-ми дней с применением пленкообразующих материалов, которые должны соответствовать требованиям ВСН 139-80, п. 3.18.

Пленкообразующие материалы наносятся путем распыления равномерно на всю поверхность в количестве 400 г/м² при температуре воздуха до 25°C и 600 г/м² – при температуре 25°C и выше, в два слоя, с интервалом 20...30 минут.

Контроль качества осуществляется в соответствии с нормативной документацией и требуемой периодичностью.

3.4. Поверхностная обработка и тонкие слои износа

Повышение сцепных качеств покрытия, устранение макронеровностей, повышение его прочности достигается путем устройства поверхностной обработки или укладки одного или нескольких слоев асфальтобетона. Укладываемый поверхностный слой способствует также ограничению подъема трещин. В технологическом отношении при ремонте дорог укладка поверхностных слоев дорожной одежды (несущих, выравнивающих, фрикционных и др.) не имеет больших различий по сравнению с технологией, применяемой при их строительстве. В материаловедческом плане проблемы гораздо

сложнее. К материалам, используемым для устройства поверхностных слоев на цементобетонном покрытии, предъявляются особые требования: они должны обеспечивать высокую износостойкость покрытия, обладать необходимой адгезией, иметь требуемые светотехнические качества, быть устойчивыми по отношению к климатическим воздействиям и вписываться в санитарно-гигиенические нормы.

Для устройства подгрунтового слоя применяются жидкие битумы или битумные эмульсии с остаточным расходом битума 250...300 г/м². Верхние (выравнивающие) слои устраиваются из горячих асфальтобетонных смесей, заполнители и вяжущие для которых подбираются с учетом действующих государственных стандартов. Проведенные за последние годы в Белорусском национальном техническом университете исследования позволили углубить представления о физико-химических процессах, протекающих на границах минеральных и органических компонентов дорожной конструкции. Обоснован выбор наиболее важных функциональных групп, наличие которых в веществах способствует образованию высоких адгезионных свойств материалов; рассмотрен механизм действия поверхностно-активных веществ, изменяющих молекулярно-поверхностные свойства битумов в сторону увеличения их адгезии и когезии; установлено влияние низких температур на напряжения, возникающие в органическом материале, структура которого в данном температурном режиме характеризуется конденсационно-кристаллизационными свойствами. Предложен ряд новых поверхностно-активных добавок и способов модификации битумов, позволяющих повысить их долговечность, изменить физико-механические свойства. Результаты исследований опубликованы в периодических изданиях и используются на практике.

На автомобильной дороге Брест-Минск-граница России, где преобладают цементобетонные покрытия, в последние годы были проведены значительные работы по усовершенствованию ее транспортно-эксплуатационных характеристик. Комплексные меры по ремонту дороги включали модернизацию температурных швов, обновление швов сопряжения проезжей части с укрепленными обочинами, устранение выбоин и трещин, восстановление шероховатости поверхности и другие работы. Для каждого вида работ были обоснованы соответствующие правила и технологии. Реализация на практике этих правил и техноло-

гий подтвердила их техническую и экономическую эффективность.

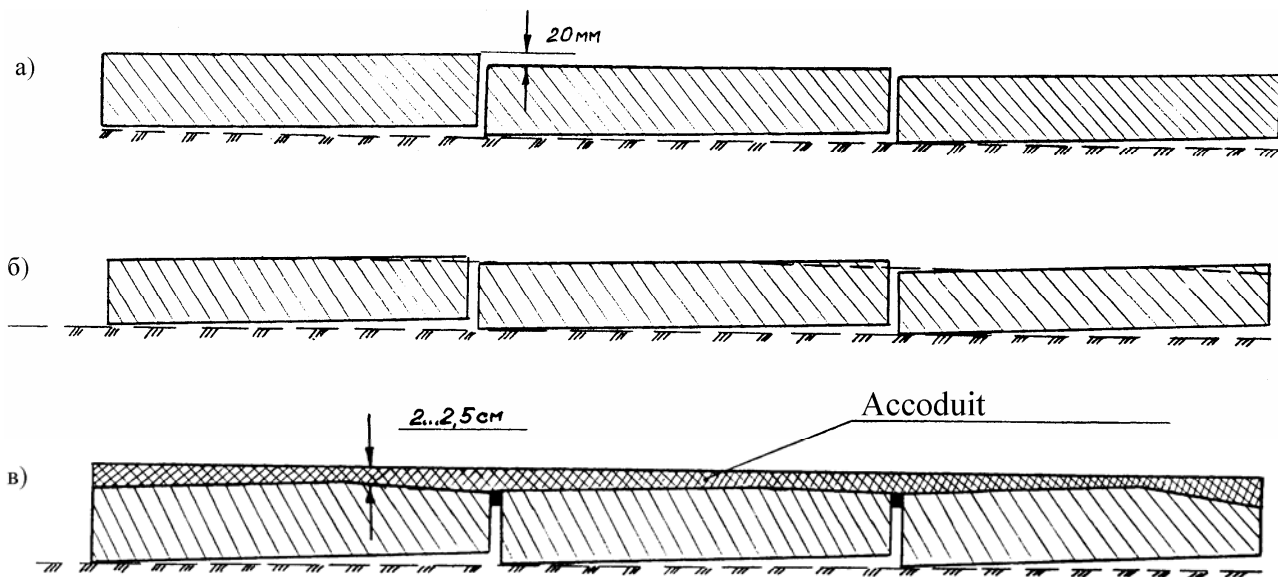


Рис. 3.18. Ремонт цементобетонного покрытия при наличии перепадов плит:
 а – существующие перепады между плитами проезжей части (продольный профиль); б – фрезерование уступов между плитами глубиной 15...20 мм; в – устройство тонкослойного асфальтобетонного покрытия



Рис. 3.19. Укладка и уплотнение асфальтобетонной смеси



Рис. 3.20. Дорожная фреза фирмы «Wirtgen»

Технология устройства тонкого слоя асфальтобетонного покрытия «Accoduit» при наличии перепадов в температурных швах включает следующие операции: фрезерование существующих уступов между плитами глубиной до 15...20 мм; герметизацию швов; плавку асфальтобетонной смеси с последующим ее уплотнением (рис. 3.18...3.20). При неровностях между плитами до 10 мм устройство тонкослойного асфальтобетонного покрытия может осуществляться без фрезерования уступов.

3.5. Ремонт обочин, краевых полос и лотков

Неотъемлемой частью ремонта цементобетонных покрытий является устранение дефектов краевых укрепительных полос (краевых балок), лотков и укрепленных обочин. Если материалы этих элементов не отличаются от материалов дорожного покрытия, их ремонт производится по той же технологии. При ремонте обочин, и особенно – для сопряжения покрытия обочины с проезжей частью, выполняется комплекс работ:

- 1) фрезерование покрытия обочины с приданием проектного уклона;
- 2) выборка обочины в месте сопряжения ее с проезжей частью;
- 3) заполнение отфрезерованным асфальтобетоном с добавлением щебня и устройство поверхностной обработки.

Для лотков характерными работами являются: удаление разрушенного покрытия, выравнивание основания с последующей укладкой бетона; выполнение поперечных швов и их герметизация.

На краевых полосах устраняются выбоины, трещины, сколы и другие дефекты, а также дефекты в температурных швах.

Ремонт укрепленных обочин связан с заменой устаревшего материала или изменением их геометрических параметров. При этом производится удаление материала существующей укрепительной обочины путем фрезерования, замена материала основания новым тощим бетоном, устройство основания укрепленной обочины из фрезерованного асфальтобетона, укладка слоев из асфальтобетона с последующим их уплотнением.

3.6. Техника безопасности в местах производства дорожных работ

При организации и производстве ремонтных работ на дороге необходимо строго соблюдать технику безопасности. При выполнении ремонтных работ по всей ширине проезжей части устраиваются объезды, а участок полностью закрывается для движения общественного транспорта. Стандартными переносными или непереносными барьерами и стойками перекрывают всю проезжую часть, участок дополнительно ограждают запрещающими знаками «Въезд запрещен» и устанавливают предписывающие знаки «Разрешенное направление движения направо (налево)». На барьере крепят щиток с надписью «Объезд». В темное время суток, кроме ограждения, выставляются красные фонари.

При выполнении ремонтных работ на одной половине проезжей части движение автомобилей в обе стороны может происходить по второй половине. В этом случае полосу, на которой производят ремонтные работы, ограждают переносными барьерами, устанавливаемыми вдоль или параллельно проезжей части с интервалом 5...10 м, а в конце ремонтируемого участка – под углом к оси с таким расчетом, чтобы образовалась воронка, направляющая поток. Участок ограждают указательными знаками «Ремонтные работы». Расстановку дорожных знаков и ограждений осуществляют до начала производства работ. Их устанавливают в местах, наиболее удаленных от участков, где производятся работы, и на стороне полосы, свободной для движения транспорта, а затем – со стороны, на которой ведутся работы. После дорожных знаков ставят ограждения. Основные знаки устанавливаются за 150...250 м до начала участка (в населенных пунктах – за 40...50 м), дублируемые – непосредственно у места работы.

В отдельных случаях при недостаточной ширине полосы проезжей части и обочины для разъезда встречных автомобилей движение необходимо регулировать. Регулирование производят специально выделенные лица дорожной службы. При небольшой длине ремонтируемого участка (не более 60 м) и хорошей видимости можно организовать движение по принципу саморегулирования. Для этого с обеих сторон участка устанавливают запрещающий знак

«Проезд без остановки запрещен», места ремонта одиночных разрушений и деформаций ограждают переносными стойками со знаком «Ремонтные работы», которые располагают на расстоянии 5...10 м перед и за ремонтируемым местом.

4. РЕМОНТ ГРАВИЙНЫХ И ЩЕБЕНОЧНЫХ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ

Гравийные покрытия имеют широкое распространение как на сети дорог общего пользования, так и на многих ведомственных дорогах. По состоянию на 1 января 2002 г. на республиканских дорогах черные гравийные покрытия составляли 293 км, гравийные – 372 км, на местных дорогах соответственно – 1112 и 22357 км. В целом дороги с гравийным покрытием составляют около 30 % от общей протяженности дорог в Республике Беларусь.

Поддержание гравийных автомобильных дорог в требуемом эксплуатационном состоянии неразрывно связано с их ремонтом, который осуществляется с использованием и традиционных технологий, и новых, основанных на применении вяжущих, обеспыливающих и стабилизирующих материалов.

4.1. Основные виды ремонта гравийных и щебеночных покрытий

Гравийные и щебеночные покрытия, как и булыжные мостовые, можно отнести к числу наиболее старых. За многие годы строительства и эксплуатации накоплен значительный опыт их содержания и ремонта. Развитие дорожно-строительной техники и дорожного материаловедения вносит определенные коррективы в технологию содержания и ремонта этих покрытий. Однако на всех этапах способы ремонта гравийных и щебеночных покрытий теснейшим образом связаны с особенностями конструкции дороги, видом деформаций и разрушений, наличием в дорожных организациях соответствующих машин.

Организационно и технологически ремонт гравийных и щебеночных дорожных покрытий можно разделить на текущий, средний и капитальный. При каждом из этих ремонтов учитывается наличие

на покрытии выбоин, колеи, а также нарушение поперечного профиля покрытия и обочин, приводящее к застою воды на проезжей части и неравнопрочности конструкции. Эти обстоятельства и обуславливают выбор вида ремонта гравийных, щебеночных и других простейших типов дорожных покрытий.

4.1.1. Текущий ремонт гравийных и щебеночных покрытий

Текущий ремонт гравийных и щебеночных покрытий выполняется в процессе их содержания.

Небольшие просадки, выбоины и ямы на гравийном покрытии устраняются путем профилирования. Профилирование поверхности производится автогрейдером, а уплотнение – тяжелыми (до 10 т и более) катками на пневмошинах. Перед профилированием поверхностный слой увлажняется водой ($6 \dots 12 \text{ л/м}^2$) с помощью поливомоечных машин.

Отдельные разрушения покрытий при ремонте тщательно очищают щеткой, вскирковывают и удаляют разрыхленный материал. Для заделки образовавшихся выбоин используют материал, близкий по составу к материалу слоя. Засыпают выбоины на $1 \dots 2$ см выше уровня покрытия и производят уплотнение с поливкой водой. Для повышения связности целесообразно применять 30 %-ный водный раствор хлористого кальция или 30...40 %-ный водный раствор сульфитно-спиртовой барды.

Частично изношенные участки гравийного покрытия профилируют автогрейдером с небольшой добавкой гравийного материала. Непосредственно перед профилированием производится увлажнение водой ($6 \dots 8 \text{ л/м}^2$) покрытия поливомоечными машинами или автоцистернами.

Уплотнение ведется от обочин к оси дороги. Волны и колеи на гравийных покрытиях устраняют путем механического киркования, исправления профиля автогрейдером и уплотнения катком с предварительным очищением от пыли и грязи.

Покрытия, устроенные из оптимальных щебеночных смесей, выравнивают по аналогии с гравийными. Если щебеночное покрытие устроено по методу расклинки крупных фракций более мелкими, его выравнивание производят по другой технологической схеме,

которая включает очистку поверхности от пыли и грязи, сплошное рыхление на глубину не менее 3...5 см, сдвигку взрыхленного материала на обочину и его прогрохотку (ситами с отверстиями 40, 25, 15 мм), производимую на базе предприятия. Отгрохоченный щебень доставляют на трассу, рассыпают и разравнивают с добавлением небольшого (до 5 м³ на 100 м²) количества нового материала и уплотняют 8...12-тонными катками с гладкими вальцами или катками на пневматических шинах.

После выравнивания щебеночного покрытия по его поверхности рассыпают мелкий щебень размером 15...25 мм, разметаю т механическими щетками и снова укатывают покрытие. Затем рассыпают каменную мелочь (5...15 мм), разметаю т по поверхности и укатывают. Расход мелкого щебня обычно равен 1 м³ на 100 м², каменной мелочи – 0,75 м³.

Текущий ремонт мостовых предусматривает устранение небольших просядок, поднятий, проломов, выбоин, колея, исправление кромок, верстового ряда и др. При этом ремонтируемые места тщательно очищают от грязи, мостовую разбирают, а камень сортируют по размерам. Бракованные камни заменяют новыми, которые по форме, размерам и прочности удовлетворяют предъявляемым требованиям. Загрязненный дренарующий слой удаляют полностью или частично, при необходимости планируют дно корыта. После этого подсыпают дренарующий материал, мостят камнем, обжимают, расклиновывают и трамбуют. При сравнительно большой площади ремонтируемых мест после россыпи каменной мелочи покрытие уплотняют катками: сначала – легкими (5 т), а затем – тяжелыми (10...12 т). В итоге ремонта обеспечиваются ровность покрытия, плавное сопряжение уложенной мостовой с существующим покрытием и устойчивость верстового (крайнего) ряда для щебеночных и гравийных покрытий, обработанных вяжущими материалами, характерными повреждениями являются выбоины, вмятины, «волны», наплывы, бугры и др. Текущий ремонт этих покрытий сводится к устранению отдельных ям (ямочный ремонт), заделке многочисленных выбоин, объединяемых для удобства работ в «карты». При этом различают два способа текущего ремонта – холодный и горячий.

Холодный способ применяется при температуре воздуха не ниже 5°С. В качестве исходного материала служит холодная асфальтобетонная смесь, обработанные битумом или дегтем каменные высевки или гравийная смесь. Ремонтные места тщательно подготавливают, края выбоины обрубают, очищают ее от пыли, грязи и вырубленного материала. Затем при помощи жесткой волосяной или резиновой щетки наносят тонкий слой жидкого битума МГ 40/70, СГ 4/70 или дегтя Д-2, Д-3 в объеме 0,3...0,5 м², нагретого до температуры 60°С. Непосредственно после розлива вяжущего в выбоины укладывают подготовленный материал. При глубине выбоины до 3 см укладывают один слой, при глубине 3...5 см – один слой черного щебня фракции 5...20 мм, при глубине более 5 см – два слоя. Черный щебень (гравий) для нижнего слоя обычно имеет размер фракций 15...25 мм, для верхнего – 5...15 мм.

Горячий способ можно применять при температуре воздуха не ниже +15°С. Подгрунтовка в количестве 0,8...1,2 л/м² производится битумами марок БНД 130/200, БНД 200/300 с температурой 100...220°С или дегтями марок Д-4, Д-5 с температурой 110...120°С. После розлива вяжущего рассыпают щебень (гравий) фракций 5...15 мм с последующим уплотнением трамбованием или укаткой легкими и средними катками. При глубине выбоины более 5 см материал укладывается в два слоя. Нижний слой имеет фракции не менее 15 мм, верхний – 5...15 мм. После укладки нижний слой необходимо уплотнить, а поверх его разлить вяжущее из расчета 0,8...1,0 л/м² на каждый сантиметр глубины выбоины.

Текущий ремонт щебеночных и гравийных покрытий, обработанных вяжущими материалами, производится весной после оттаивания основания и осенью за две-три недели до наступления холодной и дождливой погоды. Ремонтное покрытие должно быть в сухом состоянии. При необходимости проведения ремонта в дождливое время применяют черные смеси с добавками активаторов. В холодное время года, когда ямочный ремонт другими способами невозможен, допускается засыпка выбоин холодным черным щебнем или гравием с последующим уплотнением и засыпкой холодными черными высевками.

Примеры выполнения работ по ликвидации ям и волн на покрытии изображены на рис. 4.1. При наличии просадок на покрытии из щебня

технологический процесс ремонта включает операции по последовательному распределению щебня и вяжущего материала (рис. 4.2).

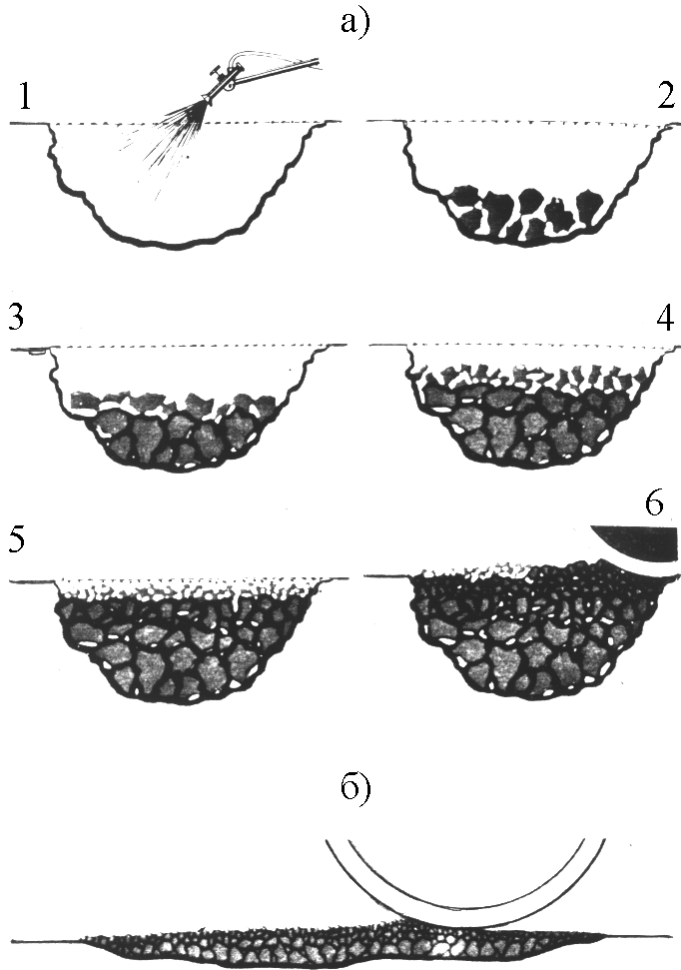


Рис. 4.1. Ремонт щебеночного покрытия:
а – последовательность выполнения работ при ямочном ремонте:
1 – обработка поверхности выбоины вяжущим; 2 – укладка слоя щебня;
3 – пропитка щебня; 4 – укладка второго слоя и его поливка вяжущим;

5 – укладка третьего слоя; 6 – укладка четвертого слоя и поверхностная обработка вяжущим с последующим уплотнением; б – ликвидация волн

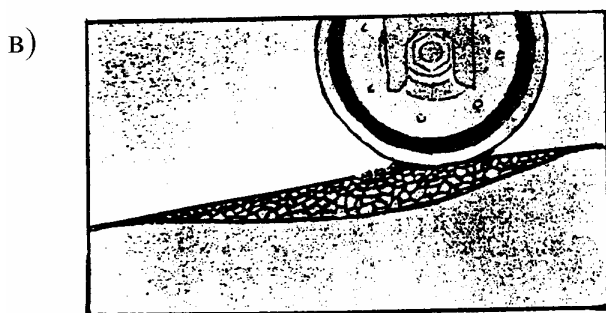
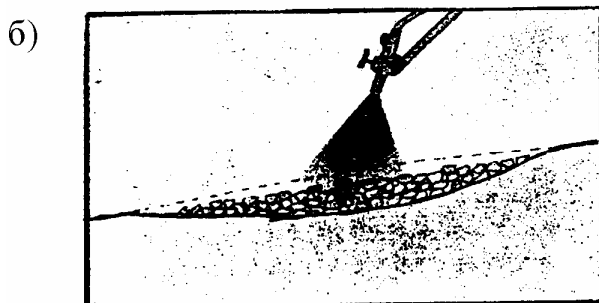
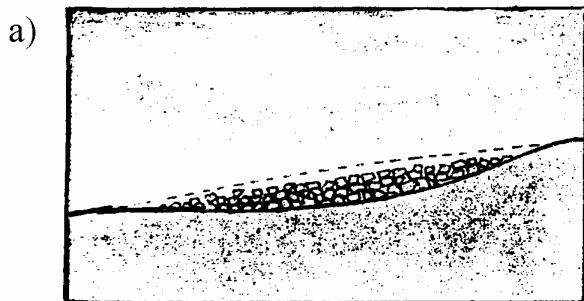


Рис. 4.2. Ремонт щебеночного покрытия при наличии просадок:
а – предварительная засыпка щебня 4/6; б – распыление вяжущего на 4/6;
в – распределение щебня 2/4 плюс уплотнение

4.1.2. Средний ремонт щебеночных, гравийных и других простейших покрытий

Для простейших дорожных покрытий характерными являются мелкие неровности в виде колеи, волн и выбоин. Кроме того, эти покрытия подвержены интенсивному физическому износу. При среднем ремонте производится сплошное профилирование и улучшение проезжей части грунтовых дорог гравием, щебнем, шлаком, а также вяжущими, битумом, битумной эмульсией, дегтем, известью, цементом и обеспыливающими материалами. С восстановлением изношенного слоя гравийных и щебеночных покрытий осуществляется выравнивание поперечного профиля и обеспечивается плавное сопряжение покрытия с обочинами. Расход нового материала достигает 500 м^3 на 1 км дороги. Кроме того, может производиться подъем небольших по протяженности участков земляного полотна на сырых и снегозаносимых местах, устройство виражей на кривых и уширение дорожного покрытия на опасных для движения участках дорог.

Выравнивание покрытия с добавлением нового материала (ремонтное профилирование) производится следующим образом. Проезжую часть очищают от грязи и тщательно увлажняют; затем покрытие рыхлят и профилируют автогрейдером или грейдером. Материал собирают в продольный валик и равномерно разравнивают на всю ширину проезжей части с тщательным профилированием поверхности.

Разровненный и увлажненный гравийный или щебеночный материал уплотняют катками на пневматических шинах или с металлическими вальцами. Уплотнение производят сначала легкими катками (5...8 т), а затем – более тяжелыми (8...10 т и более). Уплотнение начинают от краев проезжей части и постепенно переходят к середине. Каждый последующий проход катка должен перекрывать предыдущую полосу укатки на 25...30 см.

С целью создания плотного, прочного и устойчивого покрытия материал в процессе уплотнения рекомендуется поливать водными растворами гигроскопических солей (например, 30 %-ным раствором CaCl_2) с нормой расхода 2...3 л/м².

Внешним признаком окончания укатки является прекращение осадки укладываемого слоя при проходе катка и отсутствие движения волны перед катком.

Средний ремонт мостовых предусматривает работы по перемещению участков, на которых образовавшиеся деформации нельзя устранить ямочным ремонтом. В некоторых случаях целесообразно на поверхность мостовой уложить слой асфальтобетона, который обеспечит необходимую ровность проезжей части и повысит другие эксплуатационные показатели автомобильной дороги.

4.1.3. Средний ремонт покрытий из щебеночных и гравийных материалов, обработанных органическими вяжущими

К среднему ремонту щебеночных и гравийных покрытий, укрепленных органическими вяжущими, относятся работы по восстановлению изношенного слоя и устранению повреждений других конструктивных элементов дорожной одежды. Изношенный слой восстанавливают путем устройства на покрытиях поверхностной обработки, которая может быть одиночной, двойной и тройной.

Сплошное выравнивание покрытий производят путем вскирковки существующего слоя на глубину имеющихся повреждений и дополнительного рыхления вскиркованного материала. После измельчения старого материала покрытия равномерно требуемым слоем распределяют новый, обработанный вяжущими материалами, затем перемешивают его со старым, разравнивают, профилируют и уплотняют.

Сплошное выравнивание покрытия достигается путем отдельного введения минеральных материалов и органических веществ. В этом случае на подготовленное покрытие после размельчения рассыпают минеральный материал, разливают эмульсию, битум или деготь.

4.1.4. Капитальный ремонт гравийных и щебеночных дорожных покрытий

В зависимости от состояния проезжей части и проектных решений объем работ по капитальному ремонту этих типов дорожных покрытий может быть различным. При полном восстановлении дорожного покрытия учитывается перспективная интенсивность движения. Отдельные конструктивные слои и дорожная одежда в целом приводятся в соответствие с расчетными требованиями. Здесь возможны утолщение покрытия, уширение проезжей части, постройка площадок в местах кратковременного отдыха и размещения дорожных павильонов.

Сменные захваты	I	II	III	IV
Наименование процессов	Подвозка гравийной смеси, распределение ее слоем $h=13$ см на ширину проезжей части	Подвозка воды, подкатка и укатка нижнего слоя покрытия	Подвозка гравийной смеси, распределение ее, проверка ровности на всей ширине земляного полотна	Подкатка и укатка верхнего слоя гравийного покрытия
№ процессов	1, 2, 3	4, 5, 6	7, 8, 9	10, 11, 12, 13
№ звеньев	1	2	1а	2а
Длина захватки, м	200	200	200	200
Длина частного потока, м	800			
Направление потока	←			
Машины, потребные в смену, их загрузка на захватках, дорожные рабочие	Экскаватор Э-303 №1(1,04) Автомобиль ЗИЛ-555 (шт.) Распределитель щебня ДС-54 №1(0,7)	ПМ-130 №1(0,4) Каток ДУ-50 №1 Каток ДУ-8 №1(0,9)	Экскаватор Э-303-№2 Автомобиль ЗИЛ-555-16шт Распределитель ДС-54 №2(0,9) Рабочие дорожные - 3 чел.	ПМ-130 №1(0,2) Катки ДУ-50 №2,3 (по 0,7) Каток ДУ-88 №2(0,9) Рабочие дорожные - 2 чел.
План потока и размещение машин				

Рис. 4.3. Технологическая схема устройства двухслойного гравийного покрытия при скорости потока 200 м/смену

При капитальном ремонте часто изменяют техническую категорию дороги. В этом случае требуется устройство усовершенствованного покрытия с использованием старого покрытия в качестве основания. Указанные работы осуществляются по утвержденным техническим проектам и сметам. Технологический процесс строительства принимается в соответствии с правилами устройства переходных и усовершенствованных дорожных покрытий.

На рис. 4.3 представлена технологическая схема устройства одного из возможных вариантов гравийного покрытия.

4.1.5. Капитальный ремонт покрытий из щебеночных и гравийных материалов, обработанных органическими вяжущими

При капитальном ремонте покрытий (конструктивных слоев) производят их утолщение, улучшение проезжей части, устройство более совершенного покрытия поверх существующего, при необходимости – с перестройкой и усилением основания, а также устройство дорожных одежд на вновь перестраиваемых участках дорог в пределах норм, соответствующих технической категории, установленной для ремонтируемой дороги. При этом дорожные одежды устраивают на транспортных развязках, тротуарах, пешеходных и велосипедных дорожках, автобусных остановках и площадках для стоянки автотранспорта вне проезжей части дорог.

При капитальном ремонте щебеночных и гравийных покрытий могут быть использованы технологии смещения материалов непосредственно на дороге. На рис. 4.4 представлена технология укрепления песчано-гравийной композиции битумной эмульсией, на рис. 4.5 – цементом. Укрепление материала существующего гравийного или щебеночного покрытия с последующей поверхностной обработкой позволяет значительно повысить транспортно-эксплуатационное состояние дороги.

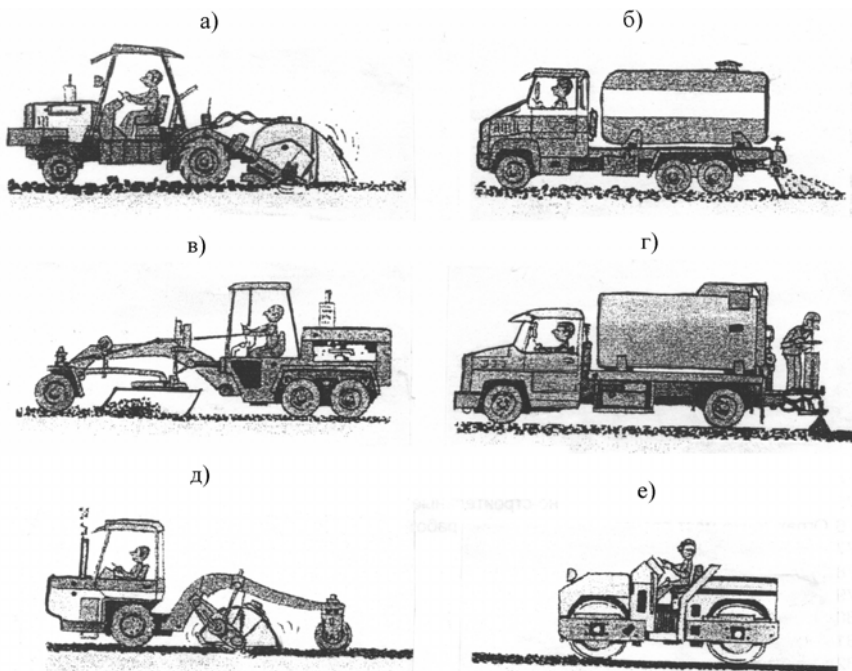


Рис.4.4. Укрепление песчано-гравийных покрытий битумной эмульсией:
 а – размягчение комков; б – приведение в соответствие процентного содержания воды; в – выравнивание; г – розлив эмульсии; д – перемешивание; е - уплотнение

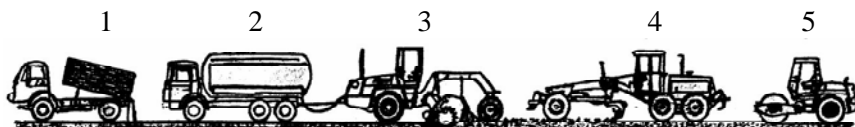


Рис.4.5. Поток машин при устройстве цементно-грунтового покрытия:
 1 – распределитель цемента; 2 – цистерна с раствором;
 3 – фрезеровально-смесительная машина; 4 – автогрейдер; 5 – пневмокаток

4.2. Применение гравийно-эмульсионных смесей при ремонте

К гравийно-эмульсионным смесям (ГЭС) относятся битумно-минеральные смеси холодного типа на основе дробленого мине-

рального заполнителя непрерывного зернового состава, включающие песчано-гравийный заполнитель непрерывного зернового состава, медленно распадающуюся битумную эмульсию и воду.

Проведены испытания песчано-гравийных смесей из карьеров, используемых дорожными организациями Минской области, и разработаны рекомендации по технологии их получения и применения.

В результате испытания образцов из гравийно-эмульсионных смесей различного состава установлено следующее:

1. Гранулометрический состав минерального заполнителя должен соответствовать требованиям оптимального состава для гравийно-эмульсионных смесей определенного типа. Особое внимание следует уделить количеству мелких частиц, с которыми вяжущее образует пластичную смесь, обеспечивающих подвижность системы до уплотнения. Оптимальное содержание частиц больше 2 мм – 35...40 %.

2. Оптимальное содержание битума для смесей различного типа – 4...6 %, воды – 8...9 %; концентрация битума в эмульсии – 60...65 %.

3. Активные (цемент) и пассивные (доломит) добавки положительно влияют на качество гравийно-эмульсионных смесей. Добавка 2 % цемента повышает водостойкость смеси на 45 %, а добавка 4 % доломита снижает пористость на 35 % и увеличивает плотность материала.

С целью противодействия возникновению дефектов на гравийно-эмульсионном покрытии необходимо:

1) оснастить все типы используемого оборудования системами дозирования, обеспечивающими постоянное поступление эмульсии в приготавливаемую гравийно-эмульсионную смесь, с точностью дозирования не ниже ± 3 % по массе;

2) считать покрытие (основание) достаточно уплотненным в том случае, если после последнего прохода катка не образуется волна перед вальцом катка и не остается следа;

3) по завершении уплотнения гравийно-эмульсионного покрытия и перед открытием по нему движения в обязательном порядке устраивать кольматационный слой на его поверхности из минерального материала фракций 0-2; 0-3; 0-5 с расходом 2,0...3,0 кг/м²;

4) слои поверхностной обработки устраивать на гравийно-эмульсионном покрытии не ранее чем через 2...3 недели после открытия

по нему движения при наружных температурах в период его формирования не ниже $+10^{\circ}\text{C}$;

5) поперечные уклоны проезжей части покрытий из гравийно-эмульсионной смеси устраивать в пределах 30...35‰ для ускорения осушения поверхности.

Опыт применения гравийно-эмульсионных смесей при ремонте автомобильных дорог позволяет сделать следующие заключения:

1. Устроенные по гравийному основанию гравийно-эмульсионные покрытия толщиной 50...60 мм обладают достаточной несущей способностью для пропуска движения и нагрузок, соответствующих IV-V категориям автомобильных дорог.

2. В экономическом плане гравийно-эмульсионное покрытие толщиной 6,0 см со слоем одиночной поверхностной обработки дешевле горячего покрытия из пористой смеси с поверхностной обработкой на 8...15 %.

3. Затраты топлива и энергии в расчете на единицу конечной продукции при устройстве гравийно-эмульсионных покрытий в сравнении с горячим асфальтобетоном ниже на 45...55 %.

4. Возможность хранения смеси на складе и полная экологическая чистота являются дополнительными преимуществами гравийно-эмульсионной технологии.

5. Гравийно-эмульсионные смеси в процессе эксплуатации под нагрузкой через 3...4 месяца с момента открытия движения повышают свои прочностные свойства на 60...70 % и достигают абсолютных величин, свойственных горячему асфальтобетону. Указанные прочностные показатели для этих покрытий достигаются при содержании вяжущего 4,5...5,5 %, тогда как для асфальтобетона – при содержании 5,0...6,5 %.

Полученные результаты позволяют утверждать, что использование гравийно-эмульсионных смесей на основе местных заполнителей может быть конкурентоспособной технологией по сравнению с применением горячих асфальтобетонных смесей. Они должны найти применение при строительстве дорог, особенно в сельской местности. Необходимо отметить, что при подборе состава гравийно-эмульсионной смеси процентное содержание каждого компонента должно определяться опытным путем в каждом конкретном случае на основе лабораторных испытаний и рекомендаций по пригото-

лению и применению гравийно-эмульсионных смесей.

5. РЕМОНТ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

5.1. Основные дефекты земляного полотна и требования по их устранению

В процессе эксплуатации дороги под влиянием транспортных нагрузок и погодно-климатических факторов могут появляться отклонения от норм в состоянии обочин, откосов и водоотводных сооружений. Значительные отклонения сопровождаются дефектами, снижающими прочность и устойчивость земляного полотна. К основным дефектам земляного полотна относятся: осадки и просадки насыпи, разрушение откосов, насыпей и выемок, сползание откосов, размыв откосов, обочин, разрушение русел водоотводных канав, заиливание канав, переувлажнение грунта и др.

Для того, чтобы более глубоко проникнуть в суть процесса образования и накопления деформаций и разрушений земляного полотна, остановимся подробнее на главнейших из них (рис. 5.1, 5.2).

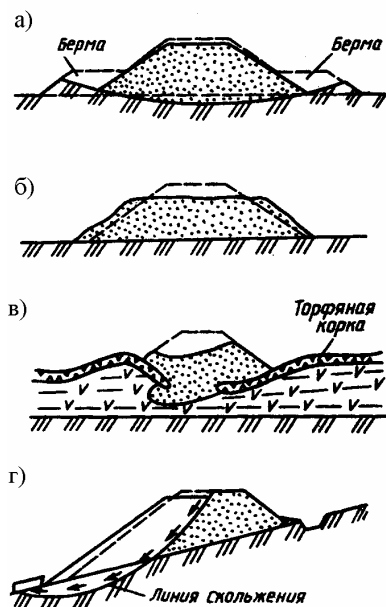


Рис. 5.1. Виды деформаций земляного полотна:
 а – осадка; б – расползание; в – провал; г – обрушение откосов



Рис. 5.2. Разрушение откоса выемки и закрепление его методом перемещения грунтовых масс:
 а – общий вид; б – начальная стадия разрушения; в – полное обрушение откосов;
 г – закрепленный откос выемки

Осадка земляного полотна (насыпи) – это равномерное вертикальное перемещение земляного полотна, вызванное естественным уплотнением грунта, осадками основания и появлением местных остаточных деформаций. Этот дефект чаще всего появляется на слабых основаниях, при недостаточном и неравномерном уплотнении насыпи, укладке в тело насыпи мерзлого грунта и приводит к образованию значительных деформаций и разрушений покрытия в виде трещин, проломов, колеи и т. д. Осадки устраняются путем подсыпки грунта и доуплотнения насыпи, укладки новых конструктивных слоев дорожной одежды.

Просадка земляного полотна – локальное перемещение земляного полотна на различную глубину, обусловленное неоднородно-

стью грунта и недостаточностью его уплотнения. На высоких насыпях, у бортового камня или в глубоких выемках просадки возникают при неудовлетворительном уплотнении грунта на откосах, крутых и плохо укрепленных откосах, а также при отсутствии на них отвода поверхностных вод, что приводит к их размыву и сплывам. Просадки насыпи возникают в местах прокладки подземных инженерных сооружений в случае неудовлетворительной заделки разрывов, особенно при их заделке зимой глинистыми грунтами. Выклинивание на откосах выемок грунтовых вод с нагорной стороны, что чаще всего наблюдается при песчаных и супесчаных грунтах, сопровождается механической суффозией и выносом грунта и приводит к образованию различного рода просадок земляного полотна. Просадки часто являются следствием оползания и сплыва откосов, что типично для откосов, сложенных из глинистых грунтов, особенно при наличии верховодки.

Выдувание грунта откоса – разрушение боковой поверхности земляного полотна под действием ветра, которому легко поддаются откосы из мелких, неукрепленных (незащищенных) песков. Так, при скорости ветра 4...6 м/с в движение приходят частицы размером до 0,25 мм.

Наиболее уязвимыми местами, подверженными выдуванию, являются подошва насыпи, впадины на откосах и другие неровности. Выдуванию способствует увеличение крутизны откосов, превышающее допустимую величину для данного грунта. Для борьбы с выдуванием грунта производится посев трав, устройство защитных покрытий (глиняных, битумо-минеральных и др.), укладка полиэтиленовой пленки, установка щитов и др.

Сплыв откосов – разрушение откосов земляного полотна под влиянием грунтовых или поверхностных вод; появляется, если откосы не укреплены, а грунт земляного полотна не обладает необходимой связностью. В результате сплыва откос обычно занимает положение, близкое к естественному состоянию, т. е. приближается к углу естественного откоса. Однако под влиянием потока воды крутизна откоса может значительно уменьшиться.

Обрушение откосов – смещение грунтовых масс по поверхности скольжения в результате потери равновесия между сдвигающими и удерживающими силами. Обрушение откосов в зависимости от их

геометрических параметров и форм, типа и влажности грунта, величины и характера внешней нагрузки происходит по круглоцилиндрической, сферической и радиоидальной поверхностям. При расчетах поверхности скольжения условно рассматривают как круглоцилиндрические. Устойчивость откосов против обрушения оценивается коэффициентом устойчивости

$$K = \frac{\sum M_{y\partial}}{\sum M_{c\partial}}, \quad (5.1)$$

где $\sum M_{y\partial}$ – сумма моментов удерживающих сил, Н·м;

$\sum M_{c\partial}$ – сумма моментов сдвигающих сил относительно центра кривой скольжения, Н·м.

Сдвиг насыпи по основанию (рис. 5.3) – это потеря общей устойчивости насыпи, возведенной на косогоре. Сдвиг происходит под действием силы $Q \sin \alpha$; силы сцепления и трения, возникающие в плоскости контакта насыпи с косогором, противодействуют ему. Возможен сдвиг по основанию при недостаточной подготовке строительной полосы или под влиянием воды, стекающей по склону, если не предусмотрены соответствующие меры по ее отводу или пропуску через земляное полотно.

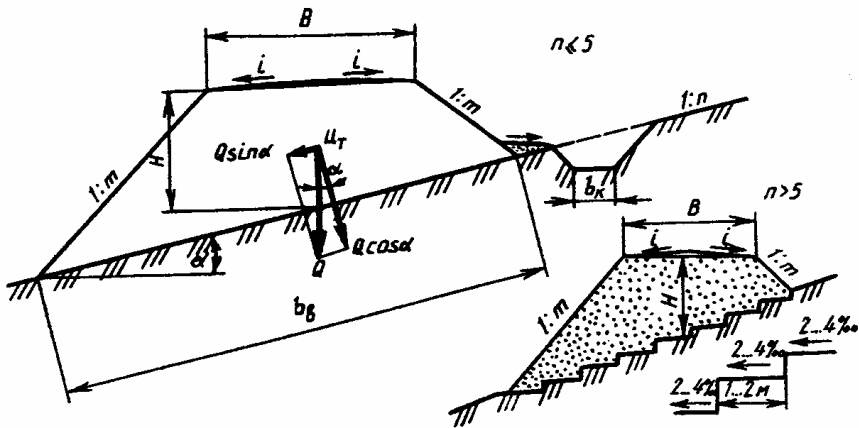


Рис. 5.3. Расчетная схема для определения коэффициента устойчивости насыпи на косогоре
Условия сдвига определяются по формуле

$$Q \sin \alpha < Q \cos \alpha \cdot \operatorname{tg} \varphi + CL, \quad (5.2)$$

где Q – вес насыпи, Н;
 α – угол наклона местности, рад.;
 $\operatorname{tg} \varphi$ – коэффициент внутреннего трения;
 C – коэффициент сцепления грунта насыпи с грунтом основания на косогоре, Н/м²;
 L – длина линии контакта насыпи с косогором, м.
 Длина линии контакта насыпи с косогором определяется по формуле

$$L = \frac{n}{n^2 + m^2} (B + 2mH), \quad (5.3)$$

где n – коэффициент откоса косогора;
 m – то же откосов насыпи;
 B – ширина земляного полотна, м;
 H – высота насыпи, м.
 Коэффициент устойчивости насыпи на косогоре определяется из выражения

$$K = \frac{LC}{Q \sin \alpha} + \frac{\operatorname{tg} \varphi}{\operatorname{tg} \alpha}. \quad (5.4)$$

При крутизне косогора меньше 1:5 ($\alpha < 10^\circ$) насыпь обычно обладает достаточной устойчивостью ($K > 1,5$). Если крутизна косогора больше 1:5, его поверхность сначала разделяется уступами шириной 1...2 м с уклоном 2...4 %, и только после этого возводится насыпь. Кроме террас устраиваются нагорные и боковые каналы, сооружаются водопропускные и водопонижающие сооружения.

Расползание насыпи – деформация, в результате которой нарушается крутизна откосов, происходит оседание насыпи, теряется ее общая устойчивость.

Расползание насыпи может произойти при условии

$$\xi \frac{H^2 \gamma}{2} > CL, \quad (5.5)$$

где H – высота насыпи, м;

γ – удельный вес грунта, Н/м³;

C – коэффициент сцепления грунта, Н/м²;

L – половина ширины подошвы насыпи, м;

ξ – коэффициент бокового давления:

для идеально сыпучих тел

$$\xi = tg^2 \left(\frac{\pi}{2} - \frac{\varphi}{2} \right); \quad (5.6)$$

для связных грунтов

$$\xi = 1 + \alpha \cdot tg\varphi + \beta \frac{C}{\sigma}, \quad (5.7)$$

где φ – угол внутреннего трения, рад;

σ – вертикальное давление, Н/м²;

α, β – эмпирические коэффициенты.

Причиной расползания насыпи является неправильное выполнение строительных работ (смешение растительных грунтов с жирными, отсыпка насыпи из мерзлого грунта и т. д.).

Подмыв насыпи – разрушение насыпи потоком воды; может иметь место при расположении насыпей в поймах рек, вдоль берегов каналов, ручьев и озер, а также при большом скоплении воды в боковых дорожных канавах. Скорость воды, при которой не будет происходить подмыв насыпи, зависит от типа грунта, способа укрепления откосов в затопляемой части насыпи, глубины потока и других факторов. При средней глубине потока до 1 м допустимая скорость равна: при песке мелком – 0,2...0,3 м/с; среднем – 0,3...0,4; крупном – 0,5...0,6; при глинах, плотных суглинках – 1,1...1,2;

одерновке плашмя – 0,9...1,2; одерновке в стенку – 1,5...1,8; оди-
 ночном мощении по мху из булыжного камня размером 15 см –
 2...2,5 м/с и т. д.

Деформация дороги в процессе пучения – деформация, обу-
 словленная сезонным промерзанием и оттаиванием земляного по-
 лотна. Скорость и глубина промерзания неодинаковы по ширине
 земляного полотна и вдоль дороги. Неравномерное морозное пуче-
 ние l_n (см) составляет

$$l_n = \beta l_{пуч}, \quad (5.8)$$

где β – коэффициент неравномерного морозного пучения
 (0,17...0,25);

$l_{пуч}$ – величина морозного пучения, см.

К другим дефектам земляного полотна относятся: наличие на
 разделительной полосе, обочинах и откосах отдельных посторонних
 предметов; возвышение или занижение обочин и разделительной
 полосы над проезжей частью при отсутствии бордюра; застой воды
 на обочинах и разделительной полосе; наличие древесно-
 кустарниковой растительности на обочинах, откосах и разделитель-
 ной полосе; наличие неорганизованных съездов; нарушение профи-
 ля водоотводных канав и др. Характерные деформации обочин при-
 ведены на рис. 5.4.

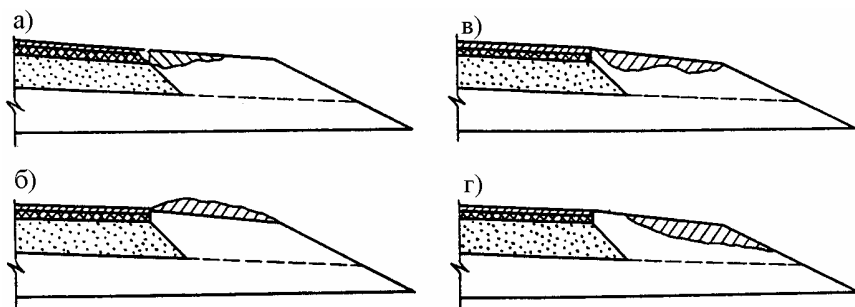


Рис. 5.4. Деформации обочин:

а – образование желоба у кромки проезжей части; б – наращивание обочин;
в – колеи на обочине; г – общая деформация

Оценка состояния обочин может быть произведена с учетом приведенной шкалы (табл. 5.1).

Т а б л и ц а 5.1

Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4	Первоочередность проведения ремонтных работ
Искажений нет	Нарушений ровности нет	Технологических погрешностей нет	Поверхностный слой без недостатков	3
Искажения имеются в отдельных местах, не превышающих 25 % протяженности участка	Нарушения ровности в отдельных местах, не превышающих 25 % протяженности участка	Технологические погрешности в отдельных местах, не превышающих 25 % протяженности	Недостатки имеются в отдельных местах, не превышающих 25 % протяженности участка	2
Значительные искажения на протяжении более 25 % длины участка	Значительные нарушения на протяжении более 25 % длины участка	Значительные технологические погрешности на протяжении более 25 % длины участка	Значительные недостатки на протяжении более 25 % длины участка	1

С помощью этой шкалы можно определять очередность ремонтных мероприятий, оценивать деятельность дорожных организаций, изучать влияние состояния обочин на движение транспортных средств.

Каждый из дефектов земляного полотна должен быть устранен в процессе выполнения ремонтных работ (текущего, среднего или капитального ремонтов).

5.2. Виды ремонта земляного полотна

5.2. Текущий ремонт земляного полотна

Основными задачами текущего ремонта являются:

1) исправление отдельных мелких повреждений земляного полотна, водоотводных сооружений, резервов, защитных, укрепительных и регуляционных сооружений;

2) обеспечение местной и общей устойчивости, геометрических форм насыпей и выемок, качества поверхности обочин и откосов, устойчивости водоотводных канав;

3) частичная планировка откосов, насыпей и выемок с засевом травой и добавлением растительного грунта, проведение необходимых агротехнических мероприятий по сооружению устойчивого дернового покрова;

4) ликвидация съездов в неустановленных местах.

Текущий ремонт обочин обычно включает: заделку выбоин, ям, колеи и других поверхностных повреждений, возникающих в результате заезда на них автомобилей, воздействия атмосферных осадков; выравнивание бровки земляного полотна; восстановление нарушенного на обочинах покрова. Материалы, используемые для ремонта обочин, по своим свойствам должны быть идентичны примененным при строительстве и предыдущих ремонтах. При наличии на обочине воды и грязи производятся соответствующие работы по водоотводу и очистке.

На откосах насыпей и выемок устраняются отдельные впадины, просадки, промоины, ямы, повреждения травяного покрова, разрушения укреплений и другие деформации путем соответствующих восстановительных работ. Планировка откосов насыпей и выемок производится с помощью навесного оборудования или специальных машин с целью устранения мелких повреждений. Промоины, отдельные ямы и впадины засыпаются привозным грунтом, который по своим физико-механическим свойствам должен быть идентичен грунту, использованному для отсыпки земляного полотна. Засыпанные места тщательно уплотняются катками или трамбовками. Восстановление наружного травяного покрова или исправление отдельных небольших повреждений других видов укреплений произ-

водится с использованием соответствующих материалов, машин и механизмов по специально разработанной технологии.

Текущий ремонт водоотводных сооружений предусматривает очистку водопропускных труб или отдельных участков водоотводных канав с обеспечением проектного продольного уклона. При этом также производится восстановление и укрепление дна русел и канав в тех местах, где оно разрушено. При наличии дренажных устройств очищаются их устья от оплывшего по откосу грунта с последующей подсыпкой и укреплением путем посева трав с широко развитой корневой системой. Отдельные выбоины и трещины в дренах заделываются цементным раствором. Внутреннюю полость дрен очищают скребками и поднимают осевшие звенья, а также производят очистку отстойников до проектной глубины с последующей отсыпкой грунта вокруг смотровых колодцев для защиты водоприемных сооружений от поверхностных вод.

5.2.2. Средний ремонт земляного полотна и водоотводных сооружений

К работам, выполняемым при среднем ремонте земляного полотна и водоотводных сооружений, относятся:

1) сплошная очистка водоотводных канав; устройство новых канав; исправление повреждений; уменьшение крутизны откосов насыпей и выемок на отдельных участках, в т.ч. на снегозаносимых и аварийно-опасных; устранение неисправности дренажей, защитных и укрепительных устройств, водоотводных сооружений, подводящих и отводящих русел мостов и труб; засев травами земляного полотна и резервов с проведением необходимых агротехнических мероприятий по созданию устойчивого дернового покрова; очистка обвалов, оползней;

2) увеличение высоты насыпи земляного полотна с устройством покрытия на отдельных снегозаносимых участках и участках с необеспеченным водоотводом; ликвидация отдельных пучинистых участков общей протяженностью не более 10 % протяженности обслуживаемой дороги;

3) подсыпка, срезка, планировка и укрепление обочин при маршрутном ведении работ.

Средний ремонт предусматривает восстановление эксплуатационных качеств земляного полотна и водоотводных сооружений; исправление повреждений откосов земляного полотна и засев их травами; необходимые агротехнические мероприятия по созданию устойчивого дернового покрова на откосах и резервах; подсыпку, планировку и укрепление обочин. При этом осуществляют отвод воды за пределы земляного полотна, защиту грунтов от переувлажнения, очистку водоотводных и нагорных канав, исправление дренажных и защитных сооружений, подводящих и отводящих русел у мостов и труб. Эти работы выполняются с использованием имеющихся в дорожных организациях машин и механизмов; контроль качества уплотнения грунта земляного полотна на ремонтируемых участках осуществляется с помощью специальных приборов. Грунты, вяжущие и другие материалы выбираются с расчетом максимального обеспечения однородности конструктивных элементов дороги.

Большое значение для обеспечения качества работ имеет технология ремонта, поэтому необходимо строго соблюдать утвержденные технологические правила.

Водоотводные и нагорные канавы прочищаются, по возможности, механизированным способом на всем протяжении ремонтируемого участка; их дну придается продольный уклон не менее 10‰; прочистка ведется навстречу возможному течению воды. Особого внимания требуют низовые участки, наиболее подверженные затоплению водой. Грунт, извлеченный из канав при очистке, укладывают на обрезы с последующим обязательным разравниванием и уплотнением. Укрепление канав производится с учетом скорости течения воды, местных климатических условий и степени размываемости грунтов. Места, где боковые канавы подвергаются наиболее частым размывам, укрепляют с помощью мощения бетонными плитами. Могут быть использованы также различные материалы – грунтовые смеси, приготовленные с использованием органических, неорганических и полимерных вяжущих; гравийные материалы; шашка для мощения; сборный железобетон, асфальтобетон и др. Во всех случаях боковые стенки канав должны иметь укрепление на 10...15 см выше максимального уровня воды в период пропуска наибольших объемов.

Наряду с ремонтом открытой водоотводной системы прочищают и ремонтируют поврежденные подземные водостоки, дренажи, дренажные воронки и прорези. Если обнаружен вынос песка через дренажные трубы, необходимо перестроить приемную часть дрена, усилив щебеночный фильтр.

Обочины земляного полотна могут быть укрепленными и неукрепленными. Ремонт укрепленных обочин предусматривает устранение возникших разрушений, исправление поперечного профиля. Для предотвращения размыва и разрушения поверхности обочины покрывают гидрофобными материалами, производят посев трав, одерновку и др. На неукрепленных обочинах осуществляют планировку, срезку или подсыпку грунта и его уплотнение. Если на обочинах имеется вода, застоявшаяся в неровностях, до начала ремонтных работ нужно осушить воду и убрать грязь. Для подсыпки используется грунт резервов и канав, полученный за счет их уширения. При этом запрещается оставлять в местах взятия грунта траншеи и ямы. При постоянном и интенсивном воздействии транспортных средств на обочины их следует укреплять материалами, обеспечивающими требуемую прочность.

Устранение разрушений откосов достигается путем их планировки, посева многолетних трав, укладки сборных элементов, обработки вяжущими материалами и др. Необходимость образования на откосах влагоизолирующих и достаточно прочных слоев определяется с учетом климатических условий и видов грунта, слагающих земляное полотно.

Ремонт участков земляного полотна, подверженных пучинообразованию, заключается в проведении мер, обеспечивающих максимально быстрый отвод воды за пределы земляного полотна и защиту грунтов от переувлажнения. Для этой цели производится: устройство через каждые 100 м выпусков воды из боковых канав на участках с малыми ($8 \dots 10 \text{ ‰}$) или затяжными продольными уклонами; сплошная очистка дренажных канав и устройств, водоотводных канав; планировка неукрепленных обочин с обеспечением поперечного уклона не менее $40 \dots 60 \text{ ‰}$; устройство на обочинах влагоизолирующих слоев; укрепление их материалами, обладающими не только гидрофобными свойствами, но и необходимой прочностью, соответствующей нагрузкам от наезжающих на них автомобилей.

5.2.3. Капитальный ремонт земляного полотна и водоотводных сооружений

При капитальном ремонте земляного полотна предусматривается выполнение следующих видов работ:

1) устройство обходов сельских населенных пунктов и спрямлений на отдельных участках (в составе проекта ремонта дороги) при соответствующем ТЭО;

2) переустройство пучинистых и оползневых участков, устройство дренирующих и изолирующих прослоек и других дополнительных слоев основания дорожных одежд;

3) устройство и переустройство транспортных развязок в одном уровне, переустройство существующих в двух уровнях;

4) рекультивация резервов, карьеров и подъездов к ним, ликвидируемых участков дорог;

5) устройство и ремонт подъездных дорог к резервам грунта и месторождениям местных строительных материалов;

6) переустройство земляного полотна и доведение его геометрических параметров до норм, соответствующих установленной категории ремонтируемой дороги (уширение земполотна, изменение радиусов вертикальных и горизонтальных кривых, замена грунтов, смягчение продольных уклонов на отдельных участках, устройство виражей, увеличение высоты насыпи из условия обеспечения снегонезаносимости и водно-теплового режима, изменение крутизны откосов).

Каждый из этих видов работ выполняется с определенной целью, хотя в целом они носят комплексный характер.

Для улучшения условий эксплуатации на отдельных участках изменяют план и продольный профиль дороги с доведением ее геометрических параметров до нормативных требований, предусмотренных действующими СНиПами (уширение, подъемка, замена грунтов, обеспечение видимости, увеличение радиусов закруглений, смягчение продольных уклонов, устройство вертикальных кривых и виражей), спрямляют дорогу до 25 % ее общего протяжения. На участках, где есть опасность возникновения пучин или где они уже появились, при капитальном ремонте необходимо произвести заме-

ну пучинистого грунта песчаным, супесчаным или другими морозостойкими грунтами (рис. 5.5).

Кроме того, создается эффективный отвод поверхностных вод путем правильной планировки обочин и их укреплений и одновременно обеспечивается надлежащая работоспособность водоотводных сооружений; устраивается гидроизоляция земляного полотна от проникания поверхностных вод. Если эти мероприятия малоэффективны или их невозможно выполнить, устраивается дополнительный слой основания из фильтрующих грунтов или производится осушение земляного полотна с помощью трубчатых дрен. Аналогичных результатов можно достичь путем устройства капилляропрерывающих, теплоизолирующих и водонепроницаемых слоев. Предусматриваются также полная перестройка оползневых и обвальных участков, устройство дренажей и другие работы, обеспечивающие устойчивость земляного полотна.

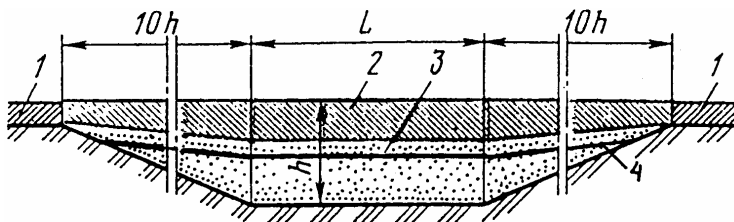


Рис. 5.5. Схема продольного сопряжения пучинистого участка с существующей дорогой:

L – протяженность пучинистого участка; h – толщина замененного слоя;
 1 – дорожная одежда на соседних неперестраиваемых участках; 2 – новая дорожная одежда; 3 – замененный грунт; 4 – прослойка из рулонного синтетического материала

При капитальном ремонте земляного полотна особое значение придается работам по перестройке пучинистых участков, замене слабopрочных грунтов, спрямлению отдельных участков, изменению геометрических параметров дороги (уширение, подъемка, смягчение продольных уклонов, увеличение радиусов закруглений), восстановлению разрушенных обочин и откосов.

На пересечениях и примыканиях дорог устраивают земляное полотно и систему водоотвода, а также выполняют работы по строи-

тельству площадок для остановок и стоянки автомобилей, площадок отдыха вне проезжей части. Технология выполнения большинства из этих работ не отличается от технологии строительства.

Если перестройка дороги состоит в поднятии отметки земляного полотна, сначала удаляют дорожную одежду, затем досыпают земляное полотно. Аналогичные работы выполняют при перестройке пучинистых участков, когда материал дорожной одежды сильно загрязнен. Пучинистый грунт разрыхляют и убирают, корыто заполняют песчаным грунтом с послойным уплотнением. Места замены грунта на пучинистых участках сопрягают с соседними неперестраиваемыми в виде клина с крутизной откоса вдоль его оси 1:10, что позволяет предотвратить неравномерное морозное пучение в сопряжениях. Для уменьшения толщины слоев основания новой дорожной одежды устраивают прослойки из рулонных синтетических текстильных материалов.

Уширение земляного полотна может быть двусторонним и односторонним (рис. 5.6).

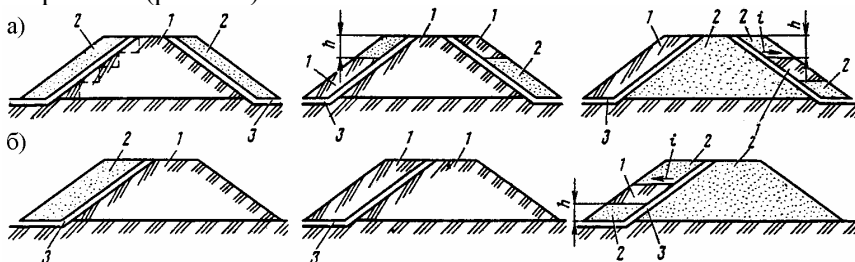


Рис. 5.6. Схемы уширения насыпи:

а – двустороннее уширение; б – одностороннее уширение; 1 – связный грунт; 2 – песчаный грунт; 3 – снимаемый растительный грунт; h – минимальная толщина песчаного слоя; h_k – высота капиллярного поднятия песка ($h \geq h_k$); i – поперечный уклон (не менее 50 %)

Выбор способа уширения земляного полотна осуществляется с помощью технико-экономических расчетов. Он зависит от поставленной цели, конструктивных особенностей существующей дороги, рельефа местности, гидрогеологических условий. На рис. 5.7...5.10 приведены схемы возможных проектных решений изменения поперечного профиля дороги.

Двустороннее уширение применяется на невысоких насыпях, в неглубоких выемках; при этом дорожная одежда остается на прочном, хорошо сформировавшемся основании, но необходимо удлинить трубы, уширить мосты, перестроить обстановку дороги с обеих сторон.

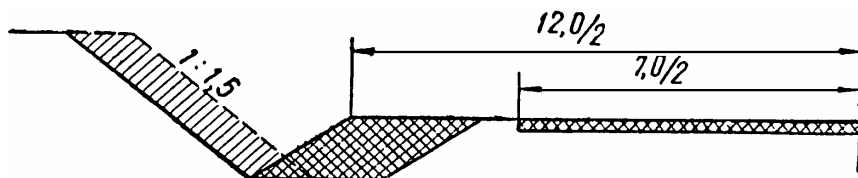




Рис. 5.7. Схема двустороннего уширения дороги в выемке:

-  – участки срезы грунта
-  – участки подсыпки

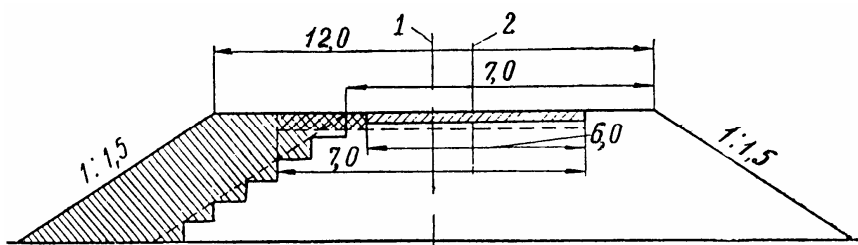


Рис. 5.8. Одностороннее уширение насыпи:
1 – ось новой дороги; 2 – ось существующей дороги

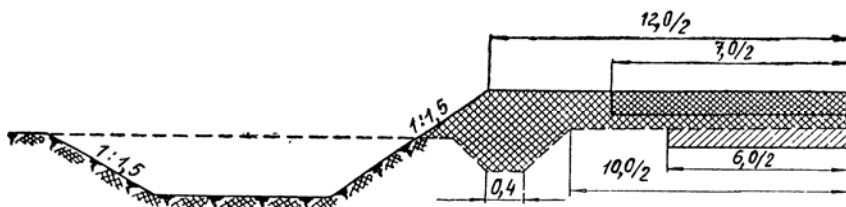


Рис. 5.9. Схема двустороннего уширения насыпи с одновременным изменением ее высоты (штрихами показан поперечный профиль существующей дороги; заштрихована расширенная часть насыпи)

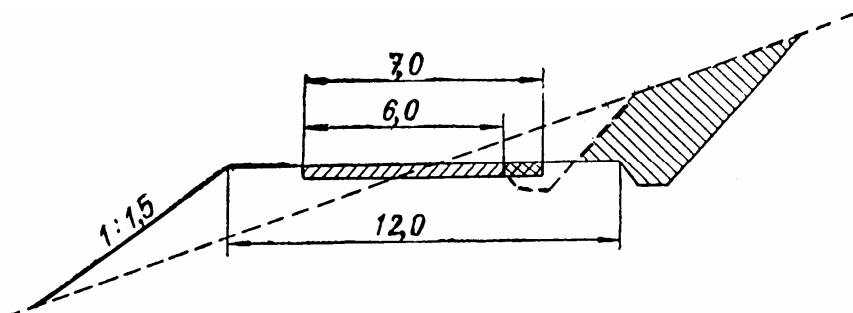


Рис. 5.10. Одностороннее уширение дороги на косогорах

При одностороннем уширении эти работы выполняются с одной стороны, размер уширения больше, и работы могут быть выполнены более качественно и экономично. В этом случае часть уширенной дорожной одежды располагается на свежесыпанном грунте.

Для надежного сопряжения присыпаемого грунта с грунтом существующего полотна при насыпи ниже 2 м можно ограничиться разрыхлением старых откосов или нарезкой борозд глубиной 0,2...0,25 м. При более высоких насыпях на откосах нарезают уступы высотой до 0,5 м, придавая им уклон 50 ‰. При насыпях из песчаных грунтов уклон уступов делают к оси дороги, из глинистых – от оси.

В местах, где значительную опасность представляют оползневые явления, при капитальном ремонте выполняются работы, которые дают возможность обеспечить поверхностный водоотвод на всей площади оползня, изменить положение водоотводных канав, способствующих его образованию, повысить устойчивость оползневой массы с помощью шпонок, свай, столбов. Проводят также цементацию оползневых склонов, укрепляют подошвы оползней подпорными стенками и контрфорсами. На оползневых участках могут устраиваться открытые и закрытые дренажи, дренирующие прорези, штольни и другие сооружения, перехватывающие воду из водоносных пластов и выводящие ее за пределы оползней.

Повысить устойчивость откосов выемок и насыпей можно путем закрепления грунта (рис. 5.11), устройства подпорных стенок (рис. 5.12), армирования насыпи геосинтетическими материалами (рис. 5.13).

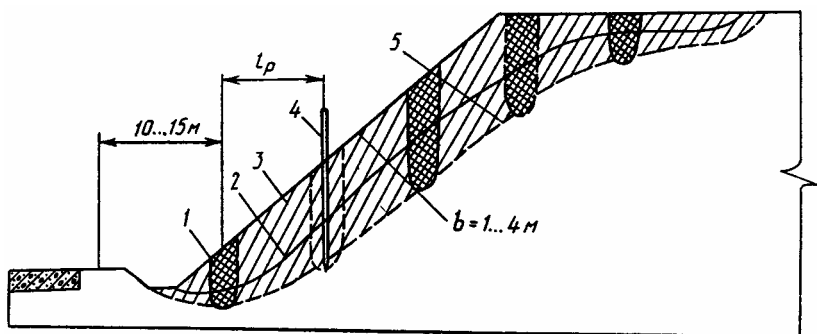


Рис. 5.11. Обеспечение устойчивости оползневых откосов выемки с помощью свая-шпон:

- 1 – свая-шпона из закрепленного грунта; 2 – поверхность скольжения;
 3 – ослабленная зона; 4 – иньектор; 5 – нижняя граница ослабленной зоны;
 l_p – расчетное расстояние между сваями-шпонами, м

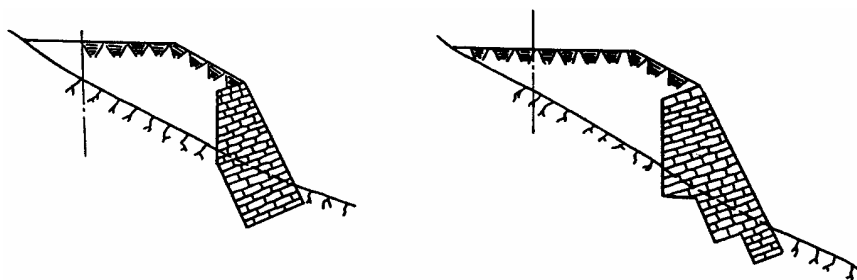


Рис. 5.12. Обеспечение устойчивости насыпи с помощью подпорных стенок

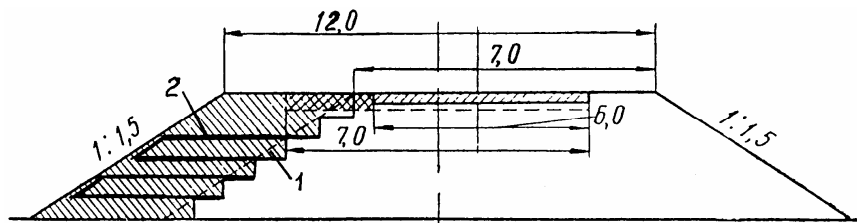


Рис. 5.13. Применение синтетического материала для повышения устойчивости откосов:

1 – поверхность скольжения; 2 – синтетический материал

На дорогах I...III технических категорий с интенсивным движением и при недостаточной ширине проезжей части важную роль играют обочины. Они должны быть укреплены на ширину 0,5...2,5 м, что снижает число ДТП на 6...15 %. Способ укрепления обочин обосновывается расчетом.

В населенных пунктах, возле памятников и в местах транзитного обслуживания автомобилей и пассажиров укрепление обочин во всех случаях является обязательным. Как правило, в этих местах устраиваются тротуары.

На участках с большими продольными уклонами и в местах перехода глубоких выемок в насыпи обычно устраиваются искусственные водоотводные русла – быстротоки. В равнинной местности, где затруднен или невозможен отвод воды от земляного полотна, а резервы заболачиваются, целесообразно произвести перестройку земляного полотна путем подсыпки дренирующего грунта и поднятия бровки насыпи на высоту, обеспечивающую необходимую устойчивость основания. Если дорога проходит по заболоченной местности, для предотвращения ее увлажнения вдоль земляного полотна на расстоянии 6...8 м от подошвы насыпи прокладывают специальные водоотводные каналы, продольный уклон которых должен быть не менее 10 ‰.

Дренажные устройства подлежат восстановлению или перестройке. Заменяются их фильтровые обсыпки, а иногда и трубы; устраняются просадки отдельных элементов; ремонтируются водоприемники. В целях предотвращения размыва поверхности земляного полотна и разрушения откосов их укрепляют травами, дерном, плитками и т. д.

При сплывах и обрушениях откосов выемок прибегают к устройству дренажей для перехвата и отвода грунтовых вод, уменьшению крутизны откосов, сооружению подпорных стенок, глубинному закреплению грунтов, забивке свай, созданию водонепроницаемых экранов и др.

Капитальный ремонт земляного полотна включает работы по исправлению и оздоровлению полотна и системы водоотвода на пересечениях и примыканиях автомобильных дорог, устройству площадок для остановки, стоянок автомобилей и площадок отдыха вне

проезжей части автомобильных дорог. При этом подлежат рекультивации придорожные резервы и ликвидируемые участки дорог, расположенные в зоне производства капитального ремонта.

Все работы по капитальному ремонту земляного полотна обосновываются в проекте организации работ (ПОР).

5.3. Укрепление откосов земляного полотна

При строительстве новых, реконструкции и ремонте существующих автомобильных дорог все большее значение имеют экологические вопросы. Смягчению и даже исключению нежелательных последствий, связанных с созданием транспортных сооружений, могут способствовать правильно выбранные методы защиты земляного полотна от водной и ветровой эрозии (рис. 5.14).

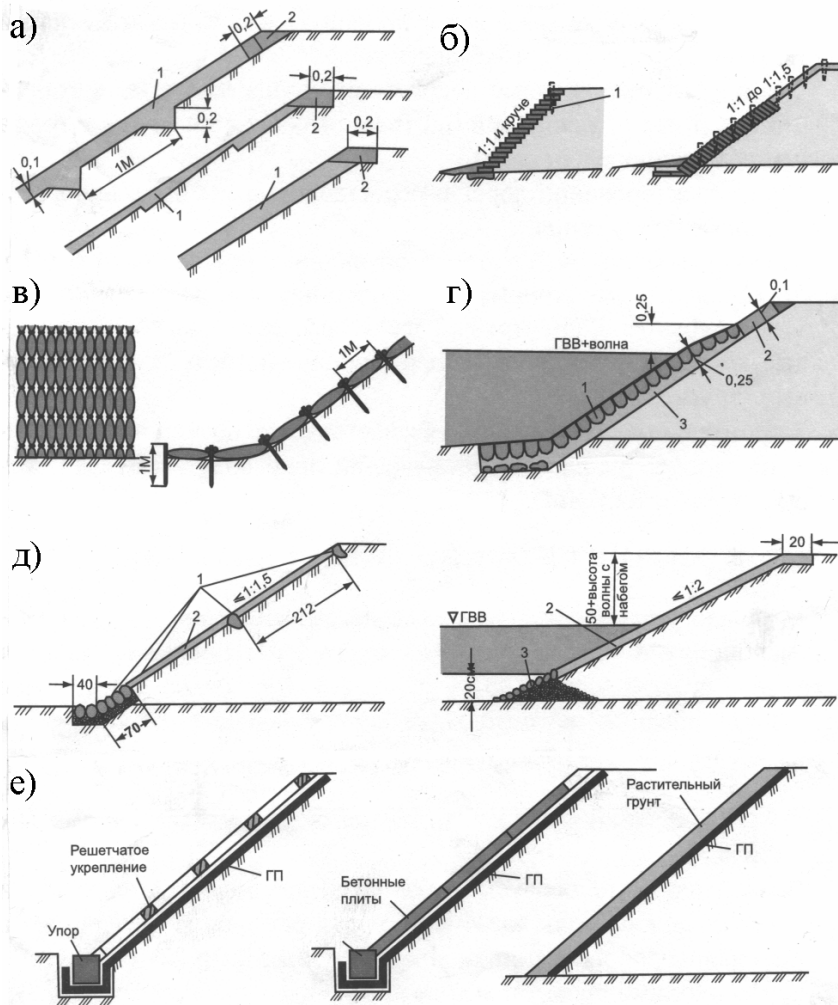


Рис. 5.14. Защита земляного полотна от эрозии:

а – плакировка откосов: 1 – растительный грунт; 2 – дерн; б – одерновка в стенку: 1 – деревянные спицы (длиной 0,3...0,4 м); в – укладка фашин в расстилку; г – укрепление одиночным мощением на мху: 1 – камень; 2 – дерн; 3 – мох (5 см) или щебень (15 см); д – укрепление откосов слоем асфальтобетона: 1 – мощение камнем (20 см) на слое щебня (15 см); 2 – мелкозернистый асфальтобетон (6...10 см); 3 – дренажные окна из щебня (через 10...20 м); е – укрепление откосов с использованием геотекстильных прокладок

Эффективность их применения неодинакова и зависит во многом от почвенно-грунтовых условий и особенностей климата в рассматриваемом районе.

Достаточно широкое распространение получили методы укрепления откосов засевом трав с последующим нанесением противозерозионного слоя вяжущего (рис. 5.15) или укладки пленочных материалов.



Рис. 5.15. Укрепление откоса насыпи путем засева трав с последующим нанесением противозерозионного слоя

Заслуживают внимания также биологические методы укрепления склонов и откосов с помощью посадок растительности, которая в этом случае выполняет как технические, так и защитные функции. Особенно эффективно применение этих методов в районах, характеризующихся интенсивными осадками, резкими колебаниями температур, порывистыми ветрами и сильной инсоляцией.

С помощью растительности укрепляются разделительные полосы, обочины, склоны местности и откосы земляного полотна. Такое укрепление представляет собой сплошной травяной или бобовый покров с соответственно подобранным качественным составом, дающий прочное и устойчивое задернование, предохраняющий грунт от эрозии и, вместе с тем, являющийся важным элементом декоративного пейзажа. Противоэрозионная роль растительного покрова многообразна. Растительность задерживает часть воды, выпадающей в виде осадков, в результате чего уменьшается объем поверхностного стока и снижается опасность эрозии; предохраняет поверхность склонов и откосов от размыва, принимая на себя удары капель дождя; уменьшает возможность раздробления агрегатов почвогрунта; замедляет скорость склонового стока, раздробляя потоки на множество струй; создает условия для лучшей инфильтрации осадков; предупреждает смыв почвенного слоя; задерживает частицы, смытые с вышележащих участков. Корневая система растений армирует поверхностные слои, увеличивая их сопротивление размыву.

Более целесообразна защита от эрозии путем гидропосева многолетних трав с использованием осадков сточных вод или мульчисмеси осадков и подстилки для повышения толщины слоя, прикрывающего семена, и защиты от трещинообразования (шелушения) защитного (противоэрозионного) слоя.

Этот метод особенно пригоден для укрепления поверхностей в районах с обильными осадками, и прежде всего, труднодоступных и крутых откосов транспортных, мелиоративных и гидротехнических сооружений, возведенных из неплодородных грунтов и нерудных материалов.

Метод гидропосева заключается в гидромеханическом (гидродинамическом) нанесении на обрабатываемую поверхность смеси грунта, в состав которой входят следующие компоненты:

- 1) жидкость (обычно вода), составляющая основную фазу композиции;
- 2) смесь семян;
- 3) вещества, обогащающие нижний слой грунта (органические и минеральные удобрения);
- 4) вещества, улучшающие структуру верхнего слоя грунта и защищающие его поверхность;
- 5) вещества, предохраняющие поверхность от эрозии и высыхания (разного рода химические препараты).

В некоторых странах отказались от применения дорогих химических противозерозивных препаратов и частично – от минеральных удобрений и подстилок, вводя вместо них обезвоженные осадки коммуникационных сточных вод (которые получают бесплатно). Эти осадки оказались очень хорошими носителями семян, улучшающими структуру грунта и обогащающими грунтовое основание благодаря содержанию ценных органических веществ и микроорганизмов, необходимых для неплодородных или антропогенных грунтов.

Перебродившие биологические осадки сточных вод содержат по отношению к сухой массе около 2,2 % азота (N), 0,7 % фосфора (P) и 0,4 % калия (K), а следовательно, 10 т сухой массы осадков могут заменить 0,65 т аммиачной селитры, 0,4 т гранулированного обычного суперфосфата и 0,04 т концентрированной калийной соли. Минеральные соединения, содержащиеся в органическом веществе осадков, начинают действовать постоянно и не подвергаются вымыванию, а на грунтовом основании при значительных дозах этих осадков образуется противозерозивная оболочка, которая столь же эффективно, как и некоторые химические препараты, предохраняет грунт и посевы от вымывания. Осадки сточных вод предохраняют семена от высыхания, очень хорошо и быстро распределяются по обсеваемой поверхности, создавая равномерное защитное покрытие. Они отвечают требованиям санитарных норм по предельному содержанию типичных металлов: как показывают исследования, концентрация этих металлов в них не превышает допустимых пределов. В Польше функционирует несколько сотен очистительных станций, на которых можно получить осадки сточных вод. Расстоя-

ние перевозки их в район строительства обычно не превышает 30 км.

В настоящее время известно 3 варианта гидропосева с использованием осадков коммуникационных сточных вод:

1) поверхностный метод, который сводится к периодическому предохранению грунта от эрозии непосредственным посевом трав с использованием осадков в разжиженном виде (около 40 м³ на 1 га, с содержанием 3...6 % сухой массы в чистом виде или с добавкой семян, т.е. в среднем около 2 т сухой массы на 1 га); осадки выступают здесь носителем коллоидной смеси и выполняют защитную функцию для гумусированных и плодородных почв;

2) углубленный метод, при котором осадки используются в качестве удобрения в виде разжиженной массы (до 300 м³ на 1 га, т.е. при содержании сухой массы 6...9 % – около 30 т на 1 га);

3) комбинированный метод, включающий агротехнические приемы совместно с удобрением и предохранением от эрозии путем создания тонкой оболочки осадков с помощью гидросеялки; для нижнего слоя в качестве обогащающего вещества применяются обезвоженные перебродившие осадки сточных вод с содержанием 40...60 % сухой массы.

Второй и третий методы пригодны, прежде всего, для обсева неплодородных, тощих и беспочвенных грунтов.

Для каждого из методов с учетом местных условий разработаны технологические процессы и даны рекомендации по их использованию.

Технология и организация гидропосева имеет свои особенности в зависимости от условий производства работ и используемой техники.

Относительно новым и экологически чистым является нетканый синтетический материал с семенами многолетних трав, используемый для выполнения укрепительных работ на откосах земляных и водоотводных сооружений и озеленения участков местности, который изготавливается по СТБ 1030-96, выпускается в виде полотна шириной 1,5 м и поставляется в рулонах длиной 60...100 м.

Технические характеристики:

Поверхностная плотность, г/м ² –	200...800
Разрывная нагрузка, Н, не менее:	
по длине –	500
по ширине –	350
Удлинение при разрыве, %, не более:	
по длине –	130
по ширине –	150
Количество заделанных в материале семян на площадке размером 400 см ² (20х20 см), не менее, шт. –	180

Применение этого материала снижает стоимость и трудоемкость работ по укреплению откосов, значительно уменьшает транспортные расходы, ускоряет производство работ.

Отдельной проблемой укрепления откосов земляного полотна можно считать укрепление конусов мостов и путепроводов. Рекомендации, разработанные в РУП «БелдорНИИ» под руководством кандидата технических наук В.В.Штабинского, предусматривают использование в этих целях ребристых вибропрессованных плит, обеспечивающих необходимую устойчивость откосов при сравнительно небольших затратах труда на их укладку (рис. 5.16).

При использовании ребристых плит возможны 4 варианта укрепления откосов:

- 1) плитами обычной и ребристой конструкции;
- 2) сборно-монолитным цементобетонным покрытием, основу которого составляют ребристые плиты;
- 3) плитами ребристой конструкции;
- 4) комбинированным способом.

На рис. 5.17 представлен конус земляного полотна в плане и профиле, укрепление которого произведено с применением ребристых плит.

Сборно-монолитная конструкция укрепления изображена на рис. 5.18.

Укладка плит на криволинейной поверхности осуществляется с учетом нижней и верхней образующих конуса. Одна из схем формирования сборно-монолитного покрытия представлена на рис. 5.19.

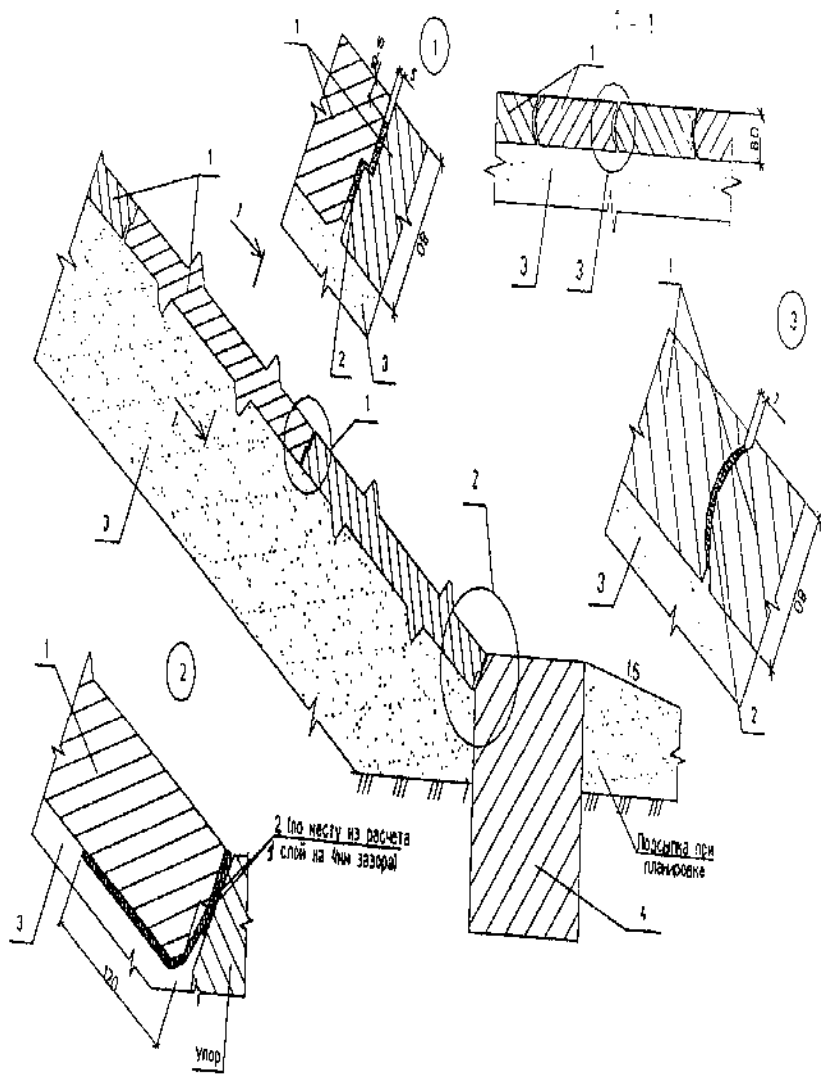


Рис. 5.16. Схема укладки плит на откосе:

1 - ребристая плита; 2 - геотекстильное полотно; 3 - грунт конуса; 4 - бетонный упор

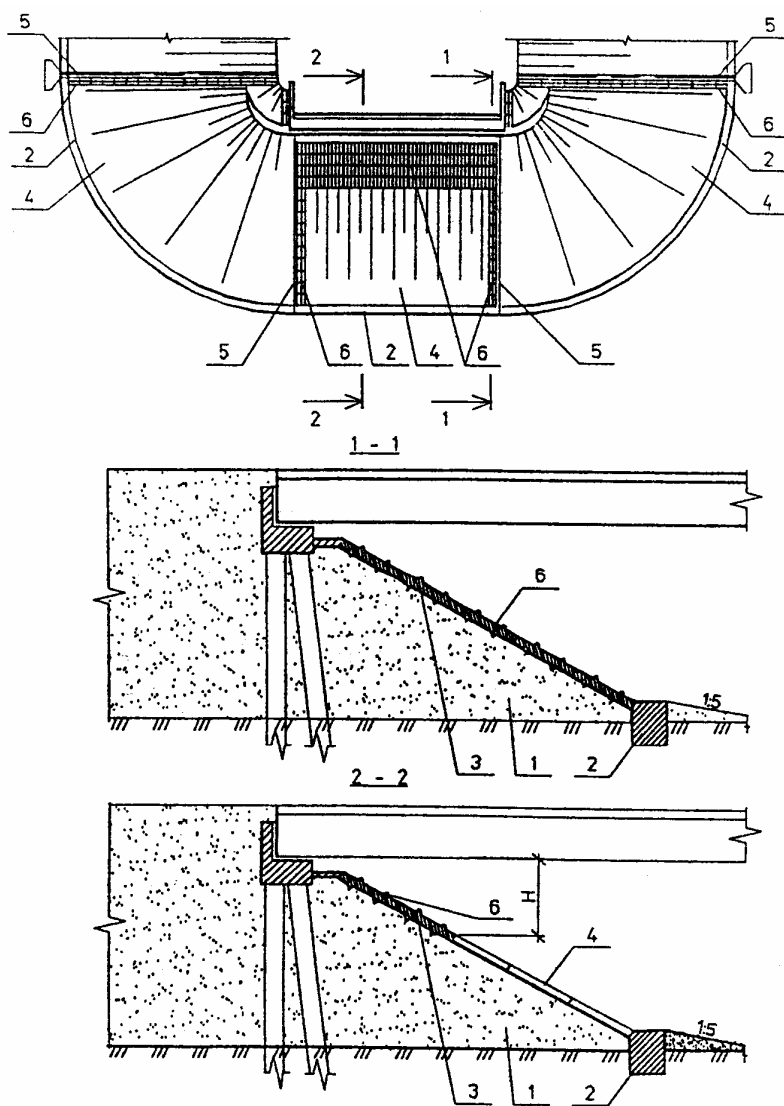


Рис. 5.17. Сборная конструкция укрепления конуса насыпи с применением ребристых плит:
 1 – конус насыпи; 2 – бетонный упор; 3 – обратный фильтр; 4 – покрытие из обычных бетонных плит; 5 – водосбросный лоток; 6 – участок покрытия из ребристых плит

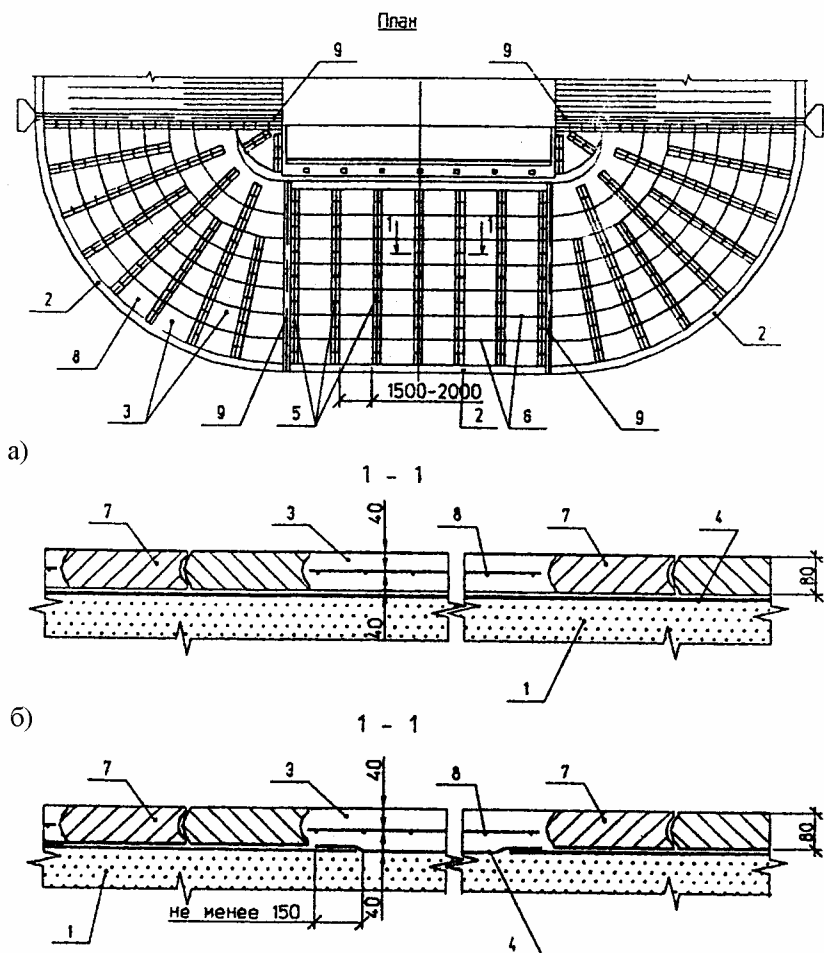


Рис. 5.18. Сборно-моноконструкция укрепления конуса насыпи с применением ребристых плит (варианты укладки геотекстиля): а – за один прием в виде сплошной прослойки; б – в два приема; 1 – грунт конуса; 2 – бетонный упор; 3 – монолитное бетонное покрытие; 4 – геотекстильное полотно; 5 – продольные полосы из ребристых плит; 6 – поперечные элементы опалубки из антисептированных досок; 7 – ребристая плита; 8 – арматурная сетка; 9 – водосбросный лоток

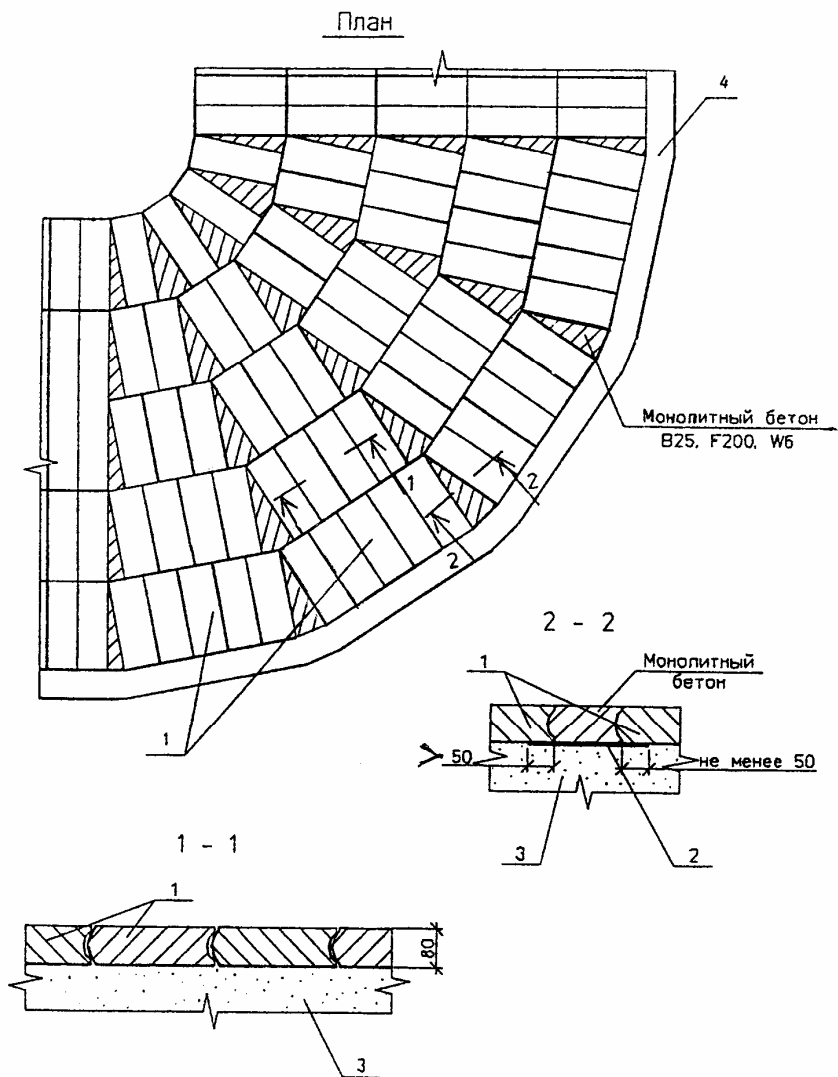


Рис. 5.19. Укладка плит на криволинейной поверхности откоса:
 1 – ребристая плита; 2 – геотекстильное полотно; 3 – грунт конуса;
 4 – бетонный упор

Укрепление откоса конусов рекомендуется выполнять в следующем порядке:

- 1) планировка поверхности откоса;
- 2) монтаж бетонного упора вдоль подошвы конуса по поверхности откоса;
- 3) укладка обратного фильтра из геотекстильного полотна;
- 4) устройство сборной опалубки из продольных и поперечных элементов;
- 5) укладка ребристых плит, выполняющих функции продольной опалубки;
- 6) устройство арматурной сетки в образовавшихся ячейках опалубки;
- 7) бетонирование.

Требования к материалам и контроль качества определяются проектными решениями и нормативными документами. Так, степень уплотнения грунта конуса должна соответствовать требованиям Пособия П12-2000 к СНБ 5.01.01; полотно иглопробивное геотекстильное – СТБ 1104; плиты ребристые – СТБ 1261; монолитный бетон – СНиП 3.06.04.

При выполнении укрепительных работ необходимо руководствоваться и строго соблюдать требования СНиП III-4; СНиП 3.06.04; Правил по охране труда при строительстве, реконструкции, ремонте и содержании автомобильных дорог; правил по технике безопасности, изложенных в инструкциях по эксплуатации соответствующих механизмов и оборудования.

6. ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ

6.1. Виды ремонта искусственных сооружений

К искусственным сооружениям принято относить мосты, путепроводы, виадуки, водопропускные трубы, снегозащитные галереи и др. Они отличаются большим разнообразием выполняемых функций, конструктивных решений, используемых материалов и срока службы.

Общий вид железобетонного моста изображен на рис. 6.1.

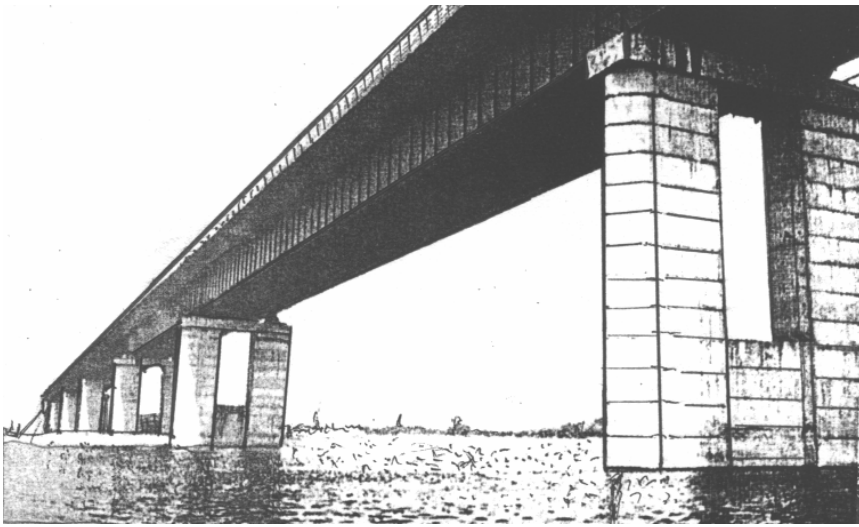


Рис. 6.1. Железобетонный мост

Текущий ремонт искусственных сооружений предусматривает выполнение отдельных видов работ по устранению незначительных по объему дефектов и повреждений с целью предотвращения их развития и уменьшения износа элементов конструкций, а также работ по обеспечению безопасной эксплуатации сооружений и безопасности движения транспортных потоков в зоне этих сооружений. К ним относятся: исправление повреждений ограждающих сооружений (перил, стоек, парапетов и др.); устранение выбоин на проезжей части, тротуарах, мостах, просадок на подходах к ним, размывов насыпей над трубами, разрушений заборных стенок, дефектов дренажных систем в водоотводных устройствах; ремонт отдельных элементов несущих и ограждающих конструкций (настилов, откосов, заборных стенок, конусов, дренажных устройств и др.).

Для осмотра и ремонта мостов применяются различные машины и механизмы, среди них – различные по грузоподъемности и технологическим возможностям платформы. На рис. 6.2 представлены гидравлические мобильные платформы ПГММ 9-1, ПГММ 14-1,4.



Рис. 6.2. Платформы гидравлические мобильные для осмотра и ремонта мостов:
а – ПГММ 9-1; б – ПГММ 14-1,4.

Технические характеристики платформ:

	ПГММ 9-1	ПГММ 14-1,4
Максимальная длина рабочей платформы, м –	9	14
Максимальная глубина опускания платформы, м –	6,5	8
Ширина рабочей платформы, м –	1	1,4
Максимальная грузоподъемность платформы, кг –	450	600
Максимальная грузоподъемность телескопической части платформы, кг –	225	300
Максимальная ширина тротуара моста, м –	2,1	2,4
Угол вращения под мостом, град –	180	180
Общая масса, кг –	19200	18000

Габаритные размеры в транспортном положении, м:		
Длина	11	11
Ширина	2,5	2,5
Высота	4	4
Привод	автономный гидравлический	
Питание	от электророзетки на смотровой платформе	

На рис. 6.3 представлена установка УМ-07 на тракторе МТЗ.

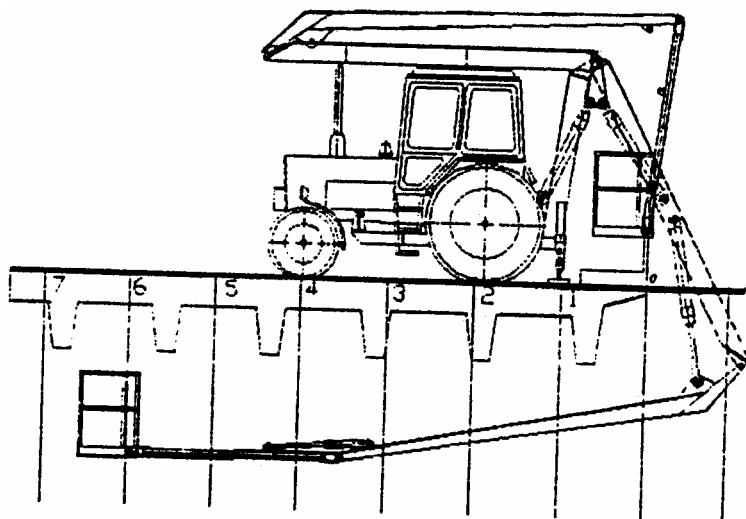


Рис. 6.3. Установка для осмотра и ремонта мостов УМ-07

О ее технических возможностях можно судить по следующим характеристикам.

Технические характеристики

Грузоподъемность, кг –	200
Высота обслуживания от опорной поверхности вниз, м –	6,0
Радиус обслуживания под опорной поверхностью, м –	6,0
Размеры рабочей площадки, м	0,84x1,48

Габаритные размеры в транспортном положении, м:	
длина –	5,85
ширина –	2,3
высота –	3,7
Масса в снаряженном состоянии, кг	5200

Общий вид платформы ПМ-300-Н представлен на рис. 6.4.



Рис. 6.4. Платформа навесная передвижная ПМ-300-Н

Ремонт искусственных сооружений, как и других дорожных объектов, подразделяется на текущий, средний и капитальный.

При **текущем ремонте** производятся следующие работы:

1) исправление небольших повреждений и дефектов отдельных элементов сооружений (перил, настилов, опор, пролетных строений, мостового полотна, деформационных швов, заборных стенок, дренажных устройств и т. п.);

2) выборочный ремонт каменной кладки, штукатурки опор и пролетных строений; частичная замена заклепок; выборочная окраска металлических элементов мостов;

3) замена и ремонт переездов и пешеходных переходов через канавы;

4) исправление небольших повреждений наплавных мостов, паромных переправ и причальных устройств (конопатка, ремонт обшивки, исправление такелажа и т. п.);

5) выборочный ремонт поврежденных мест, подпорных стен и парапетов;

6) антисептирование, окраска и нанесение защитных покрытий на пролетные строения, опоры и другие элементы;

7) устранение дефектов оголовков водопропускных труб.

К **среднему ремонту** относятся:

1) выполнение несложных работ на мостах (смена деревянного настила и ремонт балочных клеток деревянных мостов, ремонт и замена поврежденных элементов перил, отдельных узлов и элементов, исправление кладки и т. п.);

2) антисептирование, восстановление защитного слоя и оштукатуривание элементов мостов и труб; сплошная окраска металлических пролетных строений мостов и путепроводов;

3) ремонт и переустройство деформационных швов и одежды мостового полотна;

4) работы по замене и переустройству тротуаров; ремонт изоляции мостового полотна и покрытия; устройство и ремонт барьерного и перильного ограждения на мостах, путепроводах и подходах к ним;

5) комплекс работ по удлинению труб или замене их отдельных звеньев и оголовков с ремонтом и устройством гидроизоляции;

6) замена или ремонт опорных частей мостов и путепроводов;

7) устройство, ремонт и восстановление регуляционных, берегозащитных сооружений, подпорных стен мостов и путепроводов; ремонт конусов;

8) ремонт подпорных стен, парапетов, защитных, укрепительных и регуляционных сооружений, галерей и навесов, а также замена их отдельных элементов;

9) восстановление или устройство системы водоотвода на мостовом полотне и в узлах сопряжения с насыпью;

10) ремонт судовой сигнализации;

11) восстановление или устройство смотровых приспособлений пролетных строений;

12) наведение и ремонт понтонных и паромных переправ;

13) полная или частичная перестройка и ремонт малых мостов (до 25 м включительно) и водопропускных труб; замена малых мостов на водопропускные трубы и существующих труб – на малые мосты с доведением габаритов и класса нагрузки до норм, установленных для данной или перспективной категории ремонтируемой дороги;

14) ремонт гидроизоляции водопропускных труб.

При **капитальном ремонте** предусматривается:

1) полная или частичная перестройка мостов; ремонт существующих мостов и путепроводов с доведением их габаритов и класса нагрузки до норм, установленных для данной или перспективной категории ремонтируемой дороги;

2) восстановление или повышение несущей способности мостов и путепроводов с изменением или без изменения габарита проезжей части и тротуаров;

3) ремонт существующих деревянных и наплавных мостов, паромных переправ;

4) восстановление несущей способности и усиление опор мостов и путепроводов;

5) полная замена гидроизоляции мостового полотна;

6) устройство новых и переустройство существующих водопропускных труб;

7) обследование и испытание искусственных сооружений.

6.2. Виды работ по текущему ремонту железобетонных мостов

Ремонт железобетонных и бетонных мостов предусматривает: восстановление оклеечной или обмазочной гидроизоляции; заделку сколов, раковин, пустот и обнаженной арматуры; ликвидацию или герметизацию трещин; устранение повреждений в элементах облицовки; расшивку швов; замену изношенных опорных катков и др. Все работы выполняются в соответствии с действующими инструкциями и рекомендациями по производству ремонта с соблюдением установленных правил охраны труда.

Работы по текущему ремонту мостов можно систематизировать относительно основных элементов сооружений:

1. Работы в русле реки, поймах, подмостовом пространстве, на регуляционных сооружениях:

- 1) восстановление различных участков откосов и конусов;
- 2) укрепление откосов и конусов;
- 3) ремонт укреплений регуляционных сооружений;
- 4) устройство на конусах лотков для отвода воды.

2. Работы на опорах мостов:

- 1) восстановление защитного слоя бетона;
- 2) заделка сколов, трещин, раковин;
- 3) ремонт и восстановление сливов;
- 4) расшивка швов облицовки опор;
- 5) торкретирование бетонной поверхности;
- 6) усиление опорных узлов.

3. Работы на пролетных строениях:

1) восстановление защитного слоя бетона с защитой арматуры от коррозии;

- 2) ремонт сколов, раковин, трещин;
- 3) окраска пролетных строений;

4) восстановление объединения балок между собой (ремонт диафрагм и стыков);

5) усиление отдельных элементов в металлических пролетных строениях;

- 6) выправление деформированных элементов решетки;
- 7) замена дефектных заклепок;
- 8) ремонт и восстановление смотровых приспособлений.

4. Работы на мостовом полотне:

- 1) ремонт или организация водоотвода;
- 2) локальный ремонт гидроизоляции вдоль тротуаров, в местах установки водоотводных трубок, в зоне деформационных швов и т. п.;
- 3) ремонт металлических перил;
- 4) наращивание до необходимой длины водоотводных трубок;
- 5) ремонт деформационных швов;
- 6) ремонт тротуаров;
- 7) зачеканка щелей в тротуарных блоках;
- 8) ремонт сколов, раковин, трещин в железобетонных элементах;
- 9) наращивание до требуемой нормами высоты перильного и барьерного ограждений;
- 10) укладка покрытия на тротуарах.

5. Работы на подходах к мосту:

- 1) восстановление покрытия;
- 2) ремонт ограждающих устройств;
- 3) выравнивание профиля проезда за счет досыпки насыпи (без перекладки переходных плит) или укладка дополнительных слоев дорожной одежды;
- 4) ремонт водоотводных лотков на подходах к мостам.

Ремонт пролетных строений и опор производится с использованием простейшей технологической оснастки, такелажного оборудования, приспособлений и устройств, а также передвижных самоходных и прицепных мостовых платформ. В летнее время ремонт может быть произведен с наплавных сооружений, в зимнее – со льда. Объем, характер и технология ремонта пролетных строений и опор зависят от вида и конструкции моста.

6.2.1. Устранение дефектов подмостовой зоны и регуляционных сооружений

Локальные размывы после наводка (берега и опор) предотвращаются и устраняются путем укрепления опор каменной наброской, кулями с глиной и мелким камнем, фашинными тюфяками с каменной наброской или габионами (при высоких скоростях течения). Под плиты укрепления нагнетается цементный раствор (вначале – тощий, а затем – жирный) прочностью не ниже класса бетона плит.

При размывах откосов и насыпей дамб производится удаление наносного и загрязненного наносами грунта насыпи, засыпка мест

разрушений дренирующим грунтом. Головы дамбы или траверса укрепляются каменно-хворостяными или железобетонными туюфьяками; устраиваются рисбермы (применяемые только при неглубоких местных размывах у подошвы откосов).

Повреждения укреплений откосов насыпей ликвидируются:

1) при ремонте мощения путем устройства обратного фильтра из гравийной смеси толщиной до 60 см;

2) при ремонте укреплений из фашин путем полной замены разрушенной конструкции;

3) при ремонте габионного укрепления путем укладки новых блоков;

4) при ремонте туюфьячных укреплений путем перекладки плит с соответствующей подготовкой основания.

6.2.2. Устранение дефектов опор и опираний

При **размораживании бетона, свай стенок, коррозии арматуры** устраиваются железобетонные рубашки вокруг свай размерами и формой, предусмотренными в технических условиях. К используемым материалам (бетонная смесь, арматура, бандажная сталь, опалубка и др.) предъявляются требования, аналогичные действующим в мостостроении.

Ликвидация **трещин и пустот в кладке опор** производится путем цементации. При этом производятся забуривание скважин, установка инъекционных трубок, промывка и продувка скважин, инъецирование цементным тестом (марки В 22.5) под давлением 4...6 атм при слабой и 6...12 атм – при прочной бетонной кладке. Регулирование заполнения скважин достигается путем открытия и закрытия их пробками.

Рекомендуемые при этом виде ремонта материалы и составы: эпоксидный клей, в состав которого входит смола марок ЭД-5, ЭД-6, ЭИС-1 – 100 частей; пластификатор (дибутилфтолат) – 20 частей; отвердитель (полиэтиленполиамин) – 8...12 частей и цементное тесто (цемент М 300 в соотношении с водой 1:1...1.4).

Дефекты в конструкции насадки в виде трещин устраняются путем герметизации трещин и установки сжимающих хомутов.

Ремонт при **наличии эксцентриситета в насадках по отношению к оси сваи** обеспечивается с помощью железобетонного

кронштейна на стыке насадки со сваей. Для обеспечения монолитности конструкции защитный слой на свае удаляется, и создаются условия для приварки арматуры и хомутов каркаса кронштейна. Бетонирование в опалубке производится по наклонному желобу.

Наличие сколов в насадках свайных опор может быть в пределах защитного слоя, поражать рабочее сечение защитного слоя или носить глубокий характер. Каждый из этих дефектов имеет свои особенности устранения: в первом случае производится ремонт с использованием полимерцементного или цементного раствора; во втором, и особенно – в третьем случае перед бетонированием необходимо прорубать штробы, устанавливать и приваривать к рабочей арматуре дополнительные скобы.

Дефекты в конструкции подферменников проявляются в виде трещин и сколов. Для их устранения срубается защитный слой поврежденного подферменника с обнажением арматуры каркасного ряда. Металлические подушки и прокладки под нижней опорой подушки скрепляются сваркой. Затем устраивается обрамление, привариваемое к арматуре прокладного ряда, или вырубается штроба в задней части подферменника и накладываются хомуты. После арматурно-монтажных работ производится бетонирование с использованием бетона класса В 25.

Дефекты опирания пролетного строения обусловлены смятием материала и приводят к сползанию или зависанию балки. Их устранение производится путем страховочной подклинки балки стальными пластинами или устройства страховочных опор. Для обеспечения наиболее эффективного способа ремонта разрабатывается проект. При наличии дефектов опирания пролетного строения скорость движения по мосту ограничивается до 20 км/ч.

6.2.3. Устранение дефектов пролетных строений

Нарушение сварных стыков диафрагм сборных балок устраняется путем приварки дополнительных планок. Ремонт сварных стыков в нижней части балок ведется без закрытия движения, в верхней части – с закрытием. После сварки стыков между полудиафрагмами металл окрашивают атмосферостойкой краской, а шов зачеканивают цементным раствором.

При **разломах железобетонных плит** их места ограждаются барьерами и колесоотбоем. Удаляются все слои дорожной одежды

над разломом и остатки бетона плиты на участках с трещинами при раскрытии их более 0,2 мм. Арматура сетки плиты очищается от коррозии и фиксируется в требуемом положении. Дополнительная сетка приваривается к основной с помощью поперечных стержней через коротыши $\varnothing 12...16$ и длиной 80 мм. После устройства опалубки производится бетонирование. Бетон класса В 25 приготавливается на быстротвердеющем портландцементе.

После выдержки в течение двух суток восстанавливаются вышедшие слои дорожной одежды на проезжей части моста (гидроизоляция, защитный слой с сеткой, асфальтобетонное покрытие).

6.2.4. Устранение дефектов бетонных поверхностей

В процессе эксплуатации мостов могут возникать повреждения бетонных поверхностей. При выборе способа ремонта и используемых при этом материалов требуется тщательно проанализировать характер и причины повреждения.

Основные способы ремонта бетонных повреждений следующие:

1) усиление слабого (имеющего повышенную пористость) бетона и повышение его непроницаемости (для поверхностей, поддающихся увлажнению) путем пропитки, позволяющей обеспечить проницаемость пропиточного состава на глубину 5...7 мм и закупорить трещины шириной раскрытия менее 0,5 мм;

2) гидрофобизация бетонных поверхностей с использованием высокомолекулярных углеводородных смесей;

3) ремонт поверхностей, поврежденных на глубину до 10 мм, с использованием коллоидно-цементного клея, полимерраствора и других материалов;

4) восстановление защитного слоя, поврежденного на глубину до 30 мм, с использованием минерально-органических композиций различного состава для поверхностей, не подверженных увлажнению, и фасадных поверхностей;

5) восстановление повреждений на глубину свыше 30 мм путем бетонирования в опалубке или торкретирования с помощью различных составов в зависимости от вида ремонтируемой поверхности (не подвергающейся увлажнению, увлажняемой, поверхности средних балок и т. п.).

6.2.5. Устранение (герметизация) трещин в железобетонных конструкциях

Работы по герметизации трещин зависят от ширины раскрытия трещин и состояния рассматриваемого поперечного сечения конструкции. Различают поверхностную и глубинную герметизацию трещин, а также их прочностную заделку. В последнем случае используются полосы из стеклопластика толщиной 4 мм или металлических пластин толщиной 1...5 мм и шириной, равной 150...200 толщинам, наклеиваемые с помощью эпоксидного клея.

К прочностной заделке относят также инъектирование в трещины под давлением эпоксидного клея. Работы выполняются с соблюдением утвержденной технологии производства работ.

6.2.6. Устранение дефектов мостового полотна

Особого внимания требует ремонт мостового полотна, при котором вскрывают покрытие и защитный слой, удаляют пришедшую в негодность изоляцию и на обнаженной поверхности цементобетона устраняют имеющиеся дефекты, после чего наносят слой разжиженного битума, и затем по нему укладывают двухслойную гидроизоляцию с защитным слоем из бетона прочности не ниже 20 МПа, изготовленного на мелком щебне. Особенно тщательно ремонтируют изоляцию в местах расположения бордюров, водоотводных трубок и деформационных швов. Водоотводные устройства и профиль покрытия должны обеспечивать быстрый отвод воды с проезжей части.

Основными дефектами мостового полотна являются повреждение гидроизоляции в месте примыкания проезжей части к тротуару (тротуарному блоку), разрушение покрытия (выбоины, трещины, шелушение и др.), повреждение колесоотбойных блоков (бордюра) и т. п. Ремонт гидроизоляции основан на снятии слоев покрытия и защитного слоя, восстановлении гидроизоляции и последующем устройстве всех конструктивных слоев мостового полотна.

Ремонт дорожного покрытия в технологическом и организационном отношении мало отличается от ремонта дорожных покрытий на примыкающих к мостам дорогах и улицах.

При ремонте мостового полотна часто приходится производить замену ограждающих устройств. При этом устраняются поврежденные

блоки ограждения, вырубается ступеньками слой покрытия до плиты вдоль бордюра на ширину 60 см, удаляется поврежденная гидроизоляция, ремонтируется подготовительный слой, наносится грунтовочный слой из разжиженного битума, производится укладка оклеечной гидроизоляции, монтируются блоки железобетонных бордюров. Работа завершается сопряжением дорожной одежды с бордюрами.

6.2.7. Устранение дефектов деформационных швов

Деформационные швы играют важную роль в работе мостов и в то же время являются слабым местом в процессе их эксплуатации. В зоне швов часто возникают разрушения, взбугривания покрытия, трещины, водопроницаемость и др. Избежать этих дефектов можно путем правильного содержания мостов, своевременного устранения предпосылок для их возникновения.

Деформационные швы открытого типа подлежат периодическому ремонту. Поврежденные и разрушенные детали перекрытия должны быть устранены. В деформационных швах с резиновыми вкладышами резиновые детали после износа заменяются новыми без разборки проезжей части.

Производство работ по ремонту швов закрытого типа включает:

1) вырубку покрытия (картами или на всю длину шва) и защитного слоя; подливку цементного раствора под компенсатор, закрепление его; восстановление слоев проезжей части (гидроизоляции, защитного слоя, покрытия);

2) устранение бугров над швами с трещинами; переделку деформационных швов закрытого типа на швы заполненного типа; замену покрытий у швов;

3) ликвидацию протекания воды через швы: снятие покрытия и защитного слоя, усиление гидроизоляции, восстановление слоев дорожной одежды, замену заполнения петель компенсатора;

4) заполнение швов эластичной битумной мастикой.

Ремонт швов заполненного типа предусматривает выполнение следующих работ:

1) устранение разрушения кромок швов и раскрошившейся мастики; ремонт кромок покрытия; замена мастики (заливка швов мастикой);

2) ликвидация трещин в покрытии; ремонт изоляции в зоне швов; заливка цементного раствора под компенсатор и его закрепление; восстановление слоев дорожной одежды; заливка швов мастикой;

3) ликвидация бугров в зоне швов, переделка на швы с бетонными кромками.

Более сложные виды ремонтных работ, связанные с заменой или усилением компенсаторов, а также полное восстановление всех элементов конструкции швов, замена на другую конструкцию, допускающую большие перемещения, производятся по отдельному проекту.

В случаях, когда ремонт не приводит к существенному улучшению работы деформационных швов, рекомендуется реконструировать их, применяя новые конструктивные решения.

6.3. Текущий ремонт деревянных и металлических мостов

Деревянные мосты могут иметь дефекты в различных элементах конструкции (трещины, отщепы, сколы, смятия и др.), снижающие их прочность. При текущем ремонте эти дефекты устраняются. Характерными для такого ремонта являются следующие работы: подтяжка болтовых соединений; заделка зазоров и трещин; устройство водозащитных козырьков, смена обшивки свайных опор и ледорезов, отдельных неисправных связей; очистка деревянных элементов мостов от гнили; антисептирование отдельных узлов.

При ремонте металлических мостов производят зачистку, шпаклевку и покраску отдельных элементов, смену некоторых заклепок, связей и болтов, подтяжку анкерных болтов, натирку графитом опорных катков.

При ремонте наплавных мостов и паромных переправ выполняют работы по исправлению повреждений обшивки, конопатку, ремонт такелажей, замену и исправление переездных и переходных мостиков через канавы и причальные устройства.

Текущий ремонт выполняется силами производственно-дорожных организаций без составления проектно-сметной документации и остановки движения. Выполнение работ требует соблюдения установленных технических правил, норм техники безопасности и рекомендаций по научной организации труда.

Ремонт ограждающих устройств и бордюров предусматривает замену треснувших элементов и надежное их закрепление. В отдельных случаях может быть произведена их перестройка. Преду-

сматривается также выправление погнутых и лопнувших сверху металлических ограждающих конструкций.

При смене верхнего настила деревянных мостов тщательно проверяют состояние нижнего настила и поперечин. Элементы, имеющие загнивание, очищают от гнили и антисептируют пастами. Доски и поперечины, потерявшие несущую способность более чем на 25 %, заменяют новыми. Болты, тяжи с дефектами, подгаечники, имеющие смятия и сколы, также подлежат замене. Изношенные слои асфальтобетонных покрытий и тротуаров вырубаются, и на их место укладываются новые. Общая толщина покрытия не должна превышать проектные размеры более чем на 10...15 %.

Характерными неисправностями пролетных строений и опор стальных мостов являются ослабленные заклепки, трещины, погнутости, вмятины, пробоины и др. В процессе текущего ремонта дороги эти неисправности должны быть устранены. Все слабые заклепки с недопустимыми дефектами последовательно (одновременно не более 10 %) заменяются высокопрочными болтами с гайками. Трещины длиной более 10 мм подлежат засверливанию, до 10 мм – вырезанию для предотвращения дальнейшего процесса трещинообразования. Образовавшиеся пробоины заполняют прокладками и перекрывают двухсторонними накладками на высокопрочных болтах или заклепках. Погнутость и вмятины выправляют с расклепкой или без нее.

Дефекты опорных частей в виде неравномерного опирания отдельных катков, нарушения их нормальной подвижности, трещин в опорных плитах, балансирах, отсутствия или повреждения противоугонных планок подлежат своевременному устранению. Виды ремонтных работ выбираются с учетом характера неисправностей.

К текущему ремонту стальных мостов относятся также работы по их защите от коррозии, включающие очистку поверхности металла для удаления ржавчины, старой краски, грязи, пыли, минеральных масел и воды, грунтовку, шпаклевку и окраску. Эти работы выполняются в соответствии с утвержденными правилами.

6.4. Текущий ремонт водопропускных труб

При эксплуатации водопропускных труб наиболее часто возникают следующие дефекты:

1) неравномерные просадки звеньев по длине трубы в результате оседания основания или подмыва фундамента;

2) трещины и деформации в звеньях труб и кладке, вызванные силовыми факторами;

3) выщелачивание бетона в звеньях и оголовках труб, появление мокрых пятен в кладке при фильтрации воды через насыпь и нарушении гидроизоляции;

4) деформации оголовков вследствие подмыва фундаментов, неравномерных осадок, увеличения давления увлажненного грунта на открылки оголовков;

5) размыв укреплений русел на входе и выходе трубы;

6) просадка насыпи;

7) загрязнение трубы и ее русла.

Обнаруженные дефекты необходимо своевременно устранять, для чего в летний период производятся ремонтные работы. Их суть сводится к следующему: зазоры между отдельными звеньями тщательно заделываются просмоленной паклей и жестким цементным раствором; при просачивании воды через швы между звеньями, а в каменной кладке – через своды и стены, обновляется гидроизоляция; образовавшиеся за трубой вследствие размыва грунта пустоты заполняются песком или цементопесчаной смесью под давлением; подмыв грунта у оголовков устраняется укреплением дна в местах размыва.

В случае значительных деформаций следует произвести ремонт трубы с перекладкой отдельных звеньев или полное ее переустройство (эти работы выполняются при среднем и капитальном ремонте дороги).

6.5. Текущий ремонт подпорных стенок, ограждающих сооружений и инженерного обустройства дорог

При текущем ремонте подпорных стенок и ограждающих сооружений устраняют повреждения в каменной кладке, заделывают трещины, восстанавливают разрушенную штукатурку и т. п.

В элементах малой толщины трещины заделывают цементным раствором состава 1:2; большие трещины цементируют под давлением. Выщелачивание бетона ликвидируют (локализируют) с помощью цементного раствора или путем окраски его цементным молоком.

Для устранения трещин в бетонных и бутобетонных сооружениях в последнее время все чаще применяются синтетические мате-

риалы и бетоны на их основе. Места выпучивания облицовочной кладки, как правило, подлежат переделке.

При текущем ремонте производится установка недостающих дорожных знаков и ограждений, исправление их повреждений, окраска и замена отдельных неисправных дорожных знаков и ограждений, а также исправление отдельных повреждений и устранение неисправностей элементов архитектурного оформления и благоустройства дорог.

В процессе ремонта искусственных сооружений выполняются также работы по укреплению конусов земляного полотна и устройств ограждений (рис. 6.5).



Рис.6.5. Укрепление конуса земляного полотна бетонными плитами

Линейные здания и подсобные сооружения часто требуют текущего ремонта, который предусматривает: штукатурку зданий, их окраску, побелку, остекление выбитых окон, небольшой ремонт перегородок, стен, полов, потолков, кровли, перекрытий, окон, дверей, отопительной системы и др. Ремонтируют также колодцы, водоотводные и канализационные сети, линии связи с частичной заменой отдельных элементов.

7. РЕМОНТ ЭЛЕМЕНТОВ ИНЖЕНЕРНОГО ОБУСТРОЙСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ*

Обустройство автомобильной дороги – это комплекс стационарных объектов дорожного интерьера, выполняющих определенные функции пассивного управления эксплуатацией дороги и дорожным движением. К ним относятся: ограждения, дорожные знаки, светофоры, сеть освещения, шумозащитные экраны, снегозадерживающие устройства и насаждения, средства дорожно-экологического мониторинга, метеостанции и др. Профиль металлического дорожного ограждения приведен на рис. 7.1.

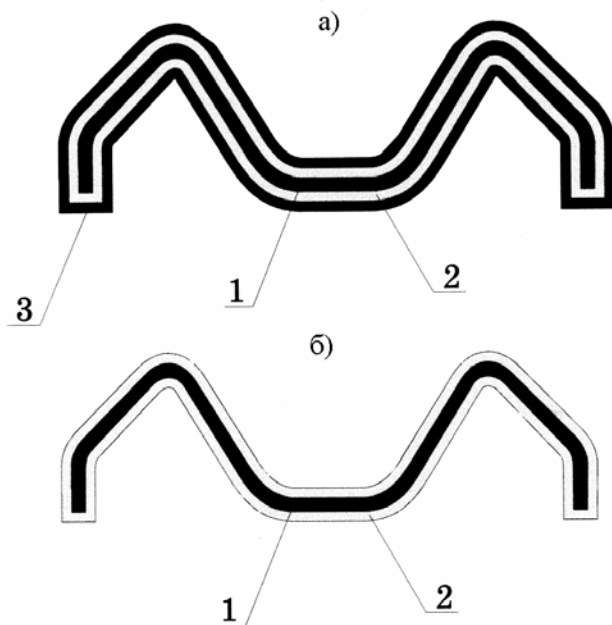


Рис. 7.1. Элементы дорожного ограждения барьерного типа:
а – секция балки СБ-1 (вариант Е, ГОСТ 26804-86): 1-СБ, дробеструйная очистка поверхности, фосфатирование; 2 – покрытие – грунт; 3 – покрытие ЛКМ;
б – секция балки СБ-1 (вариант Ж, ГОСТ 26804-86): 1-СБ, дробеструйная очистка поверхности, фосфатирование; 2 – покрытие – полимер

* На практике этот термин еще не получил распространения, применяются термины: благоустройство дороги и обстановка дороги.

Разновидности удерживающих дорожных ограждений (бетонное, металлическое, тросовое, блочное) изображены на рис. 7.2.

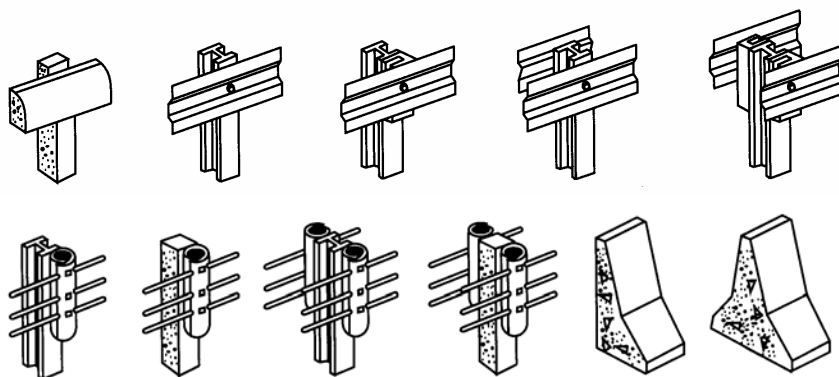


Рис. 7.2. Конструктивные разновидности удерживающих ограждений

Чтобы составить представление о системе инженерного обустройства дорог, приведем данные, относящиеся к Минской кольцевой автомобильной дороге. При общей длине 56,2 км ее обустройство включает: 140,1 км металлических барьерных ограждений; 13 автобусных остановок; 1775 дорожных знаков; 2539 пог. м шумозащитных экранов высотой от 2 до 6 м; 5 площадок для взвешивания автомобилей; 3 метеостанции и др. Характеристика основных объектов инженерного обустройства приведена в табл. 7.1.

Т а б л и ц а 7.1

Характеристика объектов инженерного обустройства на дорогах Беларуси

Наименование	Наличие объектов обустройства на дорогах			
	республиканских		местных	
	количество, шт.	протяженность, км	количество, шт.	протяженность, км
1	2	3	4	5
Автопавильоны	4348	-	6358	-
Площадки для остановки автобусов	9280	-	14057	-
Площадки для стоянки транспорта	1145	-	1350	-

1	2	3	4	5
Колодцы и другие питьевые источники	94	-	4	-
Дорожные знаки	$157 \cdot 10^3$	-	$345 \cdot 10^3$	-
Сигнальные столбики	$143 \cdot 10^3$	-	$316 \cdot 10^3$	-
Ограждения, всего	-	988	-	148
в т. ч. трассовые	-	27	-	15
металлические	-	905	-	113
железобетонные	-	56	-	20
Разметка проезжей части	-	2873	-	2293
Защитные лесонасаждения	-	3454	-	9520
в т. ч. обеспечивающие незаносимость дорог	-	3560	-	1729

Для обеспечения высокопроизводительной и безопасной работы автомобильного транспорта необходимо систематически принимать меры по содержанию элементов инженерного обустройства, своевременно выполнять профилактические и восстановительные ремонты.

7.1. Требования к эксплуатационному состоянию элементов инженерного обустройства

Система инженерного обустройства автомобильных дорог зависит от их транспортного значения и ландшафтно-географического положения. Каждый объект инженерного обустройства необходимо рассматривать с двух позиций – функциональной и эстетической. Функциональная составляющая обусловлена той ролью, которая возлагается на объект. Например, дорожный знак содержит информацию для водителя о правилах движения в зоне своего действия; барьерное дорожное ограждение препятствует съезду автомобиля за пределы обочины в случае возникновения аварийной ситуации; шумозащитный экран препятствует распространению транспортного шума в прилегающие к дороге селитебные кварталы.

Эстетические требования к качеству объектов инженерного обустройства основаны на необходимости целенаправленного форми-

рования окружающей природной среды, которая бы максимально соответствовала эмоциональным и культурно-эстетическим запросам людей. Эти требования реализуются в форме и цвете объектов, сочетании искусственных и природных ландшафтов, относительном расположении объектов и их общей художественной гармонии.

На автомобильных дорогах всех категорий предусматривается соответствующее инженерное обустройство. Правила проектирования каждого объекта изложены в нормативных документах. Это касается, в первую очередь, ограждения дорог, установки дорожных знаков, создания снегозадерживающих полос и т. п. Поддержание объектов обустройства дорог в требуемом эксплуатационном состоянии обеспечивается дорожными организациями при содержании и ремонте дорог.

7.2. Виды ремонта объектов инженерного обустройства, средств организации и безопасности движения

В соответствии с РД 0219.1.03-97, ремонтные работы на объектах инженерного обустройства классифицируются как текущий, средний и капитальный ремонты.

К *текущему ремонту* относятся:

1) установка недостающих дорожных знаков и ограждений; ремонт, окраска, замена отдельных неисправных дорожных знаков, направляющих устройств и секций ограждений; устройство и ремонт беседок, скамеек; установка и ремонт панно; архитектурное оформление ранее построенных автопавильонов; устройство присыпных берм;

2) выборочное восстановление горизонтальной и вертикальной разметки; окашивание разделительной полосы, обочин и полосы отвода;

3) исправление отдельных повреждений и неисправностей элементов архитектурного оформления и благоустройства, предохранительных и сигнальных устройств;

4) удаление отдельных деревьев и обрезка сучьев, проведение выборочных рубок по уходу за посадками для обеспечения видимости и повышения эстетических качеств дороги.

К *среднему ремонту* относятся:

1) устройство горизонтальной и вертикальной разметки;

2) устройство и ремонт барьерного ограждения; установка новых, замена (восстановление) старых дорожных знаков и направляющих устройств;

3) оформление и благоустройство отдельных развязок, примыканий, пересечений, стоянок автомобилей, достопримечательных мест;

4) ремонт и переустройство съездов и переездов в одном уровне, летних и транспортных путей, площадок для стоянки автотранспорта; устройство и ремонт автобусных остановок, площадок отдыха и взвешивания транспортных средств;

5) устройство и ремонт артезианских колодцев на площадках отдыха, стоянках машин и т. п.;

6) устройство и восстановление снегозадерживающих зеленых полос, посадка и восстановление декоративных насаждений;

7) уход за снегозадерживающими насаждениями с целью восстановления их защитных свойств;

8) устройство остановочных и посадочных площадок, автопавильонов на автобусных остановках, островков безопасности, площадок отдыха (с беседками, смотровыми ямами (эстакадами) для профилактического осмотра автомобилей в пути); площадок для остановки или стоянки автомобилей, пешеходных переходов (в том числе в разных уровнях), тротуаров и пешеходных (велосипедных) дорожек;

9) ремонт и обустройство баз, складов, площадок, оборудования для приготовления и хранения сыпучих и жидких противогололедных материалов;

10) ремонт, наладка и обслуживание оборудования по учету интенсивности дорожного движения, автоматических станций по учету и сбору информации о погодных-климатических условиях, контролю за состоянием покрытия, аварийно-спасательной (вызывной) связи, контролю весовых и габаритных параметров транспортных средств и др.;

11) ремонт и замена отдельных участков кабельной связи и блоков оборудования связи и компьютерной сети;

12) разработка, монтаж и ремонт оборудования для сбора информации и управления дорожным комплексом (датчики, счетчики, табло, сигнально-вызывные колонки и др.);

13) создание и обслуживание дорожной компьютерной сети в составе технологической связи и ее модернизация.

К **капитальному ремонту** относятся:

1) устройство новых и переустройство существующих пересечений и примыканий автомобильных дорог, отдельных переездов, переходно-скоростных полос;

2) переустройство и устройство (монтаж) технических средств организации движения;

3) устройство электроосвещения на отдельных участках дорог, мостах и паромных переправах; устройство дорожной линейной телеграфной (телетайпной) связи, радиосвязи и других средств дорожной технологической связи;

4) устройство и оборудование пунктов по учету движения, снегомерных пунктов, водомерных постов и других устройств, необходимых для анализа работы сооружений и проходящих транспортных потоков;

5) создание питомников, теплиц, оранжерей для выращивания древесных и кустарниковых пород, цветочной рассады и других растений;

6) устройство зеленых снегозадерживающих полос и посадка декоративных насаждений на участках более 200 пог. м;

7) переустройство и расширение существующих постов контроля весовых и габаритных параметров транспортных средств, пунктов взимания дорожных сборов.

Каждый из указанных видов ремонта имеет свои отличительные технологические и организационные особенности. При выполнении всех видов ремонта следует руководствоваться утвержденными технологическими правилами и использовать материалы, машины и инструменты, которые обеспечивают необходимую надежность и долговечность ремонтируемых объектов инженерного обустройства.

7.3. Ремонт дорожных знаков

Дорожные знаки являются важнейшим элементом инженерного обустройства автомобильных дорог. Они применяются на загородных дорогах всех категорий и на улично-дорожной сети городов. В процессе эксплуатации под воздействием погодных-климатических факторов дорожные знаки постепенно теряют свои первоначальные

качества и подлежат ремонту. К необходимости ремонта часто приводят механические повреждения их движущимся транспортом или машинами, выполняющими дорожные работы.

Для проверки качества дорожных знаков, а следовательно, их соответствия требованиям необходимо систематически проводить их диагностирование, т. е. согласно СТБ 1140-99 определять светотехнические показатели: удельный коэффициент силы света световозвращающей поверхности; яркость элементов изображения; освещенность и др. В КУП «Криница» МОУП «Минскоблдорстрой» для диагностирования дорожных знаков создана специальная испытательная лаборатория, оснащенная стационарными и переносными приборами для проведения комплексных измерений фотометрических, колориметрических, конструктивно-технологических характеристик дорожных знаков и световозвращающих элементов автомобильных дорог. Использование приборной базы и разработанных этой лабораторией методик создает предпосылки для научного обоснования мер по содержанию дорожных знаков и необходимости проведения ремонтных работ.

Характер и объем ремонта дорожных знаков зависит от качества используемых при производстве материалов, природной среды, в которой они находятся в процессе эксплуатации, соблюдения требований по их содержанию. Основными видами работ при этом являются: замена световозвращающих пленок, исправление поврежденных стоек, улучшение крепления, антикоррозионная покраска и др. Дорожные организации Беларуси успешно справляются с ремонтом дорожных знаков. Однако представляется более целесообразным сосредоточить эти ремонтные работы в одной организации и осуществлять их на обезличенной основе.

Ремонт дорожных знаков имеет много общего с их производством. Остановимся более подробно на технологии производства дорожных знаков, реализованной МОУП «Криница».

Работы производятся в цехе дорожных знаков и на участке механообработки.

Цех дорожных знаков оборудован полуавтоматическими аппаратами для трафаретной печати типа ЭВ-8125 и Bohanov Siri-Drucktisch 5000 pro (Германия) с полем печати до 70x70 см² и 1200x2200 см² соответственно. Для производства масок дорожных знаков и иной продукции применяются материалы и световозвраща-

щающие пленки известных производителей – 3M, American Decal, Nippon Carbide Industries Co, Avery Denniso (Fasson) и др. Пленки рассчитаны на эксплуатацию в любых климатических условиях, обладают высокими световозвращающими характеристиками, сертифицированы для производства дорожных знаков и указателей. Гарантийные сроки эксплуатации этих пленок – 7...10 лет. После сушки отпечатанных дорожных знаков производится их наклейка на металлическую основу с использованием полуавтоматических аппликаторов.

Участок механообработки обеспечивает выпуск основы дорожных знаков всех типоразмеров по ГОСТ 10807-78 с оригинальными конструкциями крепежа. Разработаны и внедрены модульные конструкции сборных щитов для знаков индивидуального проектирования и рекламных щитов. Налажен выпуск стоек для дорожных знаков, световозвращающих столбиков, катафотов для криволинейного бруса и компактных защитных ограждений мест проведения ремонтных работ.

Участок оснащен всем необходимым оборудованием для выполнения заготовительных, листосгибочных, кузнечно-штамповочных и сварочных работ с использованием черных металлов, оцинкованной жести и алюминия.

7.4. Ремонт других объектов инженерного обустройства

Кроме дорожных знаков, к инженерному обустройству относятся множество других объектов, отличающихся по своим конструктивным параметрам, назначению и выполняемым функциям. В процессе эксплуатации эти объекты изнашиваются, а сопровождающие износ дефекты ухудшают их качество и снижают эксплуатационную надежность автомобильной дороги (рис. 7.3).

Износ дорожной разметки, выполненный краской (термопластиком), характеризуется нарушением ее целостности. Площадь износа соответствует площади прямоугольника, описанного вокруг поврежденного места. Уровень содержания считается высоким, когда износ дорожной разметки выявлен на площади не более 40 % (для термопластика – 20 %); средним – соответственно не более 45 % (22 %), допустимым – 50 % (25 %). Восстановление разметочных линий производится путем нанесения на поврежденных участках новой разметки.

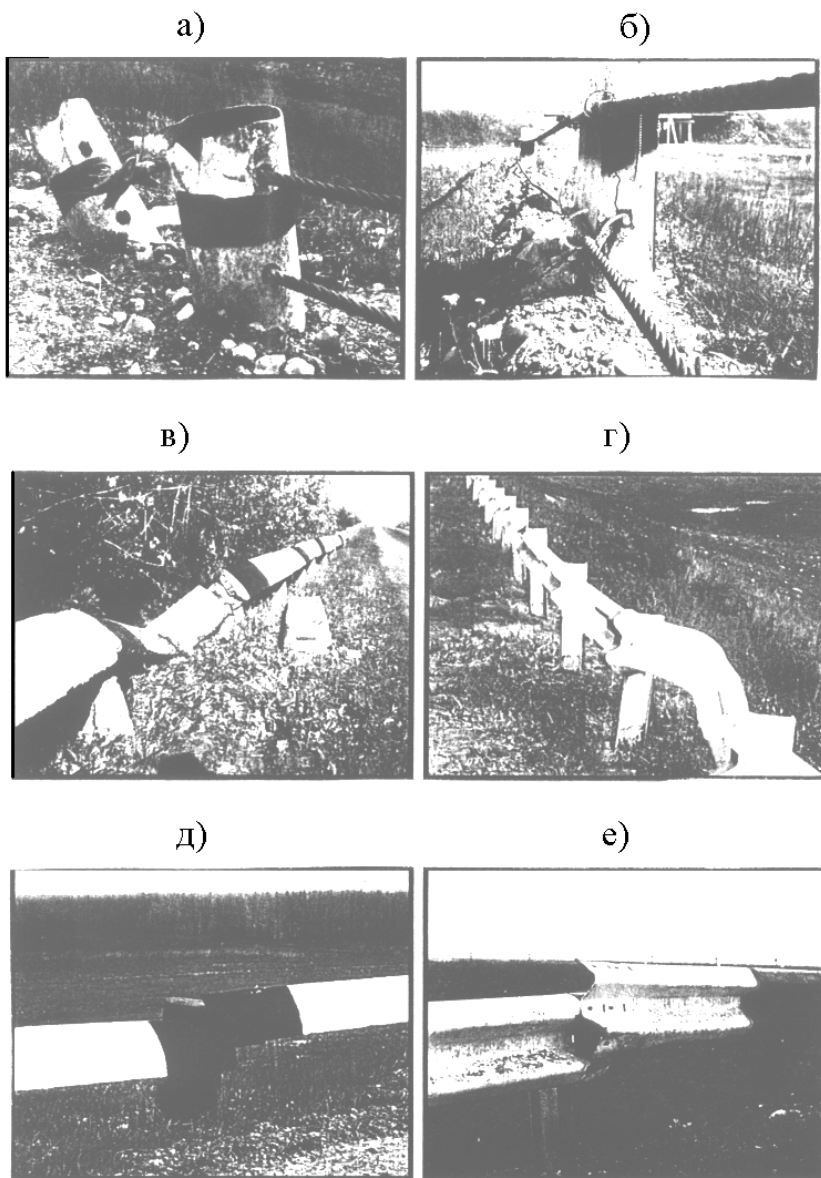


Рис. 7.3. Повреждения дорожных ограждений:
 а, б – тросовых; в – железобетонных; г, д, е – металлических

Повреждения элементов дорожного ограждения в виде поломки направляющих столбиков, деформации опор (рис. 7.4), балок удерживающих ограждений, наличие дефектов крепления секций, оголенной арматуры на железобетонных стойках, различного рода механических повреждений, локальных разрушений бортовых камней (рис. 7.5), других отклонений от установленных норм приводят к необходимости проведения ремонтных работ, которые могут быть произведены как на месте, так и в заводских условиях. Технология ремонта зависит от вида изделия и характера повреждений. Сильно поврежденные элементы, как правило, заменяются новыми.

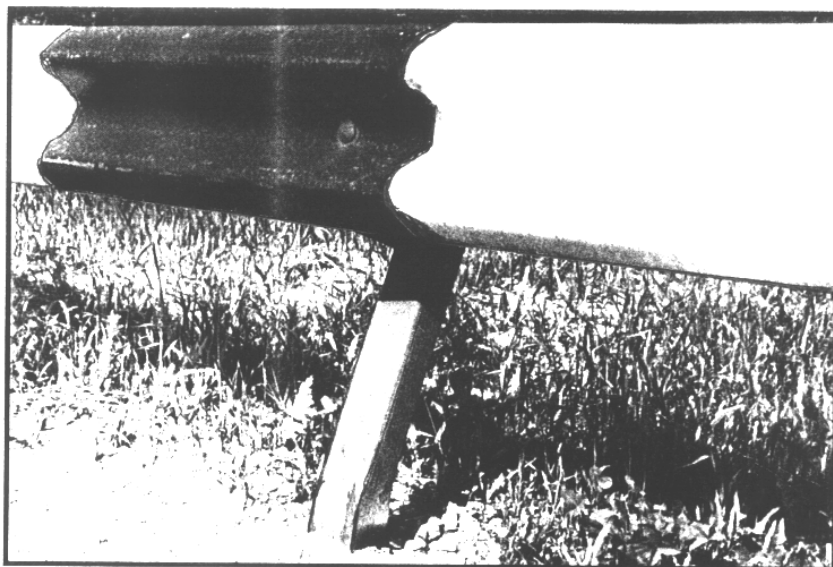


Рис. 7.4. Повреждение стойки металлического ограждения

Ремонт криволинейного бруса в заводских условиях обычно включает рихтовку и антикоррозионную защиту. На предприятии «Криница» созданы необходимые условия для выполнения таких работ.

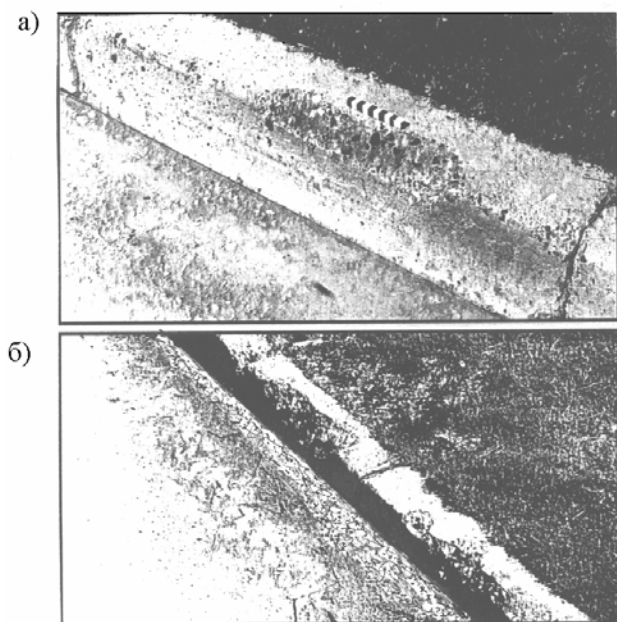


Рис. 7.5. Повреждения бортовых камней:
а – поверхностное (локальное); б – глубокое (значительное)

Цех защиты от коррозии включает 3 технологические линии:

а) обезжиривания, антикоррозионного покрытия лакокрасочными материалами, сушки;

б) абразивной обработки, фосфатирования, полимерного покрытия металлических конструкций порошковыми красками (для дорожных знаков, бытовой техники);

в) защиты криволинейного бруса от коррозии.

Все линии оборудованы механизированными средствами транспортировки и загрузки. Большие габаритные размеры ванн, камер напыления и обжига обеспечивают возможность обработки широкой номенклатуры строительной, отделочной и другой продукции. Использование порошковых красителей известных фирм Herberts (Швеция), Tambour (Израиль) и др. обеспечивает привлекательные свойства материалов.

Защита криволинейного бруса от коррозии производится путем напыления алюминия в электрической дуге с последующим покры-

тием полимерами, что обеспечивает гарантию со сроком эксплуатации до 10 лет.

Методы устранения дефектов и повреждений других объектов инженерного обустройства имеют, в основном, общестроительный характер; информацию о них можно найти в специальной литературе и в некоторых изданиях, приведенных в конце настоящего пособия.

Установка барьерного ограждения осуществляется с использованием копрового, кранового и другого оборудования и инструментов. План потока представлен на рис. 7.6, фрагменты технологического процесса – на рис. 7.7 и 7.8. Качество строительно-монтажных работ достигается благодаря используемым системам регулирования глубины погружения стоек и продольного визирования.

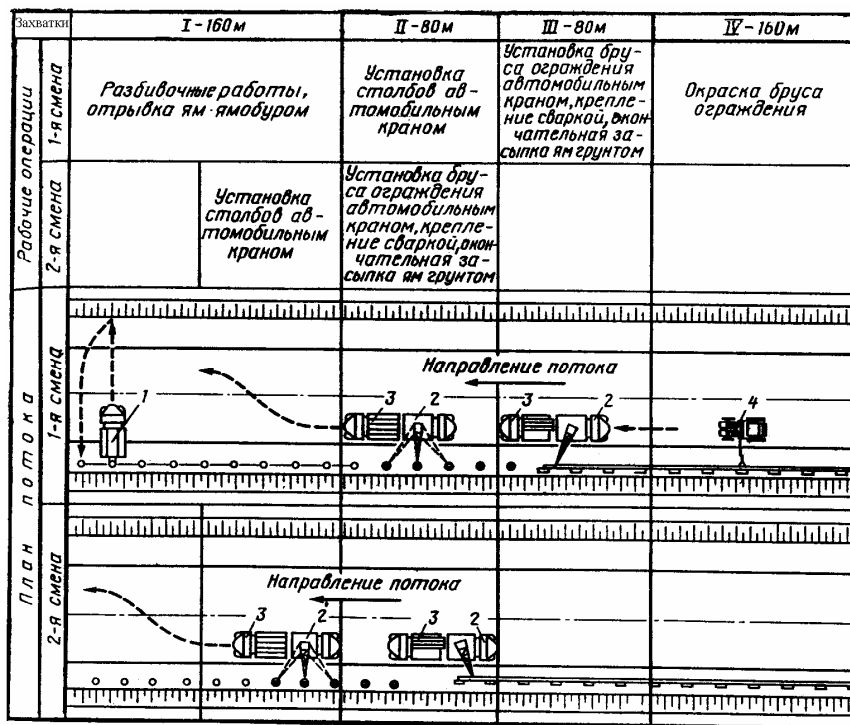


Рис. 7.6. План потока по установке ограждений:

1 – ямобур; 2 – автомобильный кран; 3 – автомобиль; 4 – краскораспылитель



Рис. 7.7. Погружение стоек барьерного дорожного ограждения в грунт земляного полотна



Рис. 7.8. Монтаж профильного бруса барьерного дорожного ограждения (на разделительной полосе МКАД)

При реконструкции Минской кольцевой автомобильной дороги особое внимание уделено ее обустройству. Дорога оборудована самыми современными шумозащитными экранами, барьерными ограждениями, разметкой, развязками и др. На рис. 7.9 представлен светозащитный экран, благодаря которому значительно снижено ослепляющее воздействие света фар на водителей встречного транспорта (особенно на закруглениях).



Рис. 7.9. Светозащитный экран на МКАД

8. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТ ПО СОДЕРЖАНИЮ И РЕМОНТУ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Работы по содержанию и ремонту автомобильных дорог отличаются значительной материало- и энергоемкостью. Для их осуществления требуются немалые финансовые затраты, поэтому рациональное расходование выделяемых дорожно-эксплуатационным организациям средств является первостепенной задачей. Успешно решать эту задачу можно на основании оптимального планирования

средств по содержанию и текущему ремонту автомобильных дорог, оценки эффективности средних и капитальных ремонтов.

8.1. Основные понятия и определения, используемые при экономическом анализе деятельности дорожно-эксплуатационных организаций

8.1.1. Основные понятия и термины

При технико-экономическом анализе работы дорожных организаций используются термины и определения, которые необходимо освоить студентам при изучении дисциплины «Содержание и ремонт дорог».

Механовооруженность ДЭУ (ДРСУ) – это отношение среднегодовой стоимости всех машин, используемых для выполнения работ по содержанию и ремонту дорог, к общей стоимости дорожных работ, выполняемых за год.

Механовооруженность труда – отношение среднегодовой стоимости всех машин к средней численности рабочих.

Энерговооруженность ДЭУ (ДРСУ) – отношение суммарной среднегодовой мощности двигателей всех марок к стоимости дорожных работ, выполненных за год.

Энерговооруженность труда – отношение среднегодовой мощности двигателей всех марок к средней численности рабочих.

Стоимостная выработка (производительность труда) – отношение общей стоимости годового объема работ к средней численности рабочих.

Удельные затраты труда (удельная трудоемкость) – отношение затрат труда к единице продукции (содержание 1 км дороги, ремонт водопропускной трубы и т. п.).

Издержки производства – совокупные финансовые расходы по оплате живого труда и потребленному овеществленному труду на производственный продукт (определенный вид продукции).

Инновационный проект – проект, содержанием которого является проведение новых прикладных научных исследований и (или) разработок для практического использования в производстве и реализации продукции, выполнения работ и оказания услуг.

Эффект от использования инноваций – изменение показателей, характеризующих состояние жизни общества, народного хозяйства или отдельной организации (предприятия).

Социальная эффективность – эффект от использования результатов труда, отражающий влияние на общеполитические, демографические, социальные изменения, а также изменения условий научно-технической, инновационной и хозяйственной деятельности.

Экономическая эффективность – отношение полученного эффекта от реализации определенного проекта в виде снижения себестоимости продукции или роста прибыли к издержкам на получение продукции и освоение ее производства.

Экологическая эффективность – составная часть социальной эффективности, полученная от использования результатов определенного проекта, характеризующаяся положительным эффектом во взаимоотношениях общества и окружающей среды.

Индекс рентабельности инвестиции – отношение суммы приведенной разности, результатов и затрат к величине инвестиций.

Срок окупаемости инвестиций – период, за который инвестиционные вложения покрываются суммарной разностью результатов и затрат.

8.1.2. Основные производственные фонды

Основные производственные фонды (ОПФ) – это средства труда, с помощью которых работники производственных (строительных, эксплуатационных) организаций воздействуют на предметы труда и осуществляют процесс производства. ОПФ подразделяются на активные (машины, механизмы, оборудование, транспортные средства, инвентарь, инструмент) и пассивные (здания и сооружения, обслуживающие предприятие).

Показатели основных производственных фондов (ОПФ) следующие:

1) фондоотдача

$$FO = VD / ОПФ, \quad (8.1)$$

где VD – валовый доход за определенный период времени;

$ОПФ$ – стоимость основных производственных фондов за тот же период;

2) фондоемкость

$$\Phi E = ОПФ / ВД ; \quad (8.2)$$

3) фондовооруженность

$$\Phi B = ОПФ / НСС , \quad (8.3)$$

где $НСС$ – среднесписочная численность работников;

4) коэффициент сменности работы оборудования

$$КСС = МС / К , \quad (8.4)$$

где $МС$ – сумма отработанных машиномен в сутки;

$К$ – количество установленного оборудования;

5) коэффициент обновления ОПФ

$$K_0 = ОПФ_{п} / ОПФ_{к} , \quad (8.5)$$

где $ОПФ_{п}$ – стоимость поступивших в отчетном году ОПФ;

$ОПФ_{к}$ – стоимость ОПФ на конец отчетного года;

6) коэффициент выбытия ОПФ

$$K_6 = ОПФ_{г} / ОПФ_{к} , \quad (8.6)$$

где $ОПФ_{г}$ – стоимость выбывших в отчетном году ОПФ;

$ОПФ_{к}$ – стоимость ОПФ на конец отчетного года;

7) коэффициент износа ОПФ

$$K_u = ОПФ_u / ОПФ_{г} , \quad (8.7)$$

где $ОПФ_u$ – стоимость износа ОПФ;

$ОПФ_{г}$ – балансовая стоимость ОПФ;

8) коэффициент годности ОПФ

$$K_z = ОПФ_o / ОПФ_{г} , \quad (8.8)$$

где $ОПФ_o$ – остаточная стоимость ОПФ.

8.1.3. Износ и амортизация

Износ – это потеря основными фондами своих физических и моральных характеристик.

Амортизация – возмещение в денежной форме стоимости износа основных производственных фондов путем постепенного переноса своей стоимости на создаваемую в процессе производства продукцию.

Физический износ – это утрата основными производственными фондами (ОПФ) своих первоначальных производственно-технических качеств в результате работы или бездействия:

$$I_{\phi} = T_{\phi} / T_n \cdot 100, \quad (8.9)$$

где T_{ϕ} – фактический срок службы основных производственных фондов;

T_n – нормативный срок службы.

Моральный износ (первой формы), определяемый при переоценке основных производственных фондов:

$$I_{.m1} = [(ПС - ВС) / ПС] \cdot 100, \quad (8.10)$$

где $ПС$ – полная первоначальная стоимость ОПФ;

$ВС$ – восстановительная стоимость ОПФ.

Моральный износ (второй формы), определяемый сопоставлением технических характеристик старых и новых основных производственных фондов:

$$I_{.m2} = [(П_n - П_c) / П_n] \cdot 100, \quad (8.11)$$

где $П_n$ – производительность новой техники;

$П_c$ – производительность старой техники.

Норма амортизации как годовой процент перенесения стоимости основных фондов на создаваемую продукцию определяется по формулам:

1) на полное восстановление

$$H_e = [(BC - LC) / BC \cdot T] \cdot 100, \quad (8.12)$$

где BC – балансовая стоимость ОПФ;

LC – ликвидная стоимость ОПФ;

T – экономически целесообразный срок службы ОПФ;

2) на капитальный ремонт

$$H_p = [(P + M) / BC \cdot T] \cdot 100, \quad (8.13)$$

где P – затраты на капитальный ремонт на весь срок службы ОПФ;

M – затраты на модернизацию на весь срок службы ОПФ.

Нормы амортизационных отчислений для автомобилей определяются по формулам:

1) на полное восстановление

$$H_e = [(BC - LC) / BC \cdot L_a] \cdot 1000 \cdot 100, \quad (8.14)$$

где BC – балансовая стоимость автомобилей на 1000 км пробега;

L_a – нормативный амортизационный пробег;

2) на капитальный ремонт

$$H_p = [(P + M) / BC \cdot L_a] \cdot 1000 \cdot 100. \quad (8.15)$$

8.1.4. Показатели использования транспортных средств

Годовая производительность автомобиля

$$P_{m-км}^z = \frac{D_k \cdot a_e \cdot T_n \cdot q \gamma_q \beta V_m L_{e2}}{L_{e2} + \beta V_m \cdot t_{n-p}}, \quad (8.16)$$

где D_k – календарные дни;

a_e – коэффициент выпуска;

T_n – время в наряде;

q – грузоподъемность автомобиля;

γ_q – коэффициент использования грузоподъемности автомобиля;

β – коэффициент использования пробега;

V_m – среднетехническая скорость движения автомобиля: при работе за городом – 49 км/ч – на дорогах с усовершенствованными типами покрытий; 37 км/ч – на дорогах с твердым покрытием и грунтовых улучшенных; при работе в городе независимо от типа дорожного покрытия для автомобилей и автопоездов грузоподъемностью до 7 т $V_m = 25$ км/ч, для 7 т и выше $V_m = 24$ км/ч;

L_{ez} – длина ездки с грузом;

T_{np} – время на погрузку и разгрузку автомобиля:

$$T_{np} = \frac{q\gamma N_{np}}{60}, \quad (8.17)$$

N_{np} – норма времени погрузки и разгрузки 1 тонны груза, мин.

Пробег автомобиля за смену

$$L = N_e \cdot \frac{L_{ez}}{\beta}, \quad (8.18)$$

где N_e – количество ездок с грузом за смену,

$$N_e = \frac{T_n}{\frac{L_{ez}}{\beta V_m} + t_{np}}; \quad (8.19)$$

T_n – продолжительность рабочего дня для автомобиля, ч;

L_{ez} – длина ездки с грузом, км.

Объем перевозок грузов автомобилями за смену

$$Q = N_e q \gamma. \quad (8.20)$$

Объем транспортной работы (грузооборот)

$$R = QL_{ez}. \quad (8.21)$$

Общий пробег автомобиля за смену

$$L_{об} = L + L_n, \quad (8.22)$$

где L_n – пробег автомобиля от автопредприятия до пункта первой погрузки или места подачи (нулевой пробег).

8.1.5. Себестоимость перевозок грузов

Себестоимость перевозок определяется по следующей формуле:

$$S = 3\Pi + O_{cc} + S_m + S_{cm} + S_{ui} + S_p + S_{am} + S_n + N_{вс}. \quad (8.23)$$

Входящие в эту формулу составляющие имеют значения:

1) заработная плата персонала

$$3\Pi = 3\Pi_e + 3\Pi_p + 3\Pi_c, \quad (8.24)$$

где $3\Pi_e$ – заработная плата водителей;

$3\Pi_p$ – то же ремонтных и вспомогательных рабочих;

$3\Pi_c$ – то же руководителей, специалистов, служащих;

2) отчисления в бюджет от средств на оплату труда

$$O_{cc} = 3\Pi \cdot X / 100, \quad (8.25)$$

где X – сумма нормативов отчислений в бюджет от средств на оплату труда, %;

3) затраты на автомобильное топливо

$$S_m = R_m \cdot Ц_m, \quad (8.26)$$

где R_m – расход топлива на плановые задания, л;

$Ц_m$ – цена 1 л автомобильного топлива без учета НДС, руб.;

4) затраты на смазочные и другие эксплуатационные материалы

$$S_{см} = S_m \frac{N_{см}}{100}, \quad (8.27)$$

где $N_{см}$ – норма расхода смазочных и других эксплуатационных материалов на 1 руб. затрат на топливо;

5) затраты на ремонт и восстановление шин ($S_{ш}$)

$$S_{ш} = Ц_{ш} \cdot n_{ш} \frac{N_{ш}}{100} \cdot \frac{L_{об}}{1000}, \quad (8.28)$$

где $Ц_{ш}$ – цена одной автомобильной шины, руб;

$n_{ш}$ – количество шин, установленных на автомобиле (прицепе, полуприцепе), ед;

$N_{ш}$ – норма износа на 1000 км пробега к стоимости шины, %:

$$N_{ш} = \frac{1000}{LK_{ш}} \cdot 100; \quad (8.29)$$

L – эксплуатационная норма пробега шин, км;

$K_{ш}$ – коэффициент работы шин;

6) затраты на техническое обслуживание, текущий и капитальный ремонт автомобилей

$$S_p = N_p \frac{L_{об}}{1000} \cdot \frac{J_{ин}}{100} \cdot K_{к}, \quad (8.30)$$

где N_p – норма затрат на запчасти, узлы, агрегаты и материалы для технического обслуживания и ремонта подвижного состава, тыс. руб. на 1000 км. пробега;

$J_{ин}$ – индекс цен производителей промышленной продукции производственно-технического назначения на момент расчета, %;

7) амортизационные отчисления

$$S_{ам} = S_a \cdot K_{нф} \cdot K_{на}, \quad (8.31)$$

где S_a – амортизационные отчисления на полное восстановление подвижного состава, руб;

$K_{нф}$ – коэффициент, учитывающий сумму амортизации остальных производственных фондов, приходящихся на данный вид перевозок;

$K_{на}$ – коэффициент индексации амортизационных отчислений;

8) общехозяйственные накладные расходы

$$S_n = 3П_6 \cdot K_{ср}^6, \text{ или } S_n = 3П \cdot K_{ср}^n, \quad (8.32)$$

где $K_{ср}^6, K_{ср}^n$ – коэффициенты, учитывающие общехозяйственные расходы, приходящиеся соответственно на 1 руб. заработной платы водителей или персонала по организации и осуществлению перевозок;

9) налоги и платежи $N_{вс}$, предусмотренные действующим налоговым законодательством.

8.2. Принципы планирования и использования средств на содержание и текущий ремонт автомобильных дорог

Содержание и текущий ремонт автомобильных дорог не поддается строгой регламентации. При выборе видов ремонта следует учитывать множество случайностей, зависящих от состава и интенсивности транспортных потоков, погодных, климатических и других факторов. Средства на содержание и текущий ремонт дорог довольно значительны, так как эти мероприятия проводятся на протяжении всего года и на всей дорожной сети, закрепленной за соответствующей дорожно-эксплуатационной организацией.

Планирование средств на содержание и текущий ремонт автомобильных дорог осуществляется с учетом состава работ, периодичности их выполнения, транспортно-эксплуатационного состояния, установленных уровней их содержания, накопленного опыта эксплуатации дорог. Все эти положения включены в нормативный документ

РДС 3.03.01-98, в котором определяются необходимые средства и адресность их использования.

В состав нормативов входят:

- 1) единичные расценки на работы по содержанию и текущему ремонту автомобильных дорог;
- 2) цикличность (периодичность) проведения этих работ;
- 3) нормативы затрат на содержание и текущий ремонт 1 км автомобильной дороги.

Единичные расценки устанавливаются в текущих или фиксированных на определенном этапе ценах, как правило, имеют комплексный характер и общей стоимостью объединяют отдельные процессы работ. В то же время они дифференцируются по видам затрат, – например: заработная плата рабочих; стоимость эксплуатации машин и механизмов; стоимость материалов.

Цикличность (периодичность) работ зависит от категории дорог, типа дорожного покрытия, погодных-климатических условий. Количество циклов выполнения работ определяется на основании анализа материалов, которыми располагают дорожно-эксплуатационные организации, нормативов цикличности, норм содержания автомобильных дорог и действующих нормативных документов. Физический объем работ по содержанию и текущему ремонту 1 км автомобильной дороги определяется согласно цикличности (периодичности) с учетом параметров дорог. Для практического использования объем работ распределяется по сезонам и месяцам.

Расчетная стоимость содержания и текущего ремонта 1 км автомобильной дороги в нормативах подразделяется по видам работ и затрат:

- 1) общая стоимость работ;
- 2) основная заработная плата;
- 3) эксплуатация машин и механизмов;
- 4) заработная плата машинистов;
- 5) стоимость материалов.

При ее определении учитываются накладные расходы, плановые накопления, нормативы добавленной стоимости. Для учета гололеда при частоте ее более 45 раз в году применяются повышающие коэффициенты по областям:

- Брестская – 1,15
- Витебская – 1,15

Гомельская – 1,15
 Гродненская – 1,20
 Минская – 1,20
 Могилевская – 1,20

Определение общей стоимости работ производится на основании расчетной стоимости содержания и текущего ремонта 1 км дороги и протяженности дорог, закрепленных за соответствующей организацией. В случае, если выделяемые средства меньше требуемых, планирование работ производится с выбором наиболее опасных в транспортном отношении объектов или с уменьшением цикличности проведения работ в пределах минимально допустимых.

8.3. Техничко-экономическое обоснование условий применения капитальных и средних ремонтов дорог

Техничко-экономический критерий назначения капитальных и средних ремонтов дорог в общем виде выражается формулой:

$$\mathcal{E} = F(A) - f(D) \rightarrow \max, \quad (8.33)$$

где $F(A)$ – экономия издержек на автомобильные перевозки по участку дороги в результате проведения на нем капитального или среднего ремонта, руб.;

$f(D)$ – затраты на проведение капитального или среднего ремонта.

Каждую из функций в формуле (8.33) можно раскрыть через составляющие:

$$F(A) = \sum_1^t \frac{C'_a(t)}{(i + E_{mn})^t} - \left(\frac{\Delta C_{ai}}{(1 + E_{mn})^t_i} + \sum_1^t \frac{C_a(t)}{(1 + E_{mn})^t} \right); \quad (8.34)$$

$$f(D) = \frac{D_i}{(1 + E_{mn})^t_i}, \quad (8.35)$$

где $C'_a(t)$, $C_a(t)$ – годовые транспортно-эксплуатационные расходы на данном участке дороги соответственно до и после ремонтных работ;

ΔC_{ai} – прирост транспортно-эксплуатационных расходов из-за помех движению в период ремонтов на данном участке дороги в год;
 t_i ; t – период времени (в годах) от года, когда произведены затраты, до года приведения;

E_{nn} – нормативный коэффициент для приведения разновременных затрат к исходному периоду, $E_{nn} = 0,08$;

D_i – затраты на капитальный или средний ремонт данного участка дороги, выполняемый в год t_i .

После соответствующего преобразования выражения (8.34) зависимость (8.33) можно представить в виде

$$\begin{aligned} \mathcal{E} = \Psi N_0 \left[3,65 L_0 (S_{p0} - S_{p1}) \sum_1^t \frac{q^t - 1}{(1 + E_{nn})^t} - \right. \\ \left. - 0,01 \cdot \lambda (S_{pi} - S_{p0}) \right] - \frac{D_i}{(1 + E_{nn})^t i} \rightarrow \max, \end{aligned} \quad (8.36)$$

где Ψ – параметр, учитывающий долю грузовых автомобилей в составе движения, среднюю грузоподъемность автомобилей, коэффициент использования грузоподъемности и коэффициент использования пробега;

N_0 – среднесуточная интенсивность движения на рассматриваемом участке дороги, авт./сут;

L_0 – протяженность подлежащего ремонту участка, км;

S_{p0} , S_{p1} – себестоимость перевозок соответственно до и после ремонта, руб./(т·км);

q – показатель роста интенсивности движения;

λ – продолжительность ограничения движения на ремонтируемом участке, сут;

S_{pi} – себестоимость перевозок на рассматриваемом участке в период ремонтных работ.

Учитываемая в расчетах себестоимость автомобильных перевозок (S_{p0} , S_{p1} , S_{pi}) включает все расходы, возникающие при движении автомобилей по дороге, приведенные к эксплуатационным расходам

капитальные вложения в автомобильный транспорт, а также потери народного хозяйства от дорожно-транспортных происшествий:

$$S = P_{зн} + \frac{P_{пер}^{сп} \beta + P_{пер}^{ноп} (1 - \beta)}{\Gamma \beta j} + \frac{P_{пост}}{v \cdot t_n \Gamma a \cdot \beta j} + \frac{E_n C}{3,6v \cdot t_n \Gamma a \cdot \beta j} + \frac{d\rho}{10\Gamma \beta j} \quad (8.37)$$

где $P_{зн}$ – заработная плата водителей за 1 т·км, руб/(т·км);

$P_{пер}^{сп}$ – переменные расходы за 1 авт.·км пробега с грузом, руб/(авт.·км);

β – коэффициент использования пробега автомобиля;

$P_{пер}^{ноп}$ – переменные расходы за 1 авт.·км пробега без груза, руб. (авт.·км);

Γ – грузоподъемность автомобиля, т;

j – коэффициент использования грузоподъемности;

$P_{пост}$ – постоянные расходы на 1 инвентарный машино-день, руб. (руб/(авт.·день));

v – средняя скорость движения автомобиля, км/ч;

t_n – время пребывания автомобиля в наряде, ч;

a – коэффициент выпуска автомобилей на линию;

E_n – нормативный коэффициент эффективности, принимаемый равным 0,12;

C – средние удельные капитальные вложения в расчете на 1 списочный автомобиль, руб;

d – число ДТП на 1 млн. авт.·км;

ρ – средние потери народного хозяйства от одного ДТП, руб.

Параметры v , Γ , a и d , входящие в формулу (8.37), отражают не только техническое состояние транспортных средств и организацию транспортного процесса, но и технико-эксплуатационное состояние автомобильной дороги. Поэтому, улучшая дорожные условия путем соответствующих ремонтов, дорожная служба активно воздействует на указанные параметры, тем самым способствуя повышению

производительности автомобильного транспорта и снижению себестоимости автомобильных перевозок.

Для оценки влияния состояния автомобильных дорог, а также выполняемых дорожно-ремонтных работ, на указанные параметры и, следовательно, на себестоимость автомобильных перевозок служат следующие объективные показатели:

- 1) показатель скорости движения P_v ;
- 2) показатель безопасности движения P_b ;
- 3) показатель ровности дорожного покрытия P_p ;
- 4) показатель прочности дорожной конструкции P_{np} ;
- 5) показатель непрерывности проезда по дороге P_n .

Каждый из отмеченных показателей отражает различные качественные стороны технико-эксплуатационного состояния дороги, а все показатели вместе достаточно полно раскрывают качество дорожных условий с позиций комплексного рассмотрения процесса взаимодействия дороги и автомобилей.

Итоговой характеристикой состояния дороги может служить показатель себестоимости перевозок

$$P_{cn} = f(P_v, P_b, P_p, P_{np}, P_n). \quad (8.38)$$

Целью и конечным результатом дорожно-ремонтных работ является повышение транспортно-эксплуатационных качеств дороги (или ее участков), удобства и безопасности движения и в итоге – снижение себестоимости перевозок. Необходимо стремиться к тому, чтобы

$$P_{cn}^0 - P_{cn}^1 \rightarrow \max, \quad (8.39)$$

где P_{cn}^0, P_{cn}^1 – показатели себестоимости перевозок соответственно до и после ремонта.

При этом показатель эффективности дорожно-ремонтных работ может быть определен зависимостью:

$$P_s = F(A) / f(D) \geq 1; \quad (8.40)$$

эффект от ремонтов

$$\mathcal{E} = f(D) (P_s - 1). \quad (8.41)$$

Следовательно, обоснование условий применения капитального и среднего ремонта автомобильной дороги связано со сравнительным анализом финансовых издержек на ремонтные работы и полученными в результате ремонта более высокими показателями работы автомобильного транспорта.

8.4. Показатели для оценки эффективности ремонтных работ

Выбор способа повышения транспортно-эксплуатационных качеств автомобильных дорог связан с оценкой их технического состояния.

При этом определяются:

1. Показатели скорости движения

$$P_v = v_{\phi} / v_{э}, \quad (8.42)$$

где v_{ϕ} – фактическая средняя скорость свободного движения автомобилей при данном состоянии дороги, км/ч;

$v_{э}$ – возможная средняя скорость движения автомобиля на эталонном участке, км/ч.

2. Показатель (коэффициент) безопасности движения

$$P_{б} = v_{дон} / v_{ex}, \quad (8.43)$$

где $v_{дон}$ – допустимая по условиям безопасности движения скорость автомобиля;

v_{ex} – скорость, развиваемая в конце предыдущего участка.

При $K_{без} \geq 0,8$ движение практически неопасное; при $0,6 \leq K_{без} < 0,8$ движение малоопасное; при $0,4 \leq K_{без} < 0,6$ движение опасное; при $K_{без} < 0,4$ движение очень опасное.

Безопасность движения может быть оценена также коэффициентом аварийности, численно равным

$$P_{а} = K_1, K_2 \dots K_n, \quad (8.44)$$

где $K_1, K_2 \dots K_n$ – частные коэффициенты аварийности.

3. Показатель ровности дорожного покрытия

$$П_p = IRI_\phi / IRI_n, \quad (8.45)$$

где IRI_ϕ , IRI_n – фактический и нормированный международные индексы ровности.

4. Показатель прочности дорожной конструкции

$$П_{np} = E_\phi / E_{mp}, \quad (8.46)$$

где E_ϕ – фактический модуль упругости дорожной конструкции, МПа;

E_{mp} – требуемый по фактическим условиям движения модуль упругости дорожной конструкции, МПа.

5. Показатель непрерывности проезда по дороге

$$П'_{nji} = П'_{nji} + K_{ji}(1 - П'_{nji}), \quad (8.47)$$

где $П'_{nji}$ – показатель непрерывности проезда той части автомобилей j -й марки, которая была на некоторое время исключена из состава движения в i -м году,

$$П'_{nji} = (n - n_{gji}) / n, \quad (8.48)$$

где n – число календарных дней в году;

n_{gji} – число дней простоев автомобилей j -й марки в i -м году, связанных с неблагоприятными дорожными условиями;

K_{ji} – коэффициент уменьшения числа автомобилей j -й марки в составе движения в i -м году.

6. Показатель себестоимости перевозок

$$П_{cn} = 1 + (K_v - 1) + (K_\phi - 1) + (K_p - 1) + (K_{np} - 1) + (K_n - 1)$$

или

$$П_{cn} = (K_v + K_\phi + K_p + K_{np} + K_n) - 4. \quad (8.49)$$

7. Показатель эффективности дорожно-ремонтных работ

$$P_3 = \left[3,65\Psi N_0 \omega L_0 S_3 (P_{cn}^0 - P_{cn}^1 \sum_1^t \frac{q^{t-1}}{(1 - E_{mn})^t}) \right] : D, \quad (8.50)$$

где Ψ – параметр, учитывающий долю грузовых автомобилей в составе транспортного потока, грузоподъемность автомобилей, коэффициент использования грузоподъемности и коэффициент использования пробега ($\Psi = 1,62$);

ω – коэффициент, учитывающий снижение экономии транспортных издержек в результате ухудшения условий движения в период проведения ремонтных работ ($\omega \approx 0,985$);

S_3 – себестоимость перевозок в дорожных условиях, принятых за эталон, руб/(т·км);

P_{cn}^0, P_{cn}^1 – показатели себестоимости перевозок соответственно до и после ремонта.

(Остальные обозначения – прежние).

8.5. Порядок определения требуемых ремонтных работ

Ремонтные работы проводятся дорожными организациями с целью обеспечения сохранности дороги и дорожных сооружений, непрерывного, безопасного и удобного движения транспортных потоков.

Порядок определения потребности в средних и капитальных ремонтах базируется на основе объективных данных о состоянии дороги: о ее плане и профиле; интенсивности и составе движения; показателе роста интенсивности движения; дорожно-транспортных происшествиях за последние 3 года; ровности дорожного покрытия; соответствии требованиям действующих СНиП условий водоотвода; возвышении низа дорожной одежды над уровнем поверхности земли; прочности дорожной конструкции; коэффициенте продольного сцепления колес автомобиля с мокрым покрытием.

Сведения по некоторым видам информации имеются, как правило, в распоряжении дорожной службы. Недостающие данные по геометрическим параметрам дороги и транспортно-эксплуатационным

характеристикам определяются в соответствии с существующими правилами диагностирования автомобильных дорог.

Полученная объективная информация служит основой для установления показателей: скорости движения Π_v^0 , безопасности движения Π_σ^0 , ровности дорожного покрытия Π_p^0 , прочности дорожной конструкции Π_{np}^0 , непрерывности проезда Π_n^0 по дороге, а также соответствующих им коэффициентов K_v^0 , K_σ^0 , K_p^0 , K_{np}^0 , K_n^0 .

Пользуясь значениями указанных коэффициентов, вначале определяют по отдельным участкам показатель себестоимости перевозок (8.49), а затем средневзвешенный показатель себестоимости перевозок для всего рассматриваемого протяжения дороги:

$$\Pi_{снсп}^0 = \frac{\Pi_{ср1}^0 \ell_1 + \Pi_{ср2}^0 \ell_2 + \dots + \Pi_{срn}^0 \ell_n}{\ell_1 + \ell_2 + \dots + \ell_n}, \quad (8.51)$$

где $\Pi_{ср1}^0, \Pi_{ср2}^0, \dots, \Pi_{срn}^0$ – показатели себестоимости перевозок;

$\ell_1, \ell_2, \dots, \ell_n$ – протяженность каждого отдельного участка.

После этого выделяют участки, для которых показатель себестоимости перевозок превышает средневзвешенное значение. На этих участках намечают ремонтные мероприятия, позволяющие снизить себестоимость перевозок. Объемы ремонтных работ устанавливаются из расчета достижения максимального технико-экономического эффекта.

Ремонту подлежат, в первую очередь, те участки, выполнение работ на которых позволит получить наибольший эффект. При этом необходимо учитывать степень обеспечения безопасности движения на других участках. Если среди них имеются участки с повышенной опасностью для движения, то независимо от ожидаемого в результате их ремонта эффекта работы на дороге начинают именно с этих мест.

Ожидаемый технико-экономический эффект устанавливается на основе анализа возможных конечных результатов, которых предусматривается достичь после проведения ремонтных работ. При этом определяются предполагаемые значения объективных показателей

$P_v, P_\sigma, P_{np}, P_n$ после ремонта и рассчитываются показатели себестоимости перевозок P_{cn} .

Затем с учетом сметной стоимости намеченных ремонтных работ (D_{np} или D_{cp}) и разности между показателями себестоимости перевозок до ремонта и ожидаемыми в результате проведения ремонта, т. е. $P_{cn}^0 - P'_{cn}$, устанавливают для каждого участка значения показателей эффективности P_e и рассчитывают ожидаемый экономический эффект.

Организация работ по содержанию и ремонту дорог связана с необходимостью обеспечения максимального производственного эффекта при минимальных трудовых и энергетических затратах.

Плановый годовой фонд рабочего времени одного работника предприятия, ч:

$$\Phi_{\text{ч}} = [D_{\text{к}} - (D_{\text{в}} + D_{\text{п}} + D_{\text{о}} + D_{\text{б}} + D_{\text{зо}})] \cdot t - (D_{\text{пн}} - D'_{\text{пн}}) \cdot t', \quad (8.52)$$

где $D_{\text{к}}$ – количество календарных дней в году;

$D_{\text{в}}$ – количество выходных дней;

$D_{\text{п}}$ – количество праздничных дней;

$D_{\text{о}}$ – количество дней отпуска;

$D_{\text{б}}$ – количество дней невыхода на работу из-за болезней;

$D_{\text{зо}}$ – количество дней неявок на работу из-за болезней;

t – продолжительность рабочей смены, ч;

$D_{\text{пн}}$ – количество предпраздничных рабочих дней;

$D'_{\text{пн}}$ – количество предпраздничных рабочих дней, совпадающих с отпуском;

t' – время, на которое сокращается рабочий день перед праздничными днями.

Потребность в рабочей силе вычисляется с учетом установленного объема работ и фонда рабочего времени одного работника.

При оценке эффективности ремонтных работ и обосновании направлений их дальнейшего совершенствования необходимо учитывать возможность использования прогрессивных технологий производства работ, современных машин и механизмов, услуг предпри-

ятий дорожной индустрии, которые территориально расположены наиболее выгодно.

Решая технологические, организационные и финансово-экономические задачи, целесообразно использовать для сравнения соответствующие эталонные объекты и показатели, которые определяются руководителем дорожной отрасли в директивном порядке.

8.6. Оценка экономической эффективности использования результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и опытно-технологических работ

При содержании и ремонте автомобильных дорог часто используются результаты НИОКР и ОТР. В таких случаях возникает необходимость определять их эффективность.

Экономический эффект \mathcal{E} определяется по формуле

$$\mathcal{E} = P_m - \mathcal{Z}_m, \quad (8.53)$$

где P_m – стоимостная оценка результатов использования разработки (ожидаемое или фактическое поступление средств) за расчетный период;

\mathcal{Z}_m – стоимостная оценка издержек на создание и использование разработки за расчетный период.

Стоимостная оценка P_m и \mathcal{Z}_m определяется по формулам

$$P_m = P_1 K_g K_p K_n; \quad \mathcal{Z}_m = \mathcal{Z}_1 K_g K_n, \quad (8.54)$$
$$t_n \quad \quad \quad t_n$$

где P_1 – стоимостная оценка результатов в первом году расчетного периода (ожидаемое или фактическое поступление средств);

\mathcal{Z}_1 – стоимостная оценка издержек на создание и использование разработки в первом году расчетного периода;

t_n – начальный год расчетного периода;

t_k – конечный год расчетного периода;

K_g – коэффициент дисконтирования;

K_n – коэффициент, учитывающий инфляцию за расчетный период;

K_p – коэффициент, учитывающий риск недополучения запланированных результатов.

Дисконтированием издержек и результатов (денежных потоков) называется приведение их разновременных значений к их ценности на определенный момент времени, который называется **моментом приведения**.

Коэффициент дисконтирования издержек и результатов после расчетного года определяется по формуле

$$K_g = \frac{1}{(1 + E)^{t'}}, \quad (8.55)$$

где E – ставка дисконтирования (норма дисконта);

t' – количество лет, следующих за расчетным годом.

Коэффициент дисконтирования издержек и результатов до расчетного года определяется по формуле

$$K_d'' = (1 + E)^{t''}, \quad (8.56)$$

где t'' – количество лет, предшествующих расчетному году.

Основным экономическим нормативом является норма дисконта – социальная, бюджетная и коммерческая.

Социальная норма дисконта используется при расчетах показателей социально-экономической эффективности, когда требования к уровню рентабельности НИОКР и ОТР отсутствуют. Норма дисконта равна нулю.

Бюджетная норма дисконта используется при расчетах показателей эффективности в бюджетной сфере и отражает альтернативную стоимость бюджетных средств.

Коммерческая норма дисконта используется при оценке экономической эффективности НИОКР и ОТР и определяется с учетом альтернативной (связанной с другими НИОКР и ОТР) эффективности использования финансовых ресурсов.

При этом рекомендуется ориентироваться на следующие нормы дисконтирования:

0 % – НИОКР и ОТР с социально-экологической направленностью;

5 % – НИОКР и ОТР, направленные на совершенствование организации производства и управления;

10 % – НИОКР и ОТР, направленные на модернизацию основных производственных фондов;

15 % – НИОКР и ОТР, направленные на создание новых видов продукции и услуг;

20 % – НИОКР и ОТР, на основе которых создаются новые предприятия и производства по изготовлению новых видов продукции или услуг, занимающих положение вне конкуренции на рынке.

Коэффициенты дисконтирования с применением перечисленных норм дисконта (5 %, 10 %, 15 %, 20 %) приведены в табл. 8.1.

Реализация разрабатываемых НИОКР и ОТР относится к будущему периоду, в котором результаты не могут быть определены с абсолютной точностью. Риск недополучения предусмотренных НИОКР и ОТР доходов обусловлен, прежде всего, техническими, технологическими и организационными решениями разработки, детальностью проработки проектных решений, наличием необходимого научного и опытно-конструкторского задела, степенью маркетинговой проработки. Если отсутствуют специальные соображения относительно рисков данной конкретной НИОКР и ОТР или аналогичной разработки, коэффициент K_p , учитывающий риск недополучения запланированных результатов, рекомендуется ориентировочно принимать:

0,95...0,97 – для НИОКР и ОТР, связанных с совершенствованием организации производства и управления;

0,90...0,92 – для НИОКР и ОТР, направленных на модернизацию основных производственных фондов, обеспечивающих увеличение объема продаж существующей продукции;

0,85...0,87 – для НИОКР и ОТР, направленных на создание новых видов продукции или услуг;

0,80...0,83 - для НИОКР и ОТР, на основе которых создаются новые предприятия и производства по изготовлению новых видов продукции или услуг.

Т а б л и ц а 8.1

Коэффициент дисконтирования (K_g) разновременных издержек и результатов к расчетному году

Число лет, предшествующих расчетному году	Значение K_g при норме дисконта, %				Число лет, следующих за расчетным годом	Значение K_g при норме дисконта, %			
	5	10	15	20		5	10	15	20
10	1,6289	2,5937	3,6938	6,1917	1	0,9524	0,9091	0,8696	0,8333
9	1,5513	2,3579	3,2120	5,1598	2	0,9070	0,9091	0,7561	0,6944
8	1,4775	2,1436	2,7930	4,2998	3	0,8638	0,7513	0,6575	0,5787
7	1,4071	1,9487	2,4287	3,5832	4	0,8227	0,6830	0,5718	0,4823
6	1,3401	1,7716	2,1119	2,9860	5	0,7835	0,6209	0,4972	0,4019
5	1,2763	1,6105	1,8365	2,4883	6	0,7462	0,5645	0,4323	0,3349
4	1,2155	1,4641	1,7490	2,0736	7	0,7107	0,5132	0,3759	0,2791
3	1,1576	1,3310	1,5208	1,7280	8	0,6768	0,4665	0,3269	0,2326
2	1,1025	1,2100	1,3225	1,4400	9	0,6446	0,4241	0,2843	0,1938
1	1,050	1,1000	1,150	1,2000	10	0,6139	0,3855	0,2472	0,1615
0	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000					

Показатели эффективности использования результатов НИОКР и ОТР в организациях, по отдельным проектам определяются по следующим формулам:

эффективность издержек на создание и использование разработки (вложенных инвестиций)

$$\mathcal{E}_u = \frac{\mathcal{E}}{Z_T},$$

где \mathcal{E} – суммарный экономический эффект от использования результатов НИОКР и ОТР за расчетный период;

Z_T – сумма инвестиций в создание и коммерциализацию НИОКР и ОТР за расчетный период;

оборачиваемость инвестиций в НИОКР и ОТР

$$O = \frac{V_{cm}}{I}, \quad (8.57)$$

где V_{cm} – годовой объем дохода;

I – годовые издержки;

период окупаемости инвестиций в НИОКР и ОТР

$$P_{ин} = \frac{I}{\mathcal{E}}, \quad (8.58)$$

где \mathcal{E} – годовой экономический эффект.

При выборе наиболее эффективной НИОКР и ОТР необходимо решить следующие задачи:

1) оценка реализуемости НИОКР и ОТР, то есть проверка каждой из них по известным ограничениям (технического, экономического, социального и иного характера);

2) оценка абсолютной эффективности НИОКР и ОТР, то есть превышения совокупного результата над совокупными издержками (при отрицательной абсолютной эффективности НИОКР и ОТР исключается из дальнейшего рассмотрения);

3) оценка сравнительной эффективности НИОКР и ОТР, то есть определение большей (меньшей) предпочтительности рассматриваемой НИОКР и ОТР по сравнению с другими (оценка сравнительной эффективности проводится на множестве альтернативных НИОКР и ОТР, в частности, НИОКР и ОТР, реализуемых на действующих предприятиях);

4) выбор из множества НИОКР и ОТР наиболее эффективных при тех или иных ограничениях.

Основным показателем, характеризующим абсолютную и сравнительную эффективность НИОКР и ОТР, является значение ожидаемого экономического эффекта. При наличии нескольких альтернативных НИОКР и ОТР наиболее эффективной из них считается та, которая обеспечивает максимальное (неотрицательное) значение экономического эффекта; при этом для всех сравниваемых НИОКР и ОТР момент приведения разновременных издержек один и тот же.

Экономический эффект результатов научно-технической и инновационной деятельности рассматривается как итог совместной деятельности науки и производства и может учитывать научный и научно-технический эффекты при возможности их представления в стоимостном выражении.

Эффект, полученный от использования результатов НИОКР и ОТР, выполненных при участии нескольких исполнителей, может быть распределен между ними экспертным методом или пропорционально издержкам каждого из исполнителей по формуле

$$\mathcal{E}_i = \frac{\mathcal{E}_{\text{ниокр}}}{mI_i} \cdot I_i \cdot K_i, \quad (8.59)$$

где $\mathcal{E}_{\text{ниокр}}$ – суммарный эффект от использования результатов НИОКР и ОТР;

\mathcal{E}_i – доля эффекта i -го исполнителя;

I_i – издержки i -го исполнителя;

m – количество исполнителей;

K_i – коэффициент значимости вклада i -го разработчика, определяемый экспертным методом.

Оценка упущенной выгоды ($У$) при реализации результатов НИОКР и ОТР вследствие недостаточной организационной дея-

тельности разработчиков и заказчиков научно-технической продукции определяется по формуле

$$Y = \mathcal{E}_0 - \mathcal{E}_y, \quad (8.60)$$

где \mathcal{E}_0 – ожидаемый эффект от использования НИОКР и ОТР;

\mathcal{E}_y – упущенная выгода при реализации НИОКР и ОТР из-за объективных условий, определяемая экспертным методом.

Данные для расчета эффективности использования результатов НИОКР и ОТР должны обеспечивать достоверность полученных результатов.

При оценке эффективности результатов на уровне отрасли, предприятия и отдельного проекта в качестве исходных данных используются показатели статистической и бухгалтерской отчетности научных организаций (учреждений)-разработчиков и предприятий, освоивших выпуск и реализацию новой продукции по результатам завершенных НИОКР и ОТР.

В процессе анализа и оценки эффективности результатов НИОКР и ОТР должны учитываться факторы, отражающие изменения уровня цен во времени на отдельные виды продукции, уровень инфляции, изменения в налогообложении.

Учет изменения уровня цен во времени на отдельные виды продукции осуществляется путем применения индекса цен за определенный период.

Уровень инфляции учитывается путем применения дефлятора валового внутреннего продукта.

При определении сопоставимых значений учитываются существенные изменения налогообложения за анализируемый период.

9. ОСНОВЫ ОХРАНЫ ТРУДА ПРИ СОДЕРЖАНИИ И РЕМОНТЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Охрана труда – это система законодательных, социально-экономических, организационных, технических, гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий и средств, обеспечивающих безопасность сохранения здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

На условия труда могут влиять различные **факторы**.

Опасными называются факторы, воздействие которых на работающего приводит к травме или другому внезапному резкому ухудшению здоровья; *вредными* – факторы, которые приводят к заболеванию или снижению работоспособности.

Опасные и вредные факторы подразделяются на четыре группы:

- 1) физические;
- 2) химические;
- 3) биологические;
- 4) психофизиологические.

К **физическим факторам** относятся:

- 1) движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования, передвигающихся изделий, разрушающиеся конструкции, обрушивающиеся горные породы;
- 2) повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
- 3) повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов;
- 4) повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;
- 5) повышенные уровни шума, вибрации, ультразвука, инфразвуковых колебаний;
- 6) повышенное или пониженное барометрическое давление и его резкое изменение;
- 7) повышенные или пониженные влажность, подвижность, ионизация воздуха;
- 8) повышенный уровень ионизирующих излучений;
- 9) повышенное значение напряжения в электрической цепи;
- 10) повышенный уровень статического электричества, электромагнитных излучений;
- 11) повышенная напряженность электрического, магнитного полей;
- 12) отсутствие или недостаток естественного света, недостаточная освещенность рабочей зоны, повышенная яркость света, пониженная контрастность, повышенная пульсация светового потока;
- 13) повышенные уровни ультрафиолетовой и инфракрасной радиации;
- 14) острые кромки, заусеницы и шероховатость на поверхности заготовок, инструментов и оборудования;

15) расположение рабочего места на значительной высоте относительно земли (пола);

16) невесомость.

К **химическим факторам** относится наличие веществ, которые по характеру воздействия на организм человека вызывают негативные последствия. Они подразделяются на:

- 1) токсичные;
- 2) раздражающие;
- 3) сенсibiliзирующие;
- 4) канцерогенные;
- 5) мутагенные (влияющие на репродуктивную функцию).

Химические вещества подразделяются также на:

- 1) проникающие через органы дыхания;
- 2) проникающие через желудочно-кишечный тракт;
- 3) проникающие через кожные покровы и слизистые оболочки.

Биологическими факторами являются патогенные микроорганизмы (бактерии, вирусы, грибы и др.) и продукты их жизнедеятельности, а также макроорганизмы (растения и животные).

Психофизиологические факторы проявляются при физиологических нервно-психических перегрузках:

- 1) умственное перенапряжение;
- 2) перенапряжение анализаторов;
- 3) монотонность труда;
- 4) эмоциональные перегрузки.

В дорожно-эксплуатационных организациях могут складываться ситуации, при которых эти факторы играют определенную роль.

9.1. Общие положения охраны труда

Согласно Правилам по охране труда при строительстве, реконструкции, ремонте и содержании автомобильных дорог, утвержденным Министерством транспорта и коммуникаций Республики Беларусь и Министерством труда и социальной защиты Республики Беларусь (25 июля 2002 г. № 5-д/106), общее руководство в дорожных организациях всех структурных подразделений по обеспечению охраны труда в первичном звене (ДЭУ, ДРСУ и др.) возлагается на руководителя (начальника, директора) организации или предприятия, непосредственное руководство службой техники безопасности – на

главного инженера; общее руководство работой всех структурных подразделений и подведомственных организаций по обеспечению охраны труда в трестах, управлениях, объединениях – на руководителя (управляющего, начальника, генерального директора), непосредственное – на главного инженера соответственно треста, управления, объединения.

Главные инженеры несут ответственность за:

1) своевременное обучение рабочих и ИТР правилам техники безопасности, периодическую проверку знания последними безопасных методов труда;

2) состояние машин, инвентаря, инструмента и их соответствие нормам и требованиям техники безопасности;

3) состояние электрических устройств, паровых установок, битумного и другого оборудования с точки зрения обеспечения безопасной их эксплуатации;

4) обеспеченность участков, цехов, строительных объектов плакатами по технике безопасности, предупредительными надписями при работе на действующем оборудовании и устройствах;

5) обеспеченность участков предупредительными знаками, средствами для ограждения опасных зон при производстве строительных или ремонтных работ на дорогах.

В организациях и на предприятиях для систематического контроля за проведением мероприятий по созданию безопасных условий труда, борьбе с травматизмом и авариями на производстве назначают инженера (старшего инженера) по охране труда, подчиняющегося непосредственно руководству организации или предприятия. На него возлагается:

1) координация деятельности структурных подразделений организации (предприятия) по вопросам охраны труда;

2) подготовка совместно с другими структурными подразделениями комплексных планов улучшения условий и охраны труда, проведения санитарно-оздоровительных мероприятий; согласование их с профсоюзными органами;

3) контроль за соблюдением приказов, инструкций, правил и норм, указаний и предложений вышестоящих организаций и органов надзора по вопросам охраны труда; за обучением и инструктажем рабочих, состоянием и применением средств индивидуальной и коллективной защиты, технологической и монтажной оснастки; за

обеспечением производственных участков плакатами и знаками безопасности, программами по обучению и инструктажу работников, а также за выполнением других заданий по комплексному плану улучшения условий, охраны труда и санитарно-оздоровительных мероприятий;

4) контроль за качеством проектов производства работ, технологических карт и инструкций по охране труда в части полноты и обоснованности принятых в них решений по безопасности труда с учетом местных условий;

5) анализ производственного травматизма и профессиональной заболеваемости; разработка предложений по устранению их причин;

6) участие в расследовании групповых, тяжелых и смертельных несчастных случаев, в разработке мероприятий по их предупреждению;

7) организация лекций, киносеансов, экскурсий; оборудование кабинетов и стендов по охране труда;

8) проведение вводного инструктажа работников по технике безопасности;

9) участие в комиссиях по проверке знаний инженерно-техническими работниками правил и норм техники безопасности и производственной санитарии, а также в работе комиссий по охране труда, создаваемых ФЗМК;

10) организация совместно с соответствующими службами внедрения системы стандартов безопасности труда (ССБТ);

11) составление установленной отчетности по охране труда.

Ответственность за соблюдение правил техники безопасности и производственной санитарии возлагается также на ИТР, ведущих самостоятельно порученные им работы. Начальник участка (цеха, лаборатории), прораб, мастер, механик обязаны:

1) организовать работы в соответствии с проектом их производства, технологическими картами, утвержденными в установленном порядке; ознакомить рабочих с безопасными методами выполнения работ;

2) контролировать применение по назначению технологической оснастки, дорожно-строительных машин, энергетических установок, транспортных средств защиты работающих;

3) регулярно проводить инструктажи рабочих непосредственно на рабочем месте о безопасных методах и приемах выполнения работ с соответствующей записью об этом в специальном журнале учета инструктажа рабочих;

4) контролировать соблюдение рабочими правил, инструкций, приказов и указаний по вопросам техники безопасности и производственной санитарии;

5) контролировать соблюдение норм переноса тяжестей;

б) исключать возможность присутствия посторонних лиц на территории участка работ, в производственных помещениях и на рабочих местах;

7) обеспечивать рабочие места необходимыми предупредительными надписями по технике безопасности, следить за их сохранностью;

8) обеспечивать рабочих спецодеждой, спецобувью и другими средствами индивидуальной защиты, контролировать правильное их использование;

9) обеспечивать рабочие места питьевой водой;

10) выполнять все мероприятия, обеспечивающие улучшение условий труда, снижение травматизма и заболеваемости;

11) обеспечивать правильную организацию рабочих мест, проходов и проездов, не допуская их захламленности и загроможденности;

12) организовать безопасное складирование, хранение и использование материалов, особенно ядовитых и взрывоопасных;

13) составлять планы работы по охране труда и обеспечивать их выполнение.

Все работники, приступающие впервые к выполнению производственных заданий, должны пройти вводный инструктаж по технике безопасности.

Инструктаж на рабочем месте проводит мастер непосредственно на объекте. Он должен познакомить рабочих с особенностями данного производства, технологией и безопасными методами ведения работ.

9.2. Охрана труда при содержании и ремонте дорог и дорожных сооружений

9.2.1. Охрана труда при содержании автомобильных дорог

Все работы по содержанию автомобильных дорог проводят с соблюдением мер безопасности, основными из которых являются:

1) ограждение мест производства работ барьерами и знаками;

2) подготовка к использованию машин, требуемых для работ по текущему содержанию дорог, и правильная их эксплуатация;

3) соблюдение принципов безопасной работы с ручным инструментом;

4) правильное применение химикатов.

Ограждению подлежат и те места, на которых необходимо выполнить работы по устранению отдельных повреждений (заделкам, выбоинам, нанесению разметки и т. п.). Система ограждения принимается аналогичной ограждению при выполнении ремонтных работ.

Дорожные машины, занятые на работах по содержанию дорог, должны иметь специальную сигнальную раскраску, которая подчеркивает габаритные размеры машин и улучшает их видимость на фоне обслуживаемой дороги. Раскраску выполняют посредством чередующихся полос красного и белого (желтого) цвета шириной не менее 10 см. Число полос одного цвета при чередовании должно быть не менее двух.

Для работы ночью, при недостаточной видимости, отсутствии видимости (тумане) самоходные и прицепные дорожные машины должны быть оборудованы лобовым и общим освещением, обеспечивающим видимость пути, фронта работ и прилегающего к нему участка, и освещением рабочих органов и механизмов управления задним сигнальным светом. Запрещается оставлять без присмотра машины с работающим двигателем, находиться на них посторонним лицам, не связанным с рабочим процессом. Машины, оставленные на месте работы, при открытом проезде через него следует устанавливать на обочине и освещать с обеих сторон по направлению движения красными фонарями.

Работа снегоочистителей организуется таким образом, чтобы обеспечить безопасность движения автомобильного транспорта и работ по очистке дороги. Снегоочистители должны иметь четкое обозначение габаритов: днем – красными флажками, с наступлением темноты – красными фонарями. Скорость снегоочистителя на дороге не должна превышать 40...50 км/ч, а в населенных пунктах – 10 км/ч. При одновременной работе нескольких снегоочистителей в одном направлении дистанция между ними должна быть не менее 15 м. Машинисты снегоочистителей должны пользоваться светозащитными очками. При работе роторного снегоочистителя необходимо выдерживать расстояние от края заднего колеса машины до бровки кювета не менее 1 м. Не допускается находиться в траншее,

пробитой снегоочистителем, ближе чем за 20 м от работающей машины. На автомобильных снегоочистителях всех типов необходимо устанавливать мигалки, а в темное время суток – прожектор на кабине. Водителям автомобильных снегоочистителей не разрешается обгонять движущиеся автомобили. Нельзя находиться ближе 1 м к навесному оборудованию со стороны шнека, вытаскивать из-под навесного оборудования посторонние предметы до полной остановки и выключения двигателя снегоочистителя. Перед поднятием и опусканием навесного оборудования снегоочистителя необходимо убедиться в том, что это не представляет опасности для пешеходов и движущихся машин. Колеса снегоочистителей, работающих на участках автомобильной дороги с уклоном свыше 10 %, должны быть снабжены цепями. Особую осторожность надо проявлять при уборке снежных валов вблизи линий электропередач, при наличии растущих деревьев.

Материалы, применяемые для посыпки автомобильных дорог зимой, должны быть в сыпучем состоянии. Противогололедные материалы рассыпаются только механизированным способом с использованием пескоразбрасывателей; не допускается рассыпать их вручную из кузова движущегося автомобиля. На больших подъемах, спусках, крутых поворотах и в других опасных местах разрешается рассыпать эти материалы вручную из штабелей аварийного запаса. Пескоразбрасывателю разрешается передвигаться с рабочей скоростью в общем потоке автомобилей, но без их обгона. Запрещается рассыпать песок во время большого скопления пешеходов и автомобилей, а также находиться в бункере пескоразбрасывателя.

Запрещается пребывание рабочих в кузове работающего вибрационного пескоразбрасывателя. При россыпи песка лопатами из кузова скорость движения автомобиля не должна превышать 10 км/ч. Для предупреждения рабочих, находящихся в кузове, шофер должен подавать сигналы всякий раз перед остановками и изменением скорости.

Меры безопасности необходимо соблюдать и при применении других дорожных машин – подметальных, поливочных, уборочных и т. п.

Безопасность работы с ручным инструментом может быть обеспечена при соблюдении следующих требований:

- 1) соответствие инструмента характеру выполняемых работ;
- 2) правильная заточка рабочего органа;

- 3) гладкая и ровная поверхность рукояток инструментов;
- 4) надежное крепление инструментов;
- 5) устойчивая подводка энергии;
- 6) обеспечение мер индивидуальной защиты и др.

Все ручные инструменты необходимо периодически осматривать, в необходимых случаях направлять в ремонт.

Содержание автомобильных дорог часто бывает связано с применением ядохимикатов, используемых для борьбы с вредителями и болезнями деревьев и кустарников, вредных для людей и животных. Эти вещества нельзя хранить на складах вместе с продуктами питания и кормом. Категорически запрещается допускать к работе с ними подростков, беременных и кормящих женщин. В местах, где проводились работы с ядохимикатами, необходимо обязательно вывешивать предупреждающие надписи с запрещением курить, пить и есть. Для еды, питья и курения должны быть отведены специальные места, перед этим надо обязательно мыть руки с мылом, а по окончании работы – и лицо.

Рабочие, проводящие работы с ядохимикатами, должны быть специально проинструктированы, обеспечены спецодеждой и респираторами, которые после употребления сдаются для хранения на склад. Запрещается уносить их домой или хранить в жилых помещениях.

9.2.2. Охрана труда при ремонте автомобильных дорог

При организации и производстве ремонтных работ на дороге необходимо строго соблюдать правила охраны труда. Ремонтируемые участки следует ограждать стандартными переносными или непеносными барьерами и стойками, обозначать соответствующими дорожными знаками. При выполнении ремонтных работ по всей ширине проезжей части устраивают объезды, а участок полностью закрывают для движения общественного транспорта. При этом барьерами перекрывается вся проезжую часть, участок дополнительно ограждается запрещающими знаками «Въезд воспрещен», и устанавливаются предписывающие знаки «Разрешенное направление движения направо (налево)». На барьере крепится щиток с надписью «Объезд».

При выполнении ремонтных работ на одной половине проезжей части движение автомобилей в обе стороны устраивается по второй

половине. В этом случае полосу, на которой производят ремонт, ограждают переносными барьерами, устанавливаемыми вдоль или параллельно проезжей части с интервалами в 5...10 м, а на концах участка – под углом к оси с таким расчетом, чтобы образовалась воронка, направляющая поток. Участок ограждают указательным знаком «Дорожные работы». Основные знаки устанавливают за 150...250 м до начала участка (в населенных пунктах – за 40...50 м), дублируемые – непосредственно у места работы.

В отдельных случаях при недостаточной ширине полосы проезжей части и обочины для разъезда встречных автомобилей требуется регулировка движения, которую производят специально выделенные лица дорожной службы. При небольшой длине ремонтируемого участка (не более 50...60 м) и хорошей видимости организуется движение по принципу саморегулирования. Для этого с обеих сторон участка устанавливают запрещающий знак «Проезд без остановки запрещен», места ремонта одиночных разрушений и деформаций ограждают переносными стойками со знаком «Ремонтные работы» на расстоянии 5...10 м перед и за ремонтируемым местом.

Материалы, вывезенные на линию для ремонта, укладывают на обресте дороги или обочине, прилегающей к ремонтируемой стороне дороги. Хранить материалы на обресте дороги разрешается не ближе 0,5 м от бровки выемки. При хранении материалов на обочине неогражденного участка дороги на расстоянии 5...10 м по ходу движения должны быть установлены барьеры переносного типа и сигнальный дорожный знак, предупреждающий о наличии впереди препятствий. Не допускается складирование материалов на откосах насыпей и выемок.

При работе автотермоса-ремонтнера необходимо соблюдать следующие требования:

1) по окончании загрузки бункера асфальтобетонной смесью следует надежно закрыть загрузочный люк;

2) передвижная электростанция автотермоса-ремонтнера устанавливается в стороне от места работы, чтобы рабочие, обслуживающие ремонтнер, не находились в непосредственной близости от нее и чтобы она не препятствовала их перемещению в процессе работы;

3) станция устанавливается и заземляется в соответствии с Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей,

Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей и Правилами устройства электроустановок;

4) при работе электрофрезы необходимо находиться в безопасной зоне;

5) при работе инструмента, имеющего высокую рабочую температуру, следует принимать меры, исключающие возможность ожогов рабочих.

При работе ремонтеров, оборудованных пневматическим рабочим инструментом и котлами для подогрева битума и приготовления асфальтобетонной смеси, необходимо соблюдать следующие требования:

1) при выгрузке асфальтобетонной смеси из мешалки рабочим не разрешается находиться у разгрузочного отверстия;

2) при работе с пневматическим инструментом следует соблюдать требования охраны труда, изложенные в соответствующих инструкциях.

При производстве ремонтных работ с использованием передвижных (ручных) битумных котлов необходимо соблюдать следующие требования:

1) котел устанавливается не ближе 50 м от места работы с учетом преобладающего направления ветра для предохранения рабочих от действия дыма и паров, образующихся при подогреве;

2) загружать котел следует постепенно и осторожно, не бросая кусков битума в подогретый материал во избежание ожогов брызгами битума;

3) не допускается нагружать котел более чем на 2/3 объема; если битум вспенивается и переливается через края битумного котла, нужно немедленно погасить горелку или залить топку водой;

4) при воспламенении битума в котле необходимо быстро закрыть горловину крышкой;

5) во избежание ожогов не разрешается прикасаться руками к крышкам битумного котла и автогудронатора;

6) для тушения загоревшегося битума применяются огнетушители-пенוגоны и песок; следует, по возможности, заглушить источник огня.

При использовании установок для ямочного ремонта УДВ-200 необходимо соблюдать следующие требования:

1) нельзя переливать битум во избежание пенообразования и вытекания его из емкости;

- 2) запрещено заправлять топливные баки при горящей горелке;
- 3) при розжиге горелки или прочистке сопла иглой не разрешается стоять против жаровой трубы;
- 4) факел и игла должны иметь рукоятки достаточной длины;
- 5) запрещено заполнять емкость и разливать битум при горящей горелке;
- 6) следует систематически производить проверки контрольной аппаратуры;
- 7) необходимо следить за исправностью огнетушителей и периодичностью их зарядки;
- 8) при обнаружении течи следует отключить гидросистему от питания, и только после этого устранять причину ее возникновения.

При работе установки для ямочного ремонта не допускается:

- 1) разогревать битум в емкости, если его там меньше ? объема;
- 2) использовать бензин и керосин для розжига горелки;
- 3) оставлять без надзора работающую горелку;
- 4) подогревать битум выше 80°C;
- 5) работать при неисправных приборах контроля;
- 6) заправлять топливные баки во время работы горелки;
- 7) пользоваться открытым огнем вблизи легковоспламеняющихся материалов и топливных баков;
- 8) изменять значение максимального давления сжатого воздуха и настройку предохранительного клапана компрессора;
- 9) производить ремонтные работы компрессора без снятия давления в ресивере.

При использовании установки ПМ-107 (рециклера), предназначенной для повторного разогрева и переработки снятого асфальтобетона при проведении ремонтных работ, необходимо:

- 1) перед отсоединением установки от трактора предварительно установить ее на стояночный тормоз, опоры перевести из транспортного в рабочее положение и зафиксировать стопорными пальцами;
- 2) место выполнения ремонтных работ на дороге оградить барьерами и соответствующими дорожными знаками;
- 3) соблюдать правила пожарной безопасности; не оставлять работающую установку без присмотра.

При эксплуатации установки ПМ-107 не допускается:

- 1) производить ремонт рециклера при его работающем двигателе;

2) производить ремонт и обслуживание гидро- и пневмосистемы, находящихся под давлением;

3) курить, пользоваться открытым огнем во время заправки топливом;

4) эксплуатировать установку при подтекании топлива или рабочей жидкости.

Перед каждой загрузкой материала и включением горелки рециклера необходимо выполнять операцию продувки в течение 2-х минут. Емкость продувают для удаления взрывоопасных газов при последующем пуске, а также после двух-трех неудачных пусков.

При работе с вибрационной площадкой ПВ-1 для уплотнения песка, гравия, связанного грунта, тощего бетона, гравия с асфальтобетонным покрытием необходимо соблюдать следующие требования:

1) перед началом работы проверить техническое состояние виброплощадки, наличие защитных ограждений, предусмотренных требованиями безопасности, состояние топливного бака и топливопроводов;

2) при движении задним ходом (на краю канавы или откоса, при маневрировании вблизи препятствий) управлять машиной таким образом, чтобы исключить падение оператора с машины;

3) постоянно соблюдать безопасное расстояние от краев и откосов, чтобы избежать опрокидывания машины;

4) при движении на подъем и по крутым откосам вести машину задним ходом, чтобы исключить ее опрокидывание на оператора;

5) во время перерыва оставлять машину на твердой ровной поверхности;

6) работать в спецодежде, предусмотренной отраслевыми нормами; использовать средства индивидуальной защиты (наушники, виброперчатки);

7) обслуживание виброплиты производить при неработающем двигателе.

Работающие виброуплотняющие машины не следует оставлять без присмотра. Во время работы оператор должен делать перерывы для отдыха. При выполнении ремонтных работ с использованием литого асфальта необходимо соблюдать требования, относящиеся к укладке асфальтобетонных смесей.

При выполнении ремонтных работ следует строго соблюдать технологию их производства и правила технической эксплуатации ма-

шин. К работам допускаются лица, достигшие совершеннолетия, прошедшие медосмотр и специальный инструктаж, снабженные средствами индивидуальной защиты. Кроме того, лица, обслуживающие машины, должны иметь удостоверение о прохождении техминимума и права на управление машиной. Специальный инструктаж на рабочем месте периодически повторяется каждые три месяца.

Мастерам и рабочим выдаются ярко-оранжевые сигнальные жилеты мужские (ТУ 32-ЦП-248-72) и женские (ТУ 32-ЦП-245-72); для работы в условиях пониженных температур – куртки мужские (ГОСТ 17222-71) и женские (ГОСТ 17223-72) на утепляющей подкладке и утепленные брюки мужские (ГОСТ 18235-72) и женские (ГОСТ 18234-72) на утепляющей подкладке.

Для защиты от вредного воздействия вибрации при работе с виброинструментом необходимо пользоваться антивибрационными рукавицами и виброгасящими полусапогами. Лица, обслуживающие электроустановки, должны быть снабжены предохранительными приспособлениями согласно Правилам охраны труда при эксплуатации электроустановок электрических станций и подстанций, Правилам технической эксплуатации и Правилам охраны труда при эксплуатации электроустановок потребителей. Лица, занятые на укладке асфальтобетона, должны работать в специальной обуви – ботинках на деревянной подошве, полусапогах или тапочках из войлока на резиновой подошве.

Участок производства работ со стороны всех въездов обставляется дорожными знаками. В темное время суток, кроме ограждений, выставляются красные фонари.

Все дорожные машины оборудуются звуковой или световой сигнализацией. Запрещается передвигать, устанавливать и эксплуатировать машины и подъемные механизмы в пределах охранной зоны действующих линий передач без письменного разрешения организации, эксплуатирующей эту линию. Во время перерыва все машины должны находиться в положении, исключающем возможность их пуска посторонними лицами. Машинисту асфальтоукладчика запрещается покидать рабочее место при движении укладчика, удалять остатки смеси при работающих питателях, производить очистку крыльев приемного бункера от смеси, крепить рабочие органы и натягивать гусеницы при работающем двигателе, ремонтировать питатели, шнеки, трамбуемый брус и выглаживающую плиту до полного их остывания. Машинисту

катка запрещается производить любые операции под катком при работающем двигателе, работать с неисправными тормозами, а также смазывать и ремонтировать каток на ходу.

При использовании на ремонте дорог других машин надо изучить соответствующие правила техники безопасности, разработанные с учетом конструктивных и эксплуатационных особенностей каждой из них.

Ремонт автомобильных дорог связан с выполнением ряда ручных работ. Например, асфальтобетонную смесь вручную укладывают на специальный щит, откуда разносят на место укладки. Разносить высокотемпературную смесь на совковых лопатах допускается на расстояние не более 10 м. Перебрасывать вручную разрешается только остывшие асфальтобетонные смеси, а высокотемпературные – не допускается.

При необходимости подачи смеси на расстояние свыше 10 м следует применять носилки с бортами (≥ 8 см) по трем сторонам и тачки с разгрузкой опрокидыванием вперед.

9.2.3. Охрана труда при содержании и ремонте мостов и труб

Все работы по содержанию и ремонту мостов должны выполняться в соответствии с действующими инструкциями и рекомендациями, в которых сформулированы технические, технологические и организационные требования. Разнообразие конструкций, различные материалы, неодинаковые условия производства работ приводят к необходимости решать самые разнообразные вопросы по технике безопасности.

Так, при содержании подмостового русла и регуляционных сооружений требуется соблюдать правила пребывания на воде, уметь проводить взрывные работы безопасными методами, знать правила ликвидации заторов, организовывать спасательные команды и медпункты для оказания первой помощи пострадавшим и т. п. Содержание и ремонт деревянных мостов связаны с мерами пожарной безопасности, применением антисептических материалов, креплением подмостей, работами на большой высоте и т. п. Поэтому дорожная служба обязана детально знать все конструктивные особенности деревянных мостов, долговечность их элементов, правила производства различных видов ремонтных работ с использованием современных машин и инструментов.

Содержание и ремонт стальных мостов требует применения антикоррозионных средств, абразивных материалов, заклепок, косынок и т. п. При их выполнении приходится производить сверление отверстий, сварку, клепку, рубку, зачистку и другие работы. Их успешное выполнение немислимо без строгого соблюдения установленных правил техники безопасности.

Эксплуатация железобетонных, бетонных и каменных мостов связана с различными видами работ по их осмотру и ремонту. При этом требуется готовить и применять бетонные смеси, штукатурные растворы, грунтовочные составы, герметизирующие композиции и другие материалы. Работы обычно выполняются на большой высоте, с использованием подмостей и смотровых тележек, устройством лесов, часто – с использованием пневмоинструмента, цементпушки, иньекторов, растворонасосов, машин, требующих соблюдения как общих, так и специальных мер безопасности.

При содержании и ремонте водопропускных труб, наплавных мостов, паромных и ледяных переправ вопросы техники безопасности сводятся к соблюдению требований электробезопасности, подъема и переноски грузов, перемещения по льду водоемов, выполнения монтажных и демонтажных работ.

9.2.4. Охрана труда при содержании и ремонте ограждений и дорожных знаков

Содержание и ремонт ограждений и дорожных знаков заключается в их периодической очистке, покраске и замене поврежденных элементов.

Очистку металла перед окраской следует производить механизированным способом с помощью пескоструйных аппаратов, электрошоток или специального электроинструмента для очистки ржавчины при соблюдении требований по технике безопасности; при небольших объемах работ разрешается применять ручной способ. Пыль и грязь удаляются струей воды или сжатым воздухом.

Малярные составы следует готовить, как правило, централизованно, используя для этого помещения, оборудованные вентиляцией, не допускающей превышения предельно допустимых концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Помещения должны быть обеспечены безвредными моющими средствами и теплой водой.

В местах применения нитрокрасок и других лакокрасочных материалов и составов, образующих взрывоопасные пары, запрещаются действия с применением огня или вызывающие искрообразование. При выполнении малярных работ с применением составов, содержащих вредные вещества, следует соблюдать Санитарные правила при окрасочных работах с применением ручных распылителей, утвержденные Минздравом Республики Беларусь. Тару со взрывоопасными материалами (лаки, нитрокраски и т. п.) во время перебивов в работе следует закрывать пробками или крышками и откручивать инструментом, не вызывающим искрообразования.

При замене каменных, бетонных и железобетонных труб, парапетов и других ограждающих устройств, а также дорожных знаков необходимо соблюдать требования техники безопасности, сформулированные применительно к такелажным, погрузочно-разгрузочным, транспортным, монтажным и другим работам.

9.3. Охрана труда при выполнении работ на дороге

9.3.1. Охрана труда при выполнении погрузочно-разгрузочных работ

Погрузочно-разгрузочные работы занимают значительное место в общем комплексе дорожных работ. Они выполняются с использованием подъемно-транспортных машин, механизмов и такелажных устройств, обеспечивают необходимые перемещения грузов.

По массе все грузы делятся на 3 категории:

I – грузы массой менее 80 кг, мелкоштучные и перевозимые навалом;

II – штучные грузы массой одного места от 80 до 500 кг;

III – грузы массой одного места более 500 кг.

По степени опасности при погрузке и разгрузке грузы делятся на семь групп:

1 – малоопасные: строительные материалы, конструкции, изделия;

2 – опасные легковоспламеняющиеся: бензин, керосин, нефть, горючие химикаты;

3 – опасные пылящие, перевозимые в горячем состоянии: цемент, битум, асфальтобетон и т. п.;

4 – опасные обжигающие жидкости: кислоты, каустик, жидкие химикаты;

- 5 – баллоны со сжатыми и сжиженными газами;
- 6 – опасные по габаритным размерам: тяжеловесные, громоздкие, малоустойчивые;
- 7 – особо опасные: взрывчатые и отравляющие вещества.

В зависимости от категории и группы грузов составляются технологические карты на производство погрузочно-разгрузочных работ.

В картах отражаются необходимые грузоподъемные машины, грузозахватные приспособления, средства контейнеризации и пакетирования; последовательность выполнения отдельных операций; состав работ; трудовые и энергетические затраты.

Погрузочно-разгрузочные площадки, площадки складов, порядок складирования и размещения материалов также планируются заранее. Площадкам придают общий уклон не более 5° . Их выравнивают и уплотняют, устраивают подъездные и внутривыездные дороги, рассчитывают необходимый фронт разгрузки, устраивают освещение. На неподготовленных и захламленных площадках проведение погрузочно-разгрузочных работ запрещается.

При укладке грузов на площадке следует оставлять проходы (1...1,5 м) и проезды, достаточные для движения используемых машин. Высота укладки вручную допускается не более 3 м, механизмами – 6 м. Штабели песка, гравия, щебня и других сыпучих материалов должны иметь откос с крутизной, соответствующей углу естественного откоса для данного вида материала, или иметь ограждение в виде подпорной стенки. Штучный камень запрещается укладывать в штабеля высотой более 1,5 м во избежание самообрушения.

Погрузочно-разгрузочные работы со штучными грузами производятся при помощи автомобильных, гусеничных и других подъемных кранов. Безопасное и производительное их использование достигается при соблюдении правил эксплуатации. Необходимо производить ежесменный осмотр вспомогательных грузозахватных приспособлений и периодическое (не реже одного раза в год) освидетельствование и испытание. Работы с использованием кранов должны выполняться согласно утвержденной технологии. Во время работы следует периодически контролировать положение ауригеров, так как при осадке грунта под плитой опоры кран может перекошиться или опрокинуться.

Однако при эксплуатации подъемных кранов не следует превышать их грузоподъемность во избежание аварии и несчастных слу-

чаев. Работать вблизи линий электропередач или электрифицированных участков железной дороги можно только в том случае, если ни одна часть крана не может во время работы оказаться ближе чем на 2 м к находящимся под напряжением проводам или частям контактной сети. Запрещается перемещать грузы, устраивать стоянку кранов и складировать материалы в зоне высоковольтных линий.

Перемещение грузов на транспортные средства должно проводиться способом, обеспечивающим устойчивое положение груза при погрузке и разгрузке. Верх перевозимого груза не должен превышать габаритную высоту проездов под путепроводами. При загрузке автомобилей экскаваторами, кранами шоферу и другим лицам запрещается находиться в кабине автомобиля, не защищенной козырьком. Автомобили-самосвалы при разгрузке на насыпях, а также при засыпке выемок следует устанавливать не ближе 1 м от бровки естественного откоса. Запрещается разгружать автосамосвалы с эстакад, не имеющих защитных (отбойных) брусев.

Лица, руководящие разгрузкой, не должны подходить к автосамосвалам, становиться на края колес, подниматься в кузов до полной их остановки. При разгрузке бортовых автомобилей можно открывать борта, только если приняты меры предосторожности от ушибов при возможном падении груза и открываемых бортов.

При небольших объемах грузов погрузочно-разгрузочные работы производятся вручную. При этом максимальная масса груза не должна превышать 50 кг при подъеме на высоту не более 3 м.

Мужчинам старше 18 лет разрешается переносить груз массой не более 50 кг. В подъеме и снятии вручную груза массой 60...80 кг (одно место) из кузова автомобиля должны участвовать не менее двух грузчиков. Нормы предельно допустимых нагрузок для женщин и подростков приведены в табл. 9.1, 9.2.

Грузы в бочках, барабанах, рулонах разрешается грузить на машину вручную по следам или покато́м двум рабочим при массе одного места не более 80 кг; при большей массе их следует грузить при помощи прочных канатов. Запрещается находиться перед скатываемыми грузами или сзади накатываемых по следам грузов. Переноска катно-бочковых грузов на спине независимо от их массы категорически запрещается.

Т а б л и ц а 9.1

Нормы предельно допустимых нагрузок при подъеме
и перемещении тяжестей для женщин

Характер работ	Предельно допустимая масса груза, кг
Подъем и перемещение тяжестей при чередовании с другой работой (до 2-х раз в час)	10
Подъем и перемещение тяжестей постоянно в течение рабочей смены	7
Суммарная масса грузов, перемещаемых в течение каждого часа смены: с рабочей поверхности с пола	до 350 до 175

Т а б л и ц а 9.2

Нормы подъема и переноса тяжестей вручную
для подростков мужского пола

Возраст	Масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную в течение смены, кг, не более		Суммарная масса груза, поднимаемого и перемещаемого в течение смены, кг, не более	
	постоянно, более 2-х раз в час	при чередовании с другой работой до 2-х раз в час	при подъеме с рабочей поверхности	при подъеме с пола
14 лет	6	10	400	200
15 лет	7	12	500	250
16 лет	10	16	900	450
17 лет	12	18	1400	700

9.3.2. Охрана труда при выполнении транспортных операций

При выполнении транспортных работ необходимо пользоваться Правилами дорожного движения, утвержденными Министерством внутренних дел Республики Беларусь, и Правилами охраны труда для предприятий автомобильного транспорта, утвержденными Министерством автомобильного транспорта и коммуникаций Республики Беларусь.

Транспортные работы поручаются лицам не моложе 18 лет, имеющим удостоверение на право управления транспортными средствами, прошедшим медицинское освидетельствование и инструктаж по технике безопасности. Водитель перед выездом должен проверять исправность и экипировку машины и следить за ее состоянием в пути. Администрация не имеет права заставлять водителя выезжать в рейс, если состояние автомобиля не отвечает техническим условиям и требованиям правил техники безопасности, а также если водитель не имел до выезда отдыха, предусмотренного законодательством.

До начала работы водитель обязан пройти инструктаж, ознакомиться с условиями работы на линии, особенностями перевозимых грузов, уточнить график движения.

Грузы, перевозимые автомобилями, подразделяются на 3 категории и 4 группы:

I категория – грузы массой до 80 кг; II – 80...500 кг; III – более 500 кг; 1-я группа – грузы малоопасные (стройматериалы); 2-я – опасные по своим размерам; 3-я – пылящие или горящие (цемент, битум, асфальтобетон и др.); 4-я – опасные (ГОСТ 19433-88).

При перевозке грузов особое внимание необходимо обращать на правила укладки их в кузов автомобиля. Размещать грузы навалом разрешается не выше бортов кузова. Штучные грузы, уложенные выше уровня бортов, следует увязывать прочными веревками. Перевозка незатаренного в мешки цемента допускается только цементовозом.

При доставке людей к месту работы грузовыми автомобилями их кузов оборудуется скамьями, прикрепленными к полу, имеющими спинки, высотой не менее чем на 15 см ниже верхней кромки борта. Число перевозимых людей зависит от грузоподъемности автомобиля: при 1,5...2 т – 16 чел.; при 2,5...3 т – 20 чел.; при 3,5...4,5 т – 24 чел. Скорость движения автомобиля с людьми не должна превышать 60 км/ч. Автомобили, используемые для перевозки людей, оборудуют тентом, освещением кузова и лестницей.

Основные требования к водителю сформулированы в правилах дорожного движения. Несоблюдение их наказывается в административном и уголовном порядке. Особое внимание водитель должен обращать на ограждение и освещение автомобиля во время остановки и стоянки на неосвещенных участках дороги в темное время суток или в других условиях недостаточной видимости; на условия и режим движения по железнодорожному переезду; на возможность безаварийного движения по льду рек и водоемов, по территории предприятия. Повышенного внимания требуют перевозки тяжелых и крупногабаритных грузов, взрывоопасных и ядовитых веществ.

Руководители дорожно-эксплуатационной организации должны воспитывать у своих подчиненных чувство ответственности за строгое соблюдение правил дорожного движения, высокую деловитость и необходимый профессионализм.

9.4. Основы пожарной безопасности

Настоящим бедствием для народного хозяйства являются пожары, в результате которых ему причиняется большой ущерб, бесполезно и безвозвратно уничтожаются или повреждаются материальные ценности, создается опасность для жизни и здоровья людей. Началом пожара может стать воспламенение, самовоспламенение, самовозгорание, вспышка или взрыв вещества. Пожары возникают в результате неправильного устройства или износа электропроводки, неосторожного обращения с огнем, нарушения противопожарного режима, правил пожарной безопасности при производстве газо- и электросварочных работ. В дорожных организациях нередки случаи возникновения пожаров в передвижных вагончиках, на базах подготовки материалов, в домах, где установлены печи, работающие на твердом топливе, в местах применения бензина, керосина и других легко воспламеняющихся жидкостей. Для исключения возможности возникновения пожаров следует уделять постоянное внимание пожарной профилактике, обучению рабочих правилам пожарной безопасности.

Меры пожарной профилактики можно условно разделить на организационные и технические. К организационным относится создание добровольных пожарных дружин или пожарно-сторожевой охраны, разработка инструкций, проведение обучения с рабочими и служащими, демонстрация кинофильмов и другая массово-разъясни-

тельная работа. Технические мероприятия включают применение особых мер безопасности при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий, особых конструкций оборудования и материалов в пожароопасных и взрывоопасных помещениях, устройство молниеотводов, запрещение пользования неисправными котлами, машинами, электрооборудованием, а также открытым огнем в местах хранения или использования легковоспламеняющихся и взрывоопасных жидкостей.

Для обеспечения пожарной безопасности требуется содержание территории предприятия в чистоте и порядке. Ко всем зданиям и сооружениям должен быть обеспечен свободный доступ. Не следует использовать под складирование материалов и оборудования противопожарные разрывы между зданиями и сооружениями, а также дороги, проезды и подъезды. Курить разрешается только в специально отведенных местах. Все цехи, склады и другие производственные помещения необходимо обеспечить средствами пожаротушения – огнетушителями и пожарным инвентарем, который в целях его быстрого использования рекомендуется размещать на специальных щитах.

Средства пожаротушения выбираются с учетом характера возможного пожара. Вода – наиболее распространенное средство пожаротушения. Однако ее не следует применять для тушения загораний в электроустановках, легковоспламеняющихся жидкостей, волокнистых материалов, веществ, которые при взаимодействии с водой образуют взрывоопасные компоненты (калий, натрий, кальций и др.). Для тушения легковоспламеняющихся жидкостей применяют химическую или воздушно-механическую пену с малой относительной плотностью (0,15...0,7), которая свободно плавает на поверхности жидкости, охлаждая верхний наиболее нагретый слой горючего вещества и перекрывая поступление паров и газов в зону горения. Пену получают, в основном, от ручных огнетушителей типа ОП-10, но она не пригодна для тушения водорастворимых жидкостей (спирт, ацетон, эфир и др.), пожаров электроустановок и веществ, с которыми она вступает в реакцию (натрий, калий, селитра и т. п.).

Пожары в электроустановках гасят при помощи углекислых огнетушителей (ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8 и др.), но их нельзя применять для тушения этилового спирта, в котором углекислый газ растворяется, и веществ, способных гореть без доступа воздуха.

Для тушения начинающегося пожара применяют песок, асбестовое полотно, брезент или войлочную кошму, а также другие предметы, оказавшиеся под рукой, которые могут прекратить доступ воздуха к горящей поверхности.

В последнее время все шире находят применение автоматические системы извещения о пожарах и их тушения, основанные на применении различных установок и средств пожаротушения – воды, пены, газа, порошка и др.

Вопросы пожарной безопасности имеют исключительно важное значение. Ответственность за соблюдение требуемого противопожарного режима на предприятии, своевременное выполнение противопожарных мероприятий возлагается на руководителя предприятия. Он обязан знать правила пожарной безопасности, организовать обучение подчиненных, создать добровольную пожарную дружину и пожарно-техническую комиссию, организовать их работу, утвердить своим приказом противопожарные мероприятия на объектах, периодически проверять выполнение правил пожарной безопасности и т. д. Начальники участков, цехов, дорожно-ремонтных пунктов несут ответственность за противопожарное состояние вверенных им объектов. Назначение ответственных за пожарную безопасность в организации оформляется приказом. Они постоянно следят за своевременным выполнением намеченных противопожарных мероприятий, осуществляют другие контрольные и организационные функции.

Контроль за выполнением противопожарных мероприятий организациями, предприятиями и учреждениями нашей страны, а также отдельными гражданами возложен на Государственный пожарный надзор – Главное управление пожарной охраны Министерства внутренних дел Республики Беларусь и его местные органы.

9.5. Оказание доврачебной помощи пострадавшим

При несчастных случаях успех доврачебной помощи пострадавшим зависит от умелого и быстрого действия оказавшихся на месте происшествия лиц. Поэтому все работники дорожно-эксплуатационных организаций должны периодически проходить инструктаж и практическое обучение способам оказания первой помощи пострадавшему. Ответственность за организацию и проведение этого обучения несут руководители организаций и предприятий (ДЭУ,

ДРСУ, АБЗ и др.), а также руководители структурных подразделений. Для правильной организации доврачебной помощи пострадавшим требуется соблюдение следующих условий:

1) наличие на каждом предприятии, участке, объекте ответственных, в обязанности которых входит систематическое пополнение и поддержание в надлежащем состоянии медикаментов и приспособлений для оказания первой помощи, хранящихся в аптечках и сумках первой помощи;

2) организация строгого систематического контроля за оказанием необходимой помощи пострадавшим, своевременным и обязательным направлением их в медицинские учреждения.

Приемы оказания доврачебной помощи пострадавшим зависят от конкретной ситуации и характера травм, которые в условиях эксплуатации автомобильных дорог могут иметь различные виды, поэтому работникам ДЭУ, ДРСУ, ДСУ и других дорожных организаций необходимо знать способы первой помощи во всех случаях травматизма.

Помощь при ушибах. Ушиб – это повреждение тканей и органов тела тупым предметом без нарушения целостности наружных покровов, сопровождающееся разрывами мелких сосудов, кровоизлиянием, нарушением целостности подкожной клетчатки, мышечных волокон, а иногда и внутренних органов (печени, селезенки и др.). Тяжесть ушиба зависит от силы удара и места его нанесения. Наиболее опасны ушибы головы, внутренних органов и сосудов. Однако во всех случаях требуется принятие мер, т. к. всякий ушиб может явиться причиной серьезных осложнений.

Первая помощь при ушибах любой локализации заключается в создании покоя травмированному органу или конечности. С этой целью на место ушиба накладывается бинтовая повязка. В первые сутки к месту травмы прикладывается холод на 10...15 минут каждые 3...4 часа. Через два дня необходимы согревающие компрессы из вазелинового или растительного масла, 60...70 %-ного спирта, которым смачивается салфетка или кусок мягкой ткани. Салфетка сверху покрывается пергаментной бумагой, целлофаном или пленкой с ватой и фиксируется бинтом. При сильных ушибах требуется немедленная госпитализация пострадавших.

Помощь при ранении. Ранение – это нарушение целостности кожи и слизистых оболочек, в результате которого могут возникать раны –

ушибленные, рваные, резаные, рубленые, колотые, укушенные и огнестрельные. При любом виде раны, в первую очередь, необходимо остановить кровотечение и принять меры для предупреждения дополнительного ее загрязнения. Кровотечение можно остановить поднятием раненой конечности, закрытием раны перевязочным материалом (из пакета), сдавливанием кровеносных сосудов, питающих раненую область, при помощи сгибания конечностей в суставах, прижатия пальцами, наложения жгута или закрутки. После остановки кровотечения кожу вокруг раны в полосе 4...5 см смазывают 5 %-ным раствором йода, спиртом или одеколоном, на рану накладывают стерильную повязку, делают перевязку бинтом. При ранении грудной клетки делают герметичную повязку, предохраняющую от попадания воздуха в плевральную полость. При ранах в живот накладывают стерильную повязку. Не рекомендуется при оказании доврачебной помощи промывать раны водой или какими-либо лекарственными веществами, засыпать порошками, покрывать мазями, стирать попавший на рану песок, вправлять выпавшие наружу кишечник и другие органы брюшной полости.

После оказания первой помощи раненому следует обратиться к врачу для обработки и лечения раны, а также для профилактики столбняка.

Помощь при вывихах. Вывих – это нарушение соответствия суставных поверхностей костей, образующих сустав (плечевой, локтевой, коленный и др.). При вывихах разрываются капсулы, связки и мягкие ткани, окружающие суставы. При оказании первой помощи производятся следующие действия:

1) при вывихах верхней конечности – наложение шины, фиксация положения руки с помощью косынки или прибинтовыванием ее к туловищу;

2) при вывихах нижней конечности – наложение шины, фиксация травмированной ноги путем прибинтовывания ее к здоровой ноге;

3) при вывихах шейного отдела позвоночника – наложение на шею воротника из картона или другого упругого материала.

Однако при оказании первой помощи вывихи вправлять не следует: это может дополнительно травмировать сустав и осложнить лечение. Вывихи вправляются только хирургами-травматологами после обезболивания травмированного места.

Помощь при переломах. Перелом – это нарушение целостности кости, возникшее в результате воздействия на нее механической силы. Различают открытые и закрытые переломы; со смещением и без смещения отломков. При переломах основная задача первой помощи – обеспечить спокойное и наиболее удобное положение травмированной части тела, что достигается ее полной неподвижностью. Это правило обязательно не только для устранения болевых ощущений, но и для предупреждения ряда добавочных повреждений окружающих тканей вследствие прокалывания их костями изнутри. С целью фиксации перелома применяются шины. Для предупреждения сильного отека и уменьшения кровоизлияния прикладывается холод. При открытых переломах вначале останавливают кровотечение, кожу вокруг раны обрабатывают раствором йода или спиртом, на рану накладывают стерильную повязку, а затем иммобилизируют перелом шиной.

Различный характер переломов требует различных способов оказания первой помощи. Так, при переломах черепа первая помощь заключается в обеспечении полного покоя пострадавшему. Полость рта очищается от рвотных масс и попавших во время травмы инородных тел. Голова помещается на валик или подушку и обкладывается льдом или салфеткой, смоченной холодной водой. При остановке дыхания производится искусственное дыхание, при остановке сердца – его наружный массаж. На переломанные кости верхних и нижних конечностей накладываются шины. При переломе ребер туго забинтовывают грудь или стягивают ее полотенцем во время выдоха.

После оказания первой помощи пострадавших следует доставить в больницу. При перевозке необходимо строго соблюдать меры безопасности. Людей с переломами черепа, позвоночника, костей таза и другими тяжелыми травмами рекомендуется перевозить санитарным транспортом, не прибегая к использованию попутного.

Помощь при ожогах. Ожог – это повреждение тканей организма, вызванное действием высокой температуры или едких химических веществ (кремниевых кислот, щелочей, солей фосфора, серебра, марганцовокислого калия, уксусной эссенции и др.). Различают 4 степени ожогов: покраснение кожи, образование пузырей, омертвление всей толщи кожи, обугливание тканей.

Первая помощь при термических ожогах заключается в устранении действия высокой температуры на организм человека (тушение

горящей одежды, устранение горячих предметов, жидкостей с поверхности тела). После тушения пламени одежду следует быстро снять или облить холодной водой. Обожженную поверхность следует перевязать так же, как любую рану: покрыть стерильным материалом из пакета или чистой глаженной полотняной тряпкой, положить сверху слой ваты и закрепить бинтом.

При ожогах крепкими кислотами (серной, азотной, соляной) раны промывают струей воды, а затем – 5 %-ным раствором марганцовокислого калия или 10 %-ным раствором питьевой соды. В случае ожога едкими щелочами (каустической содой, негашеной известью и др.) промывку делают слабым раствором кислот. После промывания пораженные участки покрывают марлей, пропитывают смесью растительного масла (льняного или оливкового) и известковой воды в равном соотношении. При отсутствии растворов кислот и щелочей производится обильная промывка холодной водой, а рана после этого закрывается повязкой.

Ожоги солнечными лучами обрабатываются холодной водой и спиртом.

Лица, получившие серьезные ожоги, подлежат направлению для лечения в лечебные учреждения.

Помощь при отморожении. Отморожение – это поражение тканей организма, вызванное действием низкой температуры. Проявления зависят от степени отморожения: отечность, синюшность, болезненность кожи, образование пузырей, омертвление мягких тканей и даже костей. При оказании первой помощи отмороженные участки тела согреваются в воде с постепенным повышением ее температуры от 20 до 40°C. Обмороженный человек помещается в теплое помещение. Ему дают выпить горячего чая или воды. На раны накладывают повязки.

Помощь пострадавшему от поражения электрическим током. Поражения электрическим током могут быть тепловые (ожоги), механические (поломы костей, разрывы тканей), световые (воздействия на органы зрения), химические (воздействия на нервную систему), комплексные. Они подразделяются на электротравмы (наружные поражения тканей) и электроудары (поражения внутренних органов).

При оказании помощи пострадавшему от поражения электрическим током необходимо, прежде всего, быстро освободить его из-под действия тока, создать приток воздуха и обеспечить полный покой. Освобождение от действия тока требует специальных мер

безопасности: можно отключить установку от сети, искусственно оборвать или обрезать провод, оттолкнуть пострадавшего от токоведущих частей с помощью токонепроводящих предметов и т.д. Если у пострадавшего после освобождения от действия тока нарушено дыхание, следует немедленно сделать искусственное дыхание и массаж сердца. Искусственное дыхание прекращают сразу после того, как пострадавший начинает дышать самостоятельно, чтобы не причинить ему вреда. Для оказания медицинской помощи на место происшествия следует срочно вызвать врача.

Помощь при отравлении ядовитыми газами. При отравлении ядовитыми газами появляется головная боль, шум в ушах, головокружение, тошнота, рвота, наблюдается потеря сознания, резкое ослабление дыхания, расширение зрачков. В этом случае пострадавшего следует немедленно вынести на свежий воздух, организовать подачу кислорода, необходимого для дыхания, и немедленно вызвать врача. Оказывающий помощь пострадавшему обязан соблюдать личную безопасность: перед входом в зараженную зону надеть противогаз, ограничить срок пребывания в этой зоне и т. д.

Помощь тонущему. Тонущего необходимо, прежде всего, выловить и доставить на берег. Оказывающий помощь должен помнить, что к тонущему следует подплывать сзади, защищаясь от его захвата, а при буксировке на берег не допускать погружения его носа и рта в воду. При спасении с помощью лодки ее необходимо подводить к пострадавшему кормой или носом, но не бортом, и поднимать его в лодку также с кормы или носа. Если пострадавшего извлекли из воды без сознания, ему сразу надо оказать помощь. Прежде всего, удаляют воду из дыхательных путей, легких и желудка, очищают рот от пены и тины, затем делают искусственное дыхание. Если в организм в результате нервного паралича вода не попала (в этом случае у пострадавшего бледная кожа), ему сразу делают искусственное дыхание. Для удаления воды пострадавшего кладут на согнутое колено спасателя так, чтобы голова и грудь свешивались, и несколько раз слегка нажимают на спину между лопатками. Искусственное дыхание наиболее эффективно способом вдвигания воздуха в нос или рот с одновременным массажем сердца.

9.6. Средства индивидуальной защиты

Наряду с организационными технологическими, санитарно-техническими и санитарно-гигиеническими мероприятиями в дорожно-эксплуатационных организациях во многих случаях предусмотрено применение средств индивидуальной защиты. К этим средствам относятся спецодежда, спецобувь и предохранительные приспособления (очки, щитки, противошумы, противогазы, респираторы и др.).

Спецодежда (комбинезоны, куртки, брюки, костюмы, жилеты, рукавицы и др.) служит для защиты работающего от воздействия различных производственных вредных для организма веществ и факторов (масел, кислот, щелочей, воды, низких температур и т. п.) и должна быть удобной в работе, так как от этого зависят здоровье, самочувствие и производительность труда. Вид спецодежды предусматривается в зависимости от профессии рабочего. Например, машинисту (и его помощнику), работающему на экскаваторах, кранах, бульдозерах, скреперах, тракторах и т. п., в теплое время выдают комбинезон и рукавицы, а зимой на наружных работах дополнительно (по поясам) – ватные брюки, куртку, а также валенки.

Спецодежду изготавливают из различных материалов – хлопчатобумажной ткани, прорезиненного молескина, плащевого полотна, сукна, резины, меха, капрона и др. Выбор материала обусловлен характером выполнения работ, условиями труда и состоянием производственной среды. На изготовление различных видов спецодежды имеются соответствующие ГОСТы.

Спецобувь (сапоги, полусапоги, ботинки) защищают ноги от возможных вредных воздействий окружающей среды – метеорологических факторов, механических повреждений, высоких температур и агрессивных веществ. Например, полусапоги юфтевые предназначены для работающих в условиях повышенной вибрации, сапоги валяные на резиновой подошве – для защиты от холода, сапоги резиновые – для защиты от растворов неорганических кислот и щелочей низкой концентрации, бензина, минеральных масел, воды.

Выдача спецодежды и спецобуви работающим обеспечивается в соответствии с действующими нормативами.

Для обеспечения безопасности работающих служат также различные предохранительные приспособления. При работе на высоте, в емкостях, ямах, колодцах применяют предохранительные пояса со

страховочной веревкой. Травмирование глаз можно предупредить, применяя очки открытого и закрытого типа и полумаски, защищающие глаза и прилегающие к ним части лица, ручные и наголовные щитки и маски специального назначения, прикрывающие лицо и шею, а также шлемы, защищающие одновременно голову, глаза и органы дыхания.

Основным средством защиты органов слуха от производственного шума, если невозможно снизить его до предельно допустимого уровня, предусмотренного действующими санитарными нормами, являются противошумные наушники. Конструкции их весьма разнообразны. Для того, чтобы правильно выбрать наушники, надо предварительно измерить частоту и интенсивность шума, от которого подбирают защиту.

Для защиты органов дыхания применяют противогазы и респираторы. Они подразделяются на фильтрующие и изолирующие. В фильтрующих индивидуальных средствах защиты воздух очищается путем просасывания его через фильтрующий материал; изолирующие полностью отключают дыхание работающего от окружающей среды. Выдыхаемый воздух очищается специальными поглотителями, а кислород для дыхания поступает из баллона.

При погрузке-разгрузке и складских работах с противогололедными материалами работающие должны применять респираторы и очки.

К числу основных типов респираторов относятся: РПГ-67, Ф-62, РУ-60М, У-2К, ШБ-1 и др., противогазов: ПШ-1, ПШ-2 и др.

Средства защиты органов дыхания выбираются с таким расчетом, чтобы в конкретных условиях работы они обеспечивали полную безопасность работающих.

Для защиты работающих от вредных воздействий применяются также различные пасты и мази. По назначению они делятся на 4 группы:

I – для защиты от жиров, масел, нефтепродуктов, растворителей, лаков, смол, различных органических веществ;

II – для защиты от воды и водных растворов различных веществ;

III – для защиты от ультрафиолетовых лучей и интенсивной солнечной радиации;

IV – моющие вещества и очистители кожи.

Средства индивидуальной защиты поставляются организациями материально-технического снабжения по заявкам, оформленным в

установленном порядке и составленным на основании Норм выдачи средств индивидуальной защиты работникам организаций (предприятий) Комитета по автомобильным дорогам, согласованных с Министерством труда и утвержденных Министерством транспорта и коммуникаций Республики Беларусь 28.10.1998.

Приемка, хранение и выдача средств индивидуальной защиты, а также соблюдение сроков носки каждого средства индивидуальной защиты, осуществляется в соответствии с действующими положениями.

9.7. Расследование несчастных случаев

При расследовании выделяются две группы несчастных случаев: 1) на производстве; 2) в быту, в пути на работу или с работы. К несчастным случаям на производстве относят те, которые произошли с работающими на территории дорожно-эксплуатационной организации, а также вне территории при выполнении работ по заданию организации, доставке рабочих и служащих на место производства работ и с работы на транспорте, предоставленном организацией. К этой же группе относятся случаи, которые произошли в течение рабочего времени или во время установленных перерывов, перед началом работы и по ее окончании, а также при выполнении работ в сверхурочное время, в выходные и праздничные дни.

О каждом несчастном случае, связанном с производством, пострадавший или очевидец несчастного случая извещает начальника участка (цеха), прораба или мастера, который должен организовать первую помощь пострадавшему и отправить его в медицинское учреждение.

Расследование несчастных случаев обязан проводить в течение 24-х часов начальник соответствующего участка (ДЭУ, ДРСУ и др.) совместно со старшим общественным инспектором по охране труда участка (организации) и инженером по технике безопасности или лицом, его замещающим.

При расследовании несчастного случая проводится детальный осмотр места происшествия, проверяется исправность машин и механизмов, наличие ограждений, средств сигнализации, спецодежды и предохранительных приспособлений, своевременность и качество проведения инструктажа, правильность проведения работ повышенной опасности, выясняются другие обстоятельства и причины, приведшие к несчастному случаю.

Групповые, смертельные и тяжелые несчастные случаи должны быть срочно расследованы техническим инспектором труда ЦК профсоюза (которому руководитель организации обязан немедленно сообщить о случившемся), с участием представителей администрации и вышестоящего хозяйственного органа.

Результаты расследования каждого несчастного случая на производстве, вызвавшего потерю трудоспособности на срок не менее одного дня, оформляются актом по форме Н-1 в четырех экземплярах. В акте указываются сведения о пострадавшем, о прохождении им инструктажа, обучения и аттестации по технике безопасности, его стаж работы. Кроме того, дается описание обстоятельств несчастного случая, определяются причины и намечаются мероприятия по устранению причин травматизма. Акт по форме Н-1 подписывают начальник участка, инженер по технике безопасности и старший общественный инспектор, а акт специального расследования (при групповом, смертельном или тяжелом несчастном случае) – комиссия, проводившая расследование.

Администрация имеет право поставить вопрос о квалификации несчастного случая как не связанного с производством, если будет установлено, что он произошел: при изготовлении в личных целях без разрешения администрации каких-либо предметов; при неадресном использовании транспортных средств, принадлежащих организации; при спортивных играх на территории организации; при хищении материалов, инструмента или других предметов; в результате опьянения, если оно не явилось следствием действия применяемых в производственных процессах технических спиртов, ароматических и наркотических веществ. Вопрос об отсутствии связи несчастного случая с производством выносится на рассмотрение местного комитета профсоюза, с согласия которого делается соответствующая запись в акте формы Н-1.

Правильность и своевременность расследования несчастных случаев, а также выполнение мероприятий по устранению причин травмирования работающих контролируют вышестоящие хозяйственные организации, профсоюзные комитеты, общественные инспекторы по охране труда, технические инспекторы труда ЦК профсоюза и органы государственных инспекций на подконтрольных им объектах.

Администрация дорожно-эксплуатационной организации один раз в год составляет отчет о пострадавших при несчастных случаях (форма 7-т) и освоении средств на мероприятия по охране труда в установленной форме. Отчетные данные представляются в статистические управления области, края, автономной области или республики, а также в вышестоящую организацию; одновременно они используются для анализа производственной ситуации, разработки мер по улучшению, оздоровлению и обеспечению безопасности работников дорожной службы.

Существуют разные методы такого анализа: статистический, монографический, топографический и др.

Статистический метод позволяет выявить количественные показатели производственного травматизма, но не раскрывает их причин. При использовании этого метода обычно вычисляют коэффициенты частоты (K_c) и тяжести (K_m) производственного травматизма.

Коэффициент частоты – это условное число пострадавших при несчастных случаях на 1000 работающих:

$$K_c = \frac{1000P_m}{P_p},$$

где P_m – число пострадавших (по актам Н-1);

P_p – среднесписочное число работающих.

Коэффициент тяжести – средняя продолжительность нетрудоспособности, приходящаяся на одного пострадавшего:

$$K_m = \frac{D_{nm}}{P_m},$$

где D_{nm} – число дней нетрудоспособности.

Монографический метод предусматривает тщательное изучение каждого несчастного случая, группировку их по времени происшествия, характеру повреждений, профессиям пострадавших, полу, возрасту, стажу работы и другим признакам. При этом методе причины несчастных случаев разделяют на технические и организационные.

Топографический метод анализа производственного травматизма позволяет видеть и отмечать очаги травматизма на плане дороги, заво-

да, цеха с помощью условных знаков, наносимых на соответствующие его участки. Участки плана, где повторяются несчастные случаи, должны быть тщательно обследованы, установлены причины производственных травм и разработаны меры по их предупреждению.

Несчастные случаи в быту, в пути на работу или с работы (бытовой травматизм) расследуются в соответствии с положением, утвержденным Президиумом ВЦСПС 16 ноября 1976 г.

Расследование и выяснение обстоятельств несчастного случая в быту, в пути на работу или с работы в течение трех суток с момента установления факта случая организует профсоюзный комитет совместно с администрацией дорожно-эксплуатационной организации. При выявлении обстоятельств несчастного случая комиссия должна учитывать причины, время и место происшествия, а также состояние пострадавшего в момент получения травмы. Результаты расследования оформляются актом по форме БТ, который составляется в одном экземпляре, подписывается лицом, производившим расследование, и хранится вместе с больничным листом (справкой лечебного учреждения).

9.8. Общественный контроль за соблюдением требований охраны труда

В нашей стране накоплен значительный опыт организации безопасных и здоровых условий для работающих, создана система государственного надзора за соблюдением требований охраны труда. Общественный контроль за состоянием условий и безопасностью труда в соответствии с директивными указаниями осуществляют профсоюзы. Профсоюзным комитетам предоставлено право заслушивать отчеты руководителей организации и производственных участков по вопросам условий труда, выполнения обязательств по коллективному договору, в частности, по улучшению и оздоровлению условий труда. Только по согласованию с комитетом профсоюза администрация может определять продолжительность отпусков, использование труда подростков, применение сверхурочных работ и работ в выходные дни, режим рабочего времени и отдыха, а также другие вопросы охраны труда в установленном законом порядке. Профсоюзные комитеты постоянно участвуют в разработке мероприятий по улучшению условий труда, осуществляют контроль за

соблюдением правил и норм охраны труда при выполнении работ, решают вопросы спецпитания, социального страхования и т. д.

Значительную помощь профсоюзным комитетам в работе по улучшению условий труда и снижению производственного травматизма оказывают общественные инспекторы и комиссии по охране труда. Общественный инспектор по охране труда избирается из числа членов профсоюза на собраниях профгрупп открытым голосованием на срок полномочий профгруппорга. Он призван осуществлять постоянный надзор за соблюдением всеми должностными лицами и работающими правил и норм охраны труда, мер безопасности на каждом рабочем месте; следить за выполнением законодательства о труде, продолжительности рабочего дня, предоставлении дней отдыха, отпусков и обеденных перерывов, охране труда женщин, подростков, а также правил и инструкций по технике безопасности и промышленной санитарии; контролировать разработку и проведение мероприятий по предупреждению несчастных случаев на производстве, снижению заболеваний; проверять своевременность выдачи работающим спецодежды, спецобуви, индивидуальных средств защиты; оказывать содействие в обучении и инструктировании рабочих; вести разъяснительную профилактическую работу.

Улучшение и облегчение условий труда на производстве во многом зависит от активности и умения общественных инспекторов и профсоюзных групп. Их предложения по вопросам охраны труда записываются в специальные журналы.

Важная роль в организации общественного контроля за соблюдением требований безопасности отводится комиссиям по охране труда ФЗМК. Комитет профсоюза в зависимости от числа работающих в хозяйстве определяет число членов этой комиссии и утверждает ее состав. Комиссию возглавляет один из членов комитета, который одновременно является старшим общественным инспектором предприятия (организации). Комиссия по охране труда профсоюзного комитета участвует в разработке и проверке выполнения комплексного плана улучшения условий и охраны труда, санитарно-оздоровительных мероприятий и разделов коллективного договора по охране труда; изучает причины производственного травматизма и профессиональных заболеваний, добиваясь их устранения; контролирует соблюдение законодательства о режиме рабочего времени и отдыха, применении сверхурочных работ, отпус-

ках, охране труда женщин и подростков, а также организацию и качество проведения инструктажа и обучения рабочих безопасным приемам труда; проверяет состояние техники безопасности на рабочих местах, своевременность обеспечения работников спецодеждой, спецобувью и защитными приспособлениями. В своей работе комиссия по охране труда опирается на общественных инспекторов, осуществляя непосредственное руководство их деятельностью.

Совместная работа администрации и профсоюзных комитетов дорожно-эксплуатационных организаций способствует успешной реализации мер, направленных на улучшение и оздоровление труда дорожников.

9.9. Действующие нормативные документы по охране труда при содержании и ремонте автомобильных дорог

Представленная информация по вопросам охраны труда далеко не исчерпывает всей совокупности нормативных документов и множества особенностей их применения. Поэтому в практических целях следует пользоваться документами, относящимися к тому или иному виду деятельности. Перечень основных документов по вопросам охраны труда в дорожных организациях при выполнении работ по содержанию и ремонту дорог приведен для расширения информационной базы.

1. ГОСТ 12.4.026-76. ССБТ. Цвета сигнальные и знаки безопасности. Утвержден постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 24 мая 1976 года № 1267.

2. СТБ 1119-98. Материал для горизонтальной разметки автомобильных дорог. Методы испытания.

3. ГОСТ 23407-78. Ограждения инвентарные строительных площадок и участков производства строительно-монтажных работ. Технические условия. Утвержден постановлением Государственного комитета СССР по делам строительства от 13 декабря 1978 года № 232.

4. ГОСТ 12.1.046-85. ССБТ. Строительство. Нормы освещения строительных площадок. Утвержден постановлением Государственного комитета СССР по делам строительства от 25 апреля 1985 года № 58.

5. СТБ 1291-2001. Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию дорог, допустимому по условиям безопасности движения.

6. ГОСТ 12.3.015-78. ССБТ. Работы лесозаготовительные. Требования безопасности. Утвержден постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 30 января 1978 года, № 291.

7. ГОСТ 27321-87*. Леса стоечные приставные для строительномонтажных работ. Технические условия. Утвержден постановлением Государственного комитета СССР по делам строительства от 3 июля 1987 года, № 107.

8. ГОСТ 28012-89*. Подмости передвижные сборно-разборные. Технические условия. Утвержден постановлением Государственного строительного комитета СССР от 5 января 1989 года, № 1.

9. ГОСТ 12.1.044-89 (ИСО 4589-84). ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. Утвержден постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 12 декабря 1989 года, № 3683 (с диапазоном температуры вспышки от 250 до 260°C).

10. ГОСТ 12.1.010-76. ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования. Утвержден постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 28 июня 1976 года, № 1581.

11. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. Утвержден постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 10 марта 1976 года, № 577.

12. ГОСТ 12.2.013.0-91. ССБТ. Машины ручные электрические. Общие требования безопасности и методы испытаний. Утвержден постановлением Комитета стандартов и метрологии СССР от 30 сентября 1991 года, № 1563.

13. ГОСТ 12.3.005-75. ССБТ. Система стандартов безопасности труда. Работы окрасочные. Общие требования.

14. ГОСТ 12.2.003-91. ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.

15. ГОСТ 12.1.007. ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.

16. ГОСТ 12.3.009-76. ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности.

17. ГОСТ 12.3.002. ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности.

18. ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.

19. ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.

20. ГОСТ 12.1.013-78. ССБТ. Строительство. Электробезопасность. Общие требования.

21. ГОСТ 21393-75. Автомобили с дизелями. Дымность отработавших газов. Нормы и методы измерения. Требования безопасности.

22. ГОСТ 119433-88. Грузы опасные, классификация и маркировка.

23. ГОСТ 25478-91. Автотранспортные средства, требования к техническому состоянию по условиям безопасности движения. Методы проверки.

24. ГОСТ 17.2.2.03-87. Охрана природы. Атмосфера. Нормы и методы измерений содержания окиси углерода и углеводородов в отработанных газах автомобилей с бензиновыми двигателями. Требования безопасности.

25. СНиП 3.06.03-85. Строительные нормы и правила. Автомобильные дороги. Утвержден постановлением Государственного комитета СССР по делам строительства от 20 августа 1985 года № 133.

26. СНиП 3.06.04. Строительные нормы и правила. Мосты и трубы. Утвержден постановлением Государственного комитета СССР от 28 ноября 1991 года № 17.

27. СНиП III-4-80*. Строительные нормы и правила. Часть III. Правила производства и приемки работ. Глава 4. Техника безопасности в строительстве. Утвержден постановлением Госстроя СССР от 9 июня 1980 года № 82.

28. СНиП 2.04.09-84. Пожарная автоматика зданий и сооружений.

29. СНиП 2.11.01-85. Складские здания.

30. СНиП 2.04.05-86. Отопление, вентиляция и кондиционирование.

31. СНиП 2.09.04-87. Административные и бытовые здания.

32. РД 218 БССР 29-88. Руководство по ограждению мест работ и расстановке дорожных знаков при строительстве, реконструкции и ремонте автомобильных дорог. Утвержден приказом Министерства строительства и эксплуатации автомобильных дорог Белорусской ССР от 19 февраля 1988 года, № 18.

33. СТБ 1090-97. Государственный стандарт Республики Беларусь. Материалы термопластичные для разметки автомобильных дорог. Технические условия. Утвержден приказом Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 13 ноября 1997 года, № 483.

34. СТБ 1231-2000. Государственный стандарт Республики Беларусь. Разметка дорожная. Общие технические условия. Утвержден постановлением Госстандарта Республики Беларусь от 23 июня 2000 года, № 18.

35. СНБ 2.04.05.98. СТБ. Естественное и искусственное освещение.

36. Правила по охране труда при строительстве, реконструкции, ремонте и содержании автомобильных дорог, утвержденные постановлением Министерства транспорта и коммуникаций РБ и Министерством труда и социальной защиты РБ от 25 июля 2002 года, № 5-д/106.

37. Правила пожарной безопасности при производстве строительномонтажных работ, утвержденные Главным управлением пожарной охраны Министерства внутренних дел СССР 26 февраля 1986 года по согласованию с Госстроем СССР 27 февраля 1986 года, № ДП-1042-1.

38. Правила по охране и безопасности труда в лесной, деревообрабатывающей промышленности и в лесном хозяйстве Республики Беларусь, утвержденные Министерством труда Республики Беларусь, Министерством лесного хозяйства Республики Беларусь и Белорусским производственно-торговым концерном лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности 30 января 1997 года, № 11/13/13.

39. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов, утвержденные Государственным комитетом по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и атомной энергетике Республики Беларусь 22 августа 1994 года. Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2000 г., № 100, 8/4246.

40. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов, утвержденные Министерством по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь 22.08.1984, № 47.

41. Правила охраны труда на автомобильном транспорте, утвержденные Министерством автомобильного транспорта и коммуникаций Республики Беларусь и Министерством труда и социальной защиты Республики Беларусь 01.03.2002, № 5/20.

42. Правила дорожного движения, утвержденные Постановлением Совета Министров Республики Беларусь 31.12.2002, № 1850. Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2003, № 135/11799.

43. Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 8 августа 2000 года № 33 «О порядке проведения обязательных медицинских осмотров работников». Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2000 г., № 87, 8/3914.

44. Положение о расследовании и учете несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, утвержденное Министерством труда Республики Беларусь и Министерством здравоохранения Республики Беларусь 17.05.1999, № 60/170.

45. Положение о рабочем времени и времени отдыха для водителей автомобильного транспорта, утвержденное Министерством транспорта и коммуникаций Республики Беларусь 25.05.2000, № 13.

46. Положение о планировании и разработке мероприятий по охране труда, утвержденное Министерством труда Республики Беларусь 23.10.2000, № 136.

47. Постановление Совета Министров Республики Беларусь. «О государственных нормативных требованиях охраны труда в Республике Беларусь» от 10.02.2003, № 150.

48. Положение об утверждении типового положения о службе охраны труда организации, утвержденное Министерством труда и социальной защиты Республики Беларусь 24.05.2002, № 82.

49. Положение об утверждении типового перечня средств индивидуальной защиты, непосредственно обеспечивающих безопасность труда, утвержденное Министерством труда Республики Беларусь 19.04.2000, № 65.

50. Трудовой кодекс Республики Беларусь. Принят 08.06.99. – Мн.: Амалфея, 2002.

10. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ДОРОЖНЫХ РАБОТ

10.1. Организация движения на участках дорог, где производятся ремонтные работы

Появление на автомобильной дороге ремонтных рабочих, дорожно-строительных машин, материалов и технологического оборудования создает значительные помехи для движения автомобилей и повышает вероятность возникновения дорожно-транспортных происшествий. Особенно затрудняется движение на дорогах с высокой интенсивностью и скоростью, а также в сложных ландшафтно-географических условиях, когда при ремонте дороги невозможно организовать необходимый объезд. Поэтому уже на подготовительном этапе ремонта дороги разрабатывается план организации движения в зоне производства работ, и на протяжении всего периода выполнения работ предпринимаются необходимые меры по неукоснительному его выполнению.

Наиболее общими мероприятиями по повышению безопасности и организации движения являются:

- 1) производство ремонтных работ на одной половине проезжей части с ограждением ее и пропуском движения по другой;
- 2) нормированное распределение интенсивности движения в течение суток с минимальным снижением его в ночное время и в ранние утренние часы.

В таких случаях организуется раннее оповещение автохозяев и других транспортных организаций в течение всего ремонтного периода; устанавливаются необходимые ограждения, запрещающие и указательные знаки на соответствующих участках работ; на участках, где движение по ремонтируемой дороге не может быть обеспечено, устраиваются объезды, которые должны соответствовать требованиям интенсивности и скорости движения, с покрытием из укрепленных грунтов, использованием местных гравийных, песчано-гравийных и щебеночных материалов; на особо напряженных участках, когда для проезда оставляются сравнительно узкие полосы, организуется регулирование движения регулировщиком, а при движении ночью обеспечивается взаимная видимость световых сигналов.

Защита участников дорожного движения от ДТП и охрана труда ремонтных рабочих проводятся с учетом характера выполняемых работ, интенсивности транспортных потоков, организации и технологии содержания и ремонта дороги.

Работы, выполняемые при содержании и ремонте дорог, принято разделять на 4 группы (вида):

1) аварийно-восстановительные, связанные с устранением дефектов проезжей части, обочин, тротуаров и пешеходных дорожек, образовавшихся в результате стихийных бедствий, ДТП и т. п.

2) кратковременные в светлое время суток при наличии на дороге рабочих при текущем ремонте и содержании дорог;

3) осуществляемые под защитой автомобилей прикрытия и (или) сопровождения при текущем ремонте и содержании дорог с использованием только перемещающихся дорожных машин и механизмов в любое время суток;

4) долговременные, выполняемые в течение более чем одной смены.

При содержании дороги с использованием мобильных машин (подметально-уборочных, снегоочистителей, распределителей противогололедных материалов и др.) достаточно оборудовать их проблесковыми маячками и на каждую навесить предписывающий знак «Объезд препятствия слева» (рис. 10.1).

Ремонт покрытия и дороги в целом может выполняться как при частичном сужении проезжей части, так и при полном переводе движения на специально устроенный объезд. В соответствии с РД 0219.1.31-2003 «Обустройство мест производства работ при строительстве, реконструкции, ремонте и содержании автомобильных дорог, улиц и дорог населенных пунктов», безопасность движения обеспечивается с помощью стандартных технических средств организации дорожного движения (ТСОДД). Наиболее характерные типовые решения по обустройству мест производства дорожных работ приведены на рис. 10.2...10.18.

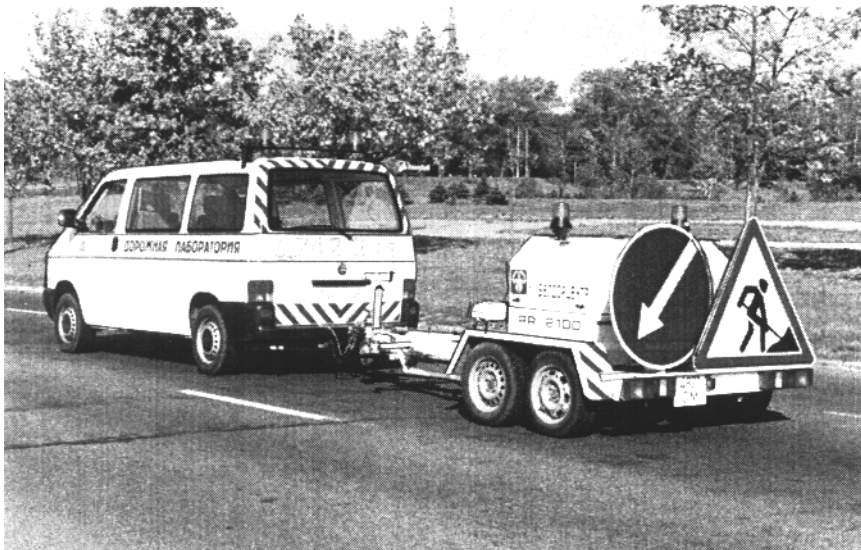


Рис. 10.1. Размещение дорожных знаков на автомобилях с установками для измерения сцепных качеств дорожного покрытия.

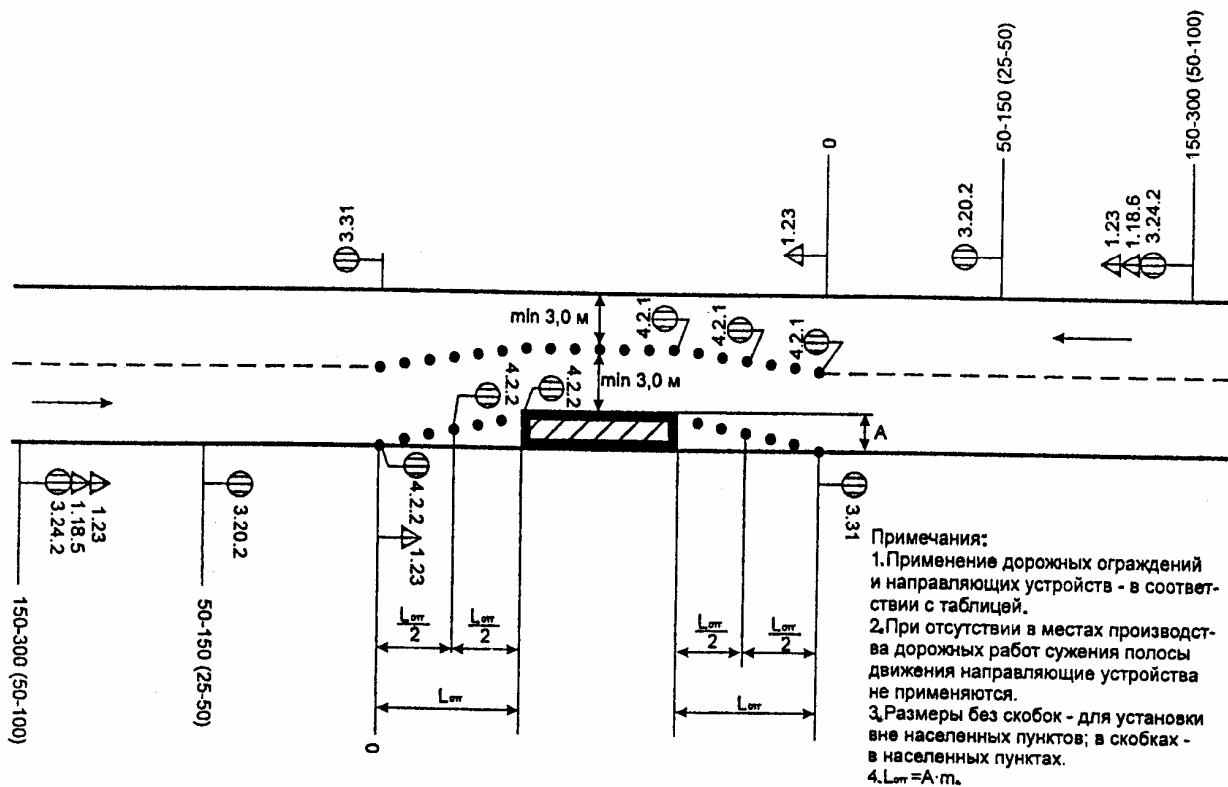


Рис. 10.2. Расстановка ТСОДД при производстве дорожных работ на правой стороне двухполосной дороги

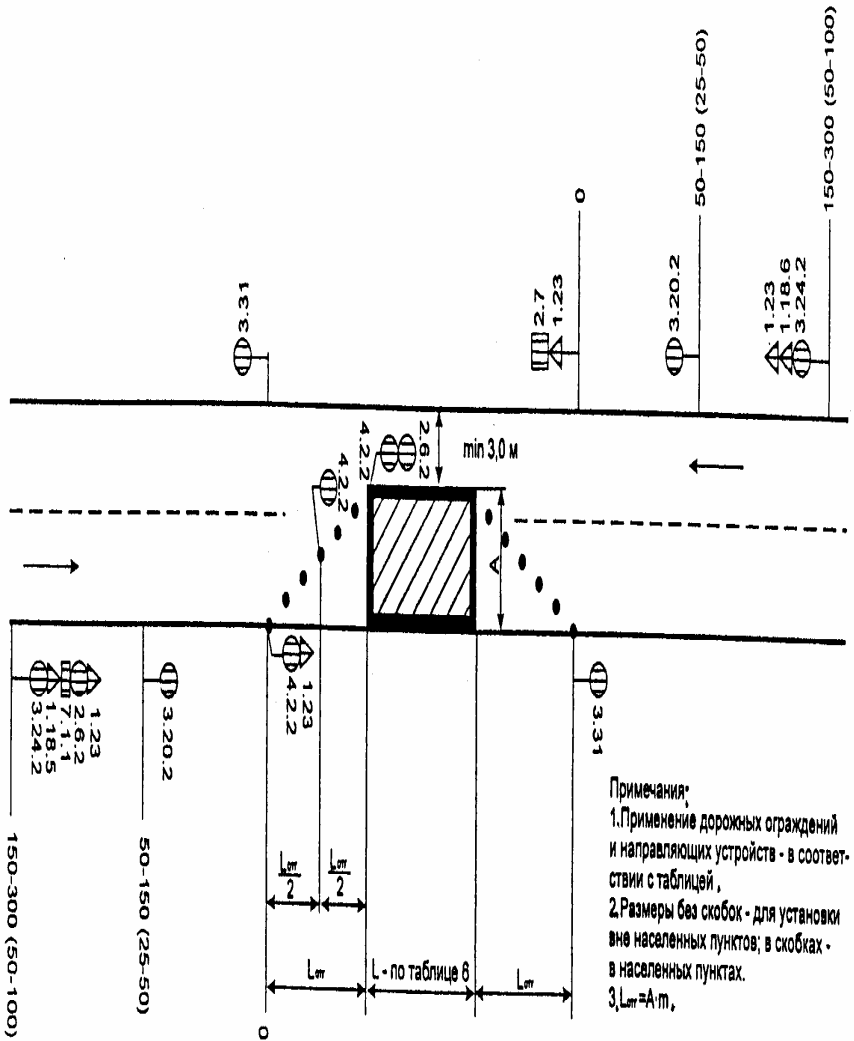


Рис. 10.4. Расстановка ТСОДД при производстве дорожных работ на правой стороне двухполосной дороги с пропуском транспортных средств по одной полосе движения

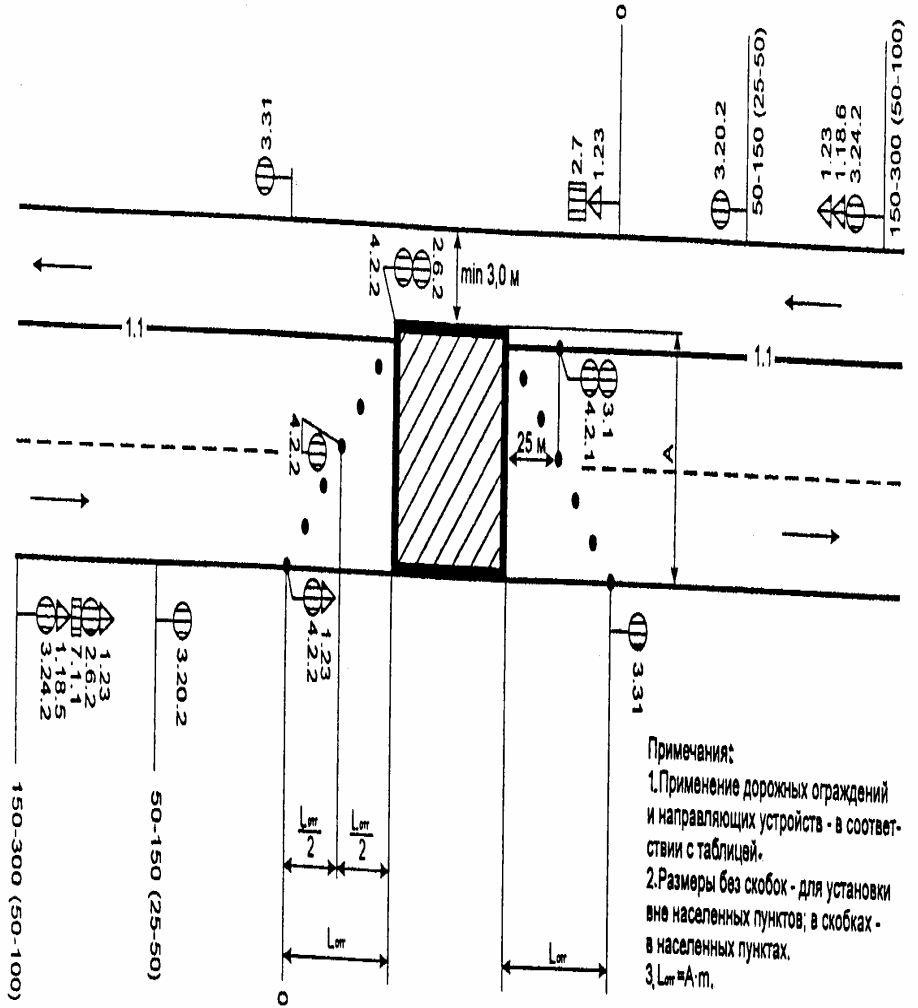


Рис. 10.5. Расстановка ТСОДД при производстве дорожных работ на правой стороне трехполосной дороги с пропуском транспортных средств по одной полосе движения

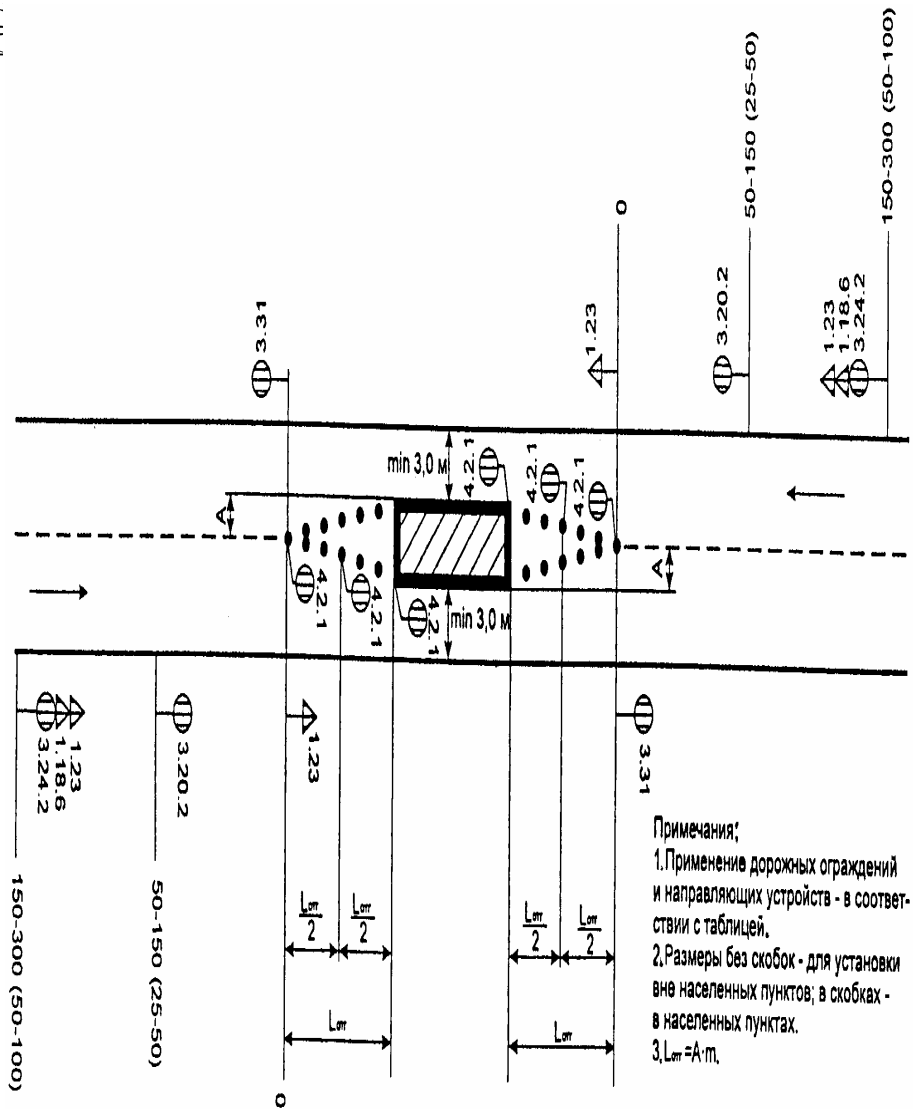
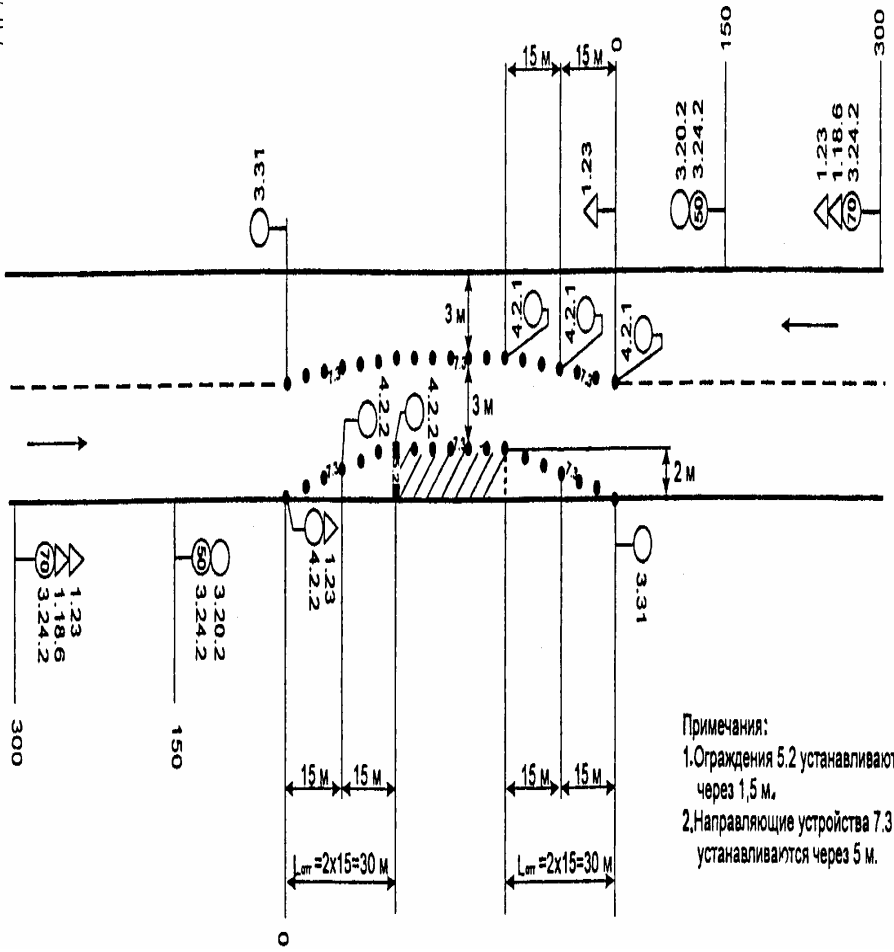


Рис. 10.6. Расстановка ТСОДД при производстве дорожных работ в центре проезжей части двухполосной дороги



- Примечания:
1. Ограждения 5.2 устанавливаются через 1,5 м.
 2. Направляющие устройства 7.3 устанавливаются через 5 м.

Рис. 10.8. Схема установки ТСОДД

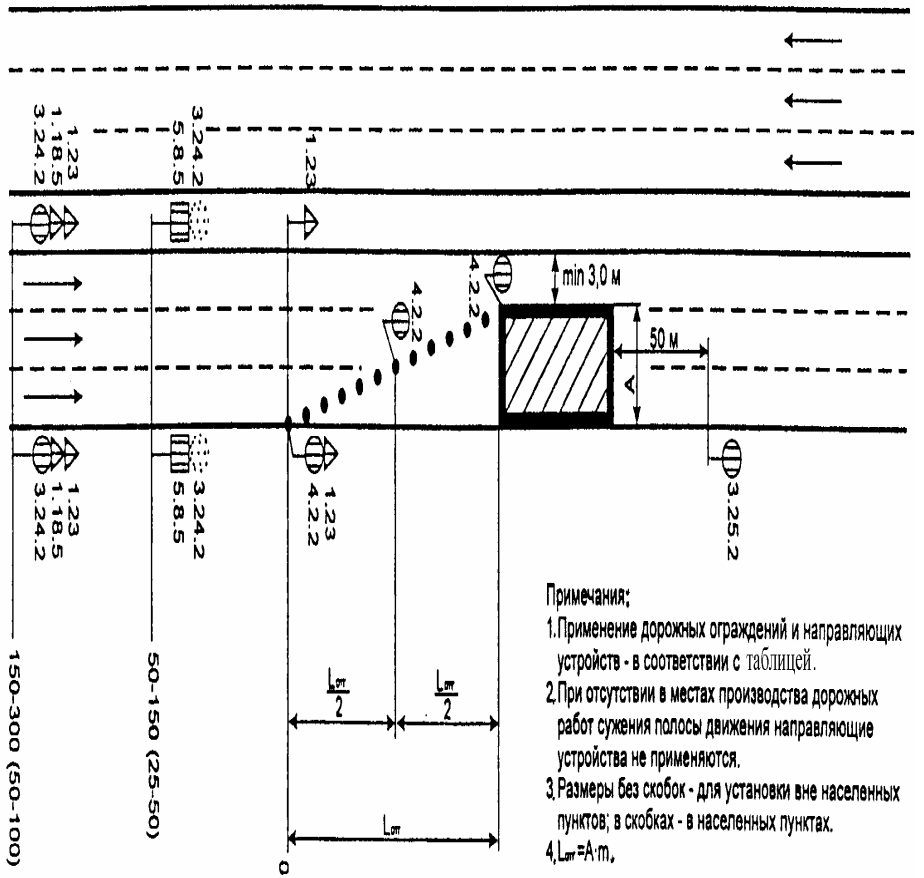


Рис. 10.9. Расстановка ТСОДД при производстве дорожных работ на правой стороне многополосной дороги с разделительной полосой

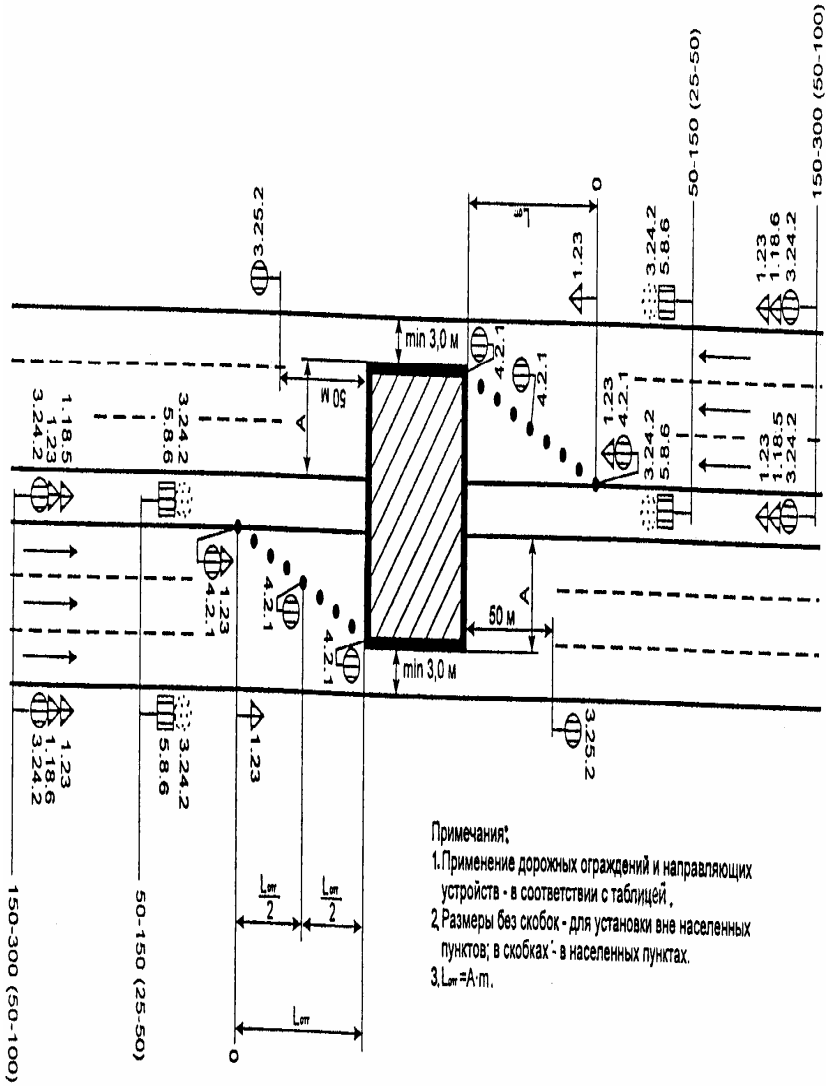


Рис. 10.10. Расстановка ТСОДД при производстве дорожных работ на левой стороне многополосной дороги с разделительной полосой

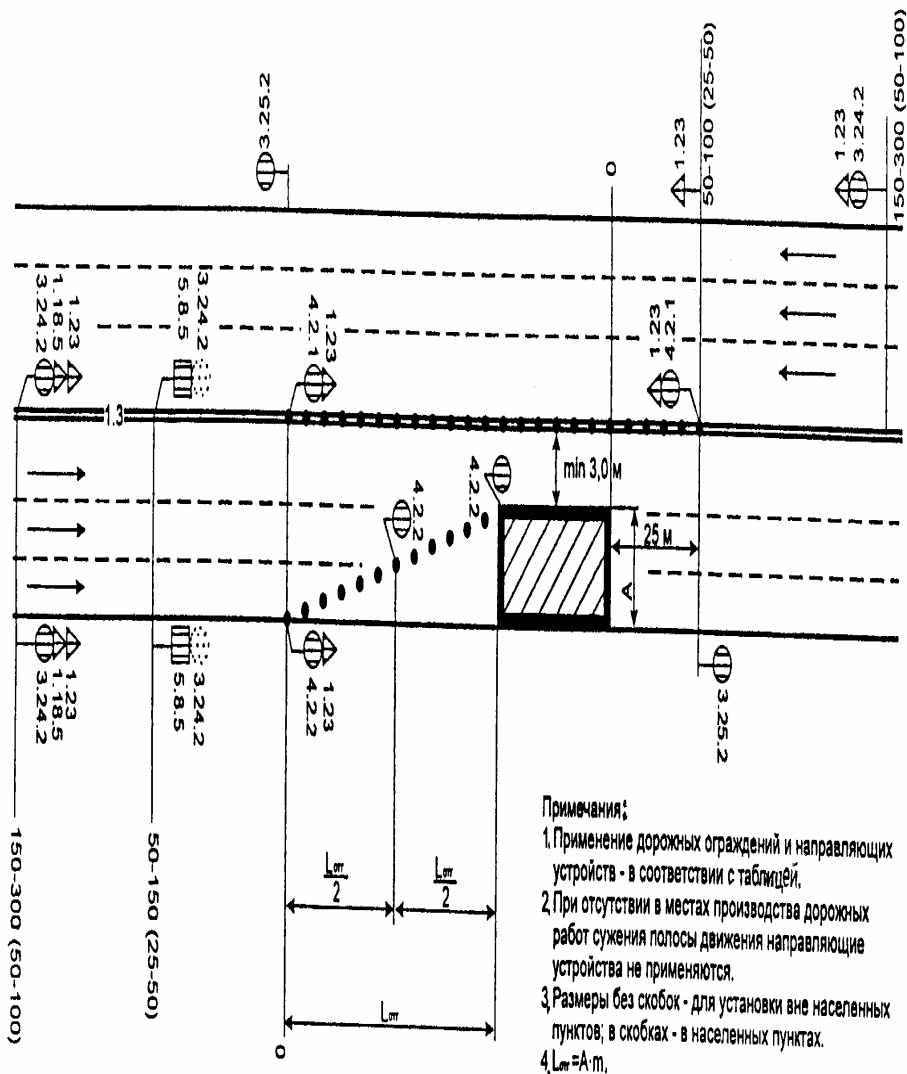


Рис. 10.11. Расстановка ТСОДД при производстве дорожных работ на правой стороне многополосной дороги без разделительной полосы

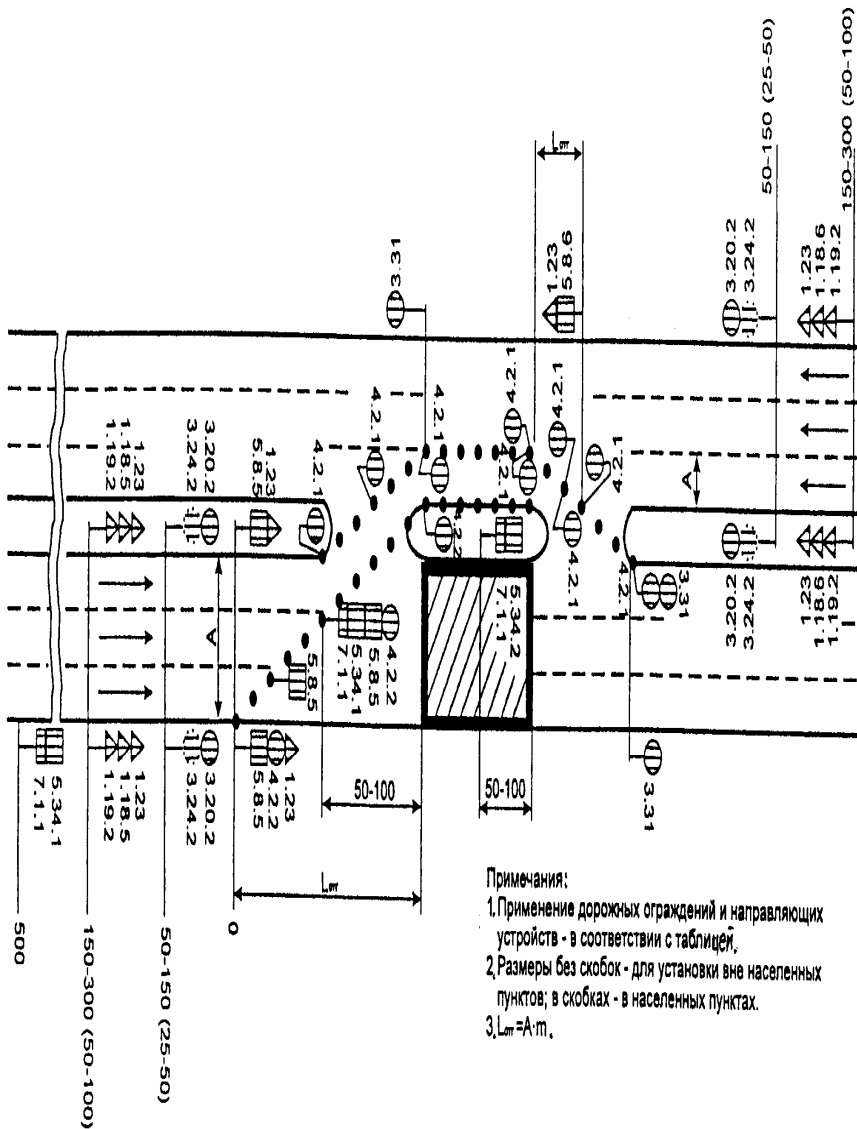


Рис. 10.13. Расстановка ТСОДД при производстве дорожных работ на половине проезжей части многополосной дороги

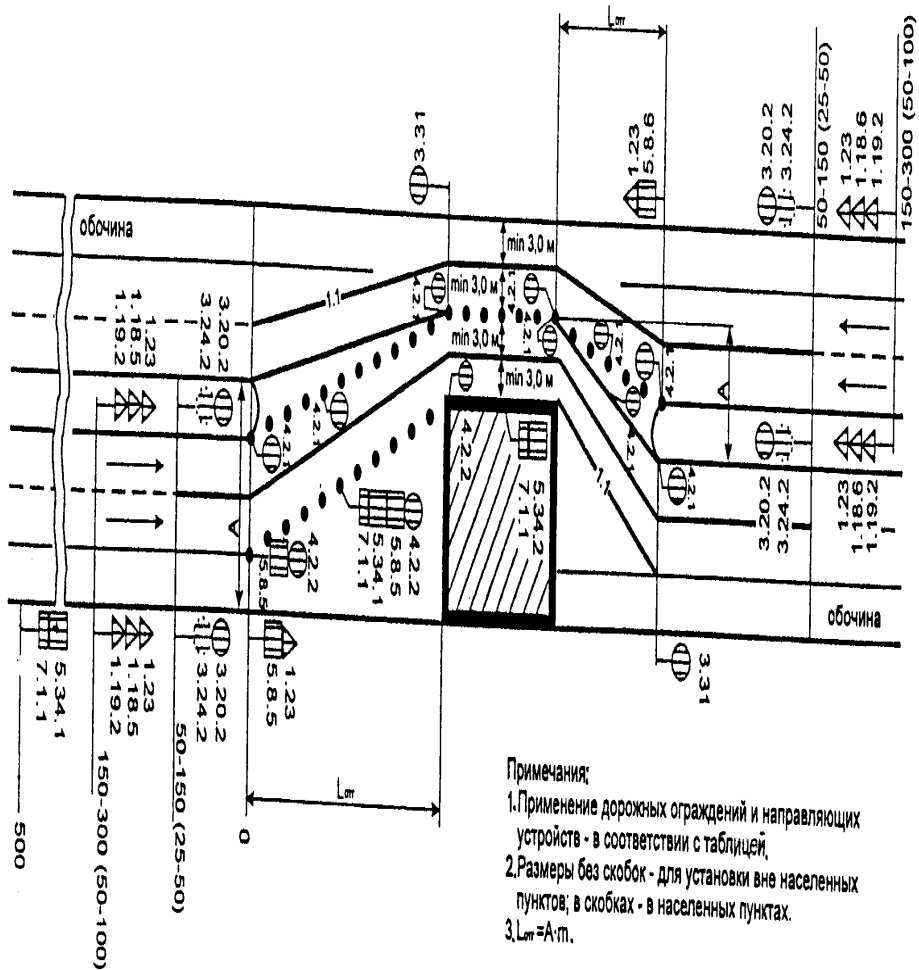


Рис. 10.14. Расстановка ТСОДД при производстве дорожных работ с перекрытием половины проезжей части четырехполосной дороги с разделительной полосой с сохранением движения по четырем полосам в двух направлениях движения

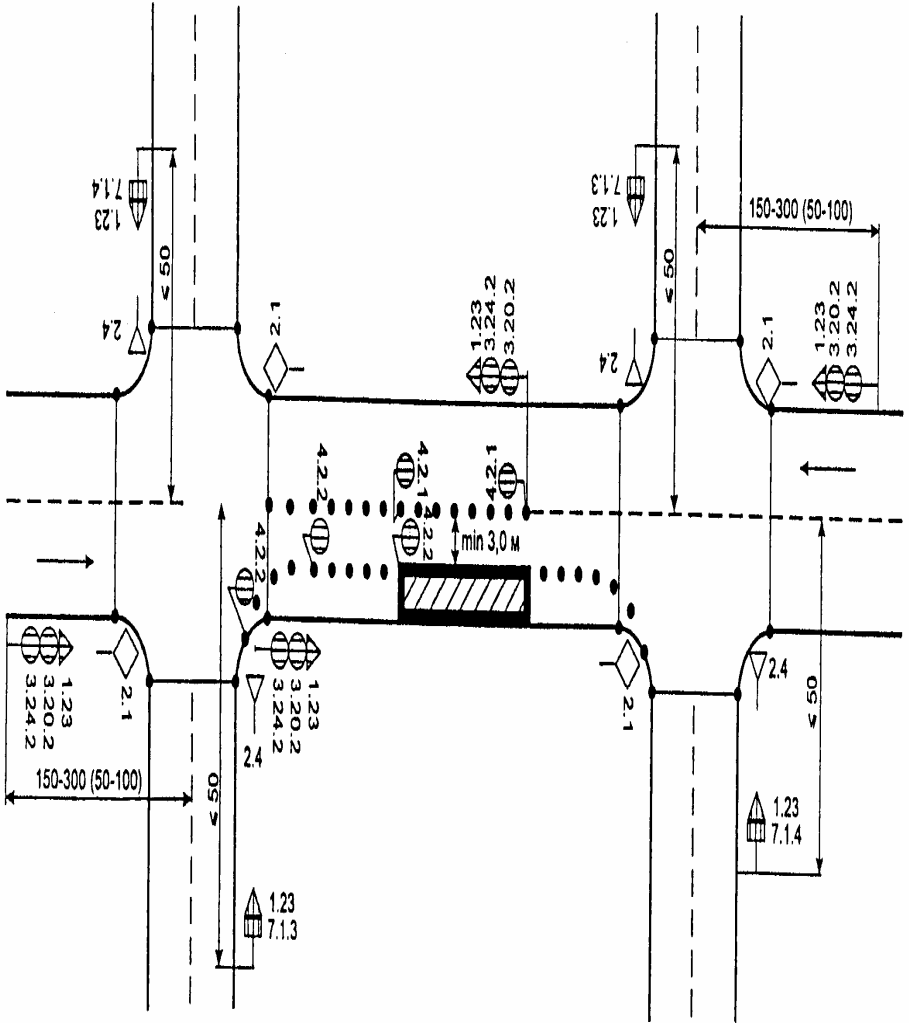


Рис. 10.15. Расстановка ТСОДД при производстве дорожных работ на правой стороне двухполосной дороги в зоне приближения к перекресткам

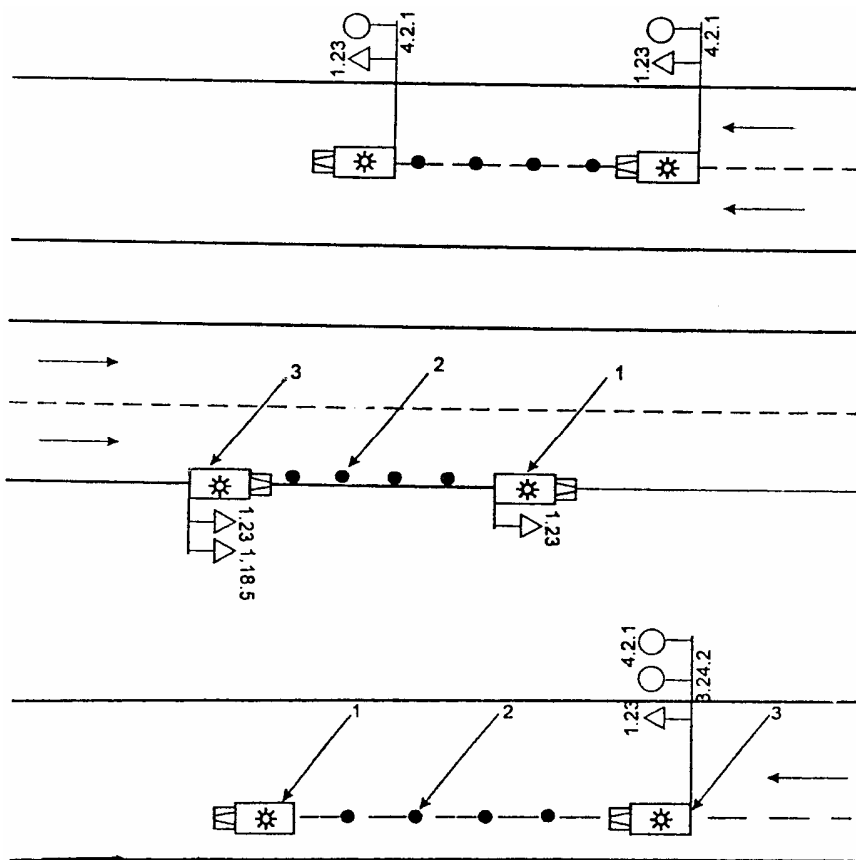


Рис. 10.16. Использование автомобилей сопровождения и автомобилей прикрытия при устройстве разметки проезжей части:
 1 – разметочная машина (сопровождения); 2 – направляющие устройства;
 3 – автомобиль прикрытия

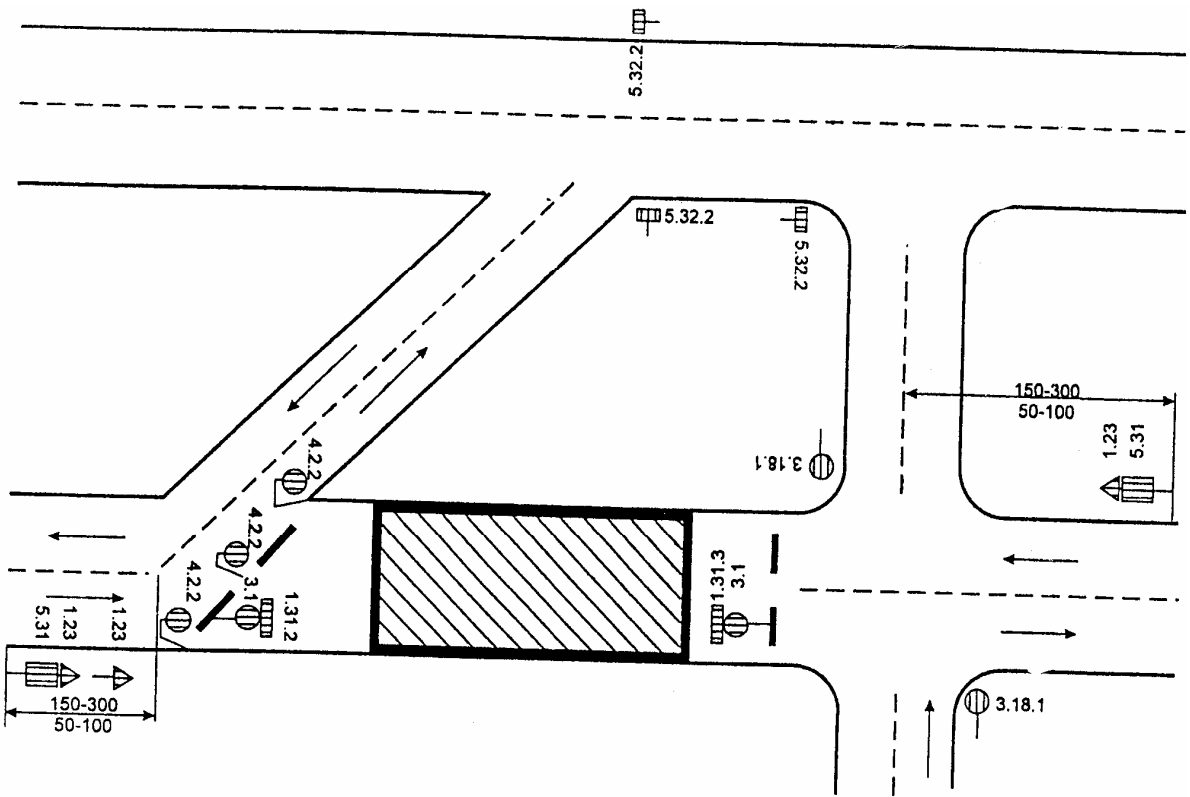


Рис. 10.17. Установка ТСОДД при закрытии транзитных участков на ремонт

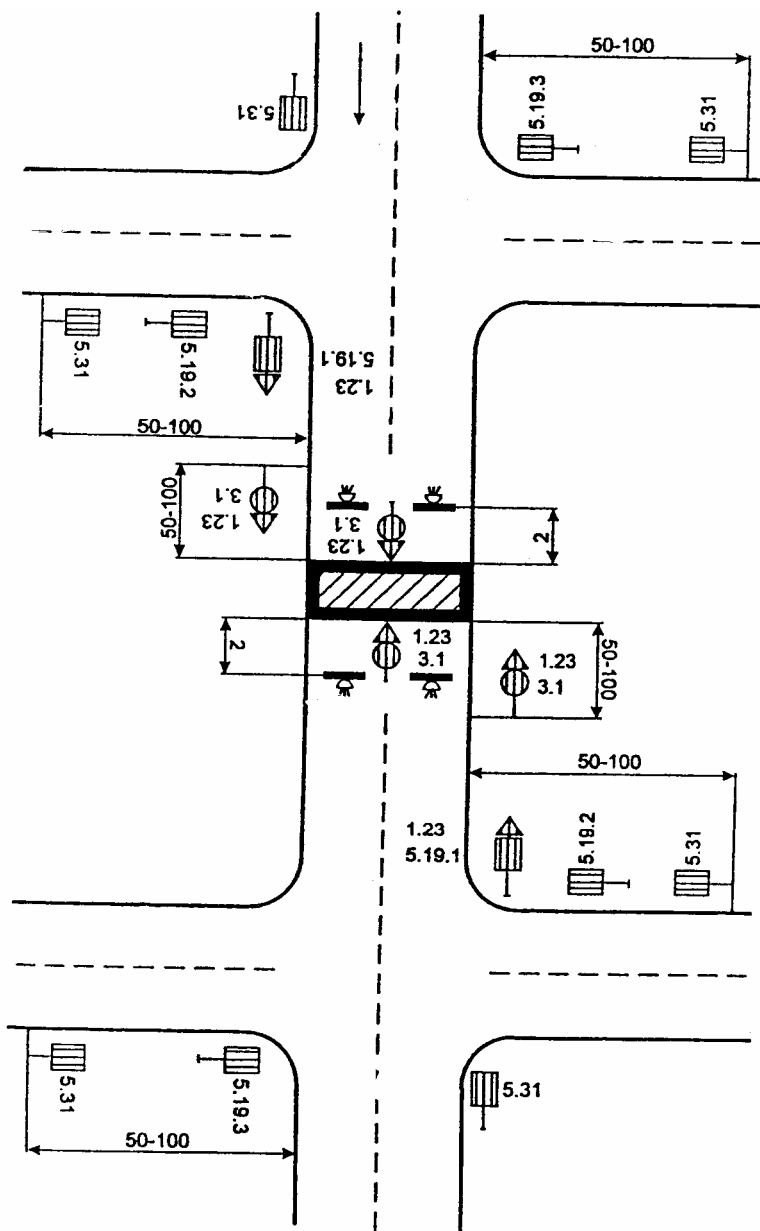


Рис. 10.18. Установка ТСОДД при закрытии транзитных участков на ремонт

10.2. Средства ограждения мест производства работ

Зона производства дорожных работ, как правило, должна быть надежно ограждена от возможности заезда на ее территорию следующих по дороге автомобилей. Для ограждения выделенных для ремонта зон используются дорожные знаки, конуса, барьеры, фонари, переносные светофоры и др. Классификация ТСОДД, применяемых в зоне дорожных работ, и требования по их изготовлению должны соответствовать данным табл. 10.1.

Т а б л и ц а 10.1

Классификация ТСОДД

Группа ТСОДД	Наименование ТСОДД	Предъявляемые требования
1	2	3
1	Дорожные знаки	по СТБ 1140, СТБ 1300
2	Дорожная разметка горизонтальная	по СТБ 1231, СТБ 1300
3	Дорожная разметка вертикальная	по СТБ 1231, СТБ 1300
4	Светофоры	по ГОСТ 25695, СТБ 1300
5	Дорожные ограждения первой группы	
5.1	Металлические дорожные, железобетонные, тросовые	по СТБ 1300 и утвержденным в установленном порядке техническим условиям предприятий-изготовителей; вертикальная разметка – в соответствии с СТБ 1231
5.2	Фундаментные блоки стандартные	по утвержденным в установленном порядке техническим условиям предприятий-изготовителей; вертикальная разметка – в соответствии с СТБ 1231

1	2	3
5.3	Объединенные в блоки различной конфигурации и заполненные водой, песком и т.п. пластиковые или металлические емкости	по утвержденным в установленном порядке техническим условиям предприятий-изготовителей
5.4	Скрепленные в блоки автомобильные покрышки, заполненные песком, гравием и т. п.	общая высота 0,8...1,2 м
5.5	Земляные валы	высота – не менее 0,6 м с обязательным применением дорожных знаков 1.31.1-1.31.3
6	Дорожные ограждения второй группы	по СТБ 1300 и утвержденным в установленном порядке отраслевым образцам (эталонам); конструкция ограждений – в соответствии с ГОСТ 23407, сигнальные цвета – в соответствии с ГОСТ 12.4.026
6.1	Сетчатые ограждения	
6.2	Перильные ограждения	
6.3	Панельные ограждения	
6.4	Панельно-стоечные ограждения	
6.5	Стойные ограждения	
7	Направляющие устройства	по техническим условиям предприятий-изготовителей
7.1	Сигнальные столбики	
7.2	Направляющие вехи	
7.3	Направляющие устройства из пластмассы или резины (сигнальные конуса)	
7.4	Сигнальные флажки	
7.5	Сигнальные шнуры	по техническим условиям предприятий-изготовителей

1	2	3
7.6	Автомобильные по- крышки	по техническим условиям предприятий-изготовителей
7.7	Светосигнальные уст- ройства (фонари)	цвет сигнальных фонарей – красный, желтый или бело- лунный; режим работы оп- ределяется документацией по ограждению мест работ; мощность и конструкция сигнальных устройств долж- на соответствовать правилам эксплуатации электротехни- ческих установок и обеспе- чивать их применение со- вместно со всеми видами дорожных ограждений и на- правляющих устройств
7.8	Световое панно (на ав- томобиле, прицепе или переносное)	по техническим условиям предприятий-изготовителей

Среди дорожных знаков чаще всего используются:

- предупреждающие: 1.18.5, 1.18.6 «Сужение дороги»; 1.19.1, 1.19.2 «Двустороннее движение»; 1.23 «Дорожные работы»; 1.31.1, 1.31.2, 1.31.3 «Направление поворота»;
- знаки приоритета: 2.6 «Преимущество встречного транспорта»; 2.7 «Преимущество перед встречным транспортом»;
- запрещающие: 3.20.1, 3.20.2 «Обгон запрещен»; 3.24.1, 3.24.2 «Ограничение максимальной скорости»; 3.25.1, 3.25.2 «Конец зоны ограничения максимальной скорости»;
- предписывающие: 4.2.1 «Объезд препятствия справа»; 4.2.2 «Объезд препятствия слева»; 4.2.3 «Объезд препятствия справа или слева»;
- информационно-указательные: 5.5 «Дорога с односторонним движением»; 5.6 «Конец дороги с односторонним движением»; 5.8.3, 5.8.4 «Начало полосы»; 5.8.5, 5.8.6 «Конец полосы»; 5.31

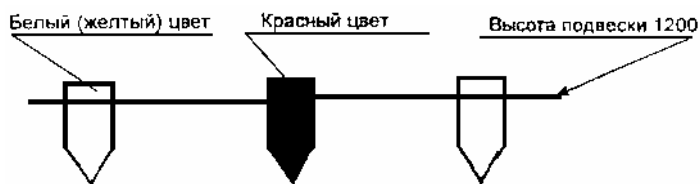


Рис. 10.21. Сигнальный шнур с цветными флажками

10.3. Ограждение мест производства дорожных работ

К началу ремонтных работ дорожной организацией разрабатываются схемы ограждения мест работ и расстановки дорожных знаков с указанием вида работ и сроков их выполнения, которые после согласования с органами ГАИ и утверждения руководителем дорожной организации служат разрешением на производство намеченных работ. Перед началом производства ремонтных работ должностные лица, руководящие их проведением, обязаны обеспечить ограждение участков и расстановку дорожных знаков в соответствии со схемами организации движения. При этом необходимо руководствоваться «Инструкцией по ограждению места работ и расстановке дорожных знаков при строительстве, реконструкции и ремонте автомобильных дорог». Требования к выбору ТСОДД приведены в табл. 10.2

Т а б л и ц а 10.2

Назначение и область применения ТСОДД

Группа ТСОДД	Назначение	Область применения
1	2	3
1	Дорожные знаки – для информирования участников дорожного движения об условиях, направлениях и режимах движения в зоне дорожных работ	для всех групп дорожных работ

1	2	3
2	Дорожная разметка горизонтальная – для информирования участников дорожного движения и обеспечения их зрительной ориентации в зоне дорожных работ	временная горизонтальная разметка 1.1, 1.2, 1.3, 1.5, 1.6, 1.7 и 1.11 желтого цвета из самоклеющихся материалов применяется на участках долговременных (свыше 5 суток) дорожных работ при несоответствии требований постоянной разметки вводимому режиму организации движения
3	Дорожная разметка вертикальная – для обеспечения зрительной ориентации участников дорожного движения в зоне дорожных работ	на всех группах ограждений, сигнальных столбиках, опорах и стойках дорожных знаков и направляющих устройств для всех видов дорожных работ
4	Дорожные светофоры – для регулирования дорожного движения в зоне дорожных работ	для 2-й и 4-й группы дорожных работ в случаях нецелесообразности использования регулировщиков, когда существующая интенсивность движения не обеспечивает встречного разъезда и не обеспечена видимость всей зоны дорожных работ с каждой стороны движения транспортных средств

1	2	3
5	Дорожные ограждения первой группы – для предотвращения вынужденных съездов транспортных средств в зону строительной площадки, в особо опасные места (мосты, траншеи, котлованы, ровики, уширения глубиной более 0,1 м и т. п.) и на полосы встречного движения в зоне дорожных работ	
5.1	Металлические дорожные, железобетонные, тросовые	применяются вне населенных пунктов при долговременных работах (свыше 1 месяца) на автомобильных дорогах категорий I-а, I-б и II для 4-й группы работ
5.2	Фундаментные блоки стандартные	применяются для всех групп дорожных работ на дорогах и улицах всех категорий
5.3	Объединенные в блоки различной конфигурации и заполненные водой, песком и т. п. пластиковые или металлические емкости	применяются для всех групп дорожных работ на дорогах и улицах всех категорий
5.4	Скрепленные в блоки и заполненные песком, гравием и т. п. автомобильные покрышки	применяются для всех групп дорожных работ на дорогах и улицах всех категорий
5.5	Земляные валы	применяются для всех групп дорожных работ на дорогах и улицах III, IV и V категорий

Продолжение табл. 10.2

1	2	3
6	Дорожные ограждения второй группы – для запрещения доступа посторонних лиц на строительную площадку, обозначения пешеходных проходов, находящихся в зоне дорожных работ	
6.1	Сетчатые ограждения	применяются на дорогах и улицах для 4-й группы дорожных работ, когда строительная площадка расположена в зоне перекрестка и ограничивает видимость пересекаемых проезжих частей дорог и улиц
6.2	Перильные ограждения	применяются в населенных пунктах для 4-й группы дорожных работ для упорядочения движения пешеходов
6.3	Панельные ограждения	применяются на дорогах и улицах для 4-й группы дорожных работ при устройстве подземных переходов, прокладке коммуникаций и выполнении других видов земляных работ в качестве охранно-сигнальных устройств для предотвращения доступа посторонних лиц на строительную площадку с опасными условиями производства в соответствии со СНиП III-4

1	2	3
6.4	Панельно-стоечные ограждения	применяются на дорогах и улицах для всех групп дорожных работ в качестве переносных охранно-сигнальных устройств для предотвращения доступа посторонних лиц на строительную площадку с опасными условиями производства (допускается применение конструкции в качестве направляющего устройства)
6.5	Стоечные ограждения	применяются на дорогах и улицах для всех групп дорожных работ в качестве сигнальных устройств для информирования пешеходов о наличии опасности на строительной площадке
7	Направляющие устройства для обеспечения зрительной ориентации участников дорожного движения в зоне дорожных работ	применяются на дорогах и улицах всех категорий для всех групп дорожных работ как самостоятельный элемент, так и в сочетании с другими элементами

Все места работ по ремонту и содержанию дорог, где возможен наезд транспортных средств на рабочих, должны быть ограждены, а при производстве работ по всей ширине проезжей части, кроме того, в обязательном порядке устроены удобные объезды. Барьеры устанавливают непосредственно за поворотом на объезд.

На барьерах закрытого для движения участка дороги укрепляют знаки «Въезд запрещен» и «Направление объезда препятствия» со

стрелкой, направленной в сторону объезда. В сложных условиях целесообразно применять «Маршрутную схему объезда».

При ремонтных работах на одной половине ширины проезжей части (одной полосе) движение автомобилей может происходить по второй половине (другим полосам). В этом случае ремонтируемую полосу ограждают продольными переносными барьерами (конусами) вдоль или параллельно оси проезжей части, а за концами ограждаемого участка – под углом к продольной линии с таким расчетом, чтобы образовалась направляющая транспорт воронка. Для работ по половинам ширины проезжей части (например, поверхностная обработка) или по оси дороги (разметка покрытия), начинаемых в светлое время суток, ставятся продольные ограждения из пластмассовых или каучуковых конусов, получивших широкое распространение при ремонте проезжей части городских улиц.

На многополосных дорогах для организации движения применяют разметку проезжей части, которая используется для нанесения отклоняющих линий, разделения потоков движения с обозначением рядности.

Ремонтируемый участок ограждают также предупреждающими знаками «Ремонтные работы», устанавливаемыми за 150...200 м до начала ремонтируемого участка на загородных дорогах и за 40...50 м – на дорогах в населенных пунктах (основной знак), а также непосредственно у мест работ (дублирующий знак). Если оставшаяся полоса проезжей части вместе с обочиной узка для разъезда встречных автомобилей, движение должно регулироваться специально выделенными лицами или осуществляться с помощью светофоров. Если длина регулируемого участка не превышает 40...50 м и обеспечена достаточная видимость, возможна организация движения по способу саморегулирования. Машины, материалы, оставляемые на проезжей части, а также на участках, где проезд не разрешен, должны быть ограждены поперечными ограждениями с красными флажками и фонарями (для ночного времени).

При складировании материалов для ремонта на обочине неогражденного участка дороги необходимо установить перед ним на расстоянии 5...10 м поперечный барьер и предупреждающий знак «Ремонтные работы». При ямочном ремонте проезжей части и ремонтных работах на обочинах устанавливают легкие барьеры с укрепленными на них предупреждающими знаками «Ремонтные работы» на расстоянии 5...10 м перед и за ремонтируемым местом.

Лицевую сторону перекладины барьера и стоек окрашивают в белый цвет с красными поперечными полосами; кроме того, на перекладине укрепляют несколько красных катафотов. В темное время суток на барьерах должны гореть фонари красного цвета. Тыльную сторону барьеров окрашивают в серый цвет.

При осмотре дорог работники дорожной службы должны идти по левой обочине. Через мосты следует переходить по тротуару, а если его нет, то ближе к перилам, становясь при необходимости для пропуска транспортных средств на предохранительную полосу у перил.

При остановке необходимо устанавливать перед собой красный флажок или стойку с фонарем ночью. Работающим на проезжей части и обочинах дорог, по которым не закрыто движение, следует надевать куртки или жилеты желто-оранжевого цвета.

11. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА ДОРОЖНЫХ РАБОТ

11.1. Воздействие дорожных работ и дорожной техники на окружающую среду

Производство работ по содержанию, ремонту и реконструкции автомобильных дорог оказывает существенное влияние на окружающую среду. Воздействия при этом могут быть самые различные. Среди них – потери ценной земельной площади; переселение людей; потери природных ресурсов; уменьшение биологического разнообразия; изменение гидрологических условий и эрозия почвы; заиливание и загрязнение почвенных вод; утрата культурного наследия; разрушение живописных ландшафтов; загрязнение воздуха; загрязнение воды; загрязнение почвы; шум; вибрация; барьерные эффекты; разливы в процессе строительства; аварийные утечки; изменение доступности; изменение характера мест проживания; распространение заболеваний; безопасность движения для традиционных пользователей и др.

Полная оценка воздействия на окружающую среду требуется в том случае, если проект может вызвать значительные негативные последствия, которые, возможно, будут необратимыми.

Прямые воздействия реализуемых проектов на окружающую среду происходят в результате строительства, ремонта и содержания дорог, транспортной нагрузки. Наиболее существенны строительные воздействия, связанные с расчисткой трассы, насыпкой и возведением до-

рожного полотна, – разрушение растительного покрова, ограничение каких-либо видов землепользования, нарушение естественной дренажной системы, изменение высоты подъема грунтовых вод, оползни, эрозия, образование отложений в реках и озерах, ухудшение видовых перспектив, разрушение культурных центров, создание помех перемещению представителей дикой природы, скота и местных жителей. Большинство этих воздействий могут иметь место не только на строительной площадке, но и в карьерах, котлованах, на складских площадках. Поэтому при разработке планов содержания дорог, проектов их строительства, ремонта или реконструкции необходимо производить экологическую оценку принятых технических и технологических решений дорожных объектов. Кроме того, отрицательное воздействие на экологическую и социально-культурную среду может возникать в результате строительства и содержания дорог из-за загрязнения воздуха и почвы от асфальтобетонных заводов, пыли, шума от строительного оборудования и взрывных работ, использования пестицидов, проливов топлива и нефти, появления отходов, мусора, загрязнения территории в связи с присутствием большого количества строительных рабочих.

Непосредственные воздействия эксплуатируемых дорог на окружающую среду могут включать: увеличение потребности в топливе для транспорта; аварии; вытеснение немоторных средств транспорта; усиление загрязнения воздуха, шум, замусорение обочин; увечья и гибель животных и людей при попытке перехода дорог; угроза здоровью и окружающей среде от аварий, связанных с перевозимыми опасными материалами; загрязнение воды от стоков с вредными веществами, накапливающимися на поверхности дороги.

Снизить до минимума отрицательное воздействие транспортных машин и ремонтно-строительных процессов можно путем оптимизации их работы, принятия мер по защите и восстановлению природного равновесия.

11.2. Воздействие автомобильного транспорта на окружающую среду

11.2.1. Загрязнение воздуха

Автомобильный транспорт создает значительную нагрузку на экологическую систему. Он используется не только для перевозки пассажиров и грузов, но и при выполнении различных дорожных работ.

Загрязнение воздуха, вызванное автотранспортом, подчиняется определенному циклу: эмиссия загрязнителей (в зависимости от типа автомобиля, состояния двигателя, качества топлива); распространение в воздухе (в зависимости от локальной топографии, температуры, дождевых осадков, ветра); восприятие (поглощение) человеком, почвой, флорой и фауной.

Основными загрязнителями при воздействии на природную среду являются:

1) окислы азота (NO_x), сохраняющиеся в атмосфере несколько дней и играющие роль в образовании кислот; оказывают воздействие на дыхательную систему человека, жизнедеятельность растений (действуют как окислители);

2) углеводороды (CH), образующиеся при неполном сгорании и испарении топлива; включают различные органические химические соединения, влияющие на здоровье, – токсичные, раздражающие, канцерогенные, мутагенные;

3) моноокись (окись) углерода (CO), содержащаяся в атмосфере от одного до двух месяцев; соединяется с гемоглобином крови человека, препятствуя переносу кислорода; в малых дозах может вызвать головную боль, головокружение, расстройство органов чувств; в сильных дозах вызывает асфиксию, которая может привести к смерти (дизельные двигатели дают меньше эмиссии CO и CH , чем бензиновые);

4) двуокись серы (SO_2), сохраняющаяся в атмосфере от нескольких часов до нескольких недель (уровень эмиссии прямо связан с содержанием серы в топливе); вызывает дыхательные проблемы; ее кислотность действует на растения (кислотные дожди), водный обмен, строительные материалы;

5) твердые частицы, включающие взвешенные в воздухе частицы дизельного топлива, материалов, образующиеся в результате трения и износа шин, тяжелые металлы, пыль; вызывают раздражение глаз, дыхательных путей, фиброзные, аллергические, канцерогенные или мутагенные эффекты;

б) свинец (Pb), повышающий при добавлении к топливу октановое число и способствующий смазке двигателя, но оказывающий отрицательное действие на организм; вызывает нервные расстройства (особенно у детей), анемию; может попадать в организм с вдыхаемым воздухом, питьевой водой или овощами.

Выхлопные газы содержат около 200 различных соединений, которые по характеру воздействий на организм человека подразделяются на семь групп:

- 1) нетоксичные (азот, кислород, водяные пары, углекислый газ);
- 2) токсичные (окись углерода – угарный газ);
- 3) окислы азота;
- 4) углеводороды;
- 5) окислы серы;
- 6) соединения свинца;
- 7) сажа.

Состав отработавших газов зависит от типа двигателя и используемого топлива (табл. 11.1). Предельно допустимая концентрация их компонентов приведена в табл. 11.2.

Т а б л и ц а 11.1

Перечень и состав основных компонентов отработавших газов в автомобиле, %

Компоненты	Единицы измерения	Состав выхлопа двигателей	
		карбюраторных	дизельных
Азот N ₂	%	74...77	76...78
Кислород O ₂	%	0,3...8	2...18
Пары воды H ₂ O	%	3...3,5	0,5...4
Диоксид углерода CO ₂	%	5...12	1...10
Оксид углерода CO	%	0,5...12	0,01...0,5
Оксид азота NO _x	%	0,007...0,8	0,0002...0,5
Углеводороды неканцерогенные C _n H _m	%	0,2...3	0,009...0,5
Альдегиды	%	0...0,2	0,01...0,009
Сажа	%	0...0,4	0,01...1,1
Бенз(а)пирен-3,4	%	до 10...20	до 10

Предельно допустимые концентрации компонентов
отработавших газов

Вещества	ПДК, мг/м ³		
	в рабочей зоне	в воздухе	
		максималь- ные разовые	средне- суточные
Азот N			
Оксид NO	30	0,6	0,006
Оксид NO ₂	2	0,45	0,04
Свинец Pb	0,02	-	0,0003
Нитрат Pb (NO ₃) ₂	0,01	-	0,0003
Сера S	6	-	-
Оксид серы SO ₂	10	0,5	0,05
Углерод С:	4	0,15	0,05
Оксид СО	20	5	3
Оксид СО ₂	9000	-	-
Бенз(а)пирен С ₂₀ Н ₁₂	0,00015	-	0,000001
Бутан С ₄ Н ₁₀	300	200	-
Пропан С ₃ Н ₈	1800	-	-
Бензин топливный в расчете на С	100	0,05	0,05
Углеводороды алифа- тические предельные в расчете на С	300	-	-

Кроме газообразных, выхлопы автомобилей содержат вещества в виде паров или аэрозолей, в которых содержатся различные углеводороды - соединения типа С_nН_m. Поступление углеводородов в атмосферу обусловлено процессами неполного сгорания горючего при низком отношении воздух-топливо. В выхлопе содержится 3...4 % углеводородов, довольно устойчивых и способных долгое время накапливаться в окружающей воздушной среде.

Из большого многообразия токсичных углеводородов наиболее опасен из-за своих канцерогенных свойств бенз(а)пирен-3,4, приводящий к раковым заболеваниям кожи, легких и желудка. Количество

бенз(а)пирена, выбрасываемого в атмосферу, зависит от содержания в горючем ароматических углеводородов, но оценка его выбросов затруднительна, так как поступление зависит не только от вида топлива и его количества, но и от режима сгорания. ПДК ароматических углеводородов, в том числе обладающих канцерогенными свойствами, пока не изучены, а поступление их в атмосферу постоянно возрастает.

Количество бенз(а)пирена в воздухе увеличивается, если движение транспортного потока осуществляется по покрытиям, в состав которых входят каменноугольные дегти и пеки.

В продуктах сгорания, выбрасываемых автомобилями, находятся также тяжелые металлы, загрязнение которыми происходит в довольно широкой полосе – до 100 м и более от полотна дороги. Металлы накапливаются в древесной и травянистой растительности, а через нее передаются животным и людям.

При движении автомобилей по дороге происходит изнашивание автомобильных шин, тормозных прокладок, истирание асфальтобетонных покрытий.

При истирании шин происходит, в основном, загрязнение придорожной полосы кадмием, добавляемым к резине для ускорения процессов вулканизации. Содержание кадмия значительно увеличивается при стирании старых шин с восстановленным протектором. Кадмий весьма токсичен, способен накапливаться в организме человека и поражать его внутренние органы.

Очень опасна для здоровья человека канцерогенная асбестовая пыль, образующаяся при изнашивании тормозных прокладок и истирании асфальтобетонных покрытий с содержанием асбеста (например, при наличии асбестосодержащих каменных материалов в качестве заполнителей или асбестовых волокон для армирования асфальтобетона и предотвращения трещинообразования).

Запыленность и задымленность воздуха, возникающая в результате воздействия автомобилей, особенно с дизельным двигателем, тоже наносит значительный ущерб окружающей среде, отрицательно воздействует на здоровье человека. Запыленность вызывает изменение прозрачности атмосферы и, как следствие, снижение видимости, освещенности, усиление ультрафиолетовой радиации, ведет к ухудшению микроклимата городов, увеличению числа туманных дней. В местах с большим количеством антропогенных источников вредных веществ, особенно в крупных промышленных цен-

трах с малым воздушным обменом, концентрация загрязняющих атмосферу веществ уже в настоящее время является недопустимо высокой, что пагубно сказывается на здоровье человека, оказывает вредное влияние на всю живую природу.

Вредные выбросы сосредотачиваются у поверхности земли, где их концентрация при определенных условиях резко возрастает. Это особенно опасно при слабом ветре (безветрии) и туманах, когда увеличивается концентрация примесей в нижнем слое, а действие некоторых из них, например, сернистого газа, приобретает более токсичный характер. Специфические сочетания дыма и тумана (смог) особенно опасны для здоровья человека.

11.2.2. Шумовое загрязнение

Существенное влияние на состояние окружающей среды оказывает шум автомобильного транспорта. Шумовое загрязнение в последнее время стало одной из основных социальных и гигиенических проблем (рис. 1.1, 1.2).

Сильный шум возникает, в основном, в городских районах и придорожных деревнях с интенсивным движением и является одним из наиболее очевидных воздействий ежегодного использования дорог, источником и причиной многих болезней. Он раздражает, замедляет психические реакции, поднимает артериальное давление, нарушает обмен веществ, вызывает быстрое утомление. Медики доказали, что чрезмерный шум ведет к избыточному образованию в артериях холестерина, что приводит к развитию атеросклероза.

С точки зрения физики шум - это механические колебания, распространяющиеся в воздухе и других упругих средах. Звуковая волна оказывает на барабанную перепонку периодическое давление (звуковое) и вызывает колебание перепонки, воспринимаемое слуховым нервом и передаваемое в слуховые центры коры человеческого мозга. Так возникает ощущение звука.

В физиологическом отношении звук характеризуется громкостью и высотой. Ощущение громкости и высоты звука определяется физическими свойствами звуковых волн – амплитудой звукового давления и частотой его изменений.

АКУСТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

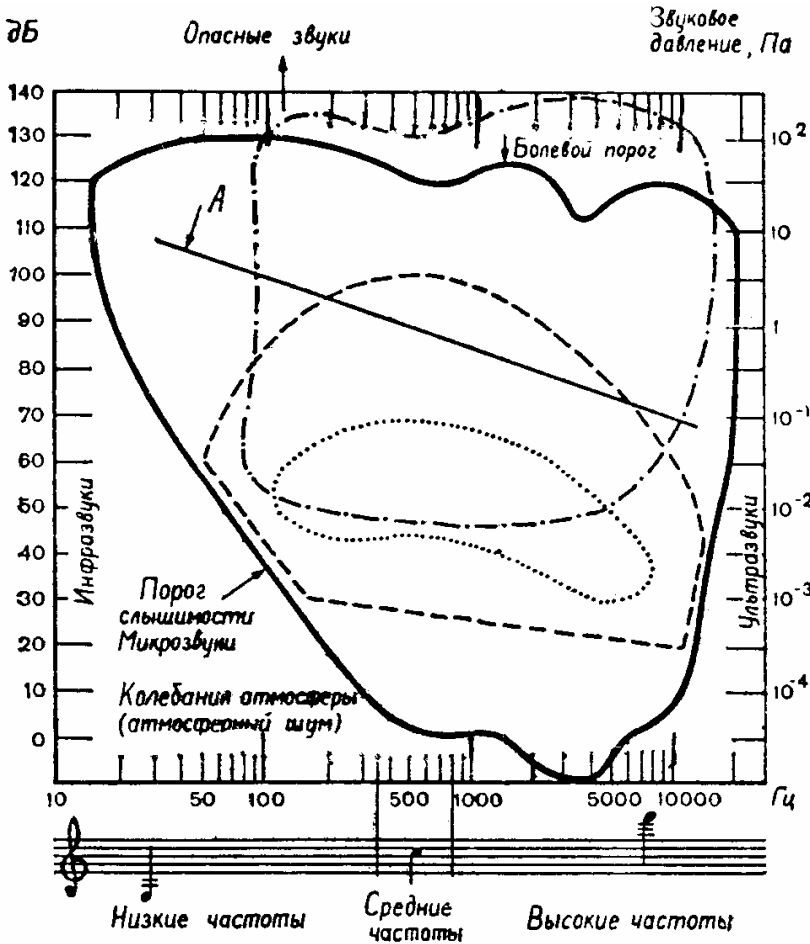


Рис. 11.1. Диаграмма звука – слуховое поле

Слуховое поле (—) человека включает в себя области промышленных звуков (— · · · — · · —), человеческой речи (· · · ·) и музыкальных тонов (— · · —). Плоскость слухового поля пересекает слуховой порог (когда человек начинает воспринимать звук), болевой порог (когда орган слуха болезненно воспринимает звуковое давление), а также границы инфра- и ультразвуков (которые ухо человека не воспринимает). Уровень звука (дБ) в промышленных помещениях не может превышать границы *A*, выше которой шум рассматривается как вредный для здоровья. В качестве критической, вредной для человеческого уха выступает частота 4100 Гц.

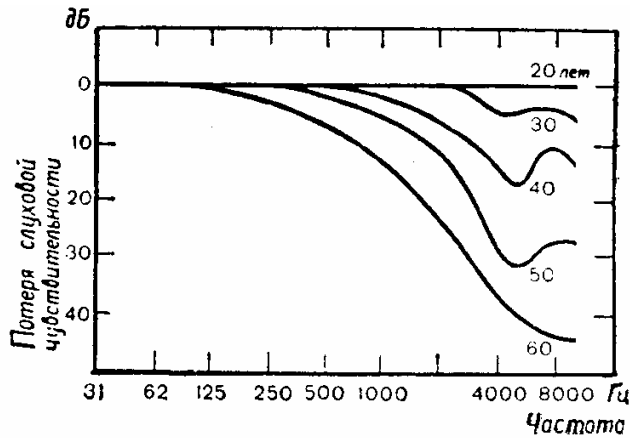


Рис. 11.2. Потеря слуховой чувствительности с возрастом

Человеческое ухо способно оценивать не абсолютное, а относительное изменение звукового давления, поэтому введено понятие «уровня звукового давления». С физико-математической точки зрения это – десятикратный десятичный логарифм отношения интенсивности звуковой энергии к ее пороговому значению.

Для практических целей при определении изменений уровней звукового давления в акустике принято пользоваться международной величиной, равной 1/10 бела, – децибелом (дБ). Опытом установлено, что увеличение силы звука в 10 раз, то есть на 1 бел, на слух ощущается как увеличение громкости примерно в 2 раза.

Человек обладает чрезвычайно большим диапазоном чувствительности – от 20 до 120 дБ, что соответствует изменению интенсивности звуковой энергии в 10 раз. Уровень шума менее 55 дБА (А - корректирующий контур шумомера, отражающий субъективность восприятия шума человеком) не причиняет вреда человеку, от 55 до 60 дБА – причиняет некоторые неудобства наиболее чувствительным людям, от 60 до 65 дБА (ночью) – вызывает крайне неприятные ощущения, более 65 дБА – причинят существенные неудобства.

В зависимости от частоты звуковых волн выделяют инфразвук ($f < 16$ Гц), слышимый звук ($f = 16 \dots 20$ кГц) и ультразвук ($f > 20$ кГц).

Диапазон слышимых частот (от 16 до 20000 Гц) охватывает 10 октав. Измерение уровней звукового давления на средних частотах октав (31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц) дает представление об активном спектре шума – другой важной физической характеристике звуковых волн.

Спектр шума – это распределение уровней звукового давления по октавным или третьооктавным полосам. По характеру спектра различают низкочастотный ($f < 300$ Гц), среднечастотный (300...800 Гц) и высокочастотный (> 800 Гц) шум. Человеческое ухо обладает неодинаковой чувствительностью на разных частотах: оно более чувствительно к средним и высоким звукам.

Транспортный шум - это совокупность звуков, возникающих в процессе работы двигателей транспортных машин и их движения. Он характеризуется звуковым давлением, скоростью распространения и интенсивностью. В технической акустике транспортный шум принято оценивать в относительных логарифмических единицах (белах и децибелах); основной характеристикой в этом случае считается уровень силы звука (уровень шума).

Автомобильный транспорт создает шум, главным образом, вследствие работы двигателя. Кроме того, на возникновение и уровень транспортного шума оказывают влияние тип и техническое состояние транспортных средств, режим движения автомобилей, состав и интенсивность транспортного потока. Немалое влияние на эмиссию шума оказывают дорожные условия и, в первую очередь, вид, ровность и шероховатость дорожного покрытия, величина и протяженность дорожных уклонов, параметры горизонтальных и вертикальных кривых, инженерное обустройство дороги и др.

Вызванный шумом дискомфорт - сложный фактор для оценки: он включает слуховую усталость и временное ослабление способности слышать. Даже не воспринимаясь осознанно, дискомфорт может иметь серьезные последствия для здоровья.

Восприятие шума часто происходит на фоне окружающего уровня, поэтому новые дороги в тихих районах или шумные грузовики ночью часто воспринимаются как большее зло, чем высокий уровень шума на протяжении всего рабочего дня.

С другой стороны, измеренные уровни шума и потенциальное воздействие его на здоровье человека наиболее высоки, когда шум

от транспорта соединяется с другими источниками, создавая общий неприемлемый уровень шума.

Источники транспортного шума включают:

1) шум двигателей, трансмиссий, выхлопов, подвесок автомобилей, особенно интенсивный при разгоне, на подъемах, плоских дорогах или в прерывистом режиме движения, а также шум при работе двигателя, возникающий из-за плохого обслуживания автотранспортной техники;

2) шум при движении от контакта между шинами и покрытием, зависящий от типа шин, покрытия и дорожных условий (обычно возрастает при повышении скорости и резком торможении);

3) использование водителями звукового сигнала, что значительно повышает общий уровень шума.

Во всех странах мира приняты стандарты, в которых регламентируются требования к эксплуатации транспортных машин, определены санитарные нормы допустимого шума для различных градостроительных зон.

Т а б л и ц а 11.3

Оценка основных источников транспортного шума

Вид источника	Эквивалентный уровень шума, дБ
Автомобильный транспорт (на расстоянии 7,5 м)	77...83
Легковые автомобили	77
Автобусы и грузовые автомобили	78...83
Железнодорожный транспорт (на расстоянии 20 м)	90...101
Воздушный транспорт (под трассой)	98...105

Например, допустимый шум уличного движения у стен домов составляет днем – 50, ночью – 40 дБ. Общий уровень шума в жилых помещениях не должен превышать днем – 40, ночью – 30 дБ.

Под эквивалентным уровнем шума подразумевается его среднее значение в рассматриваемый промежуток времени. Он определяется по формуле

$$L_{\text{экв}} = 10 \lg \left(1/T \int_0^T 10^{L_{Ai}/10} dt \right), \quad (11.1)$$

где T – общая продолжительность наблюдения, с;

L_{Ai} – мгновенный уровень шума в i -ом интервале;

dt – временной интервал, в течение которого уровень звука находится в заданных пределах, с.

С учетом интенсивности движения эквивалентный уровень шума определяется по формуле

$$L_{\text{экв}} = \left\{ (PWL)_{V_{\text{ср.л}}} - 40 \lg V_{\text{ср.л}} + 10 \lg \left[\frac{\Omega}{4000} \cdot (N_{\text{нр1}} V_{\text{нр1}}^3 / d_1 + \right. \right. \\ \left. \left. + N_{\text{нр2}} V_{\text{нр2}}^3 / d_2 + \dots) \right] \right\}, \quad (11.2)$$

где PWL – уровень средней звуковой мощности легкового автомобиля, дБ;

$V_{\text{ср.л}}$ – средняя скорость движения, км/ч;

$N_{\text{нр}}$ – приведенная интенсивность движения, авт./ч;

d – расстояние от траектории движения автомобиля до точки измерения шума, м;

Ω – показатель, определяющий отражательную способность дороги (колеблется от 1 до 2); индексы 1,2... относятся к соответствующим полосам движения.

Уровень эквивалентности шума может быть вычислен также по эмпирической формуле

$$L_{\text{экв}} = K_0 + K_1 \lg N_{\text{нр}}, \quad (11.3)$$

где K_0 – постоянная, зависящая от ширины, уклона, типа покрытия, состояния его поверхности (влажное или сухое), высоты и непрерывности застройки, средней скорости движения в данных условиях;

K_1 - коэффициент, который в общем случае равен 1, но может быть уточнен в данных условиях.

Существует зависимость между уровнем звука и уровнем шума. Ее принято выражать формулой

$$L = K \cdot \lg I / I_0, \quad 0 < I / I_0^* < 1, \quad (11.4)$$

где K – коэффициент пропорциональности, зависящий от выбора единицы измерения L ;

I – интенсивность звуковой волны;

I_0 – интенсивность шума, которая воспринимается органами слуха;

I_0^* – стандартный порог слышимости, принимается равным 10^{-12} Вт·м² при частоте 1000 Гц.

Связь между интенсивностью звука (I), амплитудой звуковых колебаний (A), скоростью распространения звуковой волны (c) и плотностью среды (ρ) представляется так:

$$I = A_2 / c \rho. \quad (11.5)$$

В городах и населенных пунктах транспортный шум составляет 80...90 % общего количества шума, причем с увеличением интенсивности движения из года в год растет и уровень шума (примерно на 1 дБ в год). Общий уровень шума автотранспортных средств весьма значителен и составляет: для легковых автомобилей – до 83...86 дБА, автобусов – до 82...90 дБА, грузовых автомобилей небольшой грузоподъемности – до 85...86 дБА, мощных грузовиков – до 92 дБА, мотоциклов – до 96 дБА. Средний уровень звукового давления на автомобильных магистралях находится в пределах 70...85 дБА, что на 15...30 дБА превышает уровень допустимого шума для жилой застройки.

По установленным нормам, человек без особых последствий может переносить длительный шум уровнем до 40 дБа. Дальнейшее повышение уровня шума оказывает вредное влияние на центральную нервную систему, приводит к ухудшению слуховой чувствительности.

Вибрация, создаваемая движением автомобильного транспорта при определенном уровне, также оказывает отрицательное воздействие на человека, животных, транспортные сооружения, находя-

щиеся вблизи автомагистралей. Она возникает на дорогах за счет неровностей и неуравновешенных сил двигателя и трансмиссии, передающихся на земляное полотно, придорожную обстановку, на людей, находящихся в автомобильном транспорте.

Уровень вибрации зависит от интенсивности движения, состава транспортного потока и ровности дорожного покрытия. Чем выше интенсивность и скорость движения, чем больше в составе потока тяжелых грузовых автомобилей, чем больше неровностей на покрытии (из-за которых растет динамическое воздействие автомобиля на дорогу), тем выше уровень вибрации, возникающий в придорожной полосе.

Человек воспринимает вибрации от нескольких долей герца до 800 Гц. Вибрация, воздействуя на человека, влияет на деятельность его нервной системы, ритм и частоту дыхания, артериальное давление, снижает остроту зрения и концентрацию внимания.

Человек ощущает превышение допустимого уровня вибрации на удалении от проезжей части до 10 м; на расстоянии 20 м и более вибрация не ощущается. Наиболее опасны для человека вибрации, частоты которых близки к резонансным частотам отдельных органов человека.

Колебания, вызываемые неровностями проезжей части и шероховатостью покрытия, характеризуются частотой более 15...17 Гц и являются высокочастотными. Проводимые исследования показали, что шина не поглощает колебаний, возбуждаемых шероховатостью, а передает их через подвеску автомобиля и кузов на место водителя. Подвеска, которая должна гасить колебания, при частоте более 25...30 Гц снижает свои демпфирующие свойства.

При высоте выступов макрошероховатостей 1...3 мм гашение виброколебаний происходит за счет демпфирующих свойств шины, при большей макрошероховатости – за счет подвески автомобиля и подушки сидения водителя. При неровностях более 5...7 мм уровень вибрации на месте водителя превосходит максимально допустимый.

Уровень вибрации в зданиях и сооружениях, находящихся вблизи автомобильных дорог, определяется по величине виброскорости, виброускорения и вибросмещения:

$$L_V = 20 \lg V / V_0, \text{ дБ};$$

$$L_Q = 20 \lg Q / Q_0, \text{ дБ}; \quad (11.6)$$

$$L_S = 20 \lg S / S_0, \text{ дБ},$$

где L , L_Q , L_S – соответственно уровни виброскорости, виброускорения и вибросмещения, дБА;

V , Q , S – соответственно фактическая колебательная скорость, м/с, фактическое виброускорение, м/с², и фактическое вибросмещение, м;

V_0 , Q_0 , S_0 – пороговые величины виброскорости, виброускорения и вибросмещения ($V_0 = 5 \cdot 10^{-8}$ м/с; $Q_0 = 3 \cdot 10^{-4}$ м/с²; $S_0 = 8 \cdot 10^{-12}$ м).

11.2.3. Эрозия грунтовых поверхностей

Как только природные условия изменяются под воздействием земляных работ, начинается распространение эрозии и рост вегетации. Проблемы эрозии имеют множество причин и являются следствием постоянного взаимодействия между почвенными структурами, климатическими условиями и водными процессами. В некоторых случаях эрозия может иметь последствия, выходящие далеко за пределы самой дороги, влияя на откосы, водные потоки, реки и дамбы, расположенные на некотором расстоянии от исходного источника.

Стабильность откосов может быть нарушена в процессе выемки грунта или устройства насыпей. Крутизна новых откосов, дефицит дренажа и изменение водных потоков могут привести к оползням. Некоторые чувствительные почвы (например, сланец) известны своей нестабильностью и сложностью дренажа.

Пустая порода, образовавшаяся при земляных работах, может заглушить естественную растительность, способствовать усилению эрозии, нарушению стабильности откосов.

Избыточные потоки воды также могут быть результатом перегоривания канав и повреждения водоотводных сооружений.

Посев или посадка растительности на оголенных склонах является наиболее важной мерой борьбы с эрозией и повышения стабильности откосов. Начинать эту работу следует как можно раньше в процессе строительства, еще до появления нежелательных про-

цессов. В этом случае растительный покров выполняет конкретные инженерные функции. Временные инженерные конструкции, например, заборы из плетеных прутьев, можно устанавливать наряду с озеленением, т. к. требуется некоторое время для того, чтобы растения смогли выполнять свои функции. Посадка растений должна выполнять следующие функции:

1) не давать породе перемещаться по поверхности откоса (с помощью стеблей);

2) армировать поверхность против эрозии и истирания (за счет перехвата корнями и листьями дождевых капель);

3) поддерживать склоны за счет укрепления оснований (с помощью корней и стволов деревьев и кустов);

4) укреплять почву за счет увеличения ее сопротивления сдвигу (с помощью корней);

5) дренировать почвенный профиль путем впитывания воды (с помощью корней);

6) увеличивать движение грунтовых вод.

Укрепление склонов от эрозии требует правильного инженерного проектирования их формы, наклона и дренажа. Методы укрепления откосов и склонов применяются в следующих случаях:

1) неустойчивость откосов из-за их большой высоты и крутизны;

2) риск внутренней эрозии или локализованного разрушения из-за неудовлетворительного дренажа склонов;

3) необходимость сокращения объемов земляных работ из-за ограниченности ширины дороги.

Хорошо зарекомендовавшие себя методы защиты откосов включают:

1) перехватывающие дрены в верхней и нижней частях склона; использование желобов и водосливов для сброса потоков воды вниз по склону;

2) использование ступенчатых склонов или террас для понижения их высоты (бермы (уступы) представляют собой горизонтальные участки посреди склона);

3) защитное покрытие из каменной наброски или заглубленных кусков породы, иногда попеременно с насаждениями;

4) удерживающие конструкции: габионы (ящики с камнями), ряжи (крепящие из деревянных или бетонных брусьев), деревянные баррикады и решетки и др.;

5) упорные стенки – более фундаментальные инженерные сооружения, имеющие укрепленные основания для удержания склонов от сползания;

б) армированный грунт – насыпные стенки, возводимые по мере отсыпки грунта, с анкерами, затрамбованными в насыпной грунт.

11.2.4. Загрязнение воды

Проблемы загрязнения воды обычно возникают на дорогах с высокой интенсивностью транспортного потока и также должны учитываться при проектировании дорожных объектов и технологических процессов. В первую очередь, учитываются: близость водозаборов питьевой воды; граница с зонами большой биологической ценности; близость рек с минимальными потоками; пересечение почв с ограниченной фильтрующей способностью.

Известняки и карстовые доломиты, например, имеют нулевую фильтрующую способность, тогда как песок и песчаник активно фильтруют взвешенные вещества, а глины в значительной степени ограничивают распространение загрязнений.

При исследовании качества воды используются следующие характеристики: органолептические (цвет, запах); физико-химические (мутность, проводимость, содержание сульфатов, солей алюминия, нитратов, углеводов); токсичные (наличие хрома, свинца, пестицидов); микробиологические (наличие колиформов, стрептококков). Обычно качество воды классифицируют по наименее благоприятному из измеренных параметров. Уровень загрязнения при реализации дорожного проекта можно оценить по содержанию тяжелых металлов либо взвешенных частиц – в зависимости от того, какой из параметров менее строгий.

Чувствительность зоны исследования можно установить путем изучения взаимодействия дорожного проекта и окружающей среды, принимая во внимание варианты трассировки и организации движения транспорта и экологические данные по следующим вопросам:

- 1) поверхностные воды: мощность потока, расход, зоны затопления, нижний уровень воды;
- 2) грунтовые воды: их уровень, направление стока, уязвимость;
- 3) использование воды: питьевая вода, сельское хозяйство, рыбоводство;

4) проблемы, связанные с физико-химическим качеством воды.

Чувствительность к изменениям водных потоков может быть физической (влияние на гидрологию), биологической (ареалы обитания фауны, населяющие их виды) и человеческой (вода для отдыха, экономического и домашнего потребления).

Т а б л и ц а 11.4

Выпадение загрязнителей от дорожного движения

Вещества	1000 авт./сут	10000 авт./сут
Пыль, кг/сут/км	5...10	50...100
Свинец, г/сут/км	8...14	80...140
Цинк, г/сут/км	4	40
Углеводороды, кг/сут/км	0,1...0,5	1...5

Меры нейтрализации воды выбираются с учетом местных особенностей. Вредных воздействий в большинстве случаев можно избежать, если не вносить существенных изменений в существующие режимы водных потоков и исключить попадание в них строительных материалов и отходов производства.

11.2.5. Загрязнение почвы

Загрязнение почвы появляется вследствие ежедневной работы автотранспорта на сильно загруженных дорогах (как правило, при интенсивности более 7000 авт./сут). Такие металлы, как хром, свинец и цинк, остаются в почве на сотни лет. Загрязнение металлами обычно сильно локализовано, – например, на шоссе-магистрале, открытой для движения в течение последних 25 лет, токсичность достигает пределов на полосе шириной менее 10 м, а уже на удалении в 50...100 м от дороги количество металлов-загрязнителей не отличается от уровня естественного подпочвенного загрязнения. Риск загрязнения почвы также существует от транспортировки опасных веществ в процессе строительства дороги и последующей ее эксплуатации.

В соответствии с действующей нормативной литературой, предельно допустимые концентрации токсичных веществ в почве (мг/кг сухой почвы) следующие:

Бенз(а)пирен – 0,02 (над фоном)

Гексахлорциклогексан – 1,0

Карбофос – 2,0

Линдан – 30...40

Медь – 20

Мышьяк – 2,0

Полихлорпинен – 0,5

Полихлоркамфан – 0,5

Прометрин – 0,5

Ртуть – 2,1

Севжин – 0,05

Свинец – 20,0 (над фоном)

Хлорамин – 0,005

Флорофос – 0,5

Степень воздействия на окружающую среду в дорожных проектах с точки зрения загрязнения почвы может быть снижена путем:

- 1) уменьшения площади расчистки поверхности;
- 2) своевременной посадки растений и должного ухода за ними;
- 3) проложения трассы в обход экологически чувствительных участков местности;
- 4) контроля скорости и расхода водных потоков.

11.3. Рекультивация земель

Согласно СНиП 2.05.02-85 «Автомобильные дороги», во временное пользование дорожным организациям для размещения отходов грунта из плодородного слоя и для проезда транспортных средств, осуществляющих его вывозку, выделяются определенные площади (в га/км) (табл. 11.5).

По завершении строительства или реконструкции эти земли подлежат рекультивации.

Рекультивация – это комплекс мероприятий, направленных на восстановление продуктивности нарушенных земель, улучшение условий окружающей среды.

Т а б л и ц а 11.5

Нормы выделения земель при строительстве автомобильных дорог

Категория дороги и количество полос движения		На землях сельскохозяйственного пользования	На землях, не пригодных для сельскохозяйственного пользования
I	8	1,8	2,3
	6	1,7	2,2
	4	1,6	2,1
II	2	1,4	2,0
III, IV	2	1,3	2,0
V	1	1,2	2,0

При рекультивации земель различают два этапа:

1) рекультивация земель для последующего целевого использования субъектами хозяйственной деятельности (планировка, формирование откосов, снятие, транспортировка, нанесение почвенного слоя);

2) рекультивация биологическая – восстановление плодородия земли, включая комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий, направленных на возобновление биотипа.

Рекультивации подлежат также карьеры, резервы и другие участки земли, которые временно использовались дорожными организациями в процессе выполнения строительных и ремонтных работ.

11.4. Защита окружающей среды при эксплуатации автомобильных дорог

Для защиты окружающей среды могут быть использованы два взаимосвязанных направления:

- 1) уменьшение вредного воздействия;
- 2) восстановление нарушенного баланса.

Снижение транспортного загрязнения улиц, дорог и прилегающих к ним территорий до предельно допустимых концентраций и значений достигается следующими методами:

- 1) использование защитных свойств рельефа и поперечного профиля земляного полотна;
- 2) снижение скорости движения транспортного потока;

3) запрет на проезд грузовых транспортных средств в вечернее и ночное время;

4) разделение транспортных потоков, движущихся по улицам в различных направлениях;

5) нанесение специальной разметки и устройство светофорного регулирования, уменьшающих задержки транспорта на пересечениях и примыканиях в зонном уровне;

6) улучшение состояния покрытий магистральных дорог и улиц;

7) устройство тройного остекления в домах, вблизи мест движения транспорта;

8) установка защитных экранирующих сооружений;

9) посадка специальных лесополос;

10) отсыпка грунтовых валов;

11) строительство галерей, тоннелей, эстакад с шумопоглощающей обделкой конструктивных элементов;

12) строительство обходных дорог вокруг населенных пунктов.

Разные породы деревьев и кустарников обладают различной пылепоглощающей способностью. Так, пылеемкость березы – в 2,5 раза, а хвойных пород – в 30 раз больше пылеемкости осины; вяз задерживает пыли в 6 раз больше, чем бальзамический тополь. Пылеемкость поверхности листьев ($\text{г}/\text{м}^2$) составляет: вяз – 3,39; тополь бальзамический – 1,32; клен остролистный – 1,0; сирень венгерская – 1,61 и т. д.

За вегетационный период взрослые деревья аккумулируют из воздуха пыли (кг):

вяз шершавый –	23
перистоветвистый –	28
тополь бальзамический –	13
канадский –	34
волосистоплодный –	18
каштан конский –	16
ива плакучая –	38
шелковица белая –	31
ясень обыкновенный –	27
клен татарский –	12
остролистный –	28
серебристый –	13
ясенелистный –	33
полевой –	20

Для кустарников этот показатель имеет следующие значения (кг):

акация желтая –	0,2
бирючина обыкновенная –	0,3
бузина красная –	0,4
смородина золотистая –	0,4
сирень обыкновенная –	1,6
лох узколистный –	2,0

Пыль лучше задерживают растения с шероховатыми листьями, покрытыми ворсинками (вяз, ива и др.). На листовой поверхности таких деревьев осаждается до 70 % пыли из атмосферного воздуха.

Обеспыливанию, в первую очередь, подлежат дороги, проходящие вдоль полей, занятых сельскохозяйственными культурами, через водоохранные территории, заповедники, заказники и другие охраняемые зоны.

При этом принимается во внимание, что наибольшее количество пыли образуется на гравийных и грунтовых дорогах и возрастает с ростом интенсивности движения.

Одной из важных экологических проблем является проблема транспортного шума. Борьба с шумом предусматривает меры в области градостроительства и архитектуры, дорожного строительства, организации дорожного движения, конструирования автомобилей. Проблемы шума можно решить, изменив расположение трассы или отведя движение от районов застройки.

Меры по борьбе с шумом подразделяются на меры по снижению эмиссии шума и ограждению его распространения. Наиболее радикальным средством снижения уровня транспортного шума является создание бесшумного автомобиля за счет усовершенствования его конструкции, подбора шин и системы выхлопа. Однако этот путь ведет к удорожанию автомобиля. Наиболее дешевое и приемлемое мероприятие в направлении снижения шума - выполнение требования, чтобы частота вращения коленчатого вала не превышала 2700 об/мин (уровень шума двигателя уменьшается в среднем на 3 дБ).

С целью снижения шума водителю следует возможно раньше переходить на высшую передачу для обеспечения работы двигателя на умеренных оборотах.

Ряд мероприятий по снижению транспортного шума относятся к сфере организации и регулирования дорожного движения. Сократить задержки в движении транспортных средств и одновременно снизить

уровень шума можно с помощью системы координированного управления движением. Запрещение сквозного движения грузового транспорта в центральных районах городов может снизить уровень шума на 10...15 дБА. Расходы на введение этого запрещения обычно невелики и ограничиваются, в основном, выделением средств на установку дорожных знаков и некоторых видов ограждений.

Снижение шума может быть достигнуто путем использования и других мер:

1) ремонт и содержание покрытия с использованием мелкозернистого асфальтобетона и отсутствие повреждений дорожной одежды в особо чувствительных районах;

2) снижение уровня шума от разгона, торможения и переключения передач путем исключения крутых участков дороги в критических местах;

3) строительство дорог в выемках для снижения воздействия шума на близлежащие здания;

4) барьеры и насыпи из различных материалов, образующие сплошное препятствие между дорогой и близлежащими домами (рис. 11.3).

5) изоляция фасадов, например, с применением двойных оконных пакетов, которая считается «последним словом» звукоизоляции в зданиях.

Определенный шумозащитный эффект дают и свето- шумозащитные экраны, особенно, если для их устройства использованы шумопоглощающие материалы (рис. 11.4).

Противошумовые барьеры (рис. 11.5) являются одной из самых распространенных мер. Обычно им придают вид земляных холмов или сплошных стенок из дерева, металла или бетона. Эти стенки, называемые также звуковыми барьерами, заборами или экранами, используют вместе с насыпями для повышения их эффективной высоты. Звуковые барьеры наиболее эффективны, если они прерывают линию зрения между источниками шума и защищаемой жилой застройкой и если они достаточно толсты, чтобы поглощать или отражать создаваемый шум. Различные материалы и облицовки барьерных стенок многократно испытываются на максимальное отражение, поглощение или рассеивание шума, оставаясь при этом визуально привлекательными. Сооружение звукозащитных насыпей требует значительного количества придорожной земли. Для узких трасс, мостов и дорог поверх насыпей ставятся звукозащитные барьеры, что является единственным приемлемым здесь вариантом борьбы с шумом.

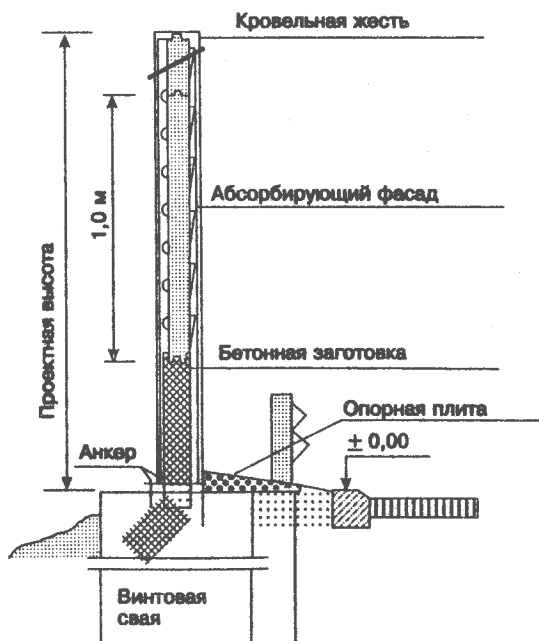


Рис. 11.3. Поперечное сечение шумопоглощающего барьера

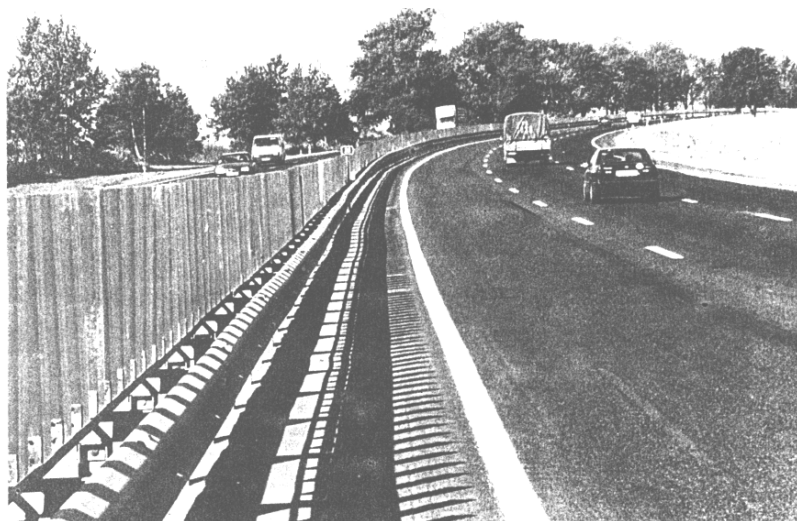


Рис. 11.4. Свето- и шумозащитный экран



Рис. 11.5. Шумозащитный экран

Посадки деревьев и кустов оказывают небольшое воздействие на понижение уровня шума, но у них есть то психологическое преимущество, что они снижают возбуждаемое движением транспорта беспокойство и часто используются для «смягчения» внешнего вида холмов и барьеров. При необходимости можно объединять различные методы. Например, при строительстве высотного здания может потребоваться возведение барьера или экрана для снижения шума в нижних этажах и звукоизоляция фасада в верхних.

Законодательные и распорядительные акты могут привести к снижению уровня шума с помощью, например, следующих мер:

- 1) запрещения нового жилищного строительства вблизи крупных дорог;
- 2) сооружения объездных дорог для наиболее шумных транспортных средств (например, тяжелых грузовиков при их проезде по данной дороге в ночное время);
- 3) ограничения скорости вблизи особо чувствительных зон и объектов (например, школ и больниц).

Борьба с шумом в городах осуществляется в следующих направлениях:

1) борьба с источниками шума - конструктивными и административными методами (созданием и применением малошумных агрегатов, экипажей, регламентацией времени их работы, мест расположения на территории и т. д.);

2) борьба с шумом на пути его распространения в городской среде от источника до объекта шумозащиты - градостроительными методами, связанными с применением в проектных решениях элементов городской среды, способствующих снижению шумов;

3) борьба с шумом на объекте шумозащиты - конструктивно-строительными методами, обеспечивающими повышение звукоизолирующих качеств ограждающих конструкций, зданий и сооружений.

Каждое из этих направлений имеет на практике свои ограничения, которые должны приниматься во внимание при разработке общих координационных планов снижения внешних шумов в такой же степени, как учет технико-экономических характеристик и затрат времени на разработку и внедрение мероприятий по шумозащите.

Для достижения акустического комфорта в городах часто бывает необходимо снизить уровень шума на 45...50 дБА (с 80...85 дБА до 35...40 дБА). Этого можно достичь только благодаря комплексным средствам шумозащиты, основанным на рациональном использовании мероприятий всех трех направлений.

Движение в городе должно быть организовано так, чтобы, по возможности, отсутствовали препятствия на его пути, так как наибольший шум наблюдается при трогании автомобиля с места и разгоне. Следует стремиться к равномерному распределению потоков по всей улично-дорожной сети города, т. к. это приводит к выравниванию уровня транспортного шума.

Для ослабления шума необходимо также:

1) уменьшение движения тяжелых грузовых автомобилей в черте города;

2) выведение транзита на окружные магистрали;

3) организация одностороннего движения;

4) ограничение скорости движения до оптимальной для данного типа дорожного покрытия;

5) организация синхронизации световых сигналов по типу «зеленая волна».

11.5. Меры по нейтрализации негативных воздействий автомобильных дорог на окружающую среду

Для снижения отрицательного воздействия автомобильного транспорта и дорожных работ на окружающую среду необходимо предусматривать адекватные меры по его нейтрализации (табл. 11.6).

Т а б л и ц а 11.6

Основные виды негативных воздействий	Профилактические и оперативные меры по нейтрализации
1	2
1. Увеличение осадочных отложений в водных потоках под воздействием эрозии со строительной площадки, земляного полотна, отвалов и отходов	Укрепление подверженных негативному воздействию поверхностей мульчей или тканью, заполнение подверженных эрозии поверхностей новым материалом
2. Загрязнение почвы и воды нефтью, смазкой, топливом и краской с машинных дворов и асфальтобетонных заводов	Сбор и циркуляция смазочных материалов; исключение случайных утечек посредством хорошей организации работ
3. Загрязнение воздуха асфальтобетонными заводами	Установка и обеспечение надежной эксплуатации оборудования контроля воздуха; установка соответствующих фильтров
4. Местные пылевые и шумовые загрязнения	Периодическая поливка водой и другими обеспыливающими материалами временных дорог; установка и правильное обслуживание глушителей на оборудовании
5. Загрязнение воздуха и шум от работы транспортных средств в населенных районах, через которые проходит магистраль (обычно – городские районы или густонаселенные сельские местности)	Устройство противозумных барьеров; соблюдение стандартов и правил эксплуатации двигателей; расширение возможностей общественного транспорта его использования взамен транспорта личного пользования

1	2
6. Нарушение ландшафта за счет насыпей, глубоких выемок, разрезов, отвалов и карьеров	Соблюдение правил ландшафтного проектирования; рекультивация земель
7. Оползни, кучи, сбросы и другие перемещения земельных масс при строительстве, реконструкции и ремонте дорог	Правильное выполнение дренажных работ, основанное на предыдущих исследованиях, для снижения риска нежелательных явлений; прокладка трассы в обход потенциально нестабильных зон; стабилизация дорожной конструкции (подпорные стенки, габионы и т. д.)
8. Эрозия почвы ниже уровня дорожного полотна от концентрированных стоков из закрытых дренажей	Увеличение количества дренажных выходов, размещение дренажных выпусков таким образом, чтобы избежать каскадных эффектов; совмещение принимающих стыков поверхности с валунами, бетоном и другими укреплениями
9. Лесной опад и придорожный мусор	Предусматривание свалок для отходов и мусора; утилизация отходов и мусора
10. Опасность вождения на участках дорог, где ведется строительство новой дороги или производятся ремонтные работы	Предусматривание в проектах необходимой маркировки дороги и ограждения мест производства работ; установка временных знаков и ограждений
11. Изменение поверхностного и почвенного дренажа (в местах, где прорези дорог пересекают водяные пласты, родники и т. д.)	Выполнение соответствующих дренажных работ
12. Разрушение вегетативного слоя и зоны естественной природы в полосе прокладки магистрали или ее реконструкции	Перепланировка с целью обхода исключительно ценных зон, выявленных в процессе реализации проектов

1	2
13. Разрушение или повреждение наземного ареала обитания представителей дикой природы, биологических ресурсов или экосистем, которые должны быть сохранены	Прокладка трассы с учетом расположения чувствительных, уникальных в экологическом отношении районов
14. Изменение гидрологических режимов болот при строительстве дорог, нанесение ущерба существующим экосистемам	Изменение положения трассы в обход болот; устройство водопропускных труб, мостов и т. д. в соответствии с выполненными гидробиологическими исследованиями
15. Разрыв маршрутов миграций диких и домашних животных; увеличение числа столкновений с животными	Изменение трассы в обход важных миграционных путей; устройство подземных переходов
16. Плохое состояние свалок твердых отходов на строительных базах и площадках	Устройство правильно расположенных мусоросборников, обеспечение их надежного функционирования
17. Возможная передача заразных болезней от дорожных рабочих местным жителям и наоборот	Периодическая проверка здоровья рабочих и принятие мер по их лечению
18. Возникновение временных ареалов для насекомых-переносчиков болезней, – например, на солнце, в застойных резервуарах воды	Оценка векторной экологии в рабочих зонах; принятие мер во избежание возникновения таких ареалов
19. Создание коридоров переноса болезней, вредителей, сорняков и др.	Организация санитарных служб для растений и животных и соответствующих пунктов контроля
20. Браконьерство со стороны дорожных рабочих	Запрещение браконьерства в нормативных документах и в контрактах по найму

21. Перемещение и принудительное переселение людей, живущих в зоне строительства	Применение ранее не известных механизмов и процедур для получения равной и адекватной компенсации
22. Нарушение существующих дорог от жилищ к фермам, которое может привести к увеличению времени на преодоление расстояния	Устройство обоснованных съездов, пересечений и развязок
23. Нарушение существующих дорог немоторного транспорта в зоне магистральных дорог общего пользования	Устройство дополнительной полосы движения, укрепленных обочин и безопасных перекрестков
24. Риск связанных с ростом транзитного транспорта аварий, которые могут привести к отравлению токсичными материалами, увечьям и смерти	Проектирование и реализация мер безопасности и планирование чрезвычайных действий по ограничению ущерба от случайных разливов вредных веществ; выделение специальных маршрутов для транспортировки опасных материалов

Содержание и ремонт автомобильных дорог по характеру и объему работ варьирует в значительных пределах, поэтому и проблемы охраны окружающей среды в каждом конкретном случае имеют свои особенности, которые следует учитывать при выборе защитных мер.

11.6. Экологический мониторинг и принципы его построения

Под экологическим мониторингом понимают единую государственную систему контроля, обследований и анализа состояния окружающей среды. Цель организации такой системы – обеспечение всех уровней управления в государстве, области, регионе, городе информацией о состоянии окружающей среды, в том числе прогнозами вероятного его изменения, а также информацией о результатах реализации механизма улучшения экологического состояния.

При организации мониторинга должны реализоваться следующие принципы:

- 1) минимум затрат на мониторинг;
- 2) максимальное использование ведомственных систем контроля;
- 3) широкий доступ к собираемой информации государственных структур и общественности.

В настоящее время можно выделить несколько уровней дорожно-экологического мониторинга:

- 1) объектный – включающий пункты (посты) наблюдений на отдельных предприятиях;
- 2) локальный – представляющий собой сеть станций наблюдения, специальных полигонов и лабораторий;
- 3) территориальный (например, областной, краевой и т. п.) – предполагающий привлечение научно-исследовательских организаций, высших учебных заведений для решения конкретных экологических задач данной территории, сбора и анализа экологической информации;
- 4) региональный – формирующийся путем создания экологических региональных центров;
- 5) общегосударственный – предусматривающий создание государственного экологического центра (например, силами Министерства окружающей среды и природных ресурсов, Национальной академии наук Беларуси).

Задача дорожно-экологического мониторинга состоит в осуществлении контроля на придорожных территориях за состоянием отдельных экосистем или их компонентов (атмосферы, растительности, животного мира, водной среды, почвы и т. д.). Цель мониторинга заключается в своевременном предупреждении нежелательных последствий при воздействии автомобильных дорог и транспорта на окружающую среду. Дорожный мониторинг является составной частью общегосударственной службы наблюдения и контроля за уровнем загрязнения атмосферы, почвы и водных объектов.

Система назначения станций контроля за состоянием окружающей среды должна охватывать:

- 1) крупные магистрали с интенсивным движением транспортных потоков;
- 2) зоны влияния предприятий и транспорта города;
- 3) характерные по условиям станции, которые должны располагаться с таким расчетом, чтобы на основании данных наблюдений

можно было судить в целом об экологической ситуации в рассматриваемом районе.

Согласно ГОСТ 17.2.3.01-77 «Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов», для контроля за загрязнением атмосферы устанавливается 3 категории постов наблюдения:

- 1) стационарный;
- 2) маршрутный;
- 3) передвижной.

Посты первых двух категорий располагаются в местах наименьшего загрязнения (на территориях, примыкающих к автодорогам с интенсивным движением).

На постах для оценки измерения используются приборы отечественного и зарубежного производства («Пост-1», «Воздух-1» и др.); осуществляется непрерывная регистрация загрязнения воздуха; берутся пробы почв, воздуха и воды; производится измерение уровня шума. Образцы анализируются в лабораториях. Получается информация с метеорологических станций (о скорости ветра, температуре, влажности воздуха, атмосферном давлении и т. д.).

Регистрация степени загрязнения и метеорологических факторов производится в строго фиксированное время (например, через 4 часа, т. е. в 1.00, 5.00, 9.00, 13.00, 17.00, 21.00). Фиксируются разовые концентрации загрязнений, определяются среднесуточные, среднемесячные и среднегодовые концентрации.

Передвижные станции должны быть оснащены компактными приборами, производящими измерения с приемлемой точностью по экспресс-методам. Базовыми машинами, на которых устанавливаются приборы, служат микроавтобусы и машины малой грузоподъемности.

Передвижения этих станций осуществляются по определенным маршрутам. Увеличение числа точек измерений и количества маршрутов позволяет существенно сгустить сеть наблюдений.

Полученные данные передаются в стационарные пункты. Если требуются лабораторные исследования, их проводят в этих пунктах. Далее полученные и рассчитанные данные передаются в банк данных республиканского значения.

Оперативная связь осуществляется по телефонной, модемовской и спутниковой связи. Поступающая информация должна быть пред-

ставлена по единым формам (и форматам баз данных модемовской связи) для всей структуры.

В настоящее время разработаны методики проведения исследований загрязнений атмосферы, почвы, воды, шумового загрязнения притрассовых территорий, по которым разрабатывается система размещения станций для передвижных дорожно-экологических машин; выбираются опытные участки автомобильных дорог и проводятся лабораторные исследования; определяются уровни шума и загрязненность почв притрассовых территорий.

Полученные данные подлежат обработке на ЭВМ по специально подготовленным программам.

Статистическая обработка полученных данных позволяет выявить математические закономерности и целенаправленно проводить работы по уменьшению отрицательного воздействия дорожно-транспортного комплекса на окружающую среду.

11.7. Методика расчета выбросов транспортными средствами загрязняющих веществ

В процессе эксплуатации дорог и при оценке воздействия автомобильного транспорта на окружающую среду часто приходится производить расчеты массы выбросов оксидов углерода, азота, серы, сажи, свинца и других загрязняющих веществ. Теоретические основы этих расчетов приведены в трудах профессоров И.Е.Евгеньева, М.В.Немчинова, В.П.Подольского, Я.В.Хомяка и др.

В настоящем подразделе приведены основные положения методики определения массы выбросов загрязняющих веществ автомобильными средствами в атмосферный воздух, утвержденной Министерством транспорта Российской Федерации в 1993 г.

11.7.1. Легковые автомобили

Массовый выброс загрязняющих веществ легковыми (грузопассажирскими) автомобилями с определенным рабочим объемом двигателя при движении по территории населенных пунктов рассчитывается по формуле

$$M'_{ij} = m_{ij} \cdot L'_j \cdot K_{ri} \cdot 10^{-6}, \text{ т}, \quad (11.7)$$

где m_{ij} – пробеговый выброс i -го загрязняющего вещества легковым автомобилем с двигателем j -го рабочего объема, г/км (табл. 11.7);

L_j – суммарный пробег легковых автомобилей с двигателями j -го рабочего объема по территории населенных пунктов, км*;

K_{ri} – коэффициент, учитывающий изменение выбросов загрязняющих веществ при движении по территории населенных пунктов (табл. 11.8).

Значения K_{ri} зависят от типа населенного пункта, в котором эксплуатируется автомобиль.

Т а б л и ц а 11.7

Пробеговые выбросы загрязняющих веществ легковыми автомобилями по территории населенных пунктов

Рабочий объем двигателя, л	Пробеговый выброс						
	CO	CH	NO ₂	C	SO ₂	Pb в марках бензина	
						A-76	AI-93
менее 1,3	11,4	2,1	1,3	0	0,052	0,008	0,017
1,3...1,8	13	2,6	1,5	0	0,076	0,011	0,025
1,8...3,5	14	2,8	2,7	0	0,096	0,014	0,031

Т а б л и ц а 11.8

Значение K_{ri} в зависимости от типа населенных пунктов

Тип населенных пунктов	Значение K_{ri}					
	CO	CH	NO ₂	C	SO ₂	Pb
Города с числом жителей более 1 млн. чел.	1,0	1,0	1,0	0	1,25	1,25
Города с числом жителей от 100 тыс. чел. до 1 млн. чел.	0,87	0,92	0,94	0	1,15	1,15
Города с числом жителей от 30 до 100 тыс.чел.	0,7	0,79	0,81	0	1,05	1,05
Прочие населенные пункты	0,41	0,59	0,6	0	1,00	1,00

* Суммарный пробег может определяться на основании данных учета (отчетности) или обработки результатов выборочных обследований (опросов).

Массовый выброс загрязняющих веществ легковыми (грузопассажирскими) автомобилями с определенным рабочим объемом двигателя при движении вне населенных пунктов рассчитывается по формуле

$$M_{ij}'' = m_{ij} \cdot L_j'' \cdot 10^{-6}, \text{ т}, \quad (11.8)$$

где m_{ij} – пробеговый выброс i -го загрязняющего вещества легковым автомобилем с двигателем j -го рабочего объема, г/км (табл. 11.9);

L_j'' – суммарный пробег при движении вне населенных пунктов, км.

Т а б л и ц а 11.9

Пробеговые выбросы загрязняющих веществ легковыми автомобилями при движении вне населенных пунктов

Рабочий объем двигателя, л	Пробеговый выброс m_{ij} , г/км						
	СО	СН	NO ₂	С	SO ₂	Рв в марках бензина	
						А-76	АИ-93
менее 1,3	4,8	1,2	2,3	0	0,052	0,008	0,017
1,3...1,8	5,5	1,5	2,7	0	0,076	0,011	0,025
1,8...3,5	6,0	1,6	4,0	0	0,096	0,014	0,031

Примечание.

1. Токсичность отработавших газов при работе двигателя на сжиженном нефтяном газе принимается равной токсичности отработавших газов при работе двигателя на бензине; выбросы соединений свинца отсутствуют.

2. Расчет выбросов соединений свинца выполняется только для регионов, где используется этилированный бензин. При отсутствии данных о распределении автомобилей, работающих на бензине АИ-93 и А-76, принимается соотношение: 60 % – АИ-93, 40 % – А-76.

Суммарный массовый выброс (в тоннах) i -го загрязняющего вещества легковыми автомобилями определяется по формуле:

$$M_{.li} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (M'_{ij} + M''_{ij}) \cdot K_{mi}, \quad (11.9)$$

где K_{mi} – коэффициент, учитывающий влияние технического состояния автомобилей на массовый выброс i -го загрязняющего вещества ($K_{\text{TCO}} = 1,75$; $K_{\text{TCH}} = 1,48$; $K_{\text{TNO}} = 1,0$; $K_{\text{TSO}} = 1,15$; $K_{\text{TPb}} = 1,15$).

При отсутствии данных о распределении пробега автомобилей в городских и загородных условиях и наличии данных об общем пробеге автомобилей L_j пробеги L'_j и L''_j определяются по формулам:

легковые автомобили, принадлежащие индивидуальным владельцам:

$$\text{в городах} \quad L'_j = 0,6 \cdot L_j; \quad L''_j = 0,4 \cdot L_j;$$

$$\text{в сельской местности} \quad L'_j = 0,3 \cdot L_j; \quad L''_j = 0,7 \cdot L_j;$$

легковые автомобили, принадлежащие предприятиям и организациям:

$$\text{в городах} \quad L'_j = 0,9 \cdot L_j; \quad L''_j = 0,1 \cdot L_j;$$

$$\text{в сельской местности} \quad L'_j = 0,3 \cdot L_j; \quad L''_j = 0,7 \cdot L_j.$$

11.7.2. Грузовые автомобили

Массовый выброс загрязняющих веществ грузовыми специальными автомобилями с определенной грузоподъемностью и типом двигателя при движении по территории населенных пунктов M_{iks} рассчитывается по формуле

$$M'_{iks} = m'_{iks} \cdot L'_{iks} \cdot K_{ris} \cdot K_{nis} \cdot 10^{-6}, \text{ т}, \quad (11.10)$$

где m_{iks} – пробеговой выброс i -го загрязняющего вещества грузовыми автомобилями k -й грузоподъемности с двигателем s -типа, г/км (табл. 11.10);

L'_{iks} – суммарный пробег по территории населенных пунктов грузовых автомобилей k -й грузоподъемности с двигателями s -типа, км;

K_{ris} – коэффициент, учитывающий изменение выбросов загрязняющих веществ при движении по территории населенных пунктов (табл. 11.11);

K_{nis} – коэффициент, учитывающий изменение пробегового выброса от уровня использования грузоподъемности и пробега (табл. 11.11...11.13).

Т а б л и ц а 11.10

Пробеговые выбросы загрязняющих веществ при движении грузовых автомобилей по территории населенных пунктов

Грузоподъемность автомобиля или автопоезда, т	Тип двигателя	Пробеговой выброс m_{iks} , г/км					
		СО	СН	NO ₂	С	SO ₂	Pb
0,5...2,0	Б	22	3,4	2,6	0	0,13	0,019
2,0...5,0	Б	52,6	4,7	5,1	0	0,16	0,023
	Г	26,8	2,7	5,1	0	0,14	0
	Д	2,8	1,1	8,2	0,5	0,96	0
5,0...8,0	Б	73,2	5,5	9,2	0	0,19	0,029
	Г	37,4	4,4	9,2	0	0,17	0
	Д	3,2	1,3	11,4	0,8	1,03	0
8,0...16,0	Б	97,8	8,2	10,0	0	0,26	0,038
	Д	3,9	1,6	13,4	1,0	1,28	0
Более 16,0	Д	4,5	1,8	16,4	1,1	1,47	0

Примечание. Б – бензиновый, Д – дизельный, Г – газовый (сжатый газ).

1. Токсичность отработавших газов при работе двигателя на сжатом нефтяном газе принимается равной токсичности отработавших газов при работе двигателя на бензине; выбросы свинца отсутствуют.

2. Выбросы свинца рассчитываются только при использовании этилированного бензина.

Т а б л и ц а 11.11

Значения K_{nis} в зависимости от типа населенных пунктов

Тип населенных пунктов (НП), число жителей	Значение K_{nis}								
	СО		СН		NO ₂		С	SO ₂	РЬ
	Б, Г	Д	Б, Г	Д	Б, Г	Д	Д	Б, Г, Д	Б
Город более 1 млн. чел.	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,25	1,2
Город 100 тыс. – 1 млн. чел.	0,89	0,95	0,85	0,93	0,79	0,92	0,8	1,15	1,15
Город 30-100 тыс. чел.	0,74	0,83	0,70	0,80	0,69	0,82	0,5	1,05	1,05
Прочие НП	0,58	0,64	0,50	0,60	0,6	0,7	0,3	1,0	1,0

Т а б л и ц а 11.12

Значения K_{nis} для грузовых автомобилей с бензиновыми и газовыми двигателями

Загрязняющее вещество	Коэффициент использования грузоподъемности γ	Значения K_{nis} в зависимости от коэффициента использования пробега β						
		0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
1	2	3	4	5	6	7	8	9
СО	<0,2	0,52	0,53	0,54	0,55	0,56	0,57	0,58
	0,2...0,4	0,56	0,58	0,61	0,63	0,65	0,67	0,70
	0,4...0,6	0,60	0,63	0,67	0,70	0,73	0,77	0,80
	0,6...0,8	0,64	0,68	0,73	0,77	0,81	0,86	0,90
СН	0,8...1,0	0,68	0,73	0,79	0,84	0,89	0,95	1,00
	<0,2	0,80	0,81	0,81	0,82	0,82	0,83	0,84
	0,2...0,4	0,81	0,83	0,83	0,85	0,86	0,86	0,88
	0,4...0,6	0,83	0,85	0,86	0,88	0,89	0,90	0,92
NO ₂	0,6...0,8	0,85	0,87	0,88	0,91	0,92	0,94	0,96
	0,8...1,0	0,87	0,89	0,91	0,94	0,96	0,98	1,00
	<0,2	0,48	0,50	0,51	0,52	0,53	0,54	0,56
	0,2...0,4	0,53	0,56	0,58	0,60	0,62	0,64	0,67
NO ₂	0,4...0,6	0,57	0,61	0,64	0,68	0,71	0,74	0,78
	0,6...0,8	0,62	0,67	0,71	0,76	0,80	0,84	0,89
	0,8...1,0	0,67	0,72	0,78	0,83	0,89	0,94	1,00

Окончание табл. 11.12

1	2	3	4	5	6	7	8	9
SO ₂	<0,2	1,02	1,03	1,03	1,04	1,04	1,05	1,05
	0,2...0,4	1,06	1,08	1,10	1,11	1,13	1,15	1,16
	0,4...0,6	1,11	1,14	1,16	1,19	1,22	1,24	1,27
	0,6...0,8	1,15	1,19	1,23	1,27	1,30	1,34	1,38
	0,8...1,0	1,20	1,24	1,29	1,34	1,39	1,44	1,49
Pb	<0,2	1,02	1,03	1,03	1,04	1,04	1,05	1,0
	0,2...0,4	1,06	1,08	1,10	1,11	1,13	1,15	1,16
	0,4...0,6	1,11	1,14	1,16	1,19	1,22	1,24	1,27
	0,6...0,8	1,15	1,19	1,23	1,27	1,30	1,34	1,38
	0,8...1,0	1,20	1,24	1,29	1,34	1,39	1,44	1,49

Т а б л и ц а 11.13

Значения K_{nis} для грузовых автомобилей с дизельным двигателем

Загрязняющее вещество	Коэффициент использования грузоподъемности γ	Значения K_{nis} в зависимости от коэффициента использования пробега β						
		0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
1	2	3	4	5	6	7	8	9
CO	<0,2	0,51	0,52	0,53	0,54	0,55	0,56	0,57
	0,2...0,4	0,55	0,57	0,60	0,62	0,64	0,66	0,68
	0,4...0,6	0,60	0,63	0,66	0,69	0,72	0,76	0,78
	0,6...0,8	0,64	0,68	0,72	0,77	0,81	0,86	0,89
	0,8...1,0	0,68	0,73	0,79	0,84	0,89	0,96	1,00
CH	<0,2	0,63	0,64	0,65	0,66	0,67	0,67	0,68
	0,2...0,4	0,66	0,68	0,70	0,71	0,73	0,74	0,76
	0,4...0,6	0,70	0,72	0,74	0,76	0,79	0,81	0,84
	0,6...0,8	0,73	0,76	0,79	0,82	0,85	0,88	0,92
	0,8...1,0	0,76	0,80	0,84	0,88	0,91	0,95	1,00
NO ₂	<0,2	0,75	0,75	0,76	0,76	0,76	0,77	0,77
	0,2...0,4	0,77	0,77	0,78	0,79	0,79	0,8	0,81
	0,4...0,6	0,79	0,80	0,82	0,83	0,84	0,85	0,87
	0,6...0,8	0,81	0,82	0,84	0,87	0,89	0,91	0,93
	0,8...1,0	0,83	0,86	0,89	0,92	0,94	0,97	1,00
SO ₂	<0,2	0,25	0,35	0,36	0,36	0,36	0,37	0,38
	0,2...0,4	0,38	0,39	0,40	0,41	0,42	0,43	0,44
	0,4...0,6	0,43	0,46	0,49	0,51	0,53	0,56	0,58
	0,6...0,8	0,50	0,54	0,58	0,63	0,67	0,71	0,75
	0,8...1,0	0,60	0,66	0,73	0,80	0,86	0,93	1,00

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Pb	<0,2	1,02	1,03	1,04	1,04	1,05	1,05	1,06
	0,2...0,4	1,07	1,09	1,10	1,12	1,14	1,16	1,18
	0,4...0,6	1,12	1,15	1,18	1,20	1,23	1,26	1,29
	0,6...0,8	1,16	1,20	1,25	1,29	1,33	1,37	1,41
	0,8...1,0	1,21	1,26	1,32	1,37	1,42	1,48	1,53

Примечания.

1. При отсутствии данных о фактических значениях β γ принимается: для городских перевозок и перевозок сельскохозяйственных грузов $\gamma = 0,6 \dots 0,8$; $\beta = 0,5$; для междугородных перевозок $\gamma = 0,8 \dots 1,0$; $\beta = 0,70$.

2. Выбросы свинца рассчитываются только при использовании этилированного бензина.

Массовый выброс загрязняющих веществ грузовыми (специальными) автомобилями с определенной грузоподъемностью и типом двигателя при движении вне населенных пунктов рассчитывается по формуле

$$M_{iks}'' = m_{iks}'' \cdot L_{iks}'' \cdot K_{nis}'' \cdot 10^{-6}, \quad (11.11)$$

где m_{iks}'' – пробеговый выброс i -го загрязняющего вещества грузовыми автомобилями k -й грузоподъемности с двигателями s -го типа, г/км (табл. 11.14);

L_{iks}'' – суммарный пробег при движении вне населенных пунктов, км;

K_{nis}'' – коэффициент, учитывающий изменение выброса от уровня использования грузоподъемности и пробега (табл. 11.12, 11.13).

Т а б л и ц а 11.14

Пробеговые выбросы загрязняющих веществ грузовыми автомобилями при движении вне населенных пунктов

Грузоподъемность автомобиля или автопоезда, т	Тип двигателя	Пробеговый выброс m_{iks} , г/км					
		CO	CH	NO ₂	C	SO ₂	Pb
1	2	3	4	5	6	7	8
0,5...2,0	Б	15,2	1,9	2,1	0	0,13	0,019
2,0...5,0	Б	26,3	2,6	4,1	0	0,16	0,023
	Г	13,1	1,5	4,1	0	0,14	0
	Д	2,5	0,8	6,9	0,1	0,96	0

1	2	3	4	5	6	7	8
5,0...8,0	Б	40,8	4,1	8,0	0	0,19	0,029
	Г	20,2	2,4	8,0	0	0,17	0
	Д	2,6	1,2	9,1	0,2	1,03	0
8,0...16,0	Б	50,5	4,5	8,5	0	0,26	0,038
	Д	3,2	1,4	10,7	0,2	1,28	0
более 16,0	Д	3,6	1,5	13,1	0,3	1,47	0

Примечание. Б – бензиновый, Д – дизельный, Г – газовый (сжатый газ).

1. Токсичность отработавших газов при работе двигателя на сжиженном нефтяном газе принимается равной токсичности отработавших газов при работе двигателя на бензине.

2. Выбросы свинца рассчитываются только при использовании этилированного бензина.

Суммарный массовый выброс i -го загрязняющего вещества грузовыми автомобилями M_{ri} определяется по формуле:

$$M_{ri} = \sum_{k=1}^n \sum_{s=1}^n (M'_{iks} + M''_{iks}) \cdot K_{tis}, \quad (11.12)$$

где K_{tis} – коэффициент, учитывающий влияние технического состояния автомобилей на массовый выброс i -го загрязняющего вещества для s -го типа двигателя.

Для грузовых автомобилей с бензиновыми и газовыми двигателями

$$K_{\text{тCO}} = 2,0; K_{\text{тCH}} = 1,83; K_{\text{тNO}} = 1,0; K_{\text{тSO}} = 1,15; K_{\text{тPb}} = 1,15;$$

для автомобилей с дизельными двигателями

$$K_{\text{тCO}} = 1,6; K_{\text{тCH}} = 2,1; K_{\text{тNO}} = 1,0; K_{\text{тSO}} = 1,9; K_{\text{тPb}} = 1,15.$$

При отсутствии данных о распределении пробега грузовых автомобилей в городских и загородных условиях и наличии данных об общем пробеге автомобиля L_{iks} пробег L'_{iks} и L''_{iks} определяется по формулам:

$$\begin{aligned} \text{в городах} & \quad L'_{iks} = 0,9 \cdot L_{iks} ; L''_{iks} = 0,1 \cdot L_{iks} ; \\ \text{в сельской местности} & \quad L'_{iks} = 0,2 \cdot L_{iks} ; L''_{iks} = 0,8 \cdot L_{iks} . \end{aligned}$$

11.7.3. Автобусы

Массовый выброс загрязняющих веществ междугородними, пригородными и туристскими автобусами определенного класса с определенным типом двигателя при движении по территории населенных пунктов M'_{ims} рассчитывается по формуле

$$M'_{ims} = m'_{ims} \cdot L'_{ms} \cdot K_{ris} \cdot K_{his} \cdot 10^{-6}, \quad (11.13)$$

где m'_{ims} – пробеговый выброс i -го загрязняющего вещества автобусами m -го класса с двигателями s -го типа, г/км (табл. 11.15);

L'_{ms} – суммарный пробег по территории населенных пунктов автобусов s -го типа, км;

K_{ris} – коэффициент, учитывающий изменение выбросов загрязняющих веществ при движении по территории населенных пунктов (табл. 11.16);

K_{his} – коэффициент, учитывающий изменение выброса в зависимости от вида перевозок и типа двигателя автобуса (табл. 11.17).

Массовый выброс (в тоннах) загрязняющих веществ маршрутными городскими автобусами определенного класса с определенным типом двигателя при движении по территории населенных пунктов M''_{ims} рассчитывается по формуле:

$$M''_{ims} = K_p \cdot m'_{ims} \cdot L''_{ms} \cdot K_{ris} \cdot K_{his} \cdot 10^{-6}, \quad (11.14)$$

где K_p – коэффициент, учитывающий изменение выбросов загрязняющих веществ при движении маршрутных городских автобусов по территории населенных пунктов (для CO, CH, NO₂, C $K_p = 1,4$; для SO₂, Pb $K_p = 1,1$);

L''_{ms} – суммарный пробег по территории населенных пунктов маршрутных городских автобусов m -го класса с двигателями s -го типа, км.

Т а б л и ц а 11.15

Пробеговые выбросы загрязняющих веществ при движении автобусов по территории населенных пунктов

Грузоподъемность автомобиля или автопоезда, т	Тип двигателя	Пробеговой выброс $m_{i,ks}$, г/км					
		СО	СН	NO ₂	С	SO ₂	Pb
особо малый L<5	Б	13,5	2,9	3,0	0	0,09	0,031
малый 6,0 <L<7,5	Б	44,0	3,4	6,1	0	0,18	0,028
средний 8,0 <L<9,5	Б	67,1	5,0	9,9	0	0,25	0,037
	Д	4,5	1,4	9,1	0,8	0,90	0
большой 10,5 <L<12	Б	104,0	7,7	10,4	0	0,32	0,047
	Д	4,9	1,6	10,0	1,0	1,23	0
особо большой L>12	Д	5,0	1,6	11,0	1,1	1,65	0

Примечание. Б – бензиновый, Д-дизельный.

Т а б л и ц а 11.16

Значения K_{ris} в зависимости от типа населенных пунктов

Тип населенных пунктов (НП), число жителей	Значение K_{ris}									
	СО		СН		NO ₂		С	SO ₂	Pb	
	Б,Г	Д	Б,Г	Д	Б,Г	Д	Д	Б,Г,Д	Б	
Город более 1 млн. чел.	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,25	1,2	
Город 100 тыс. – 1 млн. чел.	0,89	0,95	0,85	0,93	0,79	0,92	0,8	1,15	1,15	
Город 30 – 100 тыс.чел.	0,74	0,83	0,70	0,80	0,69	0,82	0,5	1,05	1,05	
Прочие НП	0,58	0,64	0,50	0,60	0,6	0,7	0,3	1,0	1,0	

Т а б л и ц а 11.17

Значения K_{his} в зависимости от вида перевозок и типа двигателя

Вид перевозок	Тип двигателя	Значения K_{his}					
		CO	CH	NO ₂	C	SO ₂	Pb
Городские и пригородные	Б	0,9	0,96	0,89	0	1,3	1,3
	Д	0,89	0,92	0,93	0,75	1,3	0
Междугородные и туристические	Б	0,7	0,88	0,67	0	1,1	1,1
	Д	0,68	0,76	0,81	0,44	1,1	0

Массовый выброс загрязняющих веществ в тоннах автобусами определенного класса с определенным типом двигателя при движении вне населенных пунктов M_{ims}''' рассчитывается по формуле

$$M_{ims}''' = K_p \cdot m_{ims}'' \cdot L_{ms}''' \cdot K_{ris} \cdot K_{his} \cdot 10^{-6}, \quad (11.15)$$

где m_{ims}'' – пробеговый выброс i -го загрязняющего вещества автобусами m -го класса с двигателями s -го типа, г/км (табл. 11.18);

L_{ms}''' – суммарный пробег при движении вне населенных пунктов, км.

Т а б л и ц а 11.18

Пробеговый выброс загрязняющих веществ автобусами при движении вне населенных пунктов

Класс автобуса (L-габаритная длина, м)	Тип двигателя	Пробеговый выброс m_{iks} , г/км					
		CO	CH	NO ₂	C	SO ₂	Pb
особо малый L<5	Б	6,0	1,6	4,0	0	0,09	0,031
малый 6,0 <L<7,5	Б	24,0	2,3	5,0	0	0,18	0,028
средний 8,0 <L<9,5	Б	34,0	3,9	8,2	0	0,25	0,037
	Д	3,3	1,2	8,0	0,2	0,90	0
большой 10,5 <L<12	Б	2,0	4,6	9,5	0	0,32	0,047
	Д	3,5	1,3	18,0	0,2	1,23	0
особо большой L>12	Д	3,6	1,3	18,8	0,3	1,65	0

Примечание. Б – бензиновый, Д – дизельный.

Суммарный массовый выброс i -го загрязняющего вещества автобусами M_{ai} определяется по формуле

$$M_{ai} = \sum_{m=1}^n \sum_{s=1}^n (M'_{ims} + M''_{ims} + M'''_{ims}) \cdot K_{tis} . \quad (11.16)$$

Для автобусов с бензиновыми двигателями $K_{\text{TCO}} = 2,0$; $K_{\text{TCH}} = 1,83$; $K_{\text{тNO}} = 1,0$; $K_{\text{тSO}} = 1,15$; $K_{\text{тPb}} = 1,15$ (для особо малого класса $K_{\text{TCO}} = 1,75$; $K_{\text{TCH}} = 1,48$; $K_{\text{тNO}} = 1,0$); для автобусов с дизельными двигателями $K_{\text{TCO}} = 1,6$; $K_{\text{TCH}} = 2,1$; $K_{\text{тNO}} = 1,0$; $K_{\text{тSO}} = 1,9$; $K_{\text{тPb}} = 1,15$.

При отсутствии данных о распределении пробега автобусов в городских и загородных условиях и наличии данных об общем пробеге автобусов L_{ms} пробег L'_{ms} ; L''_{ms} и L'''_{ms} определяется по формулам:

городские перевозки $L''_{ms} = L_{ms}$;

пригородные, туристические перевозки $L'_{ms} = 0,7 \cdot L_{ms}$; $L'''_{ms} = 0,3 \cdot L_{ms}$;

междугородные перевозки $L'_{ms} = 0,2 \cdot L_{ms}$; $L'''_{ms} = 0,8 \cdot L_{ms}$;

перевозки в сельской местности, вахтовые перевозки $L'_{ms} = 0,3 \cdot L_{ms}$; $L'''_{ms} = 0,7 \cdot L_{ms}$.

Л и т е р а т у р а

1. Автомобильные дороги Беларуси: Энциклопедия / Под ред. А.В.Минина. – Мн., 2002.
2. Васильев А.П., Сиденко В.М. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения. – М., 1990.
3. Диагностика и управление качеством автомобильных дорог: Учеб. пособие / И.И.Леонович, С.В.Богданович, В.В.Голубев и др.; Под ред. И.И.Леоновича. – Мн.: БНТУ, 2002. – 357 с.

4. Мытько Л.Р. Оценка транспортно-эксплуатационных характеристик автомобильных дорог: Учеб. пособие. – Мн.: ВУЗ-Юнити, 2001. – 200 с.

5. РД 0219.1.05-97. Приемка работ при среднем ремонте автомобильных дорог и дорожных сооружений.

6. РД 0219.1.18-2000. Зимнее содержание автомобильных дорог общего пользования Республики Беларусь.

7. РД 0219.1.24-2002. Руководство по контролю качества уплотнения гравийных и щебеночных материалов в конструктивных слоях дорожной одежды. Указания по эффективности дорожно-ремонтных работ. ВСН 2-80 / Минавтодор РСФСР.

8. СТБ 1030-96. Материал нетканый синтетический с семенами трав. Технические условия.

9. СТБ 1033-96. Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия.

10. СТБ 1089-97. Эмали для горизонтальной разметки автомобильных дорог. Технические условия.

11. СТБ 1090-97. Материалы термопластические для разметки автомобильных дорог. Технические условия.

12. СТБ 1092-97. Мастика герметизирующая битумно-эластомерная. Технические условия.

13. СТБ 1115-98. Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Методы испытания.

14. СТБ 1119-98. Материалы для горизонтальной разметки автомобильных дорог. Методы испытаний.

15. СТБ 1140-99. Знаки дорожные. Общие технические условия.

16. СТБ 1104-98. Полотно иглопробивное геотекстильное для транспортного строительства. Технические условия.

17. СТБ 1231-2000. Разметка дорожная. Общие технические условия.

18. СТБ 1291-2001. Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию дорог, допустимому по условиям безопасности движения.

19. СТБ 1300-2002. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения.

20. ТК 01-86. Технологическая карта по нанесению антикоррозионного покрытия на профильные планки металлического дорожного ограждения.

21. Тозик А.А. Экономика автомобильного транспорта.-Мн.: УП «Технопринт», 2002. – 136 с.
22. ТТК 02-86. Типовая технологическая карта на устройство дорожной разметки термопластиком ТР-1 и МР-1.
23. ТК 03-86. Технологическая карта на производство узлов сжигания с муфелем из жаростойкого бетона для сушильных барабанов АБЗ.
24. ТТК 04-86. Типовая технологическая карта на устройство дорожных покрытий из сборных бетонных плит ПБД-30.
25. ТТК 05-86. Типовая технологическая карта на устройство защитных слоев на проезжей части и тротуарах мостов и путепроводов с применением гидрофобизатора.
26. ТК 06-87. Технологическая карта на приготовление смесей складированных эмульсионно-минеральных.
27. ТТК 07-87. Типовая технологическая карта на устройство цементобетонного покрытия бетоноукладчиком «Гомак» на дорогах местного значения.
28. ТТК 08-87. Типовая технологическая карта на устройство однослойного основания по способу плотных смесей из песчано-щебеночной шлаковой смеси.
29. ТК 09-87. Технологическая карта на технологию очистки и чернения щебня в установке УЧЩ-1.
30. ТТК 11-89. Типовая технологическая карта на укрепление откосов земляного полотна автомобильных дорог с применением геотекстильных материалов.
31. ТК 12-88. Технологическая карта на приготовление резино-битумного вяжущего способом окисления дробленой резины с гудроном.
32. ТК 13-88. Технологическая карта на приготовление резино-битумного вяжущего способом термодеструкции.
33. ТК 17-91. Технологическая карта по нанесению металлизационных и комбинированных покрытий на стальные элементы обустройства дорог.
34. ТК 15/1-98. Технологическая карта нарезки пазов швов цементобетонного покрытия и разделки трещин в дорожном покрытии.
35. ТК 15/2-98. Технологическая карта выполнения работ по герметизации швов цементобетонного покрытия и трещин дорожных покрытий.

36. ТК 16-97. Технологическая карта на устройство ямочного ремонта асфальтобетонных покрытий с использованием литого асфальтобетона.

37. ТК 16-97. Технологическая карта на устройство ямочного ремонта асфальтобетонных покрытий с применением эмульсионно-минеральных смесей, приготовленных в установке.

38. ТК 18-97. Технологическая карта на приготовление эмульсионно-минеральных смесей.

39. ТК 19-97. Технологическая карта на устройство ямочного ремонта асфальтобетонного покрытия с применением эмульсионно-минеральных смесей, приготовленных на месте производства работ.

40. ТК 20-98. Технологическая карта на приготовление битума модифицированного.

41. ТТК 21-2000. Типовая технологическая карта на распределение противогололедных материалов при ликвидации зимней скользкости пескосолераспределителем типа «Епоке» с объемом кузова 3,5...4,0 м³.

42. ТТК 22-2000. Типовая технологическая карта на выполнение работ по очистке покрытия от снега снегоочистительными отвалами типа НО-72 и НО-78 на базе автомобиля МАЗ-5551.

43. ТК 23-98. Устройство горизонтальной разметки покрытий дорог краской маркировочной машиной Н-33-1 фирмы «Хофман».

44. ТК 24-98. Устройство разметки покрытий дорог термопластиком маркировочной машиной Н-33-1 фирмы «Хофман».

45. ТК 25-98. Технологическая карта на устройство шероховатых слоев износа методом поверхностной обработки на автомобильных дорогах с асфальтобетонным покрытием.

46. ТК 26-98. Технологическая карта на приготовление кубовидного щебня на дробильно-сортировочной установке Ц 2502 И «Паркер-900».

47. ТК 27-98. Технологическая карта на приготовление литого асфальтобетона в стационарных установках ДС-117-2Е (Д508-2А).

48. ТК 28-98. Технологическая карта на приготовление литого асфальтобетона в передвижных варочных котлах ГТ-10.

49. Технологическая карта на приготовление эмульсий битумных катионных.

50. ТК 30-98. Технологическая карта на приготовление холодных гравийно-эмульсионных смесей.

51. ТК 31-98. Технологическая карта на устройство покрытий из гравийно-эмульсионных смесей.

52. ТК 32-98. Технологическая карта на ямочный ремонт асфальтобетонных покрытий органо-минеральными смесями холодной укладки (с использованием нарезчиков швов CF-12.1В, CF-15В и виброплиты DVD-1240).

53. ТК 33-98. Технологическая карта на процесс грохочения и мойку щебня.

54. ТК 34-98. Технологическая карта на ремонт асфальтобетонных покрытий способом ремикс плюс по горячей технологии.

55. ТК 35-98. Технологическая карта на снятие асфальтобетонного покрытия холодной фрезой 2000DC.

56. ТК 36-98. Технологическая карта на снятие асфальтобетонного покрытия холодной фрезой SF-1000С.

57. ТК 37-99. Технологическая карта на ямочный ремонт асфальтобетонных покрытий (с использованием нарезчика швов CRF-60В и виброплиты DVD-1240).

58. ТК 38-99. Технологическая карта на ямочный ремонт асфальтобетонных покрытий с использованием рециклера UPZA-500 (ПМ-107).

59. ТК 39-99. Технологическая карта на устройство шероховатых слоев износа методом поверхностной обработки с использованием щебнераспределителя ЩРДС-1400.

60. ТТК 40-2000. Типовая технологическая карта на выполнение работ по расчистке покрытия от снега снегоочистительными отвалами типа НО-72 и НО-78 на базе автомобиля МАЗ-5551 с одновременным распределением противогололедных материалов пескосоелераспределителями с объемом кузова 3,5...4,0 м³.

61. ТТК 41-2000. Типовая технологическая карта на распределение противогололедных материалов при ликвидации зимней скользкости пескораспределителем типа «90» фирмы «Шмидт» с объемом кузова 5,5...6,0 м³.

62. ТТК 42-2000. Типовая технологическая карта на выполнение работ по очистке покрытия от снега снегоочистительными отвалами типа МЛ-39 и CPS 5.3 фирмы «Шмидт» на базе автомобиля МАЗ-63039.

63. ТТК 43-2000. Типовая технологическая карта на выполнение работ по очистке покрытия от снега снегоочистительными отвалами типа МЛ-39 и CPS 5.3 фирмы «Шмидт» на базе автомобиля МАЗ-63039 с

одновременным распределением противогололедных материалов пескораспределителем с объемом кузова 5,5...6,0 м³.

64. ТТК 44-2000. Типовая технологическая карта на приготовление соляного раствора в установке S-2000.

65. ТТК 45-2000. Типовая технологическая карта на выполнение погрузочных работ конвейером «Quickmaster».

66. ТК 46-2000. Технологическая карта на приготовление минеральной части холодной литой асфальтобетонной смеси на установке «Rawson».

67. ТК 47-2000. Технологическая карта на устройство защитных слоев покрытий автомобильных дорог по технологии «Сларри Сил» машиной НД-10.

68. ТК 48-2000. Технологическая карта на устройство горизонтальной дорожной разметки эмалями с использованием маркировочной машины «Шмель».

69. ТК 49-2000. Технологическая карта на локальный ремонт участков поверхностной обработки на асфальтобетонных покрытиях с использованием дорожного ремонтера БФР-3.1 фирмы «Секмаер» и ремонтной фрезы RABDC фирмы «Фильхабен».

70. ТК 50-01. Технологическая карта на снятие асфальтобетонного покрытия холодной фрезой RAB 530.

71. ТК 51-01. Технологическая карта на ямочный ремонт асфальтобетонных покрытий с использованием передвижных варочных котлов типа ГТ 10 (КДМ-150).

72. ТК 52-01. Технологическая карта на устройство карт при ямочном ремонте и устранение колеяности дорожных покрытий холодной фрезой «Амкодор 8047-10» на базе трактора МТЗ-82(80).

73. ТК 53-01. Технологическая карта на ямочный ремонт покрытий автомобильных дорог горячими литыми асфальтобетонными смесями с применением миксера-бункера ФСИТ-39.

74. ТК 54-01. Технологическая карта на ямочный ремонт асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог эмульсионно-минеральными смесями с применением установки БЦМ-24.

75. ТК 55-01. Технологическая карта на ямочный ремонт покрытий автомобильных дорог по способу пропитки с применением установки УДВ-2000.

76. ТК 56-01. Технологическая карта на уплотнение покрытий автомобильных дорог из горячих и теплых асфальтобетонных сме-

сей с применением комбинированных вибрационных катков типа «Пума-168» и вальцовых вибрационных катков типа «ВА-9002».

77. ТК 57-01. Технологическая карта на устройство горизонтальной дорожной разметки термопластиком с его приготовлением в котле маркировочной машины ДЭ-21 М-01.

78. ТК 58-01. Технологическая карта на устройство дорожных одежд из холодных регенерированных органно-минеральных смесей смешением на месте с применением ресайклера Bomag МРН.

79. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения / Под ред. И.И.Леоновича. – Мн., 1988. – 348 с.

80. Яромко В.Н. Реабилитация дорожных покрытий. Опыт применения новых технологий при модернизации автомобильной дороги Брест-Минск-граница России. – Мн., 2002. – 106 с.

81. Яромко В.Н. Новая технология ремонта цементобетонных покрытий. – Мн.: НПО «Белавтодорпрогресс», 1999. – 76 с.

82. Katalog wzmacnień i remontów nawierzchni podatnych i potsztywnych (Kwrnpp-2001). Wydawca, Redakcja Techniczna i Rozpowszechnianie. – Warszawa, 2001. – 224 с.

83. Антюшеня Д.М., Ивуть Р.Б. Методическое пособие к курсовому проекту по дисциплине «Технология и организация перевозок». – Мн.: БНТУ, 2002. – 90 с.

84. Васильев А.П., Шанбар П. Поверхностная обработка с синхронным распределением материалов. – М.: ООО «Трансдорнаука», 1999. – 80 с.

85. Евгеньев И.Е., Каримов Б.Б. Автомобильные дороги и окружающая среда. – М.: ООО «Трансдорнаука», 1997. – 285 с.

86. Кашевская Е.В. Регенерация асфальтобетонов / Под ред. И.И.Леоновича. – Мн.: Дизайн ПРО, 2003. – 192 с.

87. Леонович И.И., Селюков Д.Д., Цибульский А.В. Профилактические меры борьбы с гололедом // Вестник БНТУ. – 2003. - № 3. – С. 17-19.

88. Тришин Г.Г., Полойко В.Ф., Романькова Т.А. Рекомендации по способам ускоренного ремонта усовершенствованных дорожных покрытий. – Мн.: 1984. – 102 с.

С о д е р ж а н и е

В в е д е н и е	3
1. ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО СОДЕРЖАНИЮ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ.	7
1.1. Задачи содержания автомобильных дорог.	7
1.2. Очистка и поддержание порядка на дорогах.	14
1.3. Сезонное содержание покрытий.	27
1.4. Содержание дорожных сооружений и объектов.	71
1.5. Разметка автомобильных дорог.	105
1.6. Содержание зданий дорожной службы и дорожных сооружений.	108
1.7. Организация работ по содержанию дорог.	108
2. РЕМОНТ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ.	117
2.1. Основные виды ремонта асфальтобетонных покрытий.	117
2.2. Выбор способов и условий применения различных ремонтных дорожных покрытий.	123
2.3. Устройство слоев дорожной одежды различными способами.	146
2.4. Заделка трещин, швов, дефектов покрытий.	186
2.5. Холодный рециклинг непосредственно на дороге.	202
2.6. Использование геосинтетиков при расширении проезжей части и сопряжении ее с улучшенной обочиной.	204
3. РЕМОНТ ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ.	207
3.1. Основные дефекты и разрушения цементобетонных покрытий.	207
3.2. Основные виды ремонта цементобетонных покрытий.	223
3.3. Ремонт плит.	235
3.4. Поверхностная обработка и тонкие слои износа.	241
3.5. Ремонт обочин, краевых полос и лотков.	245
3.6. Техника безопасности в местах производства дорожных работ.	246
4. РЕМОНТ ГРАВИЙНЫХ И ЩЕБЕНОЧНЫХ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ.	247
4.1. Основные виды ремонта гравийных и щебеночных покрытий.	247

4.2. Применение гравийно-эмульсионных смесей при ремонте.	257
5. РЕМОНТ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА.	260
5.1. Основные дефекты земляного полотна и требования по их устранению.	260
5.2. Виды ремонта земляного полотна.	267
5.3. Укрепление откосов земляного полотна.	278
6. ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ.	289
6.1. Виды ремонта искусственных сооружений.	289
6.2. Виды работ по текущему ремонту железобетонных мостов...	296
6.3. Текущий ремонт деревянных и металлических мостов. . . .	303
6.4. Текущий ремонт водопропускных труб.	304
6.5. Текущий ремонт подпорных стенок, ограждающих сооружений и инженерного обустройства дорог.	305
7. РЕМОНТ ЭЛЕМЕНТОВ ИНЖЕНЕРНОГО ОБУСТРОЙСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ.	307
7.1. Требования к эксплуатационному состоянию элементов инженерного обустройства.	309
7.2. Виды ремонта объектов инженерного обустройства, средств организации и безопасности движения.	310
7.3. Ремонт дорожных знаков.	312
7.4. Ремонт других объектов инженерного обустройства.	314
8. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТ ПО СОДЕРЖАНИЮ И РЕМОНТУ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ.	320
8.1. Основные понятия и определения, используемые при экономическом анализе деятельности дорожно- эксплуатационных организаций.	321
8.2. Принципы планирования и использования средств на содержание и текущий ремонт автомобильных дорог. . . .	329
8.3. Техничко-экономическое обоснование условий применения капитальных и средних ремонтов дорог.	331
8.4. Показатели для оценки эффективности ремонтных работ..	335
8.5. Порядок определения требуемых ремонтных работ.	337
8.6. Оценка экономической эффективности использования результатов научно-исследовательских, опытно- конструкторских и опытно-технологических работ.	340

9. ОСНОВЫ ОХРАНЫ ТРУДА ПРИ СОДЕРЖАНИИ И РЕМОНТЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ.	346
9.1. Общие положения охраны труда.	348
9.2. Охрана труда при содержании и ремонте дорог и дорожных сооружений.	351
9.3. Охрана труда при выполнении работ на дороге.	362
9.4. Основы пожарной безопасности.	367
9.5. Оказание доврачебной помощи пострадавшим.	369
9.6. Средства индивидуальной защиты.	375
9.7. Расследование несчастных случаев.	377
9.8. Общественный контроль за соблюдением требований охраны труда.	380
9.9. Действующие нормативные документы по охране труда при содержании и ремонте автомобильных дорог.	382
10. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ДОРОЖНЫХ РАБОТ.	387
10.1. Организация движения на участках дорог, где производятся ремонтные работы.	387
10.2. Средства ограждения мест производства работ.	407
10.3. Ограждение мест производства дорожных работ.	411
11. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА ДОРОЖНЫХ РАБОТ.	417
11.1. Воздействие дорожных работ и дорожной техники на окружающую среду.	417
11.2. Воздействие автомобильного транспорта на окружающую среду.	418
11.3. Рекультивация земель.	435
11.4. Защита окружающей среды при эксплуатации автомобильных дорог.	436
11.5. Меры по нейтрализации негативных воздействий автомобильных дорог на окружающую среду.	443
11.6. Экологический мониторинг и принципы его построения.	446
11.7. Методика расчета выбросов транспортными средствами загрязняющих веществ.	449
Л и т е р а т у р а.	461

Учебное издание

ЛЕОНОВИЧ Иван Иосифович

СОДЕРЖАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

В 2-х частях

Часть 2

ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ ДОРОЖНЫХ РАБОТ

Редактор Т.А.Палилова. Корректор М.П.Антонова
Компьютерная верстка Л.М.Чернышевич

Подписано в печать 24.10.2003.

Формат 60x84 1/16. Бумага типографская № 2.

Печать офсетная. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 29,5. Уч.-изд. л. 21,5. Тираж 250. Заказ 19.

Издатель и полиграфическое исполнение:

Белорусский национальный технический университет.

Лицензия ЛВ №155 от 30.01.2003. 220013, Минск, проспект Ф.Скорины, 65.