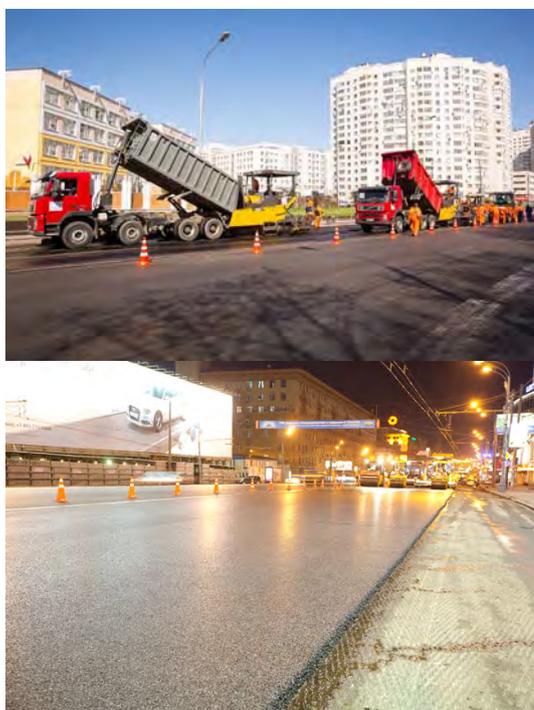


Министерство образования и науки Российской Федерации
Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

С. В. Алексиков, М. О. Карпушко, А. А. Ермилов

РЕМОНТ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ ГОРОДСКИХ ДОРОГ

Учебное пособие



Волгоград. ВолгГАСУ. 2014



© Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Волгоградский государственный
архитектурно-строительный университет», 2014

УДК 625.765(075.8)
ББК 39.311-08я73
А48

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой экономики и управления дорожным хозяйством ВолгГАСУ *В. С. Боровик*;
кандидат технических наук, доцент кафедры строительства и эксплуатации транспортных сооружений ВолгГАСУ *В. А. Лукин*

*Утверждено редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного пособия*

Алексиков, С. В.

А48 Ремонт асфальтобетонных покрытий городских дорог [Электронный ресурс] : учебное пособие / С. В. Алексиков, М. О. Карпушко, А. А. Ермилов ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Волгогр. гос. архит.-строит. ун-т. — Электронные текстовые и графические данные (3,6 Мбайт). — Волгоград : ВолгГАСУ, 2014. — Учебное электронное издание сетевого распространения. — Систем. требования: PC 486 DX-33; Microsoft Windows XP; Internet Explorer 6.0; Adobe Reader 6.0. — Официальный сайт Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Режим доступа: <http://www.vgasu.ru/publishing/on-line/> — Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-5-98276-628-1

Излагаются основы организации и технологии ремонта асфальтобетонных покрытий городских дорог. Содержится информация о применяемых перспективных технологиях, механизмах и материалах.

Для студентов всех форм обучения направлений «Технология транспортных процессов» и «Строительство» (профиль «Автомобильные дороги»), аспирантов, преподавателей вузов и инженерно-технических работников производственных предприятий.

Для удобства работы с изданием рекомендуется пользоваться функцией Bookmarks (Закладки) в боковом меню программы Adobe Reader.

Имеется печатный аналог (Алексиков, С. В. Ремонт асфальтобетонных покрытий городских дорог : учебное пособие / С. В. Алексиков, М. О. Карпушко, А. А. Ермилов ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Волгогр. гос. архит.-строит. ун-т. — Волгоград : ВолгГАСУ, 2014. — 131, [1] с.).

УДК 625.765(075.8)
ББК 39.311-08я73

Нелегальное использование данного продукта запрещено

ISBN 978-5-98276-628-1



© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет», 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
Глава 1. Улично-дорожная сеть г. Волгограда	6
1.1. Основные элементы городских улиц	6
1.2. Классификация улично-дорожной сети г. Волгограда	8
1.3. Конструкции дорожных одежд с асфальтобетонным покрытием	14
1.4. Конструкции тротуаров	16
Глава 2. Эксплуатационное состояние дорожных покрытий	19
2.1. Дефекты и причины снижения эксплуатационных свойств дорожных покрытий	19
2.2. Диагностика дорожных покрытий на наличие дефектов	25
2.3. Назначение объемов ремонтных работ	31
Глава 3. Дорожно-строительные материалы и полуфабрикаты	36
3.1. Горячие асфальтобетонные смеси	36
3.2. Щебеночно-мастичные асфальтобетоны	42
3.3. Литые асфальтобетонные смеси	43
3.4. Асфальтогранулятобетоны	45
Глава 4. Приготовление асфальтобетонных смесей	49
4.1. Типы асфальтосмесительных установок	49
4.2. Асфальтосмесительные установки, производимые в России и за рубежом	56
4.3. Приготовление асфальтобетонной смеси с использованием старого асфальтобетона	65
Глава 5. Организация и технология ремонтных работ	69
5.1. Сроки производства ремонтных работ	69
5.2. Обоснование схемы объезда ремонтируемого участка дороги	69
5.3. Подготовка существующего дорожного покрытия при выполнении ремонтных работ	76
5.4. Приготовление и хранение горячих асфальтобетонных смесей	79
5.5. Транспортирование асфальтобетонных смесей по городской улично-дорожной сети	83
5.6. Укладка и уплотнение горячих асфальтобетонных смесей	88
5.7. Ремонт покрытия с использованием литого асфальтобетона	98
5.7.1. Подготовительные работы	98
5.7.2. Транспортировка асфальтобитумной смеси	100
5.7.3. Способы и режим распределения асфальтобитумной смеси	100
5.8. Технологические дефекты и причины их возникновения	102
5.9. Контроль качества работ	106
Глава 6. Обустройство мест производства дорожных работ	109
Заключение	115
Библиографический список	116
Приложение 1. Технологические карты	118
Приложение 2. Схемы организации дорожного движения при производстве работ на проезжей части	127

ВВЕДЕНИЕ

Постоянный рост автомобильного парка страны до 6...7 % в год, прирост до 8 % транспортной подвижности городского населения ведет к увеличению уровня загрузки городских дорог (до 0,80...0,95 %) движением транспорта и ускоренному износу дорожных покрытий. Межремонтный срок асфальтобетонного покрытия улично-дорожной сети (УДС) составляет 2...4 года. Из-за неудовлетворительного состояния дорожного покрытия городских дорог происходит 35...40 % от всех ДТП, ежегодный перерасход топлива составляет 6...8 млн т. Ежегодный объем капитального ремонта дорожного покрытия должен составлять 8...10 % общей площади УДС. В условиях накапливающего хронического недоремонта до 50...70 % городских улиц и дорог больших городов (Великий Новгород, Волгоград, Омск, Новосибирск) требуют капитального ремонта. Так, ежегодный объем ремонта дорожного покрытия Санкт-Петербурга составляет 1,5...2 млн м² городских дорог, Москвы — 7...8 млн м², Новосибирска — 0,61 млн м². Согласно Генеральному плану развития Волгограда до 2025 г. планируется строительство, реконструкция и капитальный ремонт УДС в объеме 3,2 млн м² асфальтобетонного покрытия.

Одним из путей увеличения межремонтных сроков городских дорог является совершенствование организации и технологии ремонта асфальтобетонных покрытий с учетом современных производственных условий:

ремонт дорог выполняют в условиях пропуска плотных транспортных потоков. Уровень загрузки УДС достигает 0,95...1,00, что существенно увеличивает время доставки горячей асфальтобетонной смеси от асфальтобетонного завода (АБЗ) к месту ее укладки в покрытие;

снижение скорости транспорта до 5...10 км/ч, создание пробок на участках производства работ, повышение риска ДТП приводят к увеличению транспортных издержек, требуют минимизации фронта и сроков дорожно-ремонтных работ;

проектные решения зачастую разрабатываются на основе нормативной производительности машин, без учета физико-механических свойств обрабатываемых материалов и погодных условий. Ошибка в обосновании производительности механизированных звеньев, а следовательно, интенсивности и сроков производства работ, достигает 20...50 %. Повышение дос-

товерности проектных организационно-технологических решений требует совершенствования методики обоснования эксплуатационной производительности машин и механизмов;

дорожно-ремонтные работы на УДС зачастую требуют перераспределения автотранспорта по альтернативным направлениям движения, не приспособленным для пропуска плотных транспортных потоков. На объездных маршрутах наблюдается повышенное колееобразование и разрушение дорожного покрытия, снижение скорости автомобилей и создание пробок. Вследствие этого методика обоснования схем объезда участка ремонта дорожного покрытия требует совершенствования;

ремонтные работы зачастую выполняются при пониженных температурах воздуха в осенний период. Необходимость повышения качества укладки и уплотнения горячих асфальтобетонных смесей требует обоснования организационно-технологических параметров строительного производства с позиций теории надежности.

Пособие разработано в соответствии с [1—8].

Глава 1. УЛИЧНО-ДОРОЖНАЯ СЕТЬ г. ВОЛГОГРАДА

1.1. Основные элементы городских улиц

Улично-дорожная сеть г. Волгограда составляет часть городской территории, ограниченной красными линиями и предназначенной для движения транспорта и пешеходов между отдельными функциональными зонами города и внутри отдельных зон и других городских территорий; прокладки различных сетей инженерного оборудования; размещения зеленых насаждений [9].

Элементами городской улицы являются одна или несколько проезжих частей, предохранительные полосы, тротуары, пешеходные дороги, велодорожки, трамвайные пути, полосы зеленых насаждений, центральные разделительные полосы между проезжими частями встречных направлений движения, разделительные полосы между центральной проезжей частью и боковыми проездами, между тротуаром и проезжими частями, откосы насыпей и выемок, подпорные стенки, технические и резервные полосы, остановочные и конечные площадки общественного транспорта и т. д.

На скоростных и магистральных дорогах общегородского значения грузового движения, расположенных на незастроенных и не подлежащих застройке территориях, элементами дороги служат также обочины и кюветы открытой системы водостоков.

Автостоянки, расположенные в границах красных линий, входят как элементы в городскую улицу или дорогу. Автостоянки, размещаемые вне красных линий, в городскую улицу не входят, но являются составными элементами УДС.

Границами городских улиц и дорог и окружающей территории (жилая застройка, парки, скверы, различные сооружения и пр.) являются красные линии, расстояние между которыми определяет ширину улицы (дороги) в красных линиях.

Ширина улиц и дорог устанавливается с учетом их категории и в зависимости:

- от расчетной интенсивности движения транспорта и пешеходов;
- типа застройки;
- рельефа местности;

требований защиты населения от шума, пыли, выхлопных газов автомобилей;

способов отвода дождевых и талых вод;

размещения подземных инженерных сетей, зеленых насаждений, оросительных каналов и др. (рис. 1.1).

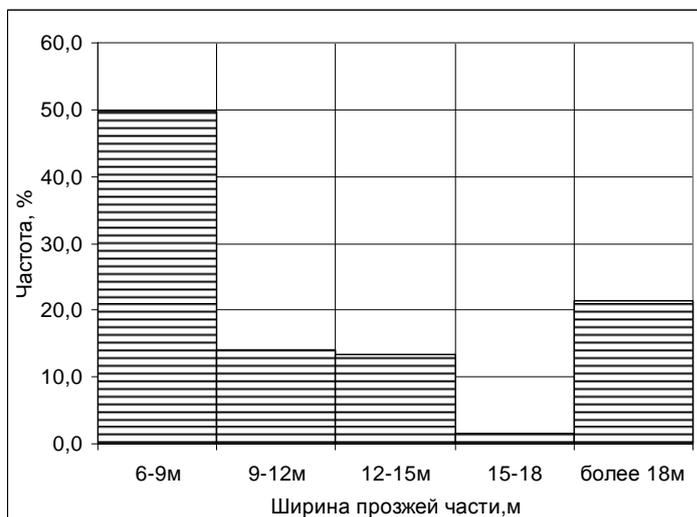


Рис. 1.1. Гистограмма ширины проезжей части УДС г. Волгограда

Многообразие факторов, влияющих на ширину улиц, представлены в типовых решениях [10], которые уточняются для конкретных случаев проектирования.

На профиле указывают наименование всех элементов и их ширину, величины и направления поперечных уклонов, высотное взаиморасположение элементов, показывают инженерные сети (приведены в задании), элементы озеленения и освещения, дорожные и тротуарные одежды. Пример оформления поперечного профиля приведён на рис. 1.2.

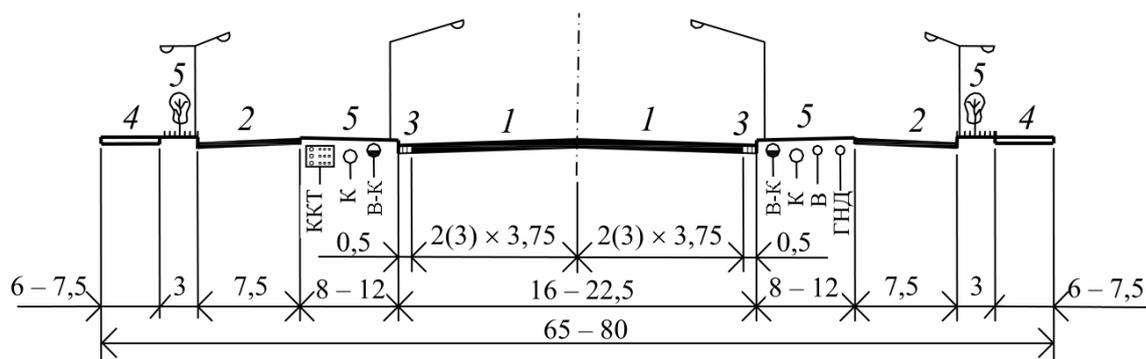


Рис. 1.2. Пример типового поперечного профиля общегородской магистрали регулируемого движения (размеры всех элементов даны в метрах): 1 — основная проезжая часть; 2 — боковые и местные проезды; 3 — предохранительные полосы; 4 — тротуары; 5 — разделительные полосы и полосы озеленения: ККТ — коллектор электрических и телефонных кабелей; К — канализация; В — водопровод; В-К — водопровод и канализация; ГНД — газопровод низкого давления

1.2. Классификация улично-дорожной сети г. Волгограда

Общая протяженность УДС г. Волгограда около 1500 км. Специфические планировочные условия Волгограда обуславливают повышенные, по сравнению со многими другими городами, требования к его дорожно-транспортной сети. Особенности планировки Волгограда определились природными условиями, общей линейной геометрией города и историей его развития. Отдельные районы Волгограда соединяются между собой магистралями, пересекающимися овраги, балки, реки.

Северные районы Волгограда находятся в более благоприятном положении, движение транспорта осуществляется по главным магистралям Волгограда — I, II, III Продольным магистралям. Далее движение транспорта в южные районы Волгограда осуществляется только по одной II Продольной магистрали.

В зависимости от назначения и транспортных характеристик УДС Волгограда подразделяется на пять категорий. В табл. 1.1 приведено дифференцирование улично-дорожной сети для территории города за пределами центра, в табл. 1.2 — для центра города [11].

Таблица 1.1

Классификация улично-дорожной сети города

Категория улиц	Основное назначение улиц	Транспортная характеристика
Магистральные улицы		
Общегородского значения I класса	Основные транспортные и функционально-планировочные оси города. Формируют направления преимущественного развития системы расселения. Обеспечивают международные, республиканские, региональные и городские связи. Имеют выходы на внешние автомобильные дороги, к аэропортам, крупным зонам массового отдыха и поселениям в регионе	Пропуск всех видов транспорта. Движение непрерывное. Пересечения с магистральными улицами в разных уровнях
II класса	Основные транспортные каналы города. Обеспечивают связи различных функционально-планировочных частей города. Могут иметь выходы на внешние автомобильные дороги	Пропуск всех видов транспорта. Режим движения — непрерывный и регулируемый. Пересечения с магистральными улицами — в одном и разных уровнях

Окончание табл. 1.1

Категория улиц	Основное назначение улиц	Транспортная характеристика
Районного значения	Основные оси районов. Обеспечивают связи в пределах жилых районов и производственных зон, а также между ними	Пропуск всех видов транспорта. Режим движения регулируемый
Улицы и дороги местного значения		
В жилой застройке	Транспортные и пешеходные связи в пределах жилых районов и микрорайонов. Связи с магистральными улицами общегородского и районного значения (за исключением улиц с непрерывным движением транспорта)	Пропуск легкового, специального и обслуживающего район грузового транспорта; в отдельных случаях допускается организация движения массового пассажирского транспорта
В производственных и коммунально-складских зонах	Транспортные связи в пределах производственных и коммунально-складских зон	Пропуск всех видов транспорта

Таблица 1.2

Классификация уличной сети центра

Категория улиц	Основное назначение улиц	Транспортная характеристика
Магистральные улицы		
Общегородского значения I класса	Транспортно-планировочные и архитектурно-функциональные оси исторического центра. Обеспечивают его связи с направлениями развития и элементами системы общегородского центра, функционально-планировочными частями города; имеют выходы на магистральные улицы общегородского значения города I класса	Пропуск всех видов транспорта, за исключением грузового транспорта, не связанного с обслуживанием центра. Интенсивное пешеходное движение. Режим движения регулируемый
II класса	Основные транспортные каналы исторического центра. Обеспечивают его внутренние связи, связи с функционально-планировочными элементами города; имеют выходы на магистральные улицы общегородского и районного значения города	Пропуск всех видов транспорта, за исключением большегрузных автомобилей и грузового транспорта, не связанного с обслуживанием центра. Интенсивное пешеходное движение. Режим движения регулируемый

Окончание табл. 1.2

Категория улиц	Основное назначение улиц	Транспортная характеристика
Районного значения	Оси функционально-планировочных зон исторического центра. Обеспечивают его внутренние связи, имеют выход на магистральные улицы города	Пропуск всех видов транспорта, за исключением большегрузных автомобилей, грузового транспорта, не связанного с обслуживанием центра. Режим движения регулируемый
Улицы и дороги местного значения		
В жилой застройке	Транспортные и пешеходные связи в пределах жилых районов и микрорайонов. Связи с магистральными улицами центра	Пропуск легкового, специального и обслуживающего район грузового транспорта: в отдельных случаях допускается организация движения массового пассажирского транспорта

Геометрические параметры элементов сети за пределами центра устанавливаются с учетом их категорий и в зависимости от интенсивности движения транспорта и пешеходов на расчетный срок (табл. 1.3).

Таблица 1.3

Основные расчетные параметры уличной сети города

Категория магистралей	Расчетная скорость движения, км/ч	Ширина в красных линиях, м	Ширина полосы движения, м	Число полос движения в обоих направлениях	Ширина пешеходной части тротуара, м
Магистральные улицы					
Общегородского значения:					
I класса	100	70...110	3,75	6...8	4,5...7,5
II класса	80...100	40...100	3,5...3,75	6...8	3,0...7,5
Районного значения	60...70	35...45	3,25...3,75	4...6	3,0...6,0
Улицы и дороги местного назначения					
В жилой застройке	60	15...30	3,0...3,5	2...4	2,25...3,0
В производственных и коммунально-складских зонах	60	15...30	3,75	2...4	1,5...3,0

Габариты улиц в центральной части города определяются условиями сохранения исторической планировки и застройки (табл. 1.4).

Таблица 1.4

Основные расчетные параметры магистральной сети центральной части города

Категория магистралей	Расчетная скорость движения, км/ч	Ширина в красных линиях, м	Ширина полосы движения, м	Число полос движения в обоих направлениях	Ширина пешеходной части тротуара, м
Улицы общегородского значения:					
I класса	90	35...110	3,5...3,75	6...8	Не менее 4,5
II класса	80	25...80	3,25...3,75	4...6	Не менее 3,0
Улицы районного значения	60	15...45	3,25...3,5	3...6	3,0...6,0

Число полос движения на улицах устанавливают по расчету и в зависимости от расчетной интенсивности движения транспорта, но не менее указанных в табл. 1.3 и табл. 1.4.

Общая протяженность магистральной УДС Волгограда составляет 353,4 км (табл. 1.5). Основная сеть улиц и дорог представлена проезжей частью шириной 6...9 м (2—3 полосы движения) с шириной полосы движения 3,0...3,7. Исключение составляют магистральные улицы общегородского значения регулируемого движения (МУОГЗРД), имеющие 6 и более полос движения.

Таблица 1.5

Протяженность улично-дорожной сети Волгограда

Административный район	Протяженность дорог по категориям, км			
	МДСД*	МДРД**	МУОГЗРД	МУРЗТП***
Тракторозаводский	5,795	16,462	19,913	7,513
Краснооктябрьский	6,739	2,151	12,091	10,122
Дзержинский	8,061	16,279	27,627	24,353
Центральный	0	2,28	10,693	18,89
Ворошиловский	2,766	4,794	17,13	8,649
Советский	0	6,86	17,315	17,502
Кировский	0	0	14,463	18,198
Красноармейский	0	13,879	35,644	23,148
Итого по городу	23,361	62,705	154,876	128,375

* Магистральные дороги скоростного движения.

** Магистральные дороги регулируемого движения.

*** Магистральные улицы районного значения транспортно-пешеходные.

Вдоль магистральных улиц общегородского значения с непрерывным движением при необходимости транспортного обслуживания прилегающей застройки, а также для увеличения пропускной способности основных магистралей предусматривают местные и боковые проезды.

На местных проездах допускается организовывать как одностороннее, так и двустороннее движение транспорта.

Ширину местных проездов принимают:

при одностороннем движении транспорта и без устройства специальных полос для стоянки автомобилей — не менее 7,0 м;

при одностороннем движении и организации по местному проезду движения массового пассажирского транспорта — 10,5 м;

при двустороннем движении и организации движения массового пассажирского транспорта — 11,25 м.

На боковых проездах, как правило, организовывают одностороннее движение. Ширину проезжей части бокового проезда определяют расчетом, но не менее 7,5 м.

На магистральных улицах общегородского значения с двух сторон от проезжей части следует устраивать полосы безопасности шириной 0,75 м — при непрерывном движении, 0,5 м — при регулируемом движении.

Для разделения отдельных элементов поперечного профиля улиц и разных направлений движения предусматривают разделительные полосы. Ширину разделительных полос принимают по табл. 1.6. Не допускается установка на центральной разделительной полосе шириной менее 4 м сооружений, не связанных с обеспечением безопасности движения. При общей ширине дороги более 30 м на перекрестках при троллейбусном движении допускается установка опор контактной сети на разделительной полосе шириной менее 4 м при условии установки элементов типового барьерного ограждения.

В условиях сложившейся застройки допускается уменьшать ширину центральной разделительной полосы на магистральных улицах общегородского значения до 2 м с обязательной установкой на ней барьерного ограждения. Переход от двух-, трехметровой ширины центральной разделительной полосы к ширине полосы 4 м следует осуществлять на участке длиной не менее 100 м. При размещении на центральной разделительной полосе опор информационных указателей и мачт освещения ширина проезжей части должна быть увеличена до 5,5 м.

В конце проезжих частей тупиковых улиц устраивают площадки для разворота автомобилей с учетом обеспечения радиуса разворота 12...15 м. На отстойно-разворотных площадках для автобусов и троллейбусов должен быть обеспечен радиусом разворота 15 м. Использование разворотных площадок для стоянки автомобилей не допускается.

Параметры разделительных полос

Местоположение полосы	Ширина полосы, м			
	Магистральные улицы			Улицы местного значения
	общегородского значения		районного значения	В жилой застройке
	с непрерывным движением	с регулируемым движением		
Центральная разделительная	4,0	4,0	3,0	—
Между основной проезжей частью и местными проездами	3,0	3,0	—	—
Между проезжей частью и трамвайным полотном	6,0	3,0	3,0	—
Между проезжей частью и тротуаром	3,0	3,0	3,0	2,0
Между тротуаром и трамвайным полотном	—	3,0	2,0	—

Примечание. В условиях реконструкции допускается уменьшать ширину разделительных полос между основной проезжей частью и местным проездом на магистральных улицах общегородского значения до 2 м, между проезжей частью и крайним рельсом трамвайного пути до 2,8 м на прямом участке и 3,1 м — на криволинейных участках радиусом не менее 250 м.

Для обеспечения подъездов к группам жилых зданий и объектов, а также к отдельным зданиям в кварталах предусматривают основные и второстепенные проезды. Ширину проезжих частей основных проездов принимают 6,0 м, второстепенных проездов — 5,5 м, ширину тротуаров назначают 1,5 м. Проезжую часть на прямолинейных участках улиц с односторонним движением и шириной до 15 м, как правило, устраивают с односкатным поперечным профилем.

Проезжую часть на прямолинейных участках улиц всех категорий при двустороннем движении транспорта и, как правило, с четным количеством полос, а также на кривых в плане радиусом 800 м и более для магистральных улиц общегородского значения с непрерывным движением и радиусом 600 м и более, а также для магистральных улиц с регулируемым движением предусматривают с двускатным поперечным профилем.

Поперечный уклон проезжей части (кроме участков кривых в плане, на которых следует предусматривать устройство виражей) назначают одинаковыми по всей ширине проезжей части, равным 20 %. Минимальный поперечный уклон на магистралях и улицах города принимают 10 %, макси-

мальный — 30 ‰. Поперечные уклоны элементов поперечного сечения улиц принимают: на тротуарах основной — 20 ‰, минимальный — 5 ‰, максимальный — 30 ‰; на газонах основной — 10 ‰, минимальный — 5 ‰, максимальный — 50 ‰.

1.3. Конструкции дорожных одежд с асфальтобетонным покрытием

Дорожная одежда с асфальтобетонным покрытием (рис. 1.3), как правило, состоит из собственно покрытия, основания и дополнительного слоя основания.

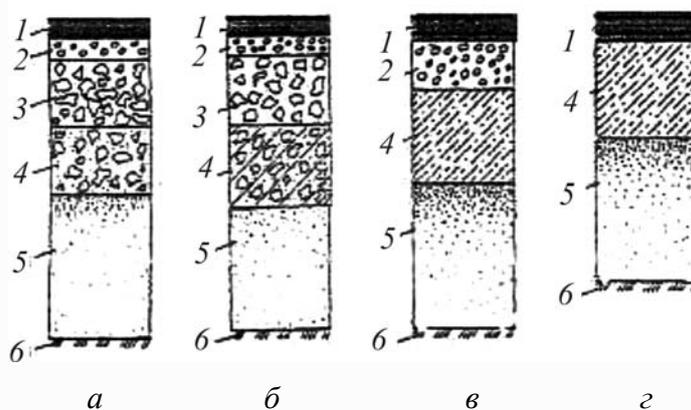


Рис. 1.3. Типовые конструкции дорожных одежд для городских улиц: *а* — на трехслойных основаниях из крупнозернистого асфальтобетона и известнякового щебня; *б* — из крупнозернистого асфальтобетона и тощего бетона; *в, г* — на двухслойных основаниях из монолитного бетона: 1 — покрытие; 2 — верхний слой основания; 3, 4 — несущие слои основания; 5 — дополнительный слой (дренирующий) основания; 6 — грунт земляного полотна

Покрытие непосредственно воспринимает вертикальные и горизонтальные нагрузки от автомобильного транспорта и подвергается воздействию атмосферных факторов. Оно должно быть износо- и термостойким, водопроницаемым, ровным и шероховатым. Поэтому покрытия строят из прочных материалов.

Основание (2, 3, 4 на рис. 1.3) воспринимает нагрузку, передаваемую через покрытие, и распределяет ее по земляному полотну. Благодаря этому в дорожной одежде не накапливаются остаточные деформации, которые могут вызвать местные разрушения и неровности покрытия. Основание может состоять из двух и более слоев.

Для строительства основания используют материалы с меньшей прочностью, чем у покрытия. Однако влага, перемещающаяся из земляного полотна и через трещины покрытия в осенне-зимний период, может переувлажнять основание. Поэтому к этим материалам предъявляют повышенные требования в отношении водо- и морозостойкости.

Дополнительный слой оснований предназначен:
для дальнейшего распределения нагрузки (в этом случае он называется подстилающим);

отвода избыточной воды, поступающей из верхних слоев земляного полотна (дренирующий слой);

предохранения дорожной одежды от разрушения в случае пучения грунта под воздействием мороза (морозозащитный слой).

На проезжей части магистральных дорог и улиц толщина покрытия принимается не менее 5 см, верхнего слоя основания — не менее 7 см; объектах местного значения — соответственно 4 и 6 см. На тротуарах, рассчитанных, кроме нагрузки от пешеходов, на заезд уборочных машин, толщина покрытия из песчаного или мелкозернистого асфальтобетона принимается 3...4 см, верхнего слоя основания — 4...6 см.

В соответствии с рекомендациями ГУП «НИИ Мосстрой» [5] тип и марка асфальтобетона дорожных покрытий назначаются по табл. 1.7. На тротуарах рекомендуется укладка песчаных асфальтобетонных смесей.

Толщина основания из крупнозернистого пористого асфальтобетона может достигать 16 см, тощего (укатываемого) бетона класса В — 7,5...18 см, монолитного бетона класса В — 30...22 см, щебня марки не менее 400 — 15 см. Толщина песчаного дополнительного слоя зависит от грунтово-гидрологических условий и устанавливается расчетом.

Таблица 1.7

Рекомендуемая область применения асфальтобетонных смесей с учетом принятой классификаций улично-дорожной сети города

Категории улиц	Асфальтобетонная смесь														
	Марка по ГОСТ 9128—2009						Тип по ТУ 400-24-107—91 и ТУ 400-24-158—89								
	мелкозернистая		песчаная				крупнозернистая пористая	крупнозернистая		песчаная	литая				
	высокоплотная	Тип						I	II		III	I	II	III	IV
A		B	B	Г	Д										
Магистральные улицы															
Общегородского значения:	I	I	I	—	—	—	—	+	+	—	+	—	—	—	+
I класса	I	I	I	—	I	—	—	+	+	—	+	—	—	—	+
II класса	I	I	I	—	I	—	—	+	+	—	+	—	—	—	+
Районного значения	—	—	I	I	I	I	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Улицы местного значения															
В жилой застройке	—	—	I	II	—	II, III	+	+	+	+	+	+	+	—	+
В производственных и коммунально-складских зонах	—	—	I	II	I	II	—	+	+	—	—	—	—	—	+
Проезды в кварталах	—	—	—	—	—	II, III	+	+	+	+	—	—	—	+	+

Бортовой камень на дорожных одеждах с щебеночным основанием устанавливается на основании из бетона В 15 толщиной не менее 10 см (рис. 1.4). На бетонных основаниях дорожных одежд допускается укладка только выравнивающего слоя из цементобетонной смеси.

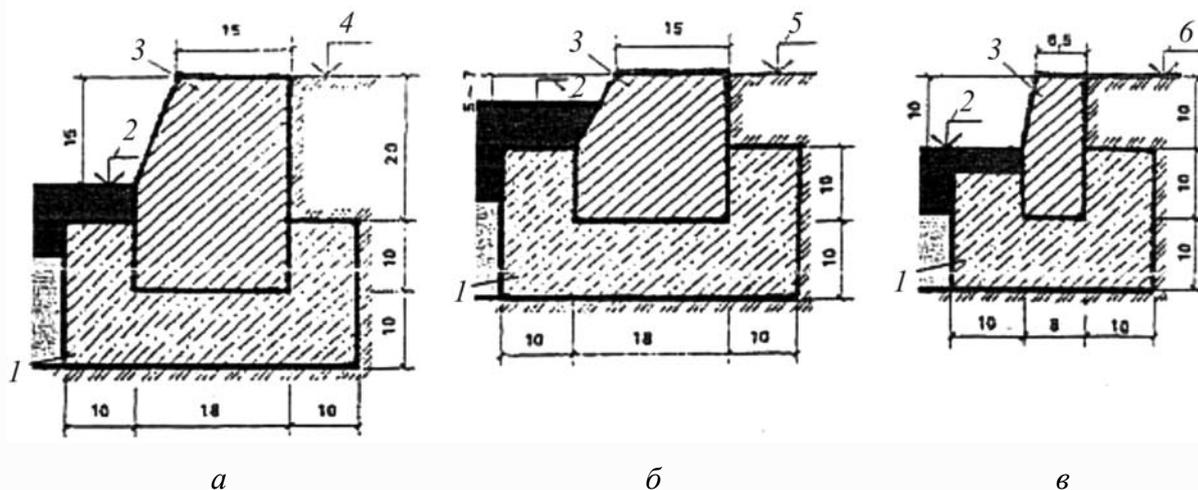


Рис. 1.4. Узлы сопряжения бортового камня с дорожной одеждой: *а* — прямой рядовой (БР); *б* — выездной (БВ); *в* — прямой газонный (ПГ): 1 — бетон класса В 3,5—5; 2 — отметка проезжей части; 3 — бетон класса не ниже В 27,5; 4 — отметка тротуара; 5 — отметка покрытия внутриквартальной территории; 6 — отметка газона на поверхности сквера

1.4. Конструкции тротуаров

Важным элементом благоустройства населенных пунктов являются тротуары, правильное проектирование и постройка которых должны обеспечить удобство и безопасность пешеходного движения.

Конструкции тротуаров в различных климатических зонах мало отличаются друг от друга и их выбор определяется следующими факторами: категорией улицы, ее значением в городе и интенсивностью пешеходного движения; наличием местных материалов; грунтовыми условиями; расположением тротуара по отношению к проезжей части и газону; отношением ширины тротуара и газона; нагрузкой на тротуар.

Для устройства тротуаров используют местные строительные материалы, укрепленные грунты, асфальтовые и цементные бетоны, а также цементно-бетонные, асфальтобетонные и керамические плиты, плиты из природного камня и др. В зависимости от применения материалов покрытие тротуаров может быть устроено в один или несколько слоев.

Для увеличения срока службы тротуаров их покрытия в основании укладывают на подстилающий слой песка с коэффициентом фильтрации не менее 3 м/сут. и толщиной не менее 10 см. Толщина слоя песка зависит от группы грунта земляного полотна (табл. 1.8) и места размещения тротуаров.

**Рекомендуемые толщины песчаных подстилающих слоев
под тротуарные покрытия**

Наименование грунта	Группа грунтов	Размещение тротуаров			
		между про- езжей частью и застройкой	между газоном и за- стройкой	между про- езжей частью и газоном	между газонами
Пески пылеватые, тяжелые супеси	Б	10	10	10	15
Суглинки легкие и тяжелые глины	В	10	20	15	25
Супеси пылеватые и тяжелые пылева- тые, суглинки лег- кие и тяжелые пы- леватые	Г	15	25	20	30

Указанные в табл. 1.8 толщины подстилающего слоя относятся к I, II климатическим зонам. Для III зоны значение толщины подстилающего слоя должно быть уменьшено на 5 см по сравнению с данными таблицы.

В южных районах IV и V зон подстилающий слой, как правило, не делают. При устройстве продольного дренажа мелкого заложения и сбросе из дренирующего слоя свободной воды толщину подстилающего слоя можно уменьшить на 5 см. Для всех климатических зон при устройстве продольного дренажа минимальная толщина подстилающего слоя должна быть не менее 10 см.

В особо неблагоприятных грунтовых условиях и при отсутствии дренажа толщина песчаного слоя должна быть принята не менее 25 см.

Конструкцию тротуара рассчитывают на нагрузку от пешеходов и при необходимости проверяют на возможный наезд автомобилей или уборочных машин. При этом расчет выполняется на статическую нагрузку.

Конструкции тротуаров выполняют монолитными (из асфальтобетона, цементобетона, битумоминеральных смесей) или сборными (из бетонных плит и плит из натурального камня).

Монолитные конструкции тротуаров с асфальтобетонным покрытием выполняют на основаниях из известнякового щебня, гравия, песчано-гравийной смеси, металлургического шлака, кирпичного щебня (боя), битумоминеральной смеси, грунта, укрепленного цементом, и др.

Асфальтобетонное покрытие тротуаров устраивают из песчаного, литого или мелкозернистого асфальта в один слой толщиной 3 см (без возможного наезда автомобиля) и до 4...5 см (при возможном наезде автомобиля).

Монолитные цементно-бетонные покрытия тротуаров выполняют из бетона марки 300 и выше толщиной 10 см на магистральных дорогах и 8 см — на дорогах местного движения.

Цементно-бетонное покрытие, в зависимости от ширины тротуаров, выполняют в виде одной монолитной плиты с температурными швами по расчету или в соответствии с действующими нормативными документами.

Толщину основания под асфальтобетонные покрытия устраивают по табл. 1.9.

Таблица 1.9

Толщина оснований под тротуарные покрытия из различных материалов

Материал основания	Улицы (дороги)	
	магистральные	местного движения
Известняковый щебень, гравий	12	10
Металлургический шлак	14	11
Кирпичный бой, дресва, песчано-гравийная смесь, ракушечник и другие местные строительные материалы	16	13
Битумоминеральная смесь	10	3
Грунт, укрепленный цементом или битумом	—	10
Цементобетон марки 300	10	8

Под монолитные цементно-бетонные покрытия тротуаров предусматривают основания из песчаных, гравийных, битумоминеральных, цементноминеральных и других смесей и материалов.

Сборные покрытия тротуаров из бетонных плит начинают получать все большее применение.

Они обладают рядом преимуществ перед монолитными, так как имеют хороший внешний вид, могут изготавливаться цветными, легко разбираются и восстанавливаются при прокладке или ремонте подземных коммуникаций.

Толщина оснований под сборные тротуарные плиты из различных материалов приведена в табл. 1.10.

Таблица 1.10

Толщина оснований под сборные тротуарные плиты

Материал основания	Толщина основания, см
Металлургические шлаки	11...14
Песок средне- или крупнозернистый	8...10
Щебень из каменных материалов	10...12
Цементная стяжка 2...3 см на щебеночном основании 10 см	12...13
Песок, укрепленный цементом (6...15 % цемента)	10...12
Бетон марки 200	8...10
Тощий бетон марки 100	90...10
Смеси:	
битумогрунтовые	10
битумоминеральные	8...10

Глава 2. ЭКСПЛУАТАЦИОННОЕ СОСТОЯНИЕ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ

2.1. Дефекты и причины снижения эксплуатационных свойств дорожных покрытий

Условия эксплуатации дорожных покрытий в городах отличаются от условий для автомобильных дорог общего пользования. В г. Волгограде изменения интенсивности движения имеют общие закономерности, присущие другим крупным городам РФ (рис. 2.1). Наибольшая интенсивность движения наблюдается в рабочие часы суток. При этом движение транспорта по направлениям неравномерно во времени. Пик интенсивности в период с 7 до 10 часов наблюдается в направлении центра города (к месту работы), с 16 до 19 часов — в обратном направлении.

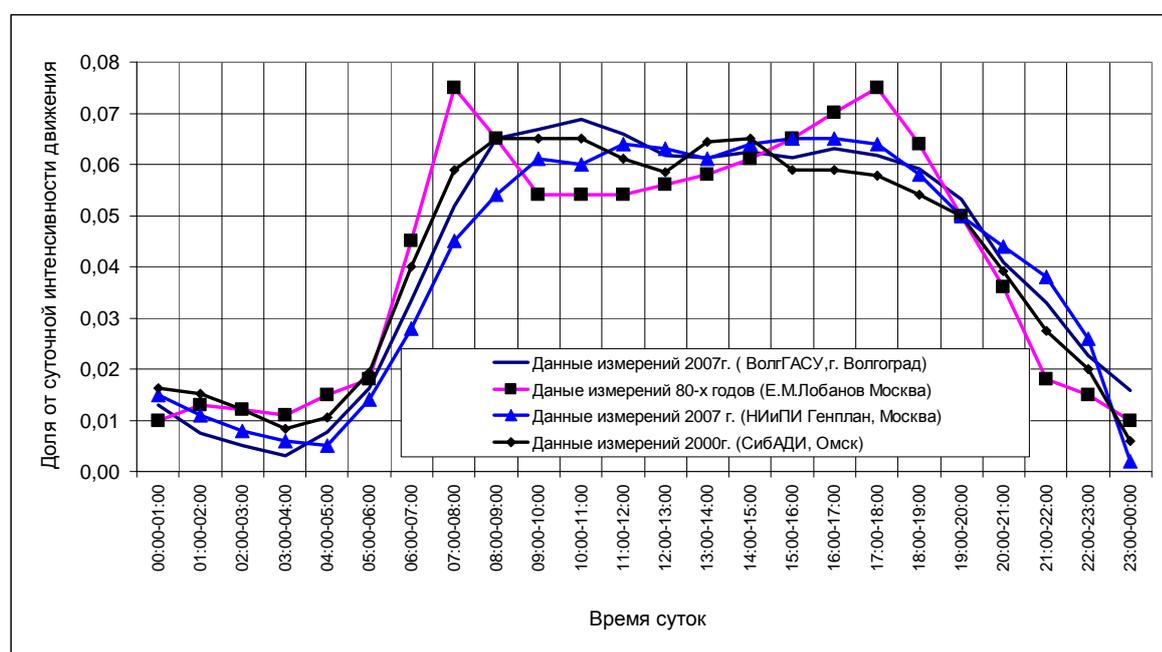


Рис. 2.1. Изменение интенсивности городского движения в течение суток

Скорость движения автомобилей существенно зависит от уровня загрузки дороги и протяженности перегонов между регулируемыми перекрестками (рис. 2.2, 2.3).

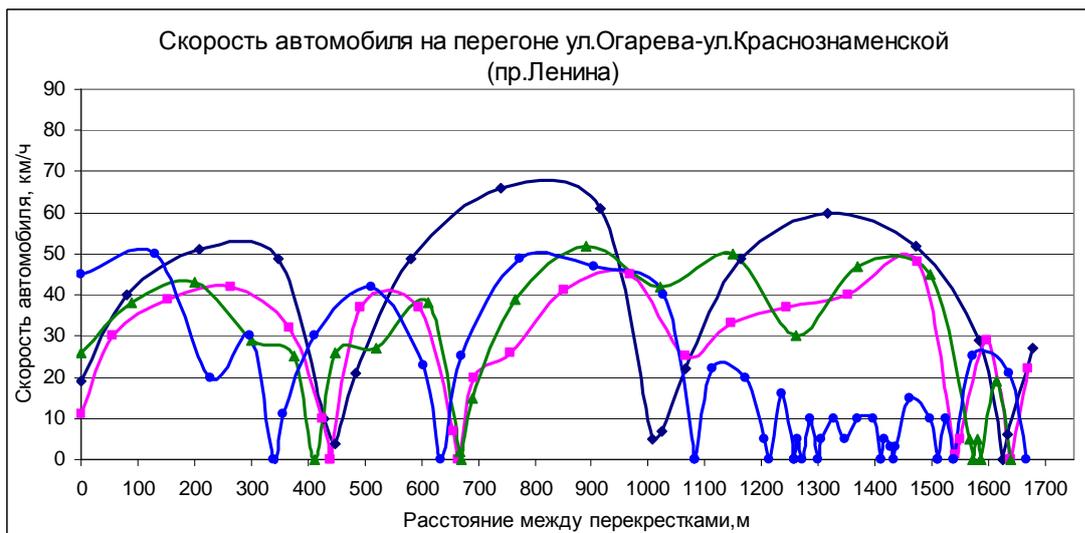


Рис. 2.2. Скорость автомобилей в потоке при уровне загрузки 0,92

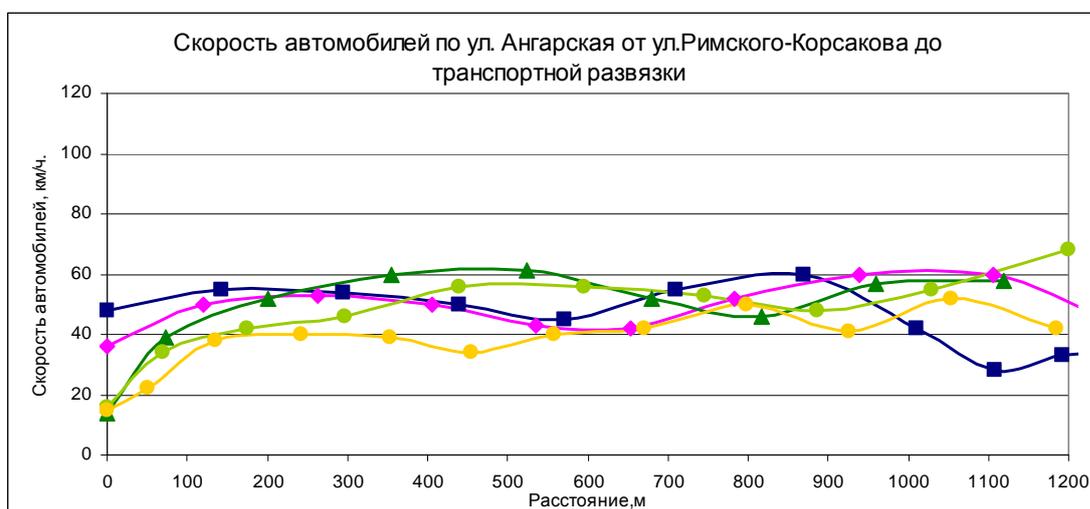


Рис. 2.3. Скорость автомобилей в потоке при уровне загрузки 0,43

Наличие люков, водоприемных сооружений, вынужденные многочисленные разрывы проезжей части, особенно на исторически сложившейся сети улиц, создают повышенные динамические воздействия на дорожные одежды. В условиях городов вследствие многочисленных торможений автотранспорта у светофоров, на нерегулируемых перекрестках, остановках пассажирского транспорта часто возникают сдвиговые деформации.

Основными причинами высокого износа дорожного покрытия Волгограда являются:

рост численности парка автомобилей (рис. 2.4), увеличение подвижности городского населения (рис. 2.5), прирост интенсивности движения автотранспорта до 7...12 % в год;

появление в составе транспортных потоков многоосных автомобилей с высокими осевыми нагрузками более 10 т;

сохранение в основании проезжей части заведомо ослабленных конструкций дорожных одежд, рассчитанных на транспортные нагрузки не более 10 т и построенных в 50—70-е годы прошлого столетия;

хронический недоремонт улиц и дорог на протяжении 15...20 лет.

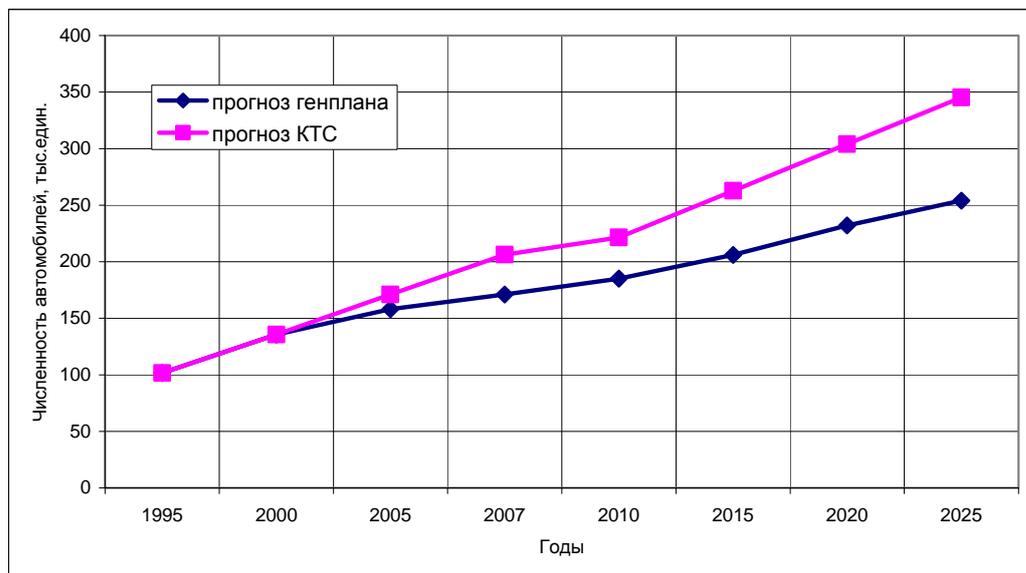


Рис. 2.4. Прогноз автомобильного парка Волгограда до 2025 г.

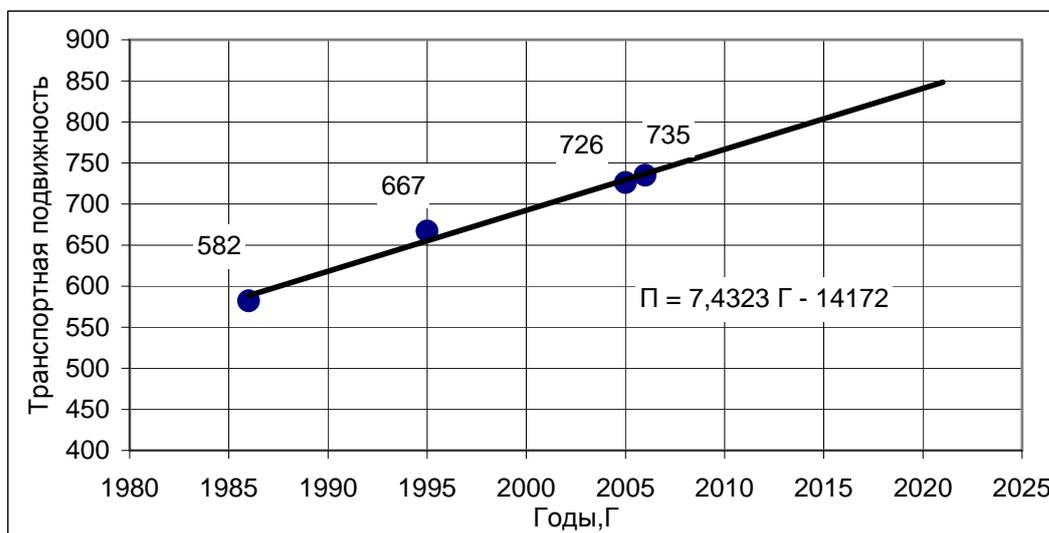


Рис. 2.5. Прогноз подвижности населения Волгограда до 2025 г.

Наиболее распространенными дефектами асфальтобетонных покрытий являются износ, шелушение, выкрашивание, выбоины (рис. 2.6), трещины, сдвиги и волны, колейность (рис. 2.7).



Рис. 2.6. Дефекты проезжей части ул. им. маршала Еременко

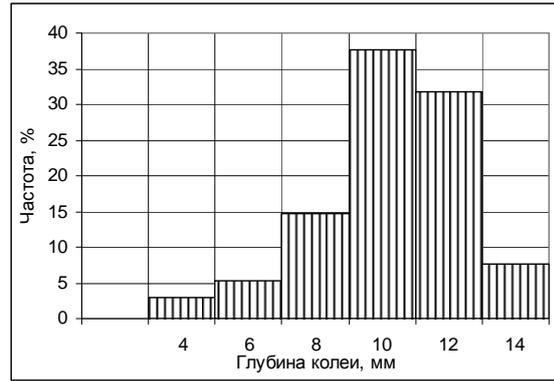


Рис. 2.7. Гистограмма глубины колей на покрытии

Анализ причин повреждений и дефектов асфальтобетонного покрытия показал, что они обусловлены просчетами при проектировании и нарушениями при выполнении дорожных работ (рис. 2.8).



Рис. 2.8. Классификация дефектов, возникающих на асфальтобетонном покрытии

Для принятия решений по назначению видов и объемов работ по ремонту дорожных покрытий номенклатуры дефектов и повреждений покрытия, приведенных в [8], недостаточно. Требуемая работоспособность дорожных одежд может быть обеспечена при устранении дефектов и разрушений, приведенных в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Основные дефекты и разрушения дорожных покрытий

№	Вид дефекта	Характерные особенности дефекта	Степень развития разрушений
1	Поверхностные разрушения и деформации покрытия, не связанные с потерей прочности конструкции дорожной одежды		
1.1	Температурные трещины	Разрушения дорожного покрытия, пересекающие дорогу в поперечном направлении и образующиеся за счет резкой усадки при сезонных температурных изменениях	Ширина раскрытия трещин до 1...3 см, без деформаций и неровностей на краях (возможны отдельные сколы и незначительное разветвление)
1.2	Технологические трещины и швы	Прямолинейные продольные и поперечные швы, возникающие при нарушении технологии укладки асфальтобетонного покрытия	Ширина раскрытия трещин до 1...3 см, иногда сопровождающиеся сколами краев
1.3	Редкие выбоины (расстояние между выбоинами 10 м и более)	Разрушение покрытия разной формы в виде углублений с резко выраженными краями глубиной более 3 см, как правило, проявляются в процессе развития разрушений трещин	Площадь отдельных выбоин до 1...3 дм ²
1.4	Шелушение, выкрашивание	Разрушение дорожного покрытия за счет потери связи между зернами материала при плохом сцеплении зерен щебня с битумом	(Менее 3 см глубиной и 200 см ² по площади)
1.5	Сетка трещин с крупными ($d > 0,5$ м) ячейками	Разрушения, возникающие в непосредственной близости с деформационными швами мостовых сооружений, трамвайными путями, люками смотровых колодцев или дождеприемных решеток	Сторона ячейки 0,5...1 м
1.6	Продольные волны, сдвиги	Пластические деформации дорожного покрытия в виде чередующихся впадин-складок, расположенных в поперечном направлении к продольной оси дороги на разных расстояниях друг от друга. Возникают на спусках, у светофоров и остановок общественного транспорта и т. д.	Чередование на покрытии впадин и гребней через 0,5...3,0 м
1.7	Разрушение кромки покрытия	Разрушение покрытия разной формы в виде углублений с резко выраженными краями глубиной более 2...3 см, расположенные в зоне деформационных швов мостовых сооружений и в непосредственной близости с трамвайными путями, люками смотровых колодцев или дождеприемных решеток	Сплошные или частичные разрушения в виде сетки трещин, выбоин, просадок и сколов кромок на расстоянии 0,2...1,0 м от конструкции

Продолжение табл. 2.1

№	Вид дефекта	Характерные особенности дефекта	Степень развития разрушений
2	Деформации покрытия, вызванные разрушениями подземных сооружений или коммуникаций		
2.1	Локальные просадки (проломы) покрытия	Деформации в виде отдельных впадин с пологими склонами различного размера, возникающие в результате осадок в местах размещения подземных коммуникации (коллекторов, каналов и т. д.), в зоне деформационных швов мостовых сооружений, в зоне смотровых и дождеприемных колодцев	—
2.2	Просадки или наклон люков и решеток	Изменение положения люков смотровых колодцев и решеток дождеприемных колодцев из-за разрушений несущих конструкций под воздействием транспорта	Глубина более 1...3 см
3	Разрушения и деформации покрытия взязанные с ослаблением дорожкой одежды		
3.1	Частые поперечные или криволинейные трещины (расстояние меньше 5 м)	Разрушения дорожного покрытия: пересекающие дорогу в поперечном направлении или под углом к оси дороги и образующиеся на слабых основаниях и при недостаточной прочности дорожных оснований или покрытий	Ширина раскрытия трещин более 1...3 см, наличие деформаций по краям трещины нарушение ровности в продольном направлении
3.2	Продольные центральные и боковые трещины и уступы	Продольные трещины, возникающие при осадке земляного полотна или дорожной одежды. Наиболее часто наблюдаются на участках, где проводились работы по уширению проезжей части при реконструкции	Ширина раскрытия трещин более 1...3 см, наличие деформаций по краям трещины, нарушение ровности в поперечном направлении
3.3	Силовые трещины	Разрушения возникающие, особенно в весенний период, при недостаточной прочности дорожных оснований или покрытий	Трещины образуют замкнутые фигуры размером менее 0,5 м
3.4	Частые выбоины	Произвольно расположенные по ширине покрытия разрушения разной формы в виде связанных между собой углублений с резко выраженными краями	Выбоины глубиной более 5...10 см, расстояние между выбоинами <10 м
3.5	Колейность (глубина колеи больше 20 мм)	Деформации жестких дорожных одежд в виде продольных борозд разной глубины. Образуются под воздействием колес автомобилей, идущих в один след, при непрочных дорожных одеждах и ослабленных основаниях. Наиболее часто наблюдаются в зоне остановок общественного транспорта и в пределах полосы наката на грузонапряженных участках дорог при недостаточной прочности дорожных оснований или покрытий	—

№	Вид дефекта	Характерные особенности дефекта	Степень развития разрушений
3.6	Просадки полотна дороги	Значительные по протяжению деформации нежестких дорожных одежд в виде впадин с пологими склонами различного размера, возникающие в результате осадок грунта или дорожной одежды, не связанные с наличием подземными коммуникациями. Наиболее часто наблюдаются в течение первых лет эксплуатации новых участков дорог и после разрывов	—
3.7	Наличие карт или частых заплат повторных ямочных ремонтов или заделки трещин	Наличие следов двух и более ремонтов на одном и том же участке покрытия, свидетельствующее о недостаточной прочности дорожных основаниях или покрытиях	—
4	Дефекты покрытия, вызванные нарушением профиля поверхности проезжей части		
4.1	Отсутствие или затруднение поверхностного водоотвода	Застой воды, вызванный наличием вогнутых участков поверхности проезжей части в продольном профиле или нарушения поперечных уклонов проезжей части	—
4.2	Несоответствие поперечных уклонов нормативным требованиям	Изменения поперечных уклонов	—

2.2. Диагностика дорожных покрытий на наличие дефектов

Оценка прочности дорожных одежд выполняется согласно [12, 13] в следующих случаях:

при сдаче дороги в эксплуатацию после строительства с целью определения начального фактического транспортно-эксплуатационного состояния и сопоставления с нормативными требованиями;

периодически в процессе эксплуатации для контроля за динамикой изменения состояния дороги, прогнозирования этого изменения и планирования работ по ремонту и содержанию;

при разработке плана мероприятий или проекта реконструкции, капитального ремонта или ремонта для определения ожидаемого транспортно-эксплуатационного состояния, сопоставления его с нормативными требованиями и оценки эффективности намеченных работ;

после выполнения работ по реконструкции, капитальному ремонту и ремонту на участках выполнения этих работ с целью определения фактического изменения транспортно-эксплуатационного состояния дорог.

С целью снижения трудоемкости и сроков диагностики, визуальную оценку состояния проезжей части дороги можно выполнять методом экспертных оценок в соответствии с [12]. Степень разрушения дорожного покрытия определяется группой экспертов на основании составленной ими дефектной ведомости. Средневзвешенный балл B_{cp} состояния проезжей части определяется по формуле

$$B_{cp} = \frac{\sum_{m=1}^M B_m l_m}{\sum_{m=1}^M l_m}, \quad (2.1)$$

где B_m и l_m — соответствующие балл и протяженность m -х участков с практически одинаковым состоянием дорожной одежды в баллах; M — количество частных микроучастков на i -м перегоне.

По величине среднего балла устанавливают целесообразность усиления дорожной одежды на соответствующих однотипных участках. Работы по усилению не выполняются:

для дорог с интенсивностью свыше 7000 авт./сут. — $B_{cp} < 3,5$;

дорог с интенсивностью 3000 ... 7000 авт./сут. — $B_{cp} < 3,0$;

дорог с интенсивностью менее 3000 авт./сут. — $B_{cp} < 2,5$.

Коэффициент прочности $K_{пр}$ конструкции определяется по графику (рис. 2.9).

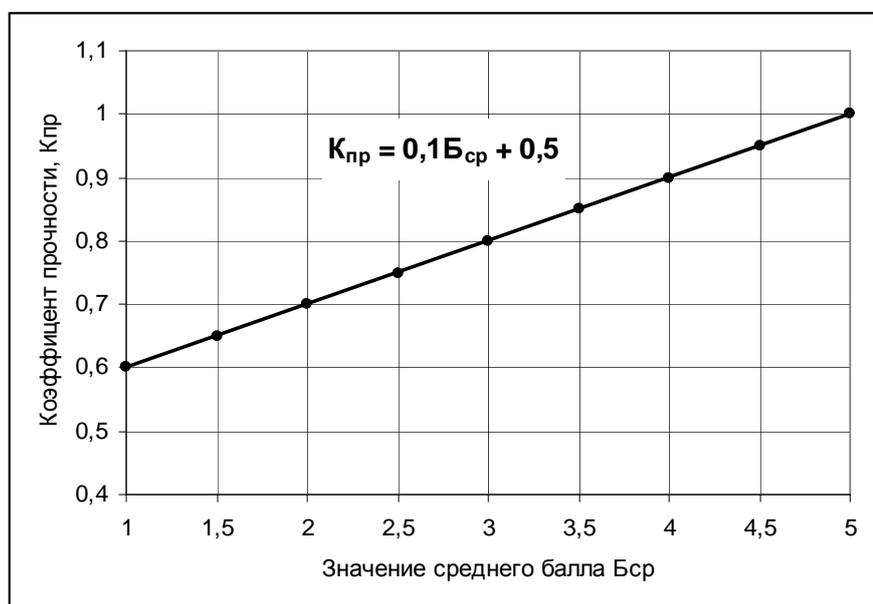


Рис. 2.9. Зависимость коэффициента прочности от средневзвешенного балла состояния проезжей части

Фактический модуль упругости E_{ϕ} на каждом однотипном участке определяют по формуле:

$$E_{\phi} = E_{\text{общ}} K_{\text{пр}}, \quad (2.2)$$

где $E_{\text{общ}}$ — общий расчетный модуль упругости, устанавливаемый для суммарного расчетного количества приложений нагрузки с момента строительства или ремонта дорожной одежды до момента обследования, МПа.

К основным эксплуатационным показателям асфальтобетонных покрытий в нашей стране и за рубежом принято относить продольную и поперечную ровности покрытия; коэффициент сцепления; поперечные уклоны и степень поврежденности поверхности покрытия

Требования к эксплуатационному состоянию покрытия, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения, представлены в [8] с учетом отнесения улиц и дорог к группам А, Б, В и в зависимости от интенсивности движения:

А — более 3000 авт./сут;

Б — от 1000 до 3000 авт./сут;

В — менее 1000 авт./сут.

Продольная ровность измеряется выборочно или сплошным измерением согласно [14]. Сплошной контроль предназначен для обследования участков дорог протяжением более 1 км, выборочный — менее 1 км. Выборочный контроль ровности и сцепных свойств покрытия осуществляют также при обследовании опасных участков дорог.

Выборочные замеры выполняются рейкой длиной 2, 3 или 4 м, которую укладывают в продольном направлении через каждые 30 м в трех местах: на оси и в 1 м от кромок. В поперечнике производят измерения в трех местах: на оси и по крайним полосам наката (рис. 2.10). Под рейкой выявляются просветы, величину которых измеряют линейкой или клином. Эта величина показывает размеры неровности, т. е. отклонения от условной прямой линии поверхности. Просветы под рейкой измеряют в пяти точках, расположенных на расстоянии 0,5 м друг от друга. Выполняется не менее 180 измерений.



Рис. 2.10. Дорожная рейка для оценки ровности и поперечных уклонов покрытия

Для сплошного контроля ровности за эталонный прибор принят динамометрический прицеп ПКРС-2, выпускаемый под маркой КП-511 и предназначенный для измерения ровности и коэффициента сцепления (рис. 2.11). Продольную ровность измеряют проездом по полосе наката с постоянной скоростью 60 ± 2 км/ч. По результатам измерения вычисляют значения показателя ровности в см/км и сравнивают с допустимыми (табл. 2.2).

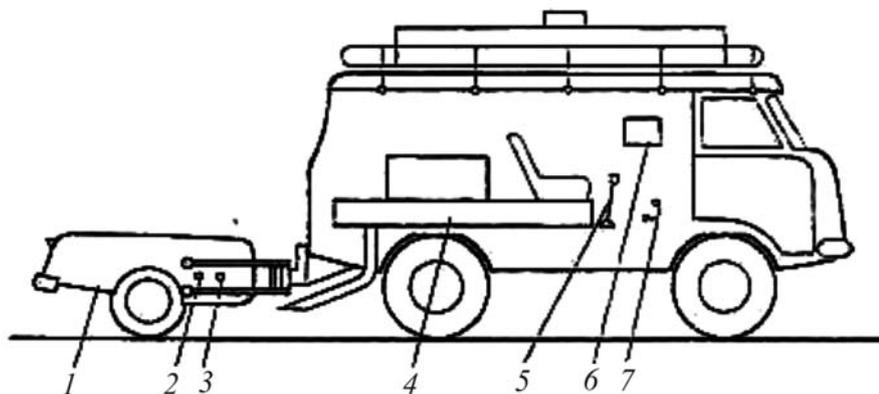


Рис. 2.11. Лаборатория КП-511 для оценки ровности и коэффициента сцепления: 1 — прицеп ПКРС-2У; 2 — датчик сцепления; 3 — датчик ровности; 4 — бак для воды; 5 — ручка управления поливом; 6 — блок записи измерений; 7 — педаль тормоза

Таблица 2.2

**Допустимые показатели по продольной ровности дорожных покрытий
(извлечение из ГОСТ Р 50597—93 [8])**

Группа дорог и улиц по их транспортно-эксплуатационным характеристикам	Состояние покрытия ровности	
	Показатель ровности по прибору ПКРС-2, см/км, не более	Число просветов под 3-метровой рейкой, %, не более
А	660	7
Б	860	9
В	1200	14

Примечание. Число просветов подсчитывают по значениям, превышающим указанные в СНиП 3.06.03.

Выборочный контроль сцепных свойств покрытия осуществляют ПКРС-2 (см. рис. 2.11) или переносным прибором ППК-МАДИ-ВНИИБД (рис. 2.12).

Коэффициент сцепления покрытия должен быть не менее 0,3 при его измерении шиной без рисунка протектора и 0,4 — шиной, имеющей рисунок протектора.

Коэффициент сцепления измеряют на каждой полосе движения при скорости автомобиля-лаборатории 60 км/ч путем полного затормаживания измерительного колеса прицепного прибора ПКРС-2. Измерения произво-

дят по левой полосе наката каждой полосы движения. Количество измерений на километр колеблется от двух до шести. При проведении измерений фиксируется температура воздуха и получаемые значения приводятся к расчетной температуре. На одном месте должно быть не менее пяти измерений. За окончательное значение принимается среднее арифметическое результатов всех измерений.

Измерения поперечной ровности (колеи) выполняют в соответствии с [12] или [15] по рейке и измерительному щупу (рис. 2.13). Измерения производят по правой внешней полосе наката в прямом и обратном направлении на участках, где при визуальном осмотре установлено наличие колеи.

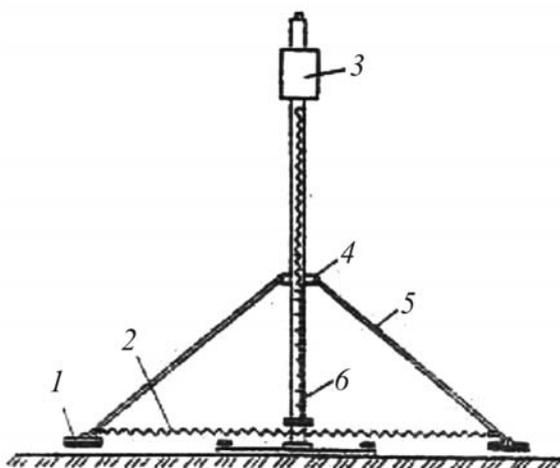


Рис. 2.12. Принципиальная схема прибора ППК-МАДИ-ВНИИБД: 1 — имитатор; 2 — пружина; 3 — груз; 4 — муфта; 5 — тяга; 6 — штанга



Рис. 2.13. Измерения продольной ровности покрытия рейкой

Оценку эксплуатационного состояния покрытия по глубине колеи производят по каждому самостоятельному участку путем сравнения средней расчетной глубины колеи с допустимыми значениями (табл. 2.3).

Таблица 2.3

Шкала оценки состояния дорог по параметрам колеи, измеренным по упрощенной методике

Расчетная скорость движения, км/ч	Глубина колеи, мм	
	допустимая	предельно допустимая
>120	4	20
120	7	20
100	12	20
80	25	30
60 и меньше	30	35

Участки дорог с глубиной колеи больше предельно допустимых значений относятся к опасным для движения автомобилей и требуют немедленного проведения работ по устранению колеи.

Покрытие проезжей части не должно иметь просадок, выбоин, иных повреждений, затрудняющих движение транспортных средств, с разрешенной Правилами дорожного движения (ПДД) скоростью. Допустимые повреждения покрытия и сроки их ликвидации приведены в табл. 2.4.

Таблица 2.4

**Допустимые повреждения на эксплуатируемых дорожных покрытиях
(извлечение из ГОСТ Р 50597—93 [8])**

Группа дорог и улиц по их транспортно-эксплуатационным характеристикам	Повреждения на 1000 м покрытия, м ² , не более	Сроки ликвидации повреждений, сут., не более
А	0,3(1,5)	5
Б	1,5(3,5)	7
В	2,5(7,0)	10

Примечания: 1. В скобках приведены значения повреждений для весеннего периода. 2. Сроки ликвидации повреждений указаны для строительного сезона, определяемого погодными условиями, приведенными в СНиП 3.06.03 по конкретным видам работ.

Предельные размеры отдельных просадок, выбоин и т. п. не должны превышать по длине 15 см, ширине — 60 см и глубине — 5 см.

Поперечные уклоны проезжей части измеряют дорожной рейкой. Требования к поперечным уклонам проезжей части приведены в [2].

Состояние разделительных полос по степени деформации и ровности их покрытия должно соответствовать значениям, установленным для покрытий проезжей части. Устранение дефектов разделительной полосы следует осуществлять в срок не более 14 суток с момента обнаружения.

Отдельные бортовые камни подлежат замене, если их открытая поверхность имеет разрушения более чем на 20 % площади или на поверхности имеются сколы глубиной более 3,0 см. Не допускается отклонение бортового камня от его проектного положения.

В случаях когда эксплуатационное состояние дорог и улиц не отвечает требованиям указанного стандарта, на них должны быть введены временные ограничения, обеспечивающие безопасность движения, вплоть до полного запрещения движения.

При плановом текущем ремонте на проезжей части ликвидируют дефекты на площадях до 200 м², на тротуарах — до 100 м². Годовой объем ремонта дорожных покрытий проезжей части, тротуаров и бортового камня допускается до 20 % от их площади и протяженности.

2.3. Назначение объемов ремонтных работ

По результатам обследования состояния дорожного покрытия назначают виды и объемы ремонтных работ.

Минимальная протяженность однородного участка зависит от технологии проведения работ:

200...300 м для ремонтов большими картами;

50...100 м для ремонтов обычными картами и аварийных ремонтов;

300...800 м для капитальных ремонтов.

Объемы работ по устройству выравнивающего слоя определяют по результатам нивелирования поверхности проезжей части и расчета картограммы. Объем работ по устройству слоя усиления определяется на основе расчетов их толщины по [15].

Общая потребность в материалах и полуфабрикатах определяется расходом материала на выполнение ямочного ремонта, укладку выравнивающего слоя и устройство слоев усиления. Удельный расход строительных материалов и полуфабрикатов может быть рассчитан по отраслевым нормам и формулам.

Расчет потребности в ресурсах по отраслевым нормам расхода материалов на измеритель строительной продукции выполняется по формуле

$$Q = \sum_{i=1}^N H_{T,i} V_i, \quad (2.3)$$

где $H_{T,i}$ — норма расхода материал или полуфабриката на единицу i -й продукции (табл. 2.5); V_i — количество единиц строительной продукции i -й номенклатуры согласно проектной документации; N — количество видов строительных материалов и полуфабрикатов согласно номенклатуре.

Таблица 2.5

Норма расхода горячей асфальтобетонной смеси на 100 м² покрытия, т

Наименование асфальтобетонной смеси	Плотность каменных материалов, т/м ³	Толщина слоя, см					
		3,5	4,0	4,5	6,0	7,0	8,0
Крупнозернистая:							
плотная	2,34	—	—	—	14,0	16,38	18,7
пористая	2,30	—	—	—	13,8	16,1	18,4
Мелкозернистая:							
тип А	2,385	8,35	9,54	10,73	—	—	—
тип Б	2,370	8,29	9,48	10,66	—	—	—
тип В	2,340	8,19	9,36	10,53	—	—	—
Песчаная:							
тип Д	2,28	7,98	9,12	10,26	—	—	—
литая	2,4	8,40	9,60	—	—	—	—

Расчет потребности материалов по формулам возможен по массе и объему. Подсчитывая объемы материалов по геометрическим параметрам дорожных конструкций в рабочих чертежах, нужно учитывать дополнительный расход материалов, вызываемый уплотнением песка, щебня, асфальтобетонов, а также коэффициенты потерь.

Расчет потребности в строительных материалах по объему Q_V , м³, определяется по формуле

$$Q_V = LBhk_y k_{\text{п}} k_{\text{еу}}, \quad (2.4)$$

где L — длина участка дороги, м; h , B — соответственно толщина и ширина конструктивного элемента дорог, м; k_y — коэффициент уплотнения, изменяется 1,05...1,45; $k_{\text{п}}$ — коэффициент производственных потерь; $k_{\text{еу}}$ — коэффициент естественной убыли материала, изменяется 0,1..1,5 %.

Потребность в строительных материалах по массе Q_m , т, определяется по формуле

$$Q_m = LBh\gamma k_{\text{п}} k_{\text{еу}}, \quad (2.5)$$

где γ — объемная масса материала или полуфабриката ($\gamma = 1,2 \dots 2,4$ т/м³).

Общая потребность объекта в материалах и полуфабрикатах представляет собой сумму расходов материалов, рассчитанных по удельным нормативам на единицу продукции $\left(\sum_{i=1}^N H_{T,i} V_i \right)$, по объему $\left(\sum_{j=1}^J Q_{V,j} \right)$ и по массе $\left(\sum_{k=1}^K Q_{m,j} \right)$, определяется по формуле

$$Q = \sum_{i=1}^N H_{T,i} V_i + \sum_{j=1}^J Q_{V,j} + \sum_{k=1}^K Q_{m,j}, \quad (2.6)$$

где $Q_{V,j}$ — расход материала или полуфабриката на единицу j -й продукции, рассчитанный по объему; $Q_{m,j}$ — расход материала или полуфабриката на единицу j -й продукции, рассчитанный по массе.

Ямочный ремонт выполняется, как правило, с использованием различных типов асфальтобетонной смеси и черного щебня. Удельный расход полуфабриката $Q_{a/b}$ определяется площадью ремонтируемого покрытия F при толщине покрытия 50 мм и рассчитывается по формуле, т/м²:

$$Q_{a/b} = 0,08 F. \quad (2.7)$$

Устройство выравнивающего слоя производится с целью ликвидации колеи и исправления поперечного уклона проезжей части. Удельный рас-

ход крупнозернистой асфальтобетонной смеси $Q_{a/b}$, т/км, (на полосу шириной 3 м) напрямую зависит от показаний толчкомера S (рис. 2.14) и определяется по формуле

$$Q_{a/b} = 0,15 S + 0,057. \quad (2.8)$$

Удельный расход асфальтобетона при усилении дорожного покрытия от коэффициента прочности дорожной одежды $K_{пр}$ рассчитывается по формуле, т/км:

$$Q_{a/b} = 166,23e^{2,86K_{пр}}. \quad (2.9)$$

При известной толщине усиления покрытия h расход асфальтобетонной смеси определяется, т/100 м²:

$$Q_{a/b} = -17,31 + 2,401h + 7,328\gamma, \quad (2.10)$$

где γ — объемная масса смеси ($\gamma = 2,26 \dots 2,50$ г/см³).

Потребность в органическом вяжущем для подгрунтовки основания:
при использовании битума — 0,08 т/100 м²;
битумной эмульсии — 0,09 т/100 м².

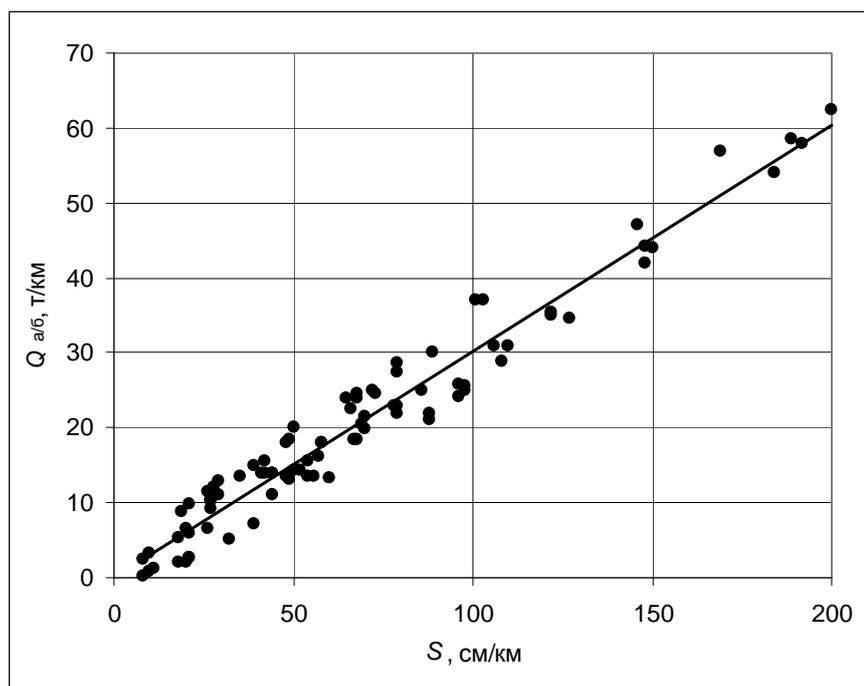


Рис. 2.14. Зависимость удельного расхода асфальтобетонной смеси $Q_{a/b}$ от показаний толчкомера S (для устройства выравнивающего слоя при ширине проезжей части 6,0 м)

Толщина слоев усиления дорожной одежды и, соответственно, расход асфальтобетонной смеси определяются с учетом фактического состава и интенсивности движения путем (рис. 2.15):

корректировки верхних слоев проектной конструкции дорожных одежд (в соответствии с расчетами по [16]) на основе анализа соответствия проектных решений фактическому движению транспорта;

расчета усиления по [16] на основании замеров фактической толщины конструктивных слоев дорожной одежды в шурфах (на проезжей части, у кромки проезжей части) или георадаром;

расчета усиления на основе визуальной оценки состояния проезжей части группой экспертов и определения коэффициента прочности дорожной одежды в соответствии с [12];

расчета усиления по результатам инструментального определения величины упругого прогиба дорожной одежды под расчетной нагрузкой с помощью прогибомера или установки динамического нагружения в соответствии с [13].



Рис. 2.15. Блок-схема расчета усиления дорожной одежды и потребности в асфальтобетонной смеси

Толщина слоя усиления рассчитывается согласно [13] или [12] для прогнозируемой интенсивности движения (рис. 2.16).

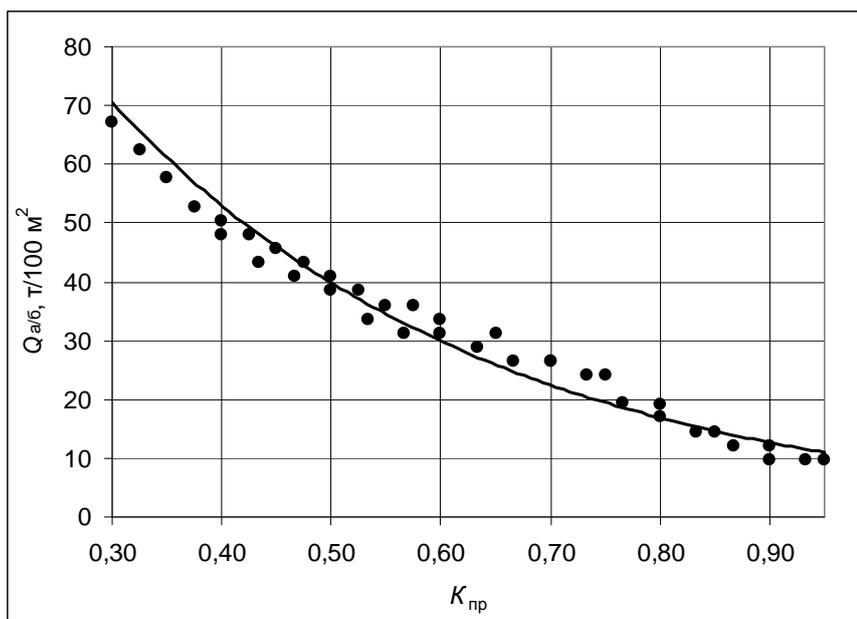


Рис. 2.16. Зависимость удельного расхода асфальтобетонной смеси $Q_{a/b}$ от коэффициента прочности $K_{пр}$ дорожной одежды

На основе расчетов потребности строительных материалов и полуфабрикатов формируется ведомость потребности ресурсов для ремонта дороги, рассчитываются сроки и минимальная интенсивность работ, формируются механизированные и транспортные звенья.

Глава 3. ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ПОЛУФАБРИКАТЫ

3.1. Горячие асфальтобетонные смеси

Требования к асфальтобетонным смесям, применяемым для покрытий и оснований автомобильных дорог, аэродромов, городских улиц и площадей, регламентирует [1].

Асфальтобетонные смеси и асфальтобетоны в зависимости от вида минеральной составляющей подразделяют на *щебеночные, гравийные и песчаные*.

В зависимости от вязкости используемого битума и температуры при укладке смеси подразделяют:

на *горячие*, приготавливаемые с использованием вязких (БНД 40/60, 60/90, 90/190, 130/200, 200/300) и жидких (СГ 130/200) нефтяных дорожных битумов и укладываемые при температуре не менее 120 °С;

холодные, приготавливаемые с использованием жидких нефтяных дорожных битумов (СГ 70/130, 130/200) и укладываемые с температурой не менее 5 °С.

Горячие асфальтобетонные смеси подразделяют по предельной крупности на *крупнозернистые* (до 40 мм), *мелкозернистые* (до 20 мм) и *песчаные* (до 5 мм).

Холодные смеси подразделяют на *мелкозернистые* и *песчаные*.

Асфальтобетоны из горячих смесей в зависимости от величины остаточной пористости подразделяют на виды:

высокоплотные с остаточной пористостью от 1,0 до 2,5 %;

плотные — свыше 2,5 до 5,0 %;

пористые — свыше 5,0 до 10,0 %;

высокопористые — свыше 10,0 до 18,0 %.

Пористые и высокопористые применяют только в нижних слоях покрытий и в основаниях.

Асфальтобетоны из холодных смесей должны иметь остаточную пористость свыше 6,0 до 10,0 %.

В зависимости от массовой доли щебня или песка различают пять типов асфальтобетонных смесей:

тип А с массовой долей щебня 50...60 %;

тип Б — 40...50 %;

тип В — 30...40 %;

тип Г — на песках из отсевов дробления, а также на смесях с природным песком при содержании последнего не более 30 % по массе;

тип Д — на природных песках или смесях природных песков с отсевами дробления при массовой доле последних менее 70 %.

Смеси и асфальтобетоны, в зависимости от физико-механических свойств, подразделяют на марки (табл. 3.1).

Таблица 3.1

Марки смесей и асфальтобетонов в зависимости от показателей физико-механических свойств и применяемых материалов

Вид и тип смеси и асфальтобетона	Марка
Горячие	
Высокоплотные	I
Плотные типов:	
А	I, II
Б, Г	I, II, III
В, Д	II, III
Пористые и высокопористые	I, II
Холодные:	
Б _х , В _х	I, II
Г _х	I, II
Д _х	II

Физико-механические свойства высокоплотных и плотных асфальтобетонов приведены в табл. 3.2 и 3.3.

Для приготовления плотных горячих асфальтобетонных смесей I марки типов А и Б применяют щебень марки 1200 по дробимости. В смесях типа Б можно также использовать щебень из гравия марки 1000. В состав асфальтобетонных смесей типа В может входить щебень марки 1000 из изверженных и метаморфических пород. Эти же материалы применяют и для приготовления асфальтобетонных смесей типа Б марки II.

К асфальтобетонным смесям марки III относятся щебеночные асфальтобетоны типов Б и В, в состав которых входит щебень, марка которого на 200 единиц ниже, чем для смесей марки II.

Для приготовления асфальтобетонных смесей марок I и II применяют природный и дробленный песок с модулем крупности $M_{кр}$ больше 2, а марки III — с $M_{кр}$ меньше 2.

Дробленный песок для смесей марки I получают дроблением горной породы, прочность на сжатие которого не менее 80 МПа, для смесей марки II — 60 МПа, марки III — 40 МПа. Песок получают также дроблением гравия марок Др 12, Др 16, Др 24 соответственно для смесей марок I, II и III.

Песчаные плотные асфальтобетонные смеси типа Г подразделяют на три марки (I, II, III), а типа Д — на две (II и III). Для приготовления асфальтобетонных смесей типа Г марок I и II используют дробленый песок и отсеvy продуктов дробления изверженных пород, прочность на сжатие которых не ниже 100 МПа, для марки I и 80 МПа — для марки II. Асфальтобетонные смеси марки III готовят из горных пород прочностью не менее 60 МПа.

Прочность и морозоустойчивость щебня и гравия для горячих смесей приведена в табл. 3.4.

Таблица 3.2

Физико-механические свойства высокоплотных и плотных асфальтобетонов

Наименование показателя	Значения для асфальтобетона марки								
	I			II			III		
	для дорожно-климатических зон								
	I	II, III	IV, V	I	II, III	IV, V	I	II, III	IV, V
Предел прочности при сжатии при температуре 50 °С, МПа, не менее: для асфальтобетонов высокоплотных	1,0	1,1	1,2	—	—	—	—	—	—
асфальтобетонов плотных типов:									
А	0,9	1,0	1,1	0,8	0,9	1,0	—	—	—
Б	1,0	1,2	1,3	0,9	1,0	1,2	0,8	0,9	1,1
В	—	—	—	1,1	1,2	1,3	1,0	1,1	1,2
Г	1,1	1,3	1,6	1,0	1,2	1,4	0,9	1,0	1,1
Д	—	—	—	1,1	1,3	1,5	1,0	1,1	1,2
Предел прочности при сжатии при температуре 20 °С, для асфальтобетонов всех типов, МПа, не менее	2,5	2,5	2,5	2,2	2,2	2,2	2,0	2,0	2,0
Предел прочности при сжатии при температуре 0 °С, для асфальтобетонов всех типов, МПа, не более	9,0	11,0	13,0	10,0	12,0	13,0	10	12,0	13,0
Водостойкость, не менее:									
плотных асфальтобетонов	0,95	0,90	0,85	0,90	0,85	0,80	0,85	0,75	0,70
высокоплотных асфальтобетонов	0,95	0,95	0,90	—	—	—	—	—	—
плотных асфальтобетонов при длительном водонасыщении	0,90	0,85	0,75	0,85	0,75	0,70	0,75	0,65	0,60
высокоплотных асфальтобетонов при длительном водонасыщении	0,95	0,90	0,85	—	—	—	—	—	—

Таблица 3.3

Водонасыщение (% по объему) высокоплотных и плотных асфальтобетонов

Вид и тип асфальтобетонов	Значение для	
	образцов, отформованных из смеси	вырубок и кернов готового покрытия, не более
Высокоплотные	от 1,0 до 2,5	3,0
Плотные, типов:		
А	от 2,0 до 5,0	5,0
Б, В, Г	от 1,5 до 4,0	4,5
Д	от 1,0 до 4,0	4,0

Прочностные показатели для марок и типов смесей

Наименование показателя	Значения для смесей марки							
	I			II			III	
	горячих типа		пористых и высокопористых	горячих типа		пористых и высокопористых	горячих типа	
	А, Б высокоплотных	Г		А, Б	Г		Б, В	Г, Д
Марка по прочности песка и отсевов дробления горных пород и гравия	800	1000	600	600	800	400	400	600
Содержание глинистых частиц, определяемое методом набухания, % по массе, не более	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0

Минеральный порошок для приготовления плотных горячих асфальтобетонных смесей получают помолом известняка прочностью 50...60 МПа. В асфальтобетонных смесях марок II и III допустимо применение минерального порошка, получаемого помолом основных металлургических шлаков, а в смесях марки III — порошковых отходов промышленности.

В качестве вяжущего материала, используемого в смесях, применяют преимущественно вязкие битумы типов БНД 40/60, БНД 60/90 и БНД 90/130 по [16]. Рекомендуемое содержание битума (% по массе) в высокоплотных смесях — 4,0...6,0; смесях типов А — 4,5...6,0; Б — 5,0...6,0; В — 6,0...7,0; Г и Д — 6,0...9,0; пористых — 3,5...5,5; высокопористых щебенистых — 2,5...4,0; высокопористых песчаных — 4,0...6,0, но окончательное количество битума уточняется при пробном замесе.

При использовании более вязких битумов возрастают прочность и жесткость асфальтобетонных покрытий, менее вязкие битумы увеличивают устойчивость покрытий при низкой температуре. Введение в битум полимеров (дивинил-стирольных или бутадиен-стирольных термоэластопластов) и пластификаторов позволяет получить полимерно-битумное вяжущее (ПБВ), стабилизирующее физико-механические свойства асфальтобетона при сезонных перепадах температур. Полимерно-битумные вяжущие для асфальтобетонных смесей должны соответствовать требованиям [17].

В зависимости от дорожно-климатической зоны строительства автомобильной дороги нормативными документами определены конкретные марки битума, которые рекомендовано использовать при приготовлении горячих асфальтобетонных смесей, представленных в табл. 3.5.

Таблица 3.5

Область применения асфальтобетонов при устройстве верхних слоев покрытий автомобильных дорог и городских улиц

Дорожно-климатическая зона	Вид асфальтобетона	Категория автомобильной дороги					
		I, II		III		Марка смеси	Марка битума
		Марка смеси	Марка битума	Марка смеси	Марка битума		
I	Плотный и высокоплотный	I	БНД 90/130, БНД 130/200, БНД 200/300	II	БНД 90/130, БНД 130/200, БНД 200/300, СГ 130/200, МГ 130/200, МГО 130/200	III	БНД 90/130, БНД 130/200, БНД 200/300, СГ 130/200, МГ 130/200, МГО 130/200
II, III	Плотный и высокоплотный	I	БНД 60/90, БНД 90/130, БНД 130/200, БН 90/130	II	БНД 60/90, БНД 90/130, БНД 130/200, БНД 200/300, БН 60/90, БН 90/130, БН 130/200, БН 200/300	III	БНД 60/90, БНД 90/130, БНД 130/200, БНД 200/300, БН 60/90, БН 90/130, БН 130/200, БН 200/300, СГ 130/200, МГ 130/200, МГО 130/200
II, III	Из холодных смесей	—	—	I	СГ 70/130, СГ 130/200	II	СГ 70/130, СГ 130/200, МГ 70/130, МГ 130/200, МГО 70/130, МГО 130/200
IV, V	Плотный	I	БНД 40/60, БНД 60/90, БН 40/60, БН 60/90	II	БНД 40/60, БНД 60/90, БНД 90/130, БН 40/60, БН 60/90, БН 90/130	III	БНД 40/60, БНД 60/90, БНД 90/130, БН 40/60, БН 60/90, БН 90/130
	Из холодных смесей	—	—	I	СГ 70/130 СГ 130/200	II	СГ 70/130, СГ 130/200, МГ 70/130, МГ 130/200, МГО 70/130, МГО 130/200

Примечания:

1. Для городских скоростных и магистральных улиц и дорог следует применять асфальтобетоны из смесей видов и марок, рекомендуемых для дорог I и II категорий; для дорог промышленно-складских районов — рекомендуемых для дорог III категории; для остальных улиц и дорог — рекомендуемых для дорог IV категории.

2. Битумы марок БН рекомендуется применять в мягких климатических условиях, характеризующихся средними температурами самого холодного месяца года выше -10°C . 3. Битум марки БН 40/60 должен соответствовать технической документации, утвержденной в установленном порядке.

Существующими технологиями строительства дорожных покрытий нежесткого типа для обеспечения высоких прочностных показателей асфальтобетона, обладающего устойчивостью к воздействию погодноклиматических факторов в процессе эксплуатации дороги, применяют вы-

сокоплотные и плотные марки I. При устройстве покрытия в два слоя применяется раздельная укладка горячей смеси. В этом случае материал слоя покрытия регламентирован нормативным документом и зависит от категории дороги (табл. 3.6) [3].

Таблица 3.6

Материал слоя покрытия при раздельной укладке покрытия

Категория дороги	Материал слоя покрытия	
	верхнего	нижнего
I, II	Горячие смеси для плотного асфальтобетона типов А, Б, В и Г марки I	Горячие смеси для пористого асфальтобетона марки I
II	Горячие смеси для плотного дегтебетона типа Б марки I	Горячие смеси для пористого дегтебетона марки I
III	Горячие смеси для плотного асфальтобетона типов А, Б, В, Г и Д марки II. Холодные асфальтобетонные смеси типов Б _х , В _х и Г _х марки I. Горячие смеси для плотного дегтебетона типов Б и В марок I и II, а также песчаные смеси марки I	Горячие смеси для пористого асфальтобетона марки II. Горячие смеси для высокопористого асфальтобетона марки I. Горячие смеси для пористого дегтебетона марок I и II
IV	Горячие смеси для плотного асфальтобетона типов Б, В, Г и Д марки III. Холодные асфальтобетонные смеси типов Б _х , В _х , Г _х и Д _х марки II Горячие смеси для плотного дегтебетона типов Б и В и песчаные смеси марки II. Холодные дегтебетонные мелкозернистые и песчаные смеси марки II	Горячие смеси для пористых асфальтобетона и дегтебетона марки II. Каменные материалы, обработанные органическим вяжущим. Горячие и теплые смеси для высокопористого асфальтобетона марки I. —
IV и первая стадия двухстадийного строительства дорог III категории	Каменные материалы, обработанные органическими вяжущими методами смешения в установке, пропитки, смешения на дороге, поверхностной обработки (слоя износа)	—

Примечания:

1. Асфальтобетонные смеси должны отвечать требованиям ГОСТ 9128—97, дегтебетонные — ГОСТ 25877—83.

2. Для однослойных покрытий применяются материалы, указанные для верхнего слоя покрытия.

3. В районах I дорожно-климатической зоны не следует предусматривать устройство покрытий из холодных асфальтобетонных смесей. В районах дорожно-климатических зон не следует предусматривать устройство покрытий из дегтебетонных смесей.

4. В населенных пунктах при устройстве покрытий с применением каменноугольных дегтей и смол на них обязательно должен быть устроен защитный слой из асфальтобетонной смеси толщиной не менее 4 см или двойной поверхностной обработки с применением битума.

Верхние слои асфальтобетонных покрытий устраивают из высокоплотных и плотных смесей и применяют мелкозернистые или песчаные смеси. С целью обеспечения безопасности движения и снижения колеяности в верхние слои покрытия укладывают смеси с большим содержанием щебня (тип А) или отсевов дробления (тип Б, Г). В нижние слои укладывают крупнозернистые смеси. Применение пористых и высокопористых асфальтобетонов на основаниях, представляющих собой водоупорный слой, не допускается.

Толщина дорожной одежды определяется расчетом. Минимальная толщина дорожного покрытия в уплотненном состоянии в зависимости от категории дороги и размера минеральных зерен должна быть не менее данных, представленных в табл. 3.7 [3].

Таблица 3.7

Минимальная толщина асфальтобетонных слоев

Асфальтобетон	Минимальная толщина слоя, см, в зависимости от категории дороги	
	скоростные и магистральные I, II	III, IV
Крупнозернистый	7	6
Мелкозернистый	5	3
Песчаный	4	3

В последнее время наблюдается тенденция к применению следующих разновидностей асфальтобетонов: щебеночно-мастичных, литых, полимербетонов и др.

3.2. Щебеночно-мастичные асфальтобетоны

В соответствии с [19] щебеночно-мастичные асфальтобетонные смеси (ЩМАС) представляют собой рационально подобранные смеси минеральных материалов (щебня, песка из отсевов дробления и минерального порошка), волокна (целлюлозного, полимерного или иного) и битумного вяжущего (с полимерными добавками или без них), взятые в определенных пропорциях и перемешанных в нагретом состоянии.

Присутствие стабилизирующей добавки необходимо, в первую очередь, для вовлечения большого объема битума и обеспечения устойчивости его к отслаиванию в горячих смесях. ЩМАС, в зависимости от крупности применяемого щебня, подразделяют на виды:

ЩМА-20 с наибольшим размером зерен до 20 мм;

ЩМА-15 с наибольшим размером зерен до 15 мм;

ЩМА-10 с наибольшим размером зерен до 10 мм.

Зерновой состав минеральной части смесей должен соответствовать требованиям табл. 3.8.

Таблица 3.8

**Зерновые составы минеральной части щебеночно-мастичных
асфальтобетонных смесей по ГОСТ 31015—2002 [18]**

Вид смесей и асфальтобетонов	Размер зерен мельче, мм, в % по массе									
	20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	0,071
ЩМА-10	—	—	100...90	40...30	29...19	26...16	22...13	20...11	17...10	15...10
ЩМА-15	—	100...90	60...40	35...25	28...18	25...15	22...12	20...10	16...9	14...9
ЩМА-20	100...90	70...50	42...25	30...20	25...15	24...13	21...11	19...9	15...8	13...8

Примечание. При приемосдаточных испытаниях допускается определять зерновые составы смесей по контрольным ситам в соответствии с данными, выделенными жирным шрифтом.

При этом особое внимание следует уделять использованию щебня узких фракций с кубовидной формой зерен щебня и песка из отсевов дробления. Минеральный порошок должен соответствовать требованиям [20]. В качестве вяжущих целесообразно применение битумов нефтяных дорожных вязких по [17] и полимерно-битумных вяжущих по [21].

При производстве щебеночно-мастичных смесей используются различные стабилизирующие добавки в виде целлюлозного волокна или гранул на его основе (Viator, Technocel, Torcel, Гасцел и др.). Обоснование пригодности стабилизирующих добавок и их оптимального содержания в смеси устанавливают посредством проведения испытаний по [22] и устойчивости к рассеиванию по [19].

Целлюлозное волокно должно иметь ленточную структуру нитей длиной от 0,1 мм до 2,0 мм. Волокно должно быть однородным и не содержать пучков, скоплений нераздробленного материала и посторонних включений, отвечать требованиям [19]. Температура ЩМАС, в зависимости от применяемого битумного вяжущего, при отгрузке потребителю и при укладке смеси должна соответствовать значениям, указанным в табл. 3.9.

Таблица 3.9

Требования к температуре ЩМАС

Марка вяжущего по глубине проникания иглы, 0,1 мм	Температура ЩМАС, °С	
	при выпуске	при укладке, не менее
40...60	160...175	150
60...90	155...170	145
90...130	150...165	140
130...200	140...160	135

3.3. Литые асфальтобетонные смеси

Литые асфальтобетонные смеси отличаются от горячих смесей повышенным содержанием битума большей вязкости и минерального порошка, более высокой (210...230 °С) температурой при их приготовлении и укладке.

В соответствии с [23] литые смеси подразделяют на пять типов (табл. 3.10).

Таблица 3.10

Классификация литых асфальтобетонных смесей

Основные классификационные особенности смеси					Назначение смеси
Тип смеси	Максимальный размер (фракция) щебня, мм	Массовая доля, %		битум / минеральный порошок	
		зерен более 5 мм	асфальтовяжущего вещества		
I	15	45...55	25...30	0,35...0,45	Новое строительство и капитальный ремонт проезжей части
II	20	35...50	20...25	0,40...0,55	
III	40	45...65	15...20	0,50...0,65	
IV	5	...	17...23	0,40...0,65	Покрытие тротуаров
V	20	35...50	22...28	0,55...0,75	Текущий ремонт дорожных покрытий

Для приготовления литых асфальтобетонных смесей применяют щебень из природного камня, получаемый дроблением горных пород, щебень из гравия, гравий, отвечающие требованиям нормативных документов на минеральные материалы и технических условий [23] (табл. 3.11).

Таблица 3.11

Прочность и морозостойкость щебня и гравия

Наименование показателей	Марка по видам материала, не ниже	
	Щебень из изверженных и метаморфических пород	Гравий и щебень из гравия
Дробимость при сжатии (раздавливании в цилиндре)	1000	—
Износ в полочном барабане	И-П	И-45
Морозостойкость	F50	F25

Щебень должен быть кубовидной формы зерен, содержать не более 1 % пылевидных и глинистых частиц. Содержание зерен слабых пород не должно превышать 5 % по массе. Минеральный порошок должен соответствовать требованиям [20]. В качестве вяжущего целесообразно применение нефтяных глубокоокисленных вязких дорожных битумов с температурой вспышки не ниже 240°C по [17].

При выборе битума для смесей типа I, II и III предпочтение следует отдавать нефтяным вязким теплостойким битумам с узкими пределами колебаний по показателю глубины проникания, имеющим следующие показатели свойств:

- глубина проникания иглы при 25 °C — 50...60 мм;
- температура размягчения по методу КиШ — не менее 52 °C;
- температура хрупкости — не выше -12 °C.

В табл. 3.12 приведены показатели физико-механических свойств литого асфальтобетона в соответствии с требованиями ТУ [23].

Таблица 3.12

Физико-механические свойства литого асфальтобетона

Показатели свойств	Нормы по типам				
	I	II	III	IV	V
Пористость минерального остова, % по объему, не более	20	22	22	22	22
Водонасыщение, % объема, не более	1,0	1,0	5,0	7,0	0,5
Предел прочности при сжатии при температуре 50 °С, не менее	—	1,0	—	0,7	—
Подвижность смеси при 200 °С, не менее	30	25	—	—	30
Глубина вдавливания штампа при температуре 40 °С, мм, в пределах	1...6	1...4	—	—	1...10
Удобообрабатываемость, кг, при температуре 200 °С в пределах (факультативно)	—	3,0...4,0	—	1,5...2,0	—
Предел прочности на растяжение при изгибе при температуре 0 °С, МПа, не менее (факультативно)	6,5	6,0	5,5	—	—
Модуль упругости при температуре 0 °С, МПа, не более (факультативно)	8,0	9,0	7,0	—	—

3.4. Асфальтогранулятобетоны

Асфальтобетонный гранулят образуется при фрезеровании асфальтобетонного покрытия или при дроблении асфальтобетонного лома на дробильно-сортировочной установке. Он имеет непрерывный агрегатный состав (распределение гранул по размерам), который часто соответствует требованиям, предъявляемым к зерновому составу минеральной части горячих пористых асфальтобетонных смесей для нижних слоев покрытий и оснований по [24].

Наибольшее количество гранулята получается при ремонте или реконструкции асфальтобетонного покрытия с использованием «холодных» фрезерных машин.

Если ремонтные работы осуществляют методом холодной регенерации в соответствии с [25], то гранулят чаще всего используют на месте или вывозят на другие дорожные объекты, складские площадки, асфальтобетонные заводы, площадки со смесительными установками.

В зависимости от содержания асфальтобетонного гранулята в материале слоя основания различают асфальтогранулобетонные смеси, где асфальтобетонный гранулят составляет 60 % и более от массы зернистого материала (смесь асфальтобетонного гранулята и необработанного битумом скелетного материала) и с содержанием менее 60 % гранулята.

Обычно в асфальтогранулобетонные смеси кроме зернистого материала входят органическое и (или) минеральное вяжущее и вода.

В зависимости от вида вяжущего, вводимого при приготовлении асфальтогранулобетонных смесей, их подразделяют на следующие типы согласно [24]:

А — без добавления вяжущего;

Э — с добавлением битумной эмульсии;

В — с добавлением вспененного битума;

М — с добавлением минерального вяжущего (обычно цемента или извести);

К — с добавлением комплексного вяжущего (обычно битумной эмульсии и цемента).

Благодаря наличию в асфальтобетонном грануляте битума, конструктивный слой из него получается более плотным, чем из других минеральных материалов, уплотняемых в холодном состоянии. Чем больше содержание гранулята в смесях, тем лучше физико-механические свойства конструктивного слоя.

Асфальтогранулобетон является связным материалом, поэтому слои оснований из него работают на изгиб. Введение в зернистый материал вяжущего позволяет повысить значения расчетных параметров слоя основания и снизить его толщину или толщину покрытия.

Для обработки зернистого материала используют вспененный битум, битумную эмульсию, минеральные вяжущие (цемент, известь и др.) или комплексное вяжущее (органическое с минеральным).

Содержание зерен крупнее 5 мм в асфальтогранулобетонной смеси должно быть не менее 45 %.

Агрегатный состав асфальтогранулобетонных смесей должен соответствовать требованиям [1] для пористых смесей.

В качестве скелетного материала, входящего наряду с гранулятом в состав асфальтогранулобетонной смеси, используют щебень по [26], песок по [27], смеси песчано-гравийные по [28], смеси щебеночно-гравийно-песчаные по [29].

Для укрепления зернистого материала используют:

битумную эмульсию класса ЭБК-3 по [30];

цемент марки 400 или 300 по [31];

известь по [31].

Дорожные основания с использованием смесей из асфальтогранулобетона применяют на дорогах 1—4 категорий [3].

Проектирование дорожной одежды с асфальтогранулобетонным слоем осуществляют в соответствии с [16]. Толщина асфальтогранулобетонного слоя не должна превышать 20 см из-за трудности уплотнения. При большей толщине асфальтогранулобетон укладывают в два слоя.

Асфальтогранулобетонную смесь готовят в стационарном или полустационарном смесителе принудительного действия. Преимуществом полустационарной установки является возможность ее размещения вблизи объекта строительства, что сокращает дальность возки смеси.

Гранулят может поступать из разных источников и отличаться по составу. При существенном различии составов гранулята его складировать отдельно в виде конусов или призм высотой до 2 м. При большей высоте асфальтобетонный гранулят подвержен слеживанию в жаркую погоду. Слежавшийся асфальтобетонный гранулят должен быть пропущен через специальный измельчитель, который разминает крупные куски, но не дробит гранулы.

В смеситель загружают порции гранулята из разных штабелей, скелетный материал, воду, минеральный порошок (при необходимости), цемент, эмульсию и перемешивают. Затем вводят недостающее количество воды и окончательно перемешивают.

Приготовленную смесь транспортируют к месту укладки автомобилями-самосвалами и укладывают асфальтоукладчиком.

После укладки асфальтогранулобетонного слоя асфальтоукладчиком с включенным вибротрамбующим брусом толщина рыхлого слоя уменьшается примерно на 25 %, а после окончательного уплотнения — еще на 5...7 %.

Уплотнение слоя более 15 см производят в следующем порядке:

для предварительного уплотнения комбинированный или гладковальцовый каток массой от 10 до 14 т делает 3—4 прохода по одному следу без вибрации, затем 4—6 проходов с максимальной амплитудой вибрации и 4—6 проходов с минимальной амплитудой;

для основного уплотнения комбинированный или гладковальцовый каток массой от 16 до 20 т делает 4—6 проходов по одному следу без вибрации, 4—6 проходов с максимальной амплитудой вибрации и 4—6 проходов с минимальной амплитудой;

для заключительного уплотнения комбинированный каток или каток на пневмошинах массой от 16 до 20 т делает 4—6 проходов.

Уплотнение слоя менее 15 см производят в следующем порядке:

комбинированный или виброкаток массой от 6 до 8 т делает 3—4 прохода без вибрации и 3—4 прохода с вибрацией;

комбинированный или гладковальцовый каток массой от 10 до 16 т делает 3—5 проходов;

каток на пневмошинах массой от 16 до 20 т делает 4—6 проходов.

Об окончании процесса уплотнения судят по отсутствию следа после прохода вальца катка.

При использовании в составе асфальтогранулобетона цемента весь технологический процесс от приготовления смеси до ее уплотнения должен быть закончен не позднее, чем за три часа.

Движение транспорта открывают сразу после окончания работ.

Устройство покрытия с использованием вспененного битума можно выполнять уже на следующий день, а при использовании битумной эмульсии — после высыхания асфальтогранулобетона до влажности не более 2 %.

Перед укладкой покрытия поверхность асфальтогранулобетонного слоя подгрунтовывают эмульсией ЭБК-1 с технологическим перерывом от 2 до 4 часов в зависимости от погодных условий.

В случае дождя асфальтогранулобетонный слой быстро впитывает воду и в водонасыщенном состоянии подвержен ускоренному износу под воздействием транспорта. Если устройство замыкающего слоя откладывается, поверхность асфальтогранулобетонного слоя необходимо обработать битумной эмульсией и присыпать дробленным песком или высеvkами.

Глава 4. ПРИГОТОВЛЕНИЕ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

4.1. Типы асфальтосмесительных установок

При ремонте асфальтобетонного покрытия 43...51 % энергозатрат приходится на приготовление смеси и 32...37 % — на ее перевозку к месту укладки (рис. 4.1). Расход энергии на укладку и уплотнение смеси не превышает 3 % от общих затрат. Поэтому особое внимание следует уделять производству асфальтобетонных смесей на АБЗ.

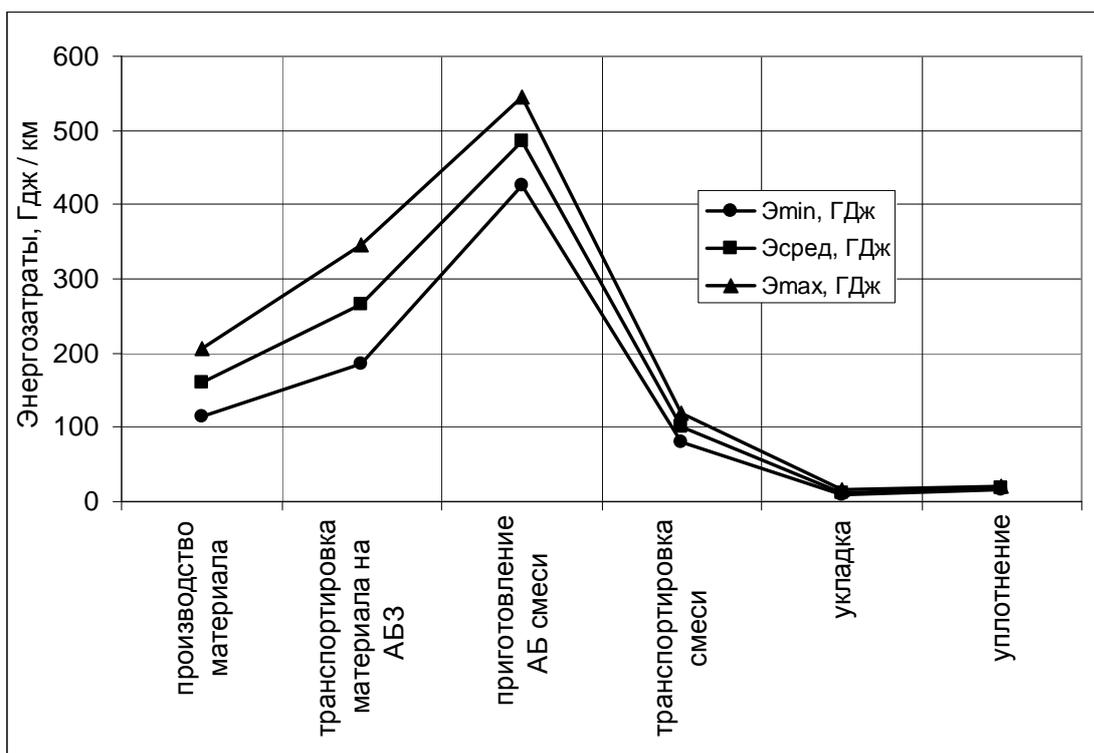


Рис. 4.1. Распределение энергозатрат по видам технологических операций при устройстве асфальтобетонного покрытия

Асфальтосмесительные установки (АС) классифицируются по технологическому процессу, общей конструктивной схеме, конструктивному оформлению отдельных узлов и по основным технологическим показателям (рис. 4.2).

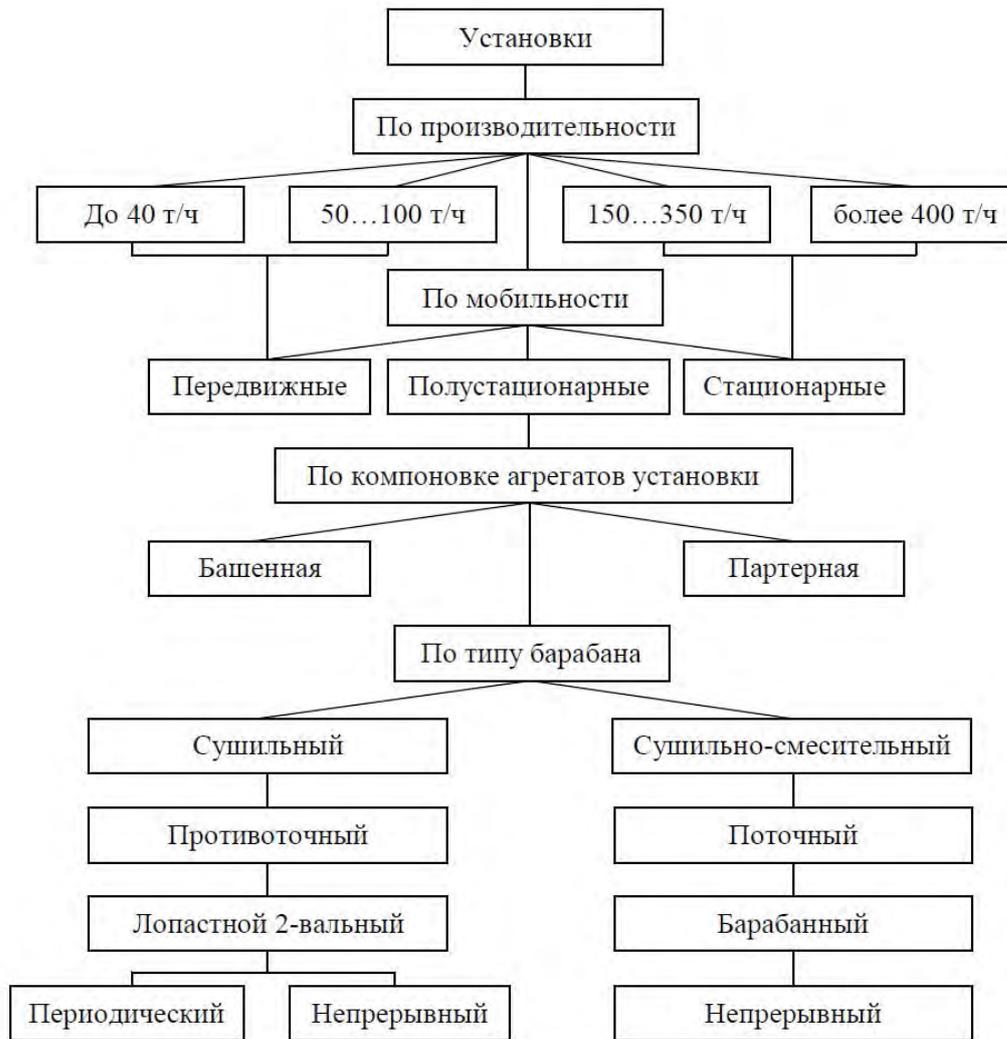


Рис. 4.2. Классификация асфальтосмесительных установок

АБЗ различают:

1) по типу размещения:

на прирельсовые;

притрассовые (приобъектные);

2) по длительности работы на одном месте:

на стационарные;

инвентарные (перебазируемые);

передвижные (часто перебазируемые);

3) по количеству и суммарной производительности асфальтосмесительных установок:

на малые — до 40 т/ч;

средние — 50...100 т/ч;

большой производительности — 150...350 т/ч;

сверхмощные — 400 т/ч и более.

Количество смесительных установок на АБЗ колеблется в пределах от 1 до 6. На стационарных АБЗ, как правило, работают от 2 до 6 установок, а на инвентарных и передвижных — от 1 до 2. По компоновке технологического оборудования АБЗ и установки делят на башенные и партерные. Наибольшее распространение получили установки с башенным расположением агрегатов.

Перечень технологических операций на АБЗ любого типа включает:

приготовление смесей, включая: предварительное дозирование минеральных материалов, нагрев, сушку, сортировку по фракциям (грохочение) и кратковременное хранение нагретых каменных материалов, точное дозирование минеральных материалов, битума, минерального порошка и добавок, смешение составляющих в мешалке и выгрузка из мешалки готовой (товарной) асфальтобетонной смеси;

технологические операции по приему, хранению и подаче в бункеры по фракциям каменных материалов, а при необходимости — получение на АБЗ необходимых по крупности фракций щебня и песка путем дробления и сортировки более крупных фракций щебня;

технологические операции по приему, хранению, нагреву и подаче в дозаторы минерального порошка (заполнителя), битума и поверхностно-активных веществ (ПАВ);

технологические операции по складированию, кратковременному хранению и отгрузке готовой асфальтобетонной смеси.

По назначению АС можно условно разделить на три группы.

К первой группе относятся установки для приготовления горячих асфальтобетонных смесей.

Вторую группу образуют установки, предназначенные, в основном, для производства литого асфальта. Производство горячих асфальтобетонных смесей и литого асфальта требует нагрева исходных фракций щебня и песка.

К третьей группе относятся асфальтосмесительные установки для приготовления холодного асфальта без нагрева исходных компонентов асфальтобетонной смеси.

По времени проведения дозирования и способу перемешивания различают две группы смесителей: с дозированием минеральных материалов до сушки вне смесителя со свободным перемешиванием и с дозированием минеральных материалов после сушки и их принудительным перемешиванием.

По производительности АС подразделяют на четыре типа: малой — до 40 т/ч, средней — 50...100 т/ч, большой — 150...350 т/ч и более 400 т/ч. Номинальную производительность асфальтосмесительных установок оценивают из условия приготовления песчаных или мелкозернистых смесей с расчетной влажностью каменных материалов 5 %.

По принципу действия АС установки бывают циклические (периодического действия) (рис. 4.3) и непрерывные (непрерывного действия).

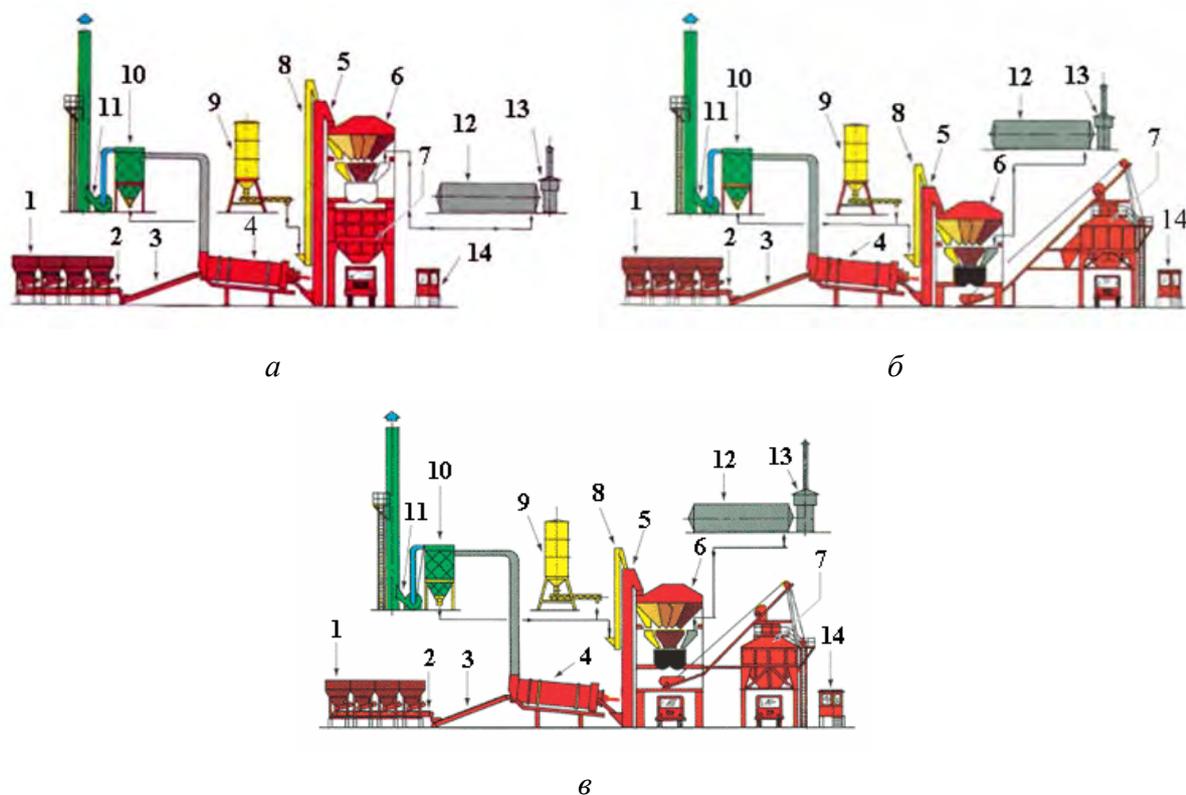


Рис. 4.3. Схемы АБЗ циклического действия: *а* — схема АБЗ с бункером-накопителем под смесителем; *б* — схема АБЗ с отдельным бункером-накопителем; *в* — схема АБЗ с загрузкой автомобилей из смесителя и отдельного бункера-накопителя: 1 — бункеры-преддозаторы; 2 — сборный конвейер; 3 — конвейер сушильного барабана; 4 — сушильный барабан; 5 — «горячий» элеватор; 6 — смесительная башня; 7 — накопительный бункер; 8 — элеватор минпорошка; 9 — силос минпорошка; 10 — пылеуловитель и силос пыли; 11 — пылесос-вентилятор; 12 — битумный бак-цистерна; 13 — нагреватель масла; 14 — кабина управления

Технологический процесс циклического изготовления асфальтобетонной смеси включает:

хранение небольшого запаса минеральных материалов (песка и щебня) в бункерах-преддозаторах и предварительное дозирование влажных щебня и песка;

нагрев и сушку минеральных материалов в сушильном барабане;

сортировку нагретых минеральных материалов по фракциям и складирование в горячих бункерах;

дозирование нагретых минеральных материалов по фракциям на весовой площадке и подача в смеситель;

нагрев минерального порошка в теплообменнике;

дозирование минерального порошка на весовой площадке (или в отдельном дозаторе) и подача в смеситель;

сухое (без вяжущего) перемешивание минеральных материалов в смесителе;

нагрев вяжущего (битума) в рабочей емкости;
 дозирование вяжущего и подача в смеситель;
 мокрое (с вяжущим) перемешивание компонентов в смесителе;
 выгрузка готовой смеси в кузов транспортного средства или через подъемное устройство (горячий элеватор или скиповый подъемник) в бункер-накопитель готовой смеси;
 выгрузка готовой смеси из бункера-накопителя в транспортное средство.

Технология непрерывного действия включает те же процессы, что и циклическая, за исключением сортировки горячих минеральных материалов, дозирования горячих минеральных материалов и нагрева минерального порошка. Схема данного типа АБЗ представлена на рис. 4.4.

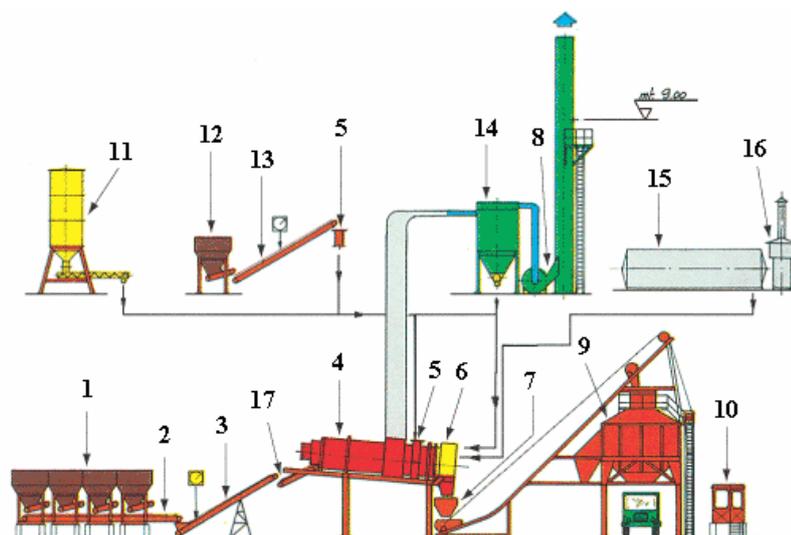


Рис. 4.4. Схема АБЗ непрерывного действия: 1 — бункеры-дозатор; 2 — сборный конвейер; 3 — конвейер с контролем влажности; 4 — сушильно-смесительный барабан; 5 — дозатор и подача старого асфальтобетона; 6 — смесительная зона; 7 — бункер ожидания скипа; 8 — пылесос-вентилятор; 9 — накопительный бункер; 10 — кабина управления; 11 — силос минпорошка; 12 — бункер старого асфальтобетона; 13 — конвейер с контролем влажности; 14 — пылеуловитель и силос пыли; 15 — битумный бак-цистерна; 16 — нагреватель масла; 17 — конвейер сушильного барабана

По типу размещения АБЗ различают прирельсовые и притрассовые (приобъектные);

Прирельсовые АБЗ (рис. 4.5) сооружают непосредственно у железнодорожной ветки, по которой поступают все или большинство исходных материалов: щебень, песок, битум, минеральный порошок, ПАВ и топливо. Для приема прибывающих грузов сооружают железнодорожные тупики, связывающие территорию предприятия с железными дорогами общего назначения.

Притрассовые АБЗ (рис. 4.6) сооружают непосредственно вблизи от строящейся автомобильной дороги с целью сокращения дальности и времени транспортирования готовой асфальтобетонной смеси и рассчитыва-

ются на период строительства дороги. Все исходные материалы и топливо доставляют автомобильным транспортом с базисных складов или непосредственно с предприятий, их производящих: с карьеров каменных материалов и песка, заводов по производству битума и минерального порошка. Расположение АБЗ вблизи карьеров местных дорожно-строительных материалов позволяет использовать наиболее дешевые виды транспорта (лотки, конвейеры).



Рис. 4.5. Прирельсовый АБЗ (Республика Карелия)



Рис. 4.6. Мобильный АБЗ (федеральная трасса «Амур»)

По длительности работы АБЗ на одном месте разделяют: на стационарные, инвентарные (перебазируемые) и передвижные (часто перебазируемые).

Стационарные АБЗ (рис. 4.7) сооружают, как правило, неразборными и рассчитывают на эксплуатацию на одном месте до 10 лет и более. Такие заводы больше подходят для массового производства смесей.



Рис. 4.7. Стационарный АБЗ циклического действия (VKM-5, VSM II, OKIPP, Словения)

Передвижные АБЗ (рис. 4.8) сооружают разборными и рассчитывают на эксплуатацию на одном месте до года. Их применяют, если необходима частая смена места производства. Они обладают меньшей мощностью, используются при незначительной потребности в производимой продукции и отличаются своей компактностью и более низким потреблением энерго-ресурсов для производства. Их главным преимуществом является возможность сборки, демонтажа с помощью подъемного крана и транспортировки всех агрегатов комплекса ближе к месту крупной стройки.

Инвентарные АБЗ (рис. 4.9) сооружают разборными и рассчитывают на эксплуатацию на одном месте в течение 2...4 лет. Технологический цикл и качество выпускаемой продукции у стационарного, инвентарного и у мобильного АБЗ практически не различаются.



Рис. 4.8. Мобильный АБЗ производительностью 160 т/ч (г. Иркутск)



Рис. 4.9. Транспортабельный АБЗ производительностью 175 т/ч (г. Воронеж)

4.2. Асфальтосмесительные установки, производимые в России и за рубежом

Объемы и темпы устройства асфальтобетонных покрытий на российских дорожных объектах существенно отстают от аналогичных показателей развитых стран мира. Дорожная отрасль США ежегодно укладывает около 450 млн т асфальтобетонных смесей, европейских стран — примерно 270 млн т, а России — только около 50 млн т.

В настоящее время в дорожной отрасли РФ из-за высокой изношенности машин и механизмов (от 50 до 70 %), ужесточения требований к качеству используемых строительных материалов и полуфабрикатов, желаний снизить затраты на производство смесей, стремления к обеспечению защиты экологии и снижению пылевых и вредных газовых выбросов в атмосферу наметилась тенденция к обновлению парка машин и механизмов.

Общая емкость мирового рынка машиностроения, по подсчетам экспертов, составляет около 1 трлн долларов США, из них порядка 120 млрд приходится на дорожно-строительную технику. Среди лидеров продаж Caterpillar, CNH, Hitachi, John Deere, Komatsu, Liebherr, Terex, Volvo (суммарно примерно 2/3 мирового объема продаж) [32].

Ведущими производителями асфальтосмесительных установок, известными в РФ, являются: Benninghoven (Германия), Ammann Asphalt (ЕС, Швейцария, Германия, Италия, Франция), Parker Plant Limited (Великобритания), Bernardi Impianti S.P.A. (Италия), Marini (Fayat Group, Италия), Ermont (Fayat Group, Франция), Astec (США), SIM (Италия), Kalottikone Oy (Финляндия).

Фирма Benninghoven GmbH & Co. KG (Германия) существует более 75 лет. Выпускает 5 типов асфальтосмесительных циклических установок: высококомобильные, производительностью 60...100 т/ч (3 модели), мобильные — 100...200 т/ч (4 модели), транспортабельные компактные 100...200 т/ч (4 модели), транспортабельные — 120...320 т/ч (5 моделей) и стационарные — 120...400 т/ч (6 моделей); горелки сушильных барабанов, работающие на газе, жидком топливе и угольной пыли; компьютерные системы АСУ; битумные цистерны горизонтального и вертикального типов с электроподогревом или подогревом посредством жидкого теплоносителя; установки для ПБВ и другое оборудование для АБЗ; агрегаты подготовки и введения в смесь старого асфальтобетона; оборудование для производства, транспортировки (кохеры) и укладки литого асфальта.

Система грохотов установок (рис. 4.10) позволяет разделить минеральные материалы на шесть фракций. Все установки оснащены накопительными бункерами готовой смеси. Конструктивные особенности установок, а именно — большой объем сушильных барабанов и смесителей, позволяют утилизировать старый асфальт и применять материалы с повышенной влажностью без снижения номинальной производительности.

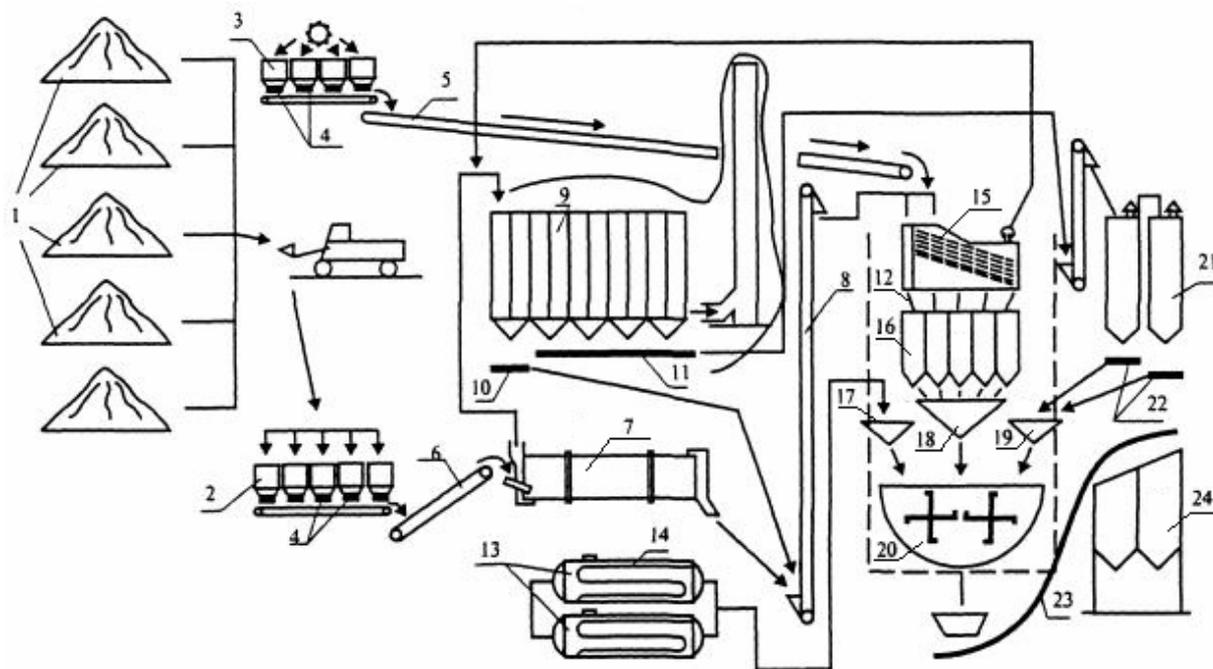


Рис. 4.10. Технологическая схема АБЗ Benninghoven (Германия): 1 — штабеля щебня и песка; 2 — блок бункеров для песка и щебня; 3 — блок бункеров для отфрезерованного асфальтобетона; 4 — весовые дозаторы; 5, 6 — наклонный транспортер; 7 — сушильный барабан; 8 — «горячий» элеватор; 9 — тканевый пылеуловитель; 10, 11 — винтовой конвейер для пыли; 12 — смесительный агрегат; 13 — битумохранилище с системой нагрева до рабочей температуры; 14 — масляный теплоноситель; 15 — грохоты; 16 — горячие бункеры; 17 — дозатор битума; 18 — дозатор минерального порошка; 19 — дозатор горячих каменных материалов; 20 — смеситель; 21 — силос минерального порошка; 22 — пневматический винтовой подъемник минерального порошка; 23 — скиповый транспортер; 24 — бункеры накопления и выдачи готовой асфальтобетонной смеси

Фирма Ammann Group (Швейцария) выпускает два типа асфальтосмесительных установок циклического действия: Global (транспортабельные и стационарные) производительностью 80...200 т/ч (4 модели) и Universal (транспортабельные) — 160...240 т/ч и 240...320 т/ч.

Асфальтосмесительные установки Ammann поставляются башенной компоновки (рис. 4.11). Разработаны установки с теплоизоляционной обшивкой для работы при отрицательных температурах.

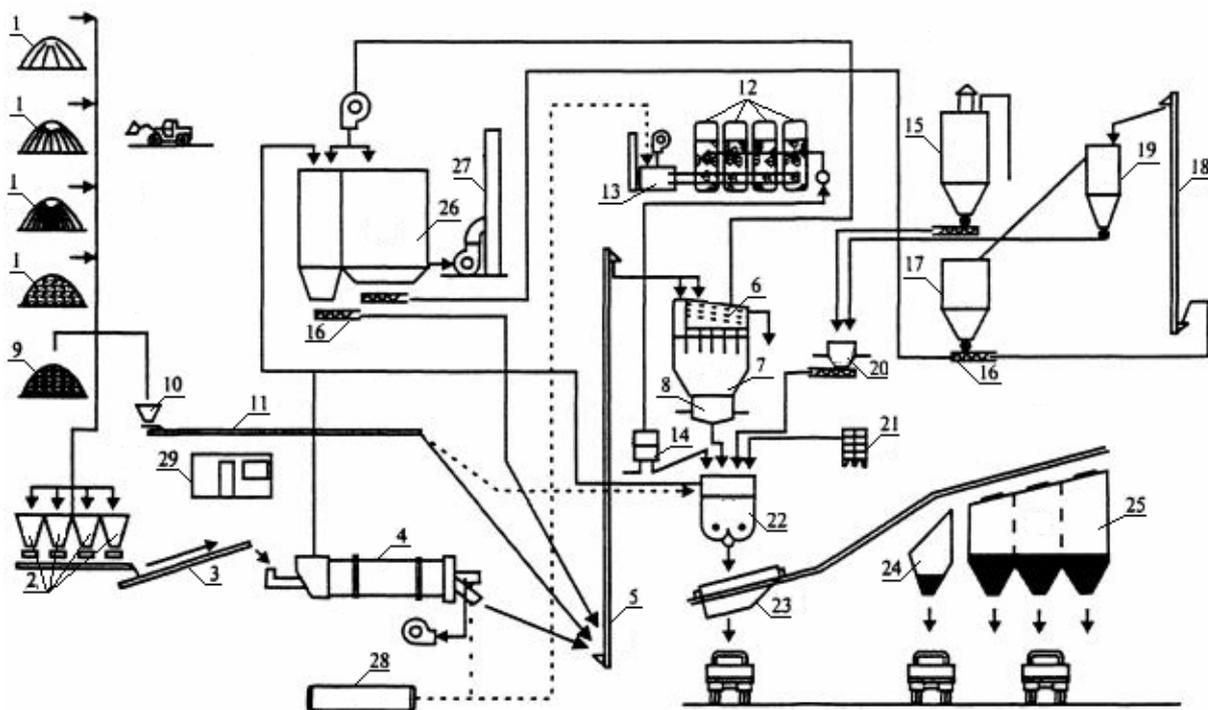


Рис. 4.11. Технологическая схема АБЗ Ammann: 1 — склады каменных материалов; 2 — агрегат питания; 3 — ленточный транспортер; 4 — сушильный агрегат; 5 — «горячий» элеватор; 6 — грохот; 7 — бункеры горячих каменных материалов; 8 — весовой бункер-дозатор; 9 — склад старого асфальтобетона; 10 — дозатор старого асфальтобетона; 11 — транспортер подачи старого асфальтобетона; 12 — битумные цистерны; 13 — установка нагрева битума; 14 — дозатор битума; 15 — бункер минерального порошка; 16 — шнековый конвейер; 17 — бункер циклонной пыли; 18 — элеватор циклонной пыли; 19 — промежуточный бункер циклонной пыли; 20 — дозатор минерального порошка; 21 — дозатор ПАВ; 22 — смеситель; 23 — скиповый подъемник; 24 — промежуточный бункер; 25 — бункер готовой асфальтобетонной смеси; 26 — система очистки дымовых газов; 27 — труба; 28 — топливная цистерна; 29 — кабина управления

Тензометрические системы взвешивания материалов обеспечивают точность до 0,1 %, а сортировка каменных материалов на шесть фракций и целый ряд других конструктивных особенностей гарантирует высокое качество асфальтобетонных смесей. Блочная конструкция установок позволяет выполнять их монтаж в сжатые сроки, при этом габариты узлов и агрегатов позволяют транспортировать их по автомобильным и железным дорогам. Пульты установок оснащены микропроцессорным управлением и поступают полностью смонтированными.

Группа предприятий Simge Group поставляет асфальтобетонные заводы Express производительностью 30...160 т/ч, Gree — 160...240 т/ч, Simge — 180...240 т/ч, Majestic — 260...350 т/ч.

Конструкторы группы компаний Simge Group разработали систему приготовления щебня Simge Challenger, работающую в комплекте с АБЗ (рис. 4.12) и обеспечивающую снижение энергозатрат на производство асфальтобетонной смеси в два раза.



Рис. 4.12. Состав системы Simge Challenger и порядок прохождения каменных материалов

Simge Challenger может быть встроена в любой асфальтобетонный завод, вне зависимости от его типа. В России влажность инертных материалов для производства асфальта составляет 4...5 % и более. У большинства АБЗ паспортная производительность рассчитана на влажность инертных материалов 3 %. Увеличение влажности на 1 % приводит к снижению производительности АБЗ примерно на 10 %. Поэтому одна из главных задач Simge Challenger — уменьшить исходную влажность инертных материалов, применяемых для производства горячего асфальта.

В вертикальную молотковую дробилку подается щебень твердых пород (гранит, базальт и т. д.) размером 15...50 мм или более мягких пород — 25...70 мм.

Щебень, полученный в результате дробления, подается на грохот с помощью вертикального элеватора. После классификации в грохоте инертные материалы поступают в собранные в единый блок накопительные отсеки. Затем из соответствующих каждой фракции накопительных отсеков ленточными питателями щебень дозируется, поступает на сборный конвейер и подается в сушильный барабан АБЗ. Так как при дроблении и гро-

хочении щебень нагревается, то его влажность при поступлении в сушильный барабан АБЗ составляет 0,2...0,25 %, т. е. влажность уменьшается по сравнению с подачей в АБЗ щебня со складов примерно в 25 раз.

Технологический процесс приготовления щебня переналаживается в автоматическом режиме в зависимости от типа асфальта, производимого в данный момент, что дает производителям значительную экономию времени. Совокупность этих условий и приводит, в конечном итоге, к уменьшению вдвое расхода топлива АБЗ, повышению эффективности производства и существенному улучшению качества и долговечности асфальтобетонной смеси.

В последние годы российский рынок асфальтобетонных заводов осваивают производители из Китая. Неоспоримым преимуществом китайских асфальтобетонных заводов, по отношению к продукции других иностранных производителей, является наиболее выгодное соотношение цены и качества. Компания «АБ Сервис» с 2007 г. занимается поставкой китайских АБЗ производительностью от 60 до 300 т/ч в Россию.

Российский рынок производителей АБЗ представлен следующими предприятиями: ОАО «Саста», «Центросвар» и «УралНИТИ». На объектах дорожного строительства эксплуатируются также асфальтосмесительные установки ОАО «Кредмаш» (Украина). Их количество в структуре парка асфальтосмесительного оборудования превышает 70 %. Технические характеристики асфальтосмесительных установок, выпускаемых в России и Украине, приведены в табл. 4.1.

В установке ДС-168 все процессы автоматизированы и имеют дублирующее дистанционное управление (рис. 4.13). Управление всей установкой централизовано и осуществляется с пульта. При работе сушильного агрегата используется жидкое топливо, в том числе топочный мазут. Перед сушильным барабаном установлен колосниковый грохот и бункер для сбора негабарита. Установка допускает выгрузку готовой смеси как из бункера готовой смеси, так и непосредственно из мешалки.

В России ОАО «Саста» совместно с фирмой Bernardi (Италия) налажен выпуск асфальтосмесительных установок производительностью 100, 150, 200 т/ч. Их отличительные особенности: экономичная универсальная горелка, теплоизолированный сушильный барабан, высокоэффективный тканевый фильтр со степенью очистки 99,99 % (рис. 4.14).

ЗАО «Самарская Лука» — ведущий производитель строительного оборудования на протяжении 10 лет. Предлагаемые асфальтосмесительные установки разработаны по канадской технологии. Представлен широкий ассортимент асфальтобетонных заводов различной производительности как мобильных (рис. 4.15), так и стационарных (рис. 4.16).

Таблица 4.1

Технические характеристики асфальтосмесительных установок

Показатели	Комплекты оборудования для приготовления асфальтобетонных смесей											
	СА-100У	САУ 160У	СА 200У	УСА-50	АСУ-100	СИ-601	ДС-117-2К	ДС-158	ДС-185	ДС-168	ДС-118-4	КДМ-201
Тип установки	Стационарная, период. действия	Стационарная, период. действия	Стационарная, период. действия	Стационарная, период. действия	Стационарная, период. действия	Стационарная, период. действия	Стационарная, период. действия	Стационарная, период. действия	Стационарная, период. действия	Стационарная, период. действия	Стационарная, период. действия	Стационарная, период. действия
Производительность, т/ч, при влажности минеральных материалов 5 %	78	160	200	50	80	40	32	40	48	130	100	80
Удельный расход мазута, кг/т, смеси	6,8	6,8	6,8	13,0	11,6	13,6	13,6	13,6	9,5	9,5	13,6	9,5
Установленная мощность, кВт	250	400	500	106	260	164	213	195	205	420	194	312
Вместимость бункеров агрегата питания, м ³	32	44	56	32	24	18	18	24	32	80	40	40
Количество дозируемых фракций минерального материала, шт.	4	4	4	4	4	3	3	4	4	5	4	5
Вместимость бункера готовой смеси, т	40	85	85	32	80	32	32	40	72,9	100	100	70
Габаритные размеры установки в рабочем положении, м:												
длина	33,0	45,0	45,0	48,0	43,58	66,0	45,6	50,0	41,7	55,0	54,4	45,5
ширина	30,0	36,0	40,0	32,0	34,0	21,0	162,5	35,0	28,8	42,5	28,8	39,0
высота	12,0	15,0	15,0	19,8	19,63	18,0	8,8	20,0	17,6	19,0	14,8	18,7
Производитель	ОАО «САСТА» (Россия)			ОАО «Центросвар» (Россия)	ОАО «УралНИТИ» Россия	ОАО «Дормаш» (Россия)	ОАО «Кредмаш» (Украина)					

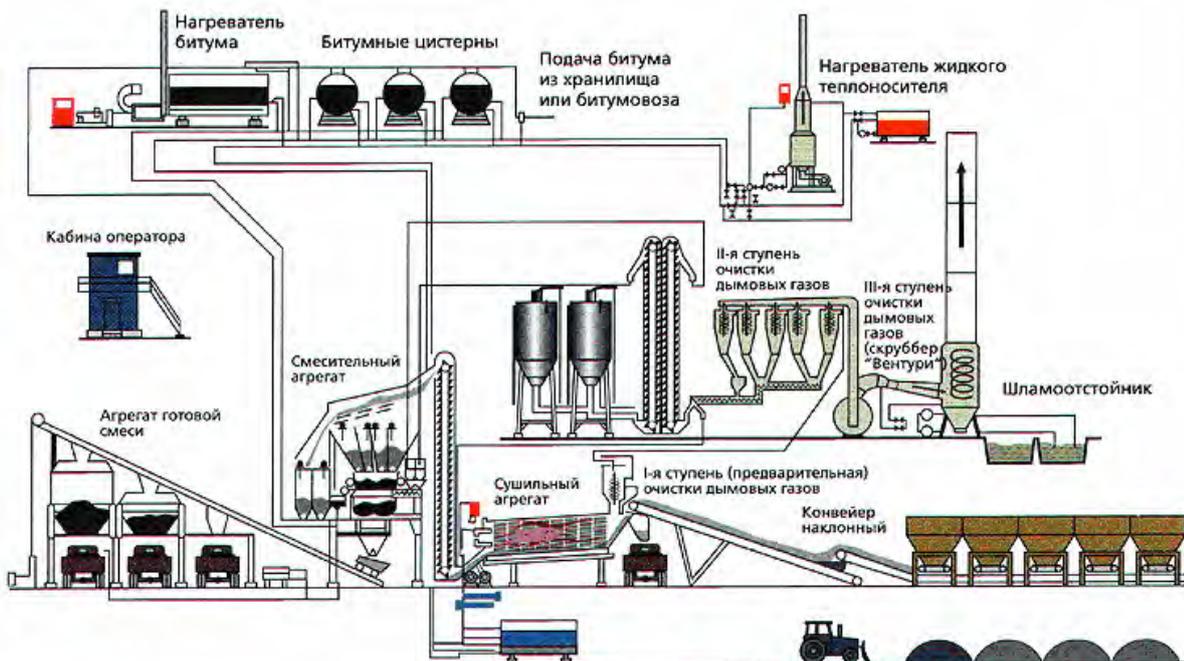


Рис. 4.13. Технологическая схема асфальтосмесительной установки ДС-168

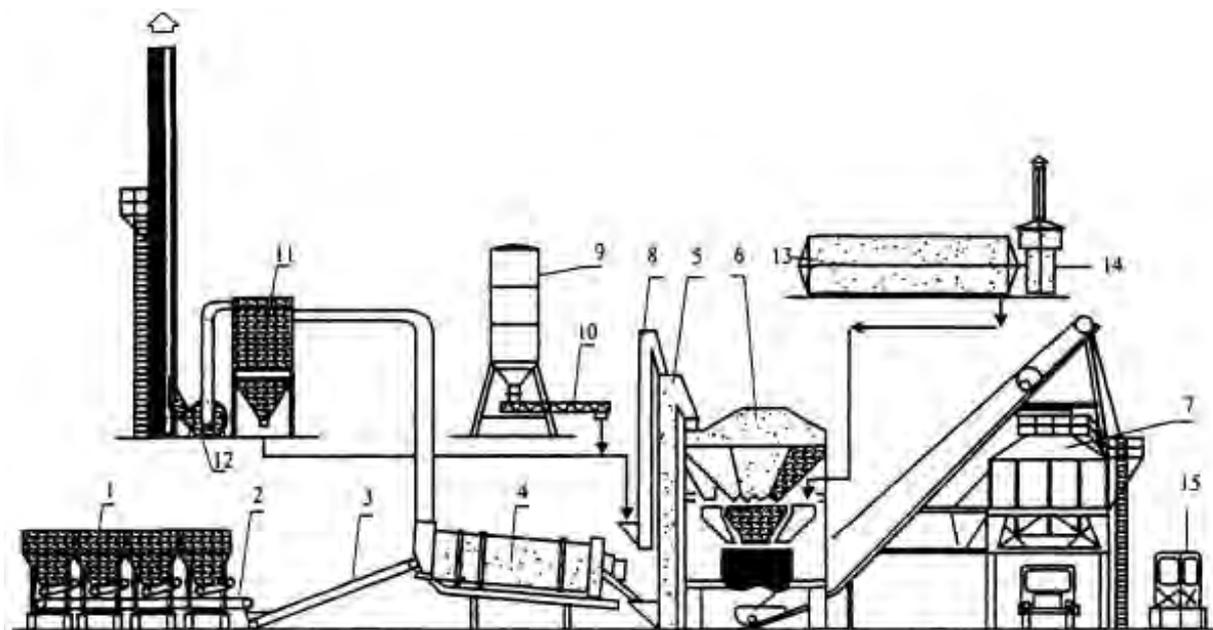


Рис. 4.14. Технологическая схема асфальтосмесительной установки ОАО «Саста»: 1 — агрегат питания; 2 — сборный транспортер; 3 — наклонный транспортер; 4 — сушильный агрегат; 5 — «горячий» элеватор; 6 — горячие бункеры; 7 — бункер готовой смеси; 8 — элеватор минерального порошка и пыли; 9 — агрегат минерального порошка; 10 — шнек; 11 — рукавные матерчатые фильтры; 12 — вентилятор; 13 — расходная битумная емкость; 14 — нагреватель жидкого теплоносителя; 15 — кабина управления

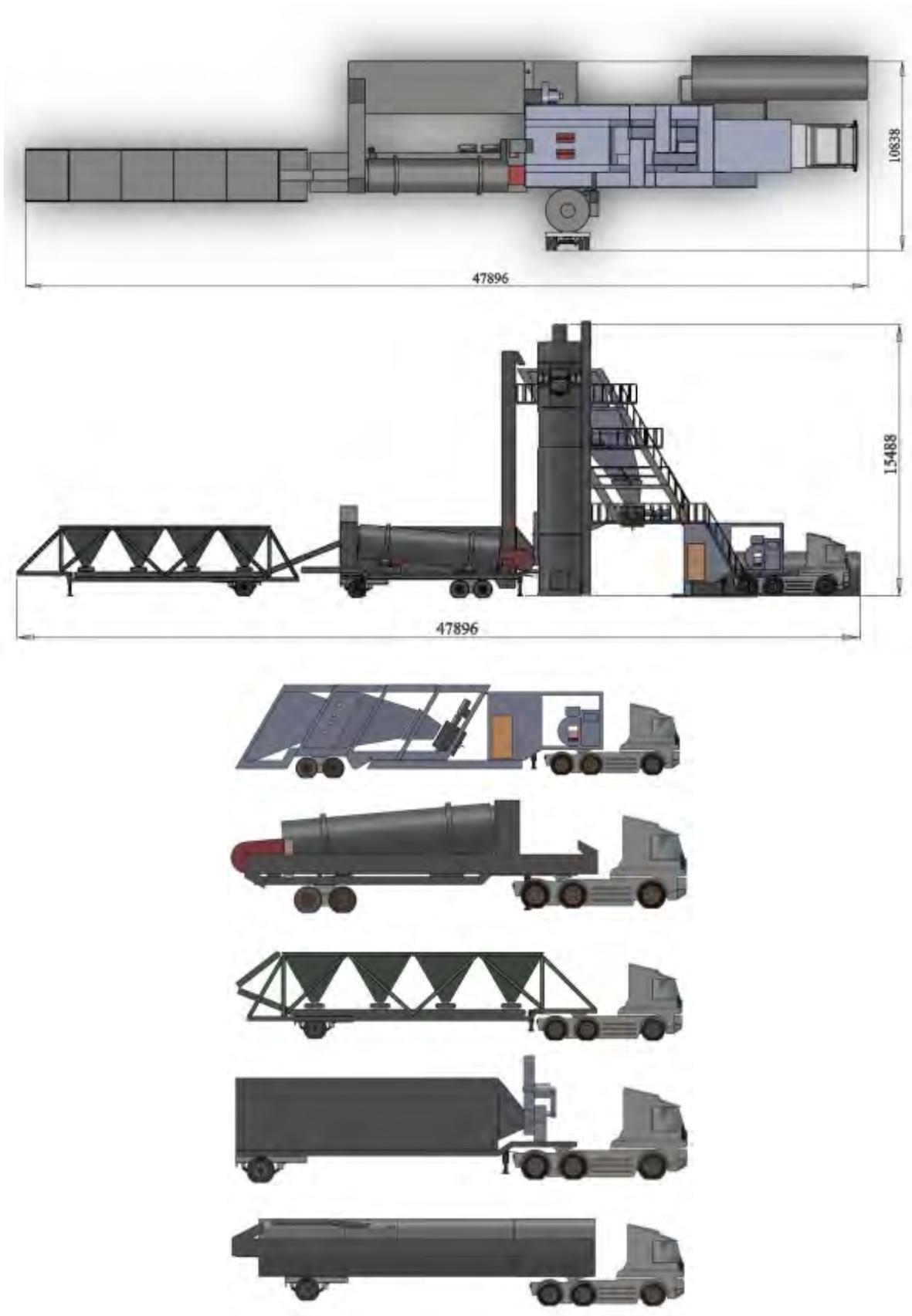


Рис. 4.15. Схема транспортировки и монтажа АБЗ М 120



АБЗ 60



АБЗ 120

Рис. 4.16. Стационарные АБЗ («Самарская Лука»)

Мобильный асфальтобетонный завод АБЗ 60.60 — это завод циклического типа, производительностью 60 т/ч, с очень высоким уровнем мобильности.

Отличительные особенности АБЗ:

компактный асфальтовый завод полностью смонтирован на двух полуприцепах, пригодных к транспортировке по обычным дорогам;

все необходимые компоненты асфальтобетонного завода смонтированы, включая трубопроводы и электрокабели;

для монтажа и работы АБЗ требуются только уплотненный грунт 3 кг/см² и ковшовый погрузчик;

благодаря очень высокой мобильности сезонное техническое обслуживание асфальтного завода может быть произведено в рабочем цехе. Это уменьшает стоимость регламентных работ;

управление с ноутбука, АСУ на базе процессора Allen Bradley.

Стационарный асфальтобетонный завод АБЗ 60 — это мини-версия стационарного завода, который может быть широко использован для строительства и ремонта скоростных автомагистралей.

Стационарный асфальтобетонный завод АБЗ 120 — блочная установка, спроектированная для обслуживания малых и средних дорожных участков.

Стационарный асфальтобетонный завод АБЗ 160 эффективен для строительства и обслуживания средних дорожных участков.

Стационарный асфальтобетонный завод АБЗ 240 спроектирован и разработан для больших и средних дорожно-строительных участков и для технического обслуживания дорог с высоким грузопотоком.

4.3. Приготовление асфальтобетонной смеси с использованием старого асфальтобетона

Увеличение объемов ремонтных работ требует снижения их материалоемкости за счет совершенствования ресурсосберегающих технологий, предусматривающих переработку и повторное использование старого асфальтобетона на АБЗ [34].

Имеющийся отечественный и зарубежный опыт показывает, что использование старого асфальтобетона возможно как в нижних, так и в верхних слоях покрытий.

Регенерация старого асфальтобетона на АБЗ позволяет:

использовать снятый с дороги старый асфальтобетон;

широко применять добавки каменных материалов, битума и пластификаторов при регенерации;

получать готовую смесь заданного качества и укладывать ее на участках дорог с соответствующей интенсивностью движения;

экономить энергию и материальные ресурсы при устройстве дорожных одежд автомобильных дорог.

Особенностью старого асфальтобетона является его неоднородность, поскольку при фрезеровании и складировании возможно перемешивание материалов с разных объектов. Существенного повышения однородности исходного гранулята можно добиться за счет предварительного дробления и сортировки.

Для заводской переработки используют старый асфальтобетон, полученный путем холодного фрезерования либо разлома бульдозерами, автогрейдерами или другими машинами. В последнем случае кусковой асфальтобетон измельчают в дробильно-сортировочных установках до размеров, не превышающих 40 мм (при приготовлении крупнозернистых смесей). Кусковой асфальтобетон с высоким содержанием битума целесообразно дробить при температуре воздуха не выше 15...20 °С. При более высоких температурах материал налипает на рабочие органы дробильных установок. В случаях налипания эффективность дробления можно повысить периодической обработкой щек дробилки мыльной водой либо путем добавления минеральных материалов (песка или щебня) в количестве до 30 %.

Дробленный асфальтобетон целесообразно сразу же использовать для приготовления смесей. При необходимости хранения материал складировать в штабеля высотой не более 2...3 м. Для предотвращения слеживания слой измельченного асфальтобетона пересыпают прослойками из песка. Периодически материал перемешивают экскаватором.

Подачу старого асфальтобетона осуществляют непосредственно в смеситель либо к минеральным материалам, прошедшим через сушильный барабан (рис. 4.17, а, б).

Максимальное количество старого материала при использовании данной технологии не должно превышать 20...30 % от массы регенерированной смеси.

Для обеспечения требуемой температуры готовой регенерированной смеси температура минеральных материалов (песка и щебня) должна составлять порядка 220...260 °С.

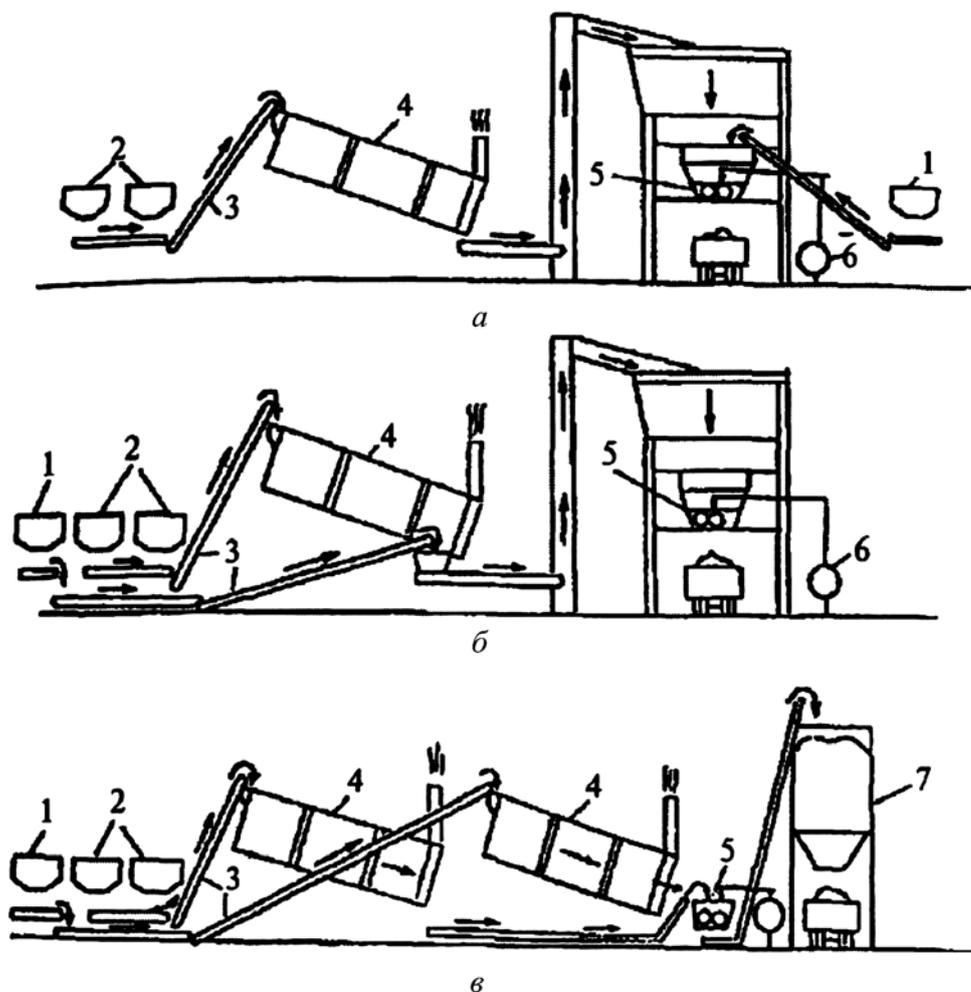


Рис. 4.17. Регенерация асфальтобетона в смесителях циклического действия: *а* — с подачей старого асфальтобетона непосредственно в смеситель; *б* — с подачей старого асфальтобетона к минеральным материалам, прошедшим через сушильный барабан; *в* — с использованием сдвоенного сушильного барабана: 1 — старый асфальтобетон; 2 — новые минеральные материалы; 3 — транспортер; 4 — сушильный барабан; 5 — смеситель; 6 — битум; 7 — накопительный бункер

Температура нагрева новых минеральных материалов определяется количеством старого асфальтобетона в составе регенерированной смеси, ее требуемой температурой, а также влажностью старого асфальтобетона (рис. 4.18).

При переработке в установках со сдвоенным сушильным барабаном используется последовательно прямой нагрев старого асфальтобетона и его догрев от перегретых каменных материалов (см. рис. 4.17, *в*).

В качестве теплоносителя во втором барабане могут быть использованы отработанные горячие газы из первого барабана, что позволяет существенно уменьшить энергоемкость технологического процесса, а также готовить регенерированные смеси, содержащие до 70 % старого асфальтобетона.

Барабанные смесительные установки непрерывного действия получили широкое развитие в США, Англии, Франции, Италии.

В стандартных барабанных смесителях можно осуществлять прямой нагрев старого асфальтобетона вместе с минеральными материалами, поступающими из включенных дозаторов (рис. 4.19, а). Переработку асфальтобетона можно реализовать при использовании установки типа ДС-154 (Украина). Установка ДС-154 может работать как для регенерации старого асфальтобетона, так и для приготовления смесей новых минеральных материалов.

Однако высокая температура внутри барабана смесителя в зоне горелки (свыше 600 °С) вызывает существенное изменение свойств вяжущего в старом асфальтобетоне. В этом случае происходит дополнительное загрязнение воздуха, а также перегрев вяжущего в старом асфальтобетоне. Изменение конструкции смесителя позволяет устранить перегрев вяжущего. Такой модификацией смесительного агрегата является смеситель с защитным теплорассеивающим экраном, препятствующим непосредственному контакту пламени с материалом (см. рис. 4.19, б).

При использовании одновременно с экраном подачи охлаждающего воздуха удастся уменьшить температуру теплоносителя до 400...500 °С и увеличить количество перерабатываемого старого асфальтобетона до 60...70 % от массы регенерированной смеси.

Другой модификацией технологии является отдельная подача старого асфальтобетона и минеральных материалов. В данном случае минеральные материалы, как и в обычных барабанных смесителях, подаются в зону открытого племени горелки и нагреваются до температуры 150...220 °С.

Старый асфальтобетон через гравитационно включаемые затворы поступает в среднюю часть смесителя, где температура теплоносителя существенно меньше. Минеральные материалы перемешиваются со старым

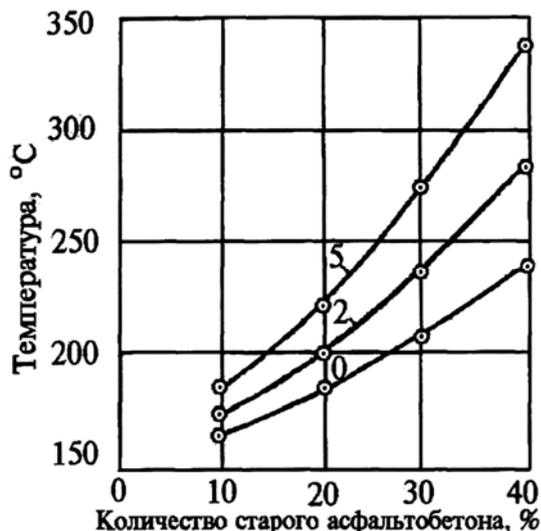


Рис. 4.18. Зависимость температуры нагрева новых минеральных материалов. Цифры соответствуют влажности старого асфальтобетона

асфальтобетоном и битумом в конечной части барабана. При этом происходит окончательный догрев старого материала (см. рис. 4.19, в). По указанной технологии работает французская установка фирмы Ermont (г. Москва). За рубежом количество перерабатываемого в барабанных смесителях старого асфальтобетона составляет 50...70 % от массы регенерированной смеси.

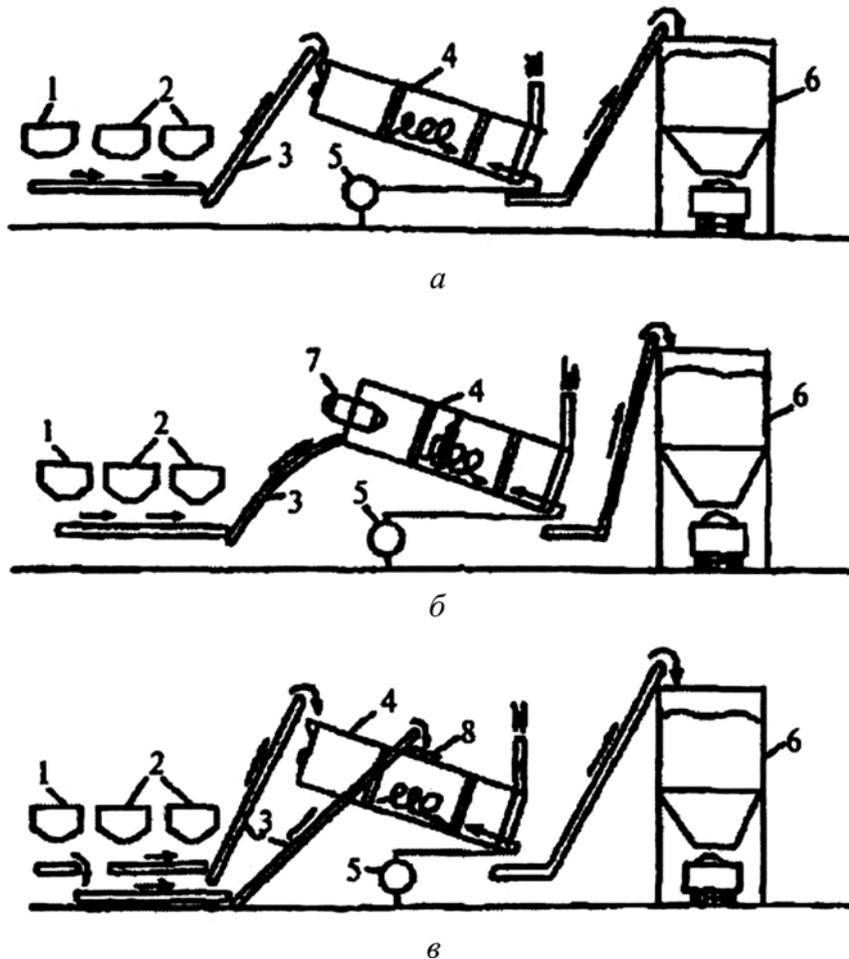


Рис. 4.19. Регенерация асфальтобетона в барабанных установках: а — непосредственно с нагревом материалов; б — с теплорассеивающим экраном; в — с отдельной подачей материалов: 1 — старый асфальтобетон; 2 — новые минеральные материалы; 3 — транспортер; 4 — барабанный смеситель; 5 — битум; 6 — накопительный бункер; 7 — теплорассеивающий экран; 8 — гравитационный затвор

Глава 5. ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТНЫХ РАБОТ

5.1. Сроки производства ремонтных работ

Ремонт выполняется по всей площади участка дороги, когда серьезные повреждения и дефекты (просадки, выбоины, иные повреждения, затрудняющие движение транспортных средств) достигают 12...15 %. Дорожные работы производят в строительный сезон, продолжительность которого зависит от температуры окружающего воздуха (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Допускаемая температура окружающего воздуха при производстве ремонтных работ

Используемая асфальтобетонная или битумоминеральная смесь	Допустимая среднесуточная температура воздуха
Литые асфальтобетонные смеси	Не ниже -10°C
Холодные органоминеральные смеси	Не ниже -10°C
Горячие асфальтобетонные смеси	Не ниже $+5^{\circ}\text{C}$ весной и $+10^{\circ}\text{C}$ осенью

Ремонт асфальтобетонного покрытия целесообразно выполнять в 2—3 смены, с максимальным использованием темного периода суток, когда интенсивность движения по улично-дорожной сети минимальна (уровень загрузки УДС не более 0,3). Это позволяет повысить производительность автотранспорта по перевозке асфальтобетонной смеси с АБЗ на объект на наиболее загруженных магистралях города в 5—6 раз, обеспечить безопасность выполнения дорожно-ремонтных работ.

5.2. Обоснование схемы объезда ремонтируемого участка дороги

Обоснование схемы объезда ремонтируемого участка улично-дорожной сети является технико-экономической задачей (рис. 5.1).

Необходимость в изменении маршрута движения городского транспорта возникает:

1) при ремонте проезжей части внутриквартальных проездов или улиц с одно- или двухполосной проезжей частью, когда укладка асфальтобетонной смеси производится на всю ширину проезжей части;

2) при полном закрытии участка ремонтных работ для движения транспорта, когда укладка смеси на существующее дорожное покрытие производится на одной половине проезжей части, а пропуск автотранспорта по встречному направлению (полосе) невозможен из-за высокой плотности транспортного потока;

3) при ремонте одной-двух полос движения городских многополосных автомагистралей, когда движение по свободной до разделительной полосе проезжей части дороги приводит к созданию транспортных пробок. Перераспределение части транспортного потока по параллельным улицам и дорогам позволяет снизить уровень загрузки магистрали и повысить скорость транспортных средств в пределах ремонтируемого участка.



Рис. 5.1. Блок-схема технико-экономического обоснования схемы объезда ремонтируемого участка улично-дорожной сети

При выполнении дорожно-ремонтных работ продолжительностью более трех суток обоснование схемы объезда ремонтируемого участка выполняется на основе:

анализа существующей городской улично-дорожной сети в районе выполнения ремонтных работ с предварительным выбором альтернативных маршрутов движения автотранспорта по параллельным направлениям;

оценки протяженности и ширины проезжей части улиц, наличия пересечений и примыканий в одном и двух уровнях на предполагаемых маршрутах объезда. Особое внимание следует уделить пересечениям улиц и дорог в одном уровне с высоким уровнем загрузки движением и, как правило, светофорным регулированием;

оценки интенсивности и состава транспортного потока на предполагаемых маршрутах методом краткосрочных наблюдений (согласно [12]) или имеющихся данных учета дорожного движения. Прогнозирование интенсивности движения по маршруту объезда на период ремонтных работ выполняется с учетом перераспределения части автотранспорта с ремонтируемого участка улично-дорожной сети;

оценки пропускной способности улиц и дорог на маршрутах объезда с расчетом коэффициента загрузки движением автотранспорта Z , средней скорости транспортного потока V_{cp} , продолжительности объезда $T_{об}$ и себестоимости перевозки грузов и пассажиров Ξ ;

исключения преждевременного разрушения и образования колеи проезжей части на маршрутах объезда оценки прочности дорожных одежд (согласно [11] или [12]) с расчетом коэффициента прочности $K_{пр}$;

расчета усиления существующей дорожной одежды с обоснованием объемов и мест ремонтных работ на маршрутах объезда при условии недостаточной прочности дорожной одежды ($K_{пр} < K_{тр}$);

расчета объемов работ по заделке трещин, выбоин, просадок и колеи при достаточной прочности и наличии дефектов проезжей части, влияющих на скорость транспортных средств, на основе дефектной ведомости (согласно [11]);

расчета укрупненной стоимости ремонта проезжей части C и суммарных затрат P для обеспечения пропуска городского автотранспорта по намеченным маршрутам объезда согласно назначенным видам и объемам ремонтных работ. В качестве критерия оптимизации используется минимум суммарных затрат за период выполнения ремонтных работ.

Блок-схема обоснования схемы объезда см. на рис. 5.1.

Предварительный выбор альтернативных маршрутов объезда выполняется по карте-схеме и другим материалам. Основными критериями при назначении вариантов объезда являются их протяженность, наличие перекрестков, загруженность улиц и пересечений движением автотранспорта.

Намеченные варианты маршрутов объездов разбиваются на перегоны. За отдельные перегоны принимаются участки УДС с различной шириной проезжей части, между примыканиями и пересечениями. Смежные участки дорог с одинаковой шириной проезжей части и разницей в интенсивности не более 5 % объединяются в один.

В случае отсутствия данных о суточной интенсивности движения в пределах выделенных перегонов она определяется методом краткосрочных наблюдений (согласно [12]):

$$N_c = \frac{N_{ab}}{k_{ab}}, \quad (5.1)$$

где N_{ab} — интенсивность движения по результатам краткосрочных наблюдений за промежуток времени от a до b ч; k_{ab} — коэффициент пересчета краткосрочных замеров в суточную интенсивность движения ($k_{ab} = 6,69...37,88$).

Переход от суточной интенсивности движения к средней за неделю выполняется по формуле

$$N = \frac{N_c}{k_2}, \quad (5.2)$$

где N_c — суточная интенсивность движения; k_2 — коэффициент, зависящий от дня недели ($k_2 = 0,84...1,14$).

Общая интенсивность движения на i -м перегоне j -го маршрута ($N_{i,j}^{\text{сум}}$) определяется с учетом перераспределения на него транспортного потока с ремонтируемого участка $N_{i,j}^{\text{рем}}$:

$$N_{i,j}^{\text{сум}} = N_{i,j} + N_{i,j}^{\text{рем}}. \quad (5.3)$$

Расчет средневзвешенного коэффициента загрузки j -го маршрута объезда выполняется по формуле

$$Z_j = \frac{\sum_{i=1}^i (N_{i,j}^{\text{сум}} / P_{i,j}) l_{i,j}}{L_j}, \quad (5.4)$$

где $P_{i,j}$, $l_{i,j}$ — пропускная способность i -го перегона и его протяженность по маршруту j ; L_j — общая протяженность j -го маршрута.

Средняя скорость транспортного потока на j -м маршруте определяется: при наличии пересечений в одном уровне на расстоянии $L_{\text{п}}$:

$$V_{\text{cp}}^j = \frac{4,68L_{\text{п}}^{0,11}}{Z_j^{1,473}}; \quad (5.5)$$

при отсутствии пересечений:

$$V_{\text{cp}}^j = 115,83e^{-2,64z_j}. \quad (5.6)$$

Продолжительности объезда ремонтируемого участка ($T_{\text{об}}^j$) на j -м маршруте определяется по формуле

$$T_{\text{об}}^j = \frac{L_j}{V_{\text{cp}}^j}. \quad (5.7)$$

Затраты на перевозку пассажиров и грузов по маршруту j рассчитываются по формуле

$$C_j^{\text{ат}} = T_{\text{об}}^j \sum_{i=1}^I N_{i,j}^{\text{сум}} l_{i,j} C_{i,j}. \quad (5.8)$$

Себестоимости перевозки грузов и пассажиров $C_{i,j}$ определяется по формуле

$$C_{i,j} = \frac{\sum_{k=1}^K (C_{\text{п}}^{k,i,j} + C_{\text{пер}}^{k,i,j} V_{\text{cp}}^j) n_k^{i,j}}{N_{i,j}^{\text{сум}}}, \quad (5.9)$$

где $C_{\text{п}}$ — постоянные расходы (не зависящие от движения) на одном автомобиле марки k ; $C_{\text{пер}}$ — переменные расходы.

Для исключения преждевременного разрушения проезжей части на маршруте объезда рекомендуется предварительная оценка несущей способности дорожной одежды и, в случае необходимости, усиление конструкции или ремонтные работы по заделке трещин, выбоин, просадок и колейности на дорожном покрытии.

В случае выполнения ремонтных работ на j -м маршруте объезда, укрупненная стоимость ремонта C_j рассчитывается по формуле

$$C_j = \sum_{r=1}^R C_{r,j} Q_{r,j} K_{r,j}, \quad (5.10)$$

где $C_{r,j}$, $Q_{r,j}$ — соответственно укрупненная единичная расценка и объем r -го вида ремонтных работ на j -м маршруте (табл. 5.2); $K_{r,j}$ — поправочный коэффициент, учитывающий стесненные условия (производство работ на одной или нескольких полосах движения при одновременном пропуске городского автотранспорта), принимается в зависимости от вида дорожных работ по табл. 5.3.

Таблица 5.2

**Укрупненные единичные расценки на виды ремонтных работ
по Южному федеральному округу (данные Росавтодора)**

Дорожные работы	Ед. изм.	Стоимость, р.
Фрезерование асфальтового покрытия на глубину от 4 до 6 см	м ²	23,7
Фрезерование асфальтового покрытия на глубину от 8 до 10 см	м ²	45,3
Зачистка и заделка трещин	пог. м	14
Ямочный ремонт	м ²	245
Устройство выравнивающего слоя из горячей асфальтобетонной и БМО смеси	т	1015
Устройство выравнивающего слоя из черного щебня	т	980
Устройство одиночной поверхностной обработки	м ²	21,1
Устройство двойной поверхностной обработки	м ²	40,6
Покрытие из горячей м/з асфальтобетонной смеси толщиной 4 см	м ²	98,5
Покрытие из горячей м/з асфальтобетонной смеси толщиной 5 см	м ²	118
Покрытие из горячей м/з асфальтобетонной смеси толщиной 6 см	м ²	146
Покрытие из горячей асфальтобетонной смеси толщиной 7 см	м ²	154
Покрытие из горячей к/з асфальтобетонной смеси толщиной 4 см	м ²	113
Покрытие из горячей к/з асфальтобетонной смеси толщиной 5 см	м ²	127
Покрытие из горячей к/з асфальтобетонной смеси толщиной 6 см	м ²	137
Уширение дорожной одежды с устройством щебеночного основания 15 см	м ²	192
Уширение дорожной одежды с устройством щебеночного основания 18 см	м ²	215

В случае выполнения ремонтных работ продолжительностью до трех суток на дорогах с уровнем загрузки $Z < 0,5$, обоснование маршрута объезда выполняется по упрощенной схеме (рис. 5.2) в следующей последовательности:

проведение анализа существующей городской улично-дорожной сети в районе выполнения ремонтных работ с предварительным выбором альтернативных маршрутов движения автотранспорта по параллельным направлениям;

оценка и отбор вариантов объезда по протяженности и ширины проезжей части, интенсивности движения, наличия пересечений и примыканий в одном и двух уровнях на предполагаемых маршрутах объезда группой экспертов. Особое внимание следует уделить пересечениям улиц и дорог в одном уровне с высоким уровнем загрузки движением и, как правило, светофорным регулированием;

при наличии нескольких альтернативных вариантов, незначительно отличающихся по протяженности и уровню загрузки движением, определяется фактическое время проезда автомобиля в час пик.

Таблица 5.3

Поправочный коэффициент, учитывающий стесненные условия работ по Южному федеральному округу (данные Росавтодора)

Позиция оплаты	Коэффициент
Фрезерование асфальтового покрытия на глубину от 4 до 6 см	1,20
Фрезерование асфальтового покрытия на глубину от 8 до 10 см	1,20
Зачистка и заделка трещин	1,14
Ямочный ремонт	1,10
Устройство выравнивающего слоя из горячей асфальтобетонной и БМО смеси	1,02
Устройство выравнивающего слоя из черного щебня	1,02
Устройство выравнивающего слоя из щебня М-1400	1,02
Устройство одиночной поверхностной обработки	1,05
Устройство двойной поверхностной обработки	1,04
Покрытие из горячей м/з асфальтобетонной смеси толщиной 4 см	1,02
Покрытие из горячей м/з асфальтобетонной смеси толщиной 5 см	1,02
Покрытие из горячей м/з асфальтобетонной смеси толщ. 6 см	1,02
Покрытие из горячей м/з асфальтобетонной смеси толщиной 7см	1,02
Покрытие из горячей к/з асфальтобетонной смеси толщиной 4 см	1,02
Покрытие из горячей к/з асфальтобетонной смеси толщиной 5 см	1,02
Покрытие из горячей к/з асфальтобетонной смеси толщиной 6 см	1,02
Уширение дорожной одежды с устройством щебеночного основания 15 см	1,03
Уширение дорожной одежды с устройством щебеночного основания 18 см	1,03

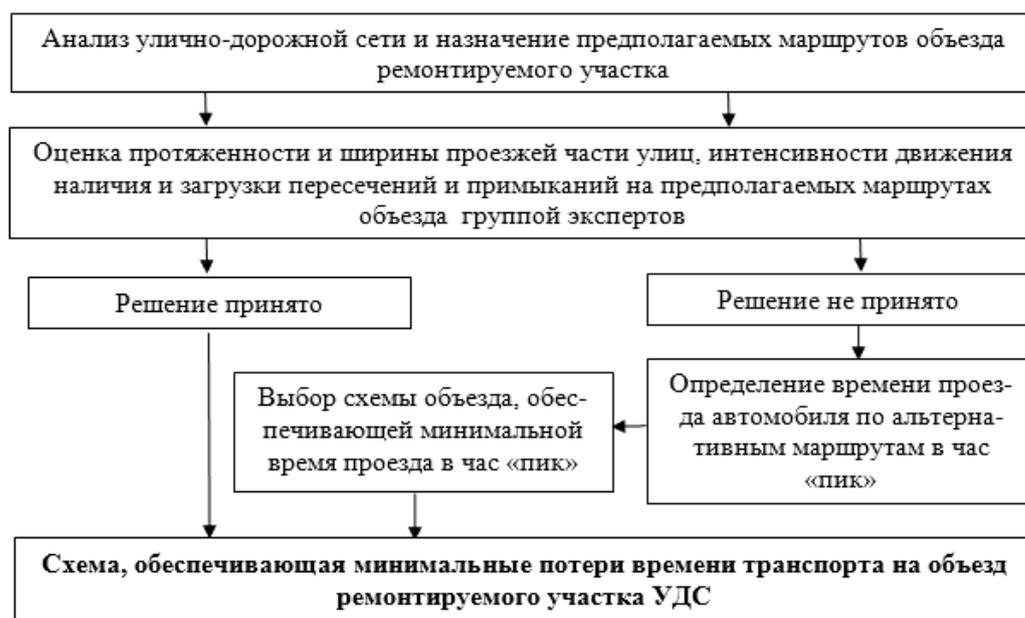


Рис. 5.2. Блок-схема обоснования схемы объезда ремонтируемого участка улично-дорожной сети при незначительных объемах дорожных работ

Окончательное проектное решение принимается по минимальному времени объезда ремонтируемого участка УДС.

Принятая схема объезда, организация движения и ограждение мест производства дорожных работ утверждаются руководителем дорожной организации и заблаговременно согласовываются с органами Государственной инспекции безопасности дорожного движения (ГИБДД).

5.3. Подготовка существующего дорожного покрытия при выполнении ремонтных работ

Подготовка существующего дорожного покрытия включает следующие этапы работы:

1. Ямочный ремонт существующего покрытия при наличии на поверхности значительных дефектов и неровностей, устройство выравнивающего слоя или проведение выравнивания способом фрезерования.

2. Очистка основания от пыли, грязи поливомоечными машинами или сжатым воздухом; просушка влажного основания. При этом особое внимание уделяется очистке лотка проезжей части.

3. Обработка поверхности покрытия битумной эмульсией с расходом 0,3...0,4 л/м². При разливе эмульсии не следует допускать ее скопления в пониженных местах.

4. Смазка битумной эмульсией вертикального края уложенных полос асфальтобетона, люков колодцев, трамвайных путей, рельсов и других выступающих на покрытии элементов.

5. Проверка геодезическими инструментами ровности ремонтируемого асфальтобетонного покрытия, продольных и поперечных уклонов, ширины проезжей части улицы (дороги) и правильности установки люков колодцев подземных сооружений.

6. Выравнивание поверхности покрытия производится укладкой асфальтобетонной смеси — крупнозернистой при толщине слоя более 60 мм и мелкозернистой — при меньших толщинах. Категорически запрещается выравнивать профиль устройством нижнего слоя покрытия переменной толщины. Устройство выравнивающего слоя на больших площадях производится асфальтоукладчиком. Допускается не производить подгрунтовку чистого нижележащего слоя из асфальтобетона при отсутствии движения транспорта до устройства верхнего слоя покрытия.

7. Допускается исправление существующего асфальтобетонного покрытия на месте путем его разогрева, выравнивания и повторного использования. Для этой цели могут использоваться механизмы типа репейверов или ремиксеров.

8. Регулировка люков колодцев подземных коммуникаций и приведение их в соответствие с проектной отметкой покрытия; наращивание, в случае необходимости, колодцев с использованием металлических вкладышей или железобетонных сегментов. При установке дождеприемной решетки контролируют, чтобы с верхней стороны края решетки были ниже проектной отметки лотка на 30 мм, а с нижней — на 20 мм.

Для заполнения выбоин чаще всего используют мелкозернистые и горячие среднезернистые асфальтобетонные смеси типов Б, В и Г. Жесткие крупнозернистые и многощебенистые смеси (тип А) не очень технологичны для ручной работы лопатами, граблями и гладилками на вспомогательных операциях. При ремонте большими картами геометрические параметры нижележащего слоя должны соответствовать требованиям [2], состояние бортового камня — требованиям [8].

При ремонте площадями до 200 м² вырубки поврежденного покрытия толщиной не менее 4 см производят отбойным молотком, захватывая неповрежденное покрытие на ширину 0,5 м. Разрушенные места, находящиеся на расстоянии до 0,5 м друг от друга, объединяют в одну карту.

При подготовке к ремонту узких и длинных выбоин площадью более 2...3 м² или трещин с разрушенными краями целесообразно использовать малогабаритные самоходные, прицепные или навесные холодные фрезы, срезающие дефектный материал покрытия шириной 200...500 мм на глубину 50...150 мм (регулируется), с часовой производительностью 200...300 пог. м. На значительных площадях разрушенного покрытия возможно применение более крупных холодных фрез с большей шириной срезаемого материала (500...1000 мм) и максимальной глубиной до 200...250 мм. Предпочтительно использовать фрезы, оснащенные ленточным транспортером, подающим срезаемый материал в ковш фронтального погрузчика или кузов транспортного средства. Фрезерование асфальтобетонного покрытия вдоль бортового камня (полосу шириной 50 см), вокруг колодцев, решеток механизированным способом можно выполнять только при наличии фрезы с откидным опорным колесом. В местах, не доступных для работы фрезы, разломку старого покрытия выполняют с использованием компрессора. При отсутствии ленточного транспортера очистку карты выполняют вручную, или отфрезерованный материал с помощью автогрейдера формируют в вал. Погрузка материала в автомобиль-самосвал производится с помощью фронтального погрузчика.

Не позднее, чем за 6 ч до начала укладки смеси, нижележащий слой обрабатывают жидким нефтяным битумом [35] или битумной эмульсией [30]. Подгрунтовку дна и стенок выбоин, очищенной от мелких кусков и пыли, битумом (0,5...0,8 л/м²) или битумной эмульсии (0,2...0,3 л/м²) можно выполнять с использованием битуморазогревателя передвижного,

битумного котла, автогудронатора, дорожного ремонтера и т. п. При этом следует иметь в виду, что избыточная смазка битумом так же плоха для качества сцепления нового слоя покрытия со старым, как и недостаточная (слабая).

Длина участка подгрунтовки должна быть равна длине сменной захватки. При продольных уклонах более 20 % вязущее разливают при движении автогудронатора снизу вверх. Если после устройства нижнего слоя из асфальтобетонной смеси прошло не более двух суток, подгрунтовку можно не выполнять (если за указанный период не было движения транспорта).

Доставку смеси с АБЗ к месту ремонта покрытия целесообразно производить автосамосвалами грузоподъемностью 18 т и более с обогреваемым кузовом и утеплителем или транспортными средствами, оборудованным специальным термосным бункером, сохраняющим смесь в горячем состоянии в течение смены. Использование пескоразбрасывающих КДМ не целесообразно, так как они не обеспечивают сохранности температуры смеси, особенно ранней холодной весной или сырой поздней осенью, что значительно ухудшает качество заделки выбоин.

Перед укладкой верхнего слоя нижележащий слой покрытия должен соответствовать требованиям [2] (табл. 5.4).

Таблица 5.4

Требования к приемке нижележащего слоя покрытия (согласно [2])

Контролируемый параметр	Конструктивный элемент	Допуски при приемке
Поперечный уклон	Все виды слоев	Не более 10 % результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений от $-0,015$ до $+0,030$, остальные — до $\pm 0,010$
Ровность (просвет под трехметровой рейкой)	Основания щебеночные и из тощего бетона	Не более 5 % результатов определений могут иметь значения просветов в пределах до 20 мм, остальные — до 10 мм
	Нижележащие слои из асфальтобетона	Не более 5 % результатов определений могут иметь значения просветов в пределах до 10 мм, остальные — до 5 мм
Разница в уровне поверхности швах	Монолитные цементобетонные основания	Не более 20 % результатов определений могут иметь значения в пределах до 10 мм, остальные — до 3 мм
Превышение граней смежных плит	Сборные цементобетонные основания	Не более 20 % результатов определений могут иметь значения в пределах до 10 мм, остальные — до 5 мм

5.4. Приготовление и хранение горячих асфальтобетонных смесей

При ремонте асфальтобетонных покрытий рекомендуется применять тот же тип асфальтобетона, который был использован при устройстве покрытия на данном участке дороги. В случае отсутствия данных о свойствах асфальтобетона старого покрытия, тип асфальтобетона для конкретных условий применения выбирается в соответствии с табл. 5.5.

Таблица 5.5

Рекомендации по выбору типа асфальтобетонной смеси для ремонта городских дорог

Категория улиц	Тип асфальтобетонной смеси					
	ЩМА	А	Б	В	Г	Д
Магистральные улицы общегородского значения	+	+	+	-	-	-
районного значения	+	+	+	-	-	-
Улицы, дороги и проезды местного значения в жилой застройке и производственных зонах	-	-	+	+	+	-
внутриквартальные проезды	-	-	+	+	+	+

Примечания:

1. Литые асфальтобетонные смеси рекомендуется использовать при ремонте отдельных участков покрытия.
2. Таблица разработана согласно Практическому руководству по текущему ремонту асфальтобетонных покрытий городской дорожной сети. М., 2001 г. 109 с.

Производительность АБЗ зависит от влажности минерального материала W , температуры смеси на выходе t и объема сушильного агрегата V , рассчитывается:

для АБЗ непрерывного действия:

$$P_{\text{АБЗ}}^{\text{н}} = K (25,65V^{0,766}W^{-0,455}); \quad (5.11)$$

АБЗ циклического действия:

$$P_{\text{АБЗ}}^{\text{ц}} = K (8,63V^{0,933}W^{-0,219}), \quad (5.12)$$

где $W = 3...5\%$ — влажность по паспорту АБЗ; K — поправочный коэффициент, учитывающий температуру смеси на выходе t и повышенную фактическую влажность минерального материала W_{ϕ} :

$$K = \frac{0,899t^{0,235}}{W_{\phi}^{0,863}}. \quad (5.13)$$

Щебень и песок предпочтительно хранить на закрытых складах или крытых площадках с твердым покрытием, лучше в отдельных отсеках. При хранении минерального материала на открытых площадках происходит его

увлажнение до 8...10 %, что увеличивает энергозатраты на просушивание песка и щебня до 70 %, снижает производительность АБЗ в 2—2,5 раза. В штабеле широкой фракции щебня от 5 до 40 мм (особенно при высоте штабеля более 3 м) возможно расслоение смеси, когда крупный щебень скатывается и собирается на периферии штабеля, а при заборе погрузчиком происходит переполнение отдельных бункеров агрегата питания. Для уменьшения расслоения штабеля следует укладывать высотой не более 3 м несколькими конусами. Аналогичные правила относятся и к складированию старого асфальтобетона (САБ), полученного при холодном фрезеровании старого покрытия.

Температура нагрева и влажность материалов на выходе нормируется [1]. Перегрев материалов не допускается, так как при смешивании с битумом это приводит к ускоренному старению последнего. Температурный режим приготовления стандартных смесей нормируется в соответствии с [1] (табл. 5.6). При применении ПАВ и других добавок необходимо снижать температуру нагрева минеральных материалов в сушильном барабане и температуру приготовления смеси на 15...20 °С.

Таблица 5.6

Температура нагрева битума, минеральных материалов и смеси при выпуске из смесителя [1]

Марка битума	Температура, °С		
	Битум, поступающий в мешалку	Мин. материалы при выходе из сушильного барабана	Асфальтобетонная смесь при выпуске из смесителя
БН 40/60	140...150	175...185	150...160
БНД 60/90 БН 60/90	135...145	170...180	145...155
БНД 90/130 БН 90/130	130...140	165...175	140...150
БНД 130/200 БН 130/200	120...130	155...165	130...140
БНД 200/300 БН 200/300	110...120	145...155	120...130
МГ 130/200 МГО 130/200	90...110	125...145	100...120
СГ 130/200	80...100	115...135	90...110
МГ 70/130 МГО 70/130	80...90	115...125	90...100

Примечание. Применение ПБВ (полимербитумных вяжущих), наоборот, требует повышения температуры приготовления смеси на 10...20 °С для лучшей удобоукладываемости смеси.

Снижение расхода битума (до 10 % массы вяжущего) и времени перемешивания материалов (на 20...25 %) возможно за счет применения энергосберегающей технологии приготовления горячих битумо-минеральных смесей на основе вспененных битумов. При этом возможно уменьшать температуру нагрева вяжущего и минеральных материалов, что обеспечивает не только сокращение расхода энергоносителей, но и повышение долговечности асфальтобетонных покрытий. За счет уменьшения интенсивно-

сти деструкционных процессов при нагреве битума до 130 °С (обычно битум нагревается до 150...160 °С) межремонтные сроки асфальтобетонного покрытия увеличиваются на 5...6 лет.

Достоинством использования вспененных битумов является и то, что эта технология может быть внедрена практически на любых заводах без существенного их переоборудования и расширения площадей. Установка вспенивающих устройств (обычно специальных форсунок или генераторов пены, работающих на водяном паре или воде) производится без демонтажа существующего оборудования подачи битума в смеситель. После установки устройства для вспенивания вяжущего сохраняется полная возможность быстрого перехода от новой технологии к традиционной и обратно.

Для вспенивания битума предлагается гидравлическая схема получения битумной пены путем подачи в камеру смешивания (пенообразователь) и получения битумной пены подогретой до 90 °С воды (рис. 5.3).

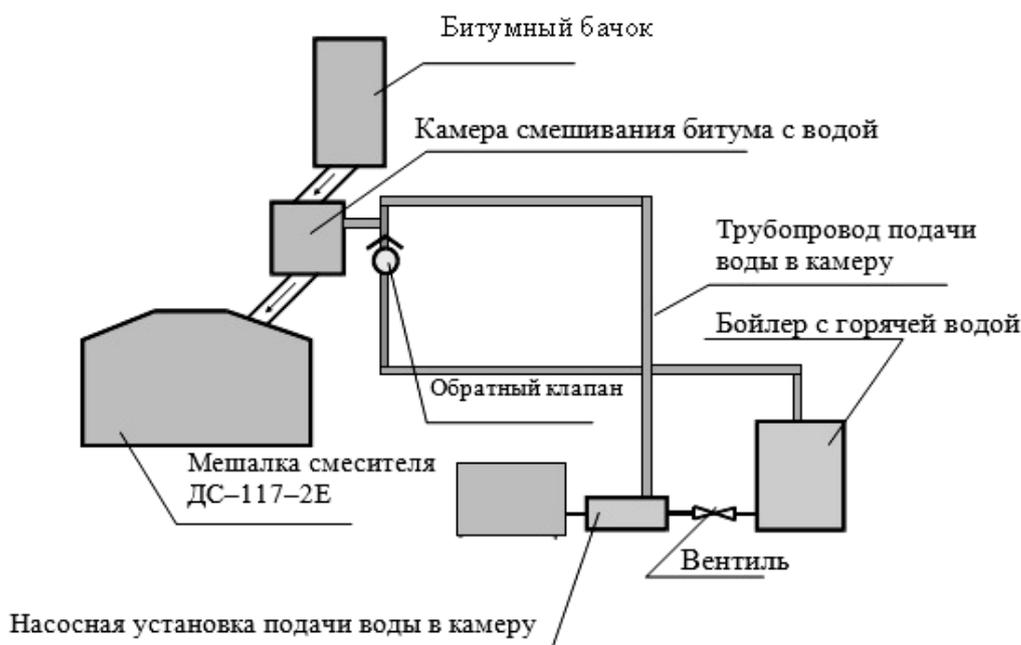


Рис. 5.3. Установка для вспенивания битума на АБЗ

Схема установки для вспенивания битума разработана сотрудниками ВолгГАСУ и ОГУП «Волгоградавтодор» и успешно внедрена в производство. Для подачи воды используется металлическая труба 1/2 дюйма. Распыление воды в камере смешения (в пенообразователе) производится с помощью металлической насадки с отверстиями 2 мм. Битум подается в пенообразователь по битумопроводу в подогретом до 132...140 °С состоянии. Камера для получения битумной пены имеет круглую форму диаметром 89 мм и длиной 350 мм (рис. 5.4). Битумная пена, после ее образования в камере, подается в сушильный барабан.

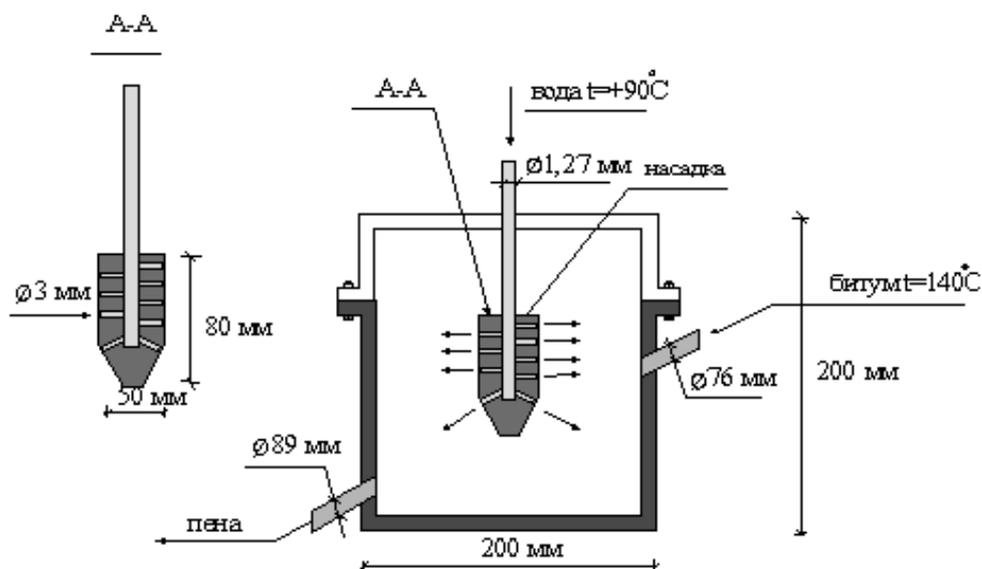


Рис. 5.4. Схема камеры для получения битумной пены

Рецепты крупнозернистой пористой асфальтобитумной смеси марки II на основе вспененных битумов приведены ниже.

Рецепт 1

Процентное содержание минеральных составляющих битума:

- а) щебень Калининского карьера фр. 5...25 — 60 %;
- б) песок Бекетовского карьера — 30 %;
- в) заполнитель из доломитовой крошки АОЗТ «Княжна» — 10 %;
- г) битум ВМПЗ БН 90/130 — 5 %.

Рецепт 2

Процентное содержание минеральных составляющих битума:

- а) щебень ОПГС Ныргындского карьера — 70 %;
- б) песок Бекетовского карьера — 10 %;
- в) заполнитель из доломитовой крошки АОЗТ «Княжна» — 20 %;
- г) битум ВМПЗ БН 60/90 — 5 %.

После окончания перемешивания готовая смесь выгружается через нижнюю заслонку в кузов автомобиля-самосвала или направляется в бункер-накопитель (бункер-термос), из него — в автосамосвалы. Бункер-накопитель на АБЗ позволяет повысить ритмичность работы завода и сократить время загрузки смеси в автосамосвалы. Время нахождения смеси в бункерах не должно превышать 1,5 ч во избежание снижения качества смеси (для смесей типа А), а для других типов смеси — 0,5 ч. При использовании добавок ПАВ, активированного порошка, полимерных и др. время хранения увеличивается соответственно до 1...2 ч. Смесей, приготовленные с использованием битума марки БНД 40/60, не следует хранить в бункерах-накопителях. Не допускается оставлять смесь в бункере после рабочей смены.

Основными путями сокращения энергоемкости и стоимости производства горячих асфальтобетонных смесей являются:

снижение температуры приготовления смесей и нагрева исходных каменных материалов и битума путем применения вязких битумов, содержащих добавки ПАВ или других компонентов, использования битумов меньшей вязкости, в том числе жидких, разжиженных и остаточных битумов, применения эмульгированных и вспененных битумов;

улучшение условий хранения исходных материалов и исключение необходимости в сушке щебня и песка и обезвоживании битума;

использование энергосберегающих технологий и составов смесей (в том числе на основе вспененного битума);

использования старого асфальтобетона (продуктов фрезерования покрытия) в составе вновь приготавливаемых асфальтобетонных смесей;

осуществление мер по сокращению расхода энергоносителей при работе асфальтобетонных заводов.

5.5. Транспортирование асфальтобетонных смесей по городской улично-дорожной сети

Асфальтобетонные смеси к месту укладки транспортируют автосамосвалами грузоподъемностью 10...28 т и более, оборудованными устройствами для подогрева кузовов отходящими газами и тентом для укрытия перевозимой смеси, имеющими подъемное устройство, обеспечивающее постепенное увеличение угла наклона кузова с фиксацией его положения в нескольких местах, имеющими конструкцию подвески, создающую минимальную вибрацию при движении.

Перед выгрузкой смеси на АБЗ в кузов самосвала его следует очистить от остатков предыдущей партии и посторонних примесей, после чего смазать специальными составами, мыльным раствором, эмульсией. Запрещается смазка кузовов мазутом, соляжкой, дизтопливом, которые являются растворителями битума.

Загрузку смеси из смесителя или бункера-накопителя во избежание ее расслоения при перевозке (особенно в крупнотоннажных самосвалах) следует производить по следующей схеме: сначала выгружают смесь в переднюю часть кузова, затем в заднюю и только после этого в среднюю. При емкости кузова самосвала более 15 т можно загружать кузов за пять приемов. С первого по третий — по предыдущей схеме, четвертый — между 1-м и 3-м, а пятый — между 3-м и 2-м. Не рекомендуется загружать самосвал смесью за один прием.

Перевозка смеси должна выполняться по утвержденному маршруту. Следует учитывать, что допустимая дальность транспортировки горячей смеси в основном зависит от уровня загрузки маршрута движением

(до 20 %) и температуры смеси при ее загрузке в автосамосвал на АБЗ (до 68 %). Для обеспечения температурного режима смеси при перевозке необходимо обеспечить ее максимально-допустимую температуру загрузки самосвала на АБЗ и выбор маршрута движения на объект минимально загруженного движением транспортом. В жаркую погоду допустимое время перевозки составляет 2...3 ч.

Номограммы для определения допустимой дальности перевозки горячей асфальтобетонной смеси на битуме БНД60/90 в зависимости от температуры воздуха, уровня загрузки УДС, утеплителя кузова приведены на рис. 5.5—5.8.

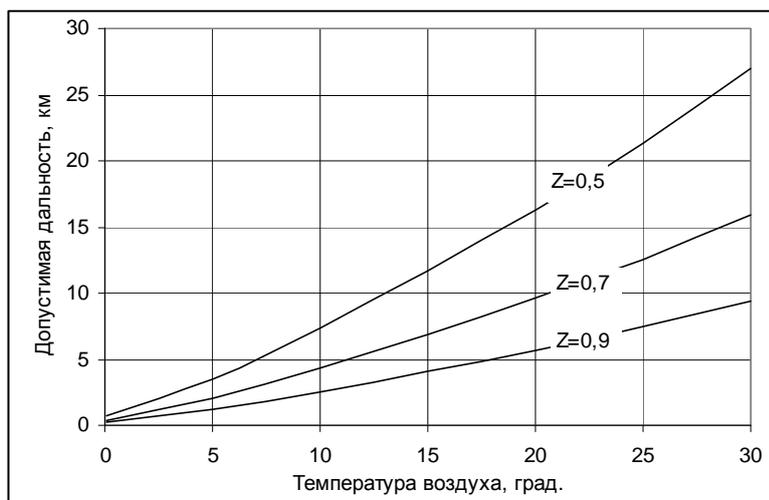


Рис. 5.5. Допустимая дальность перевозки смеси в зависимости от уровня загрузки улично-дорожной сети Z в открытом кузове без обогрева при толщине укладки 5 см

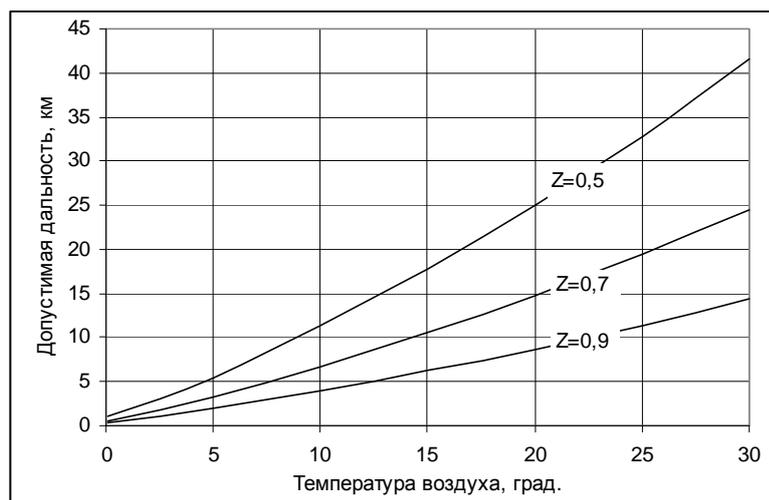


Рис. 5.6. Допустимая дальность перевозки смеси в зависимости от уровня загрузки лично-дорожной сети Z в открытом кузове с обогревом при толщине укладки 5 см

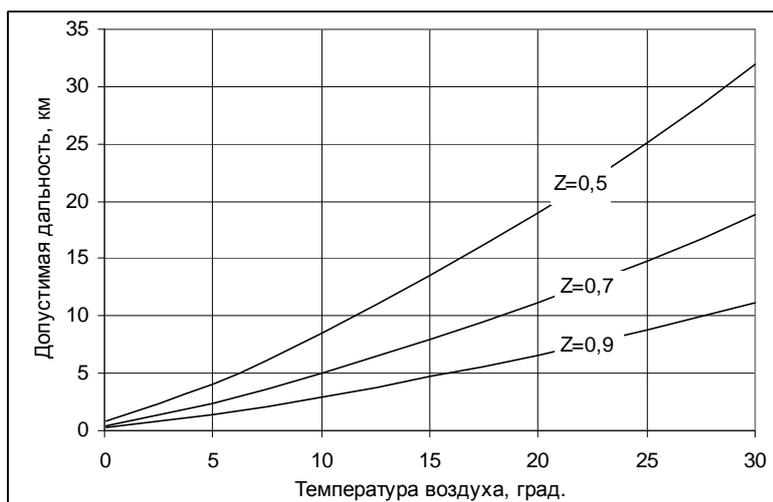


Рис. 5.7. Допустимая дальность перевозки смеси в зависимости от уровня загрузки улично-дорожной сети Z в кузове с пологом без обогрева при толщине укладки 5 см

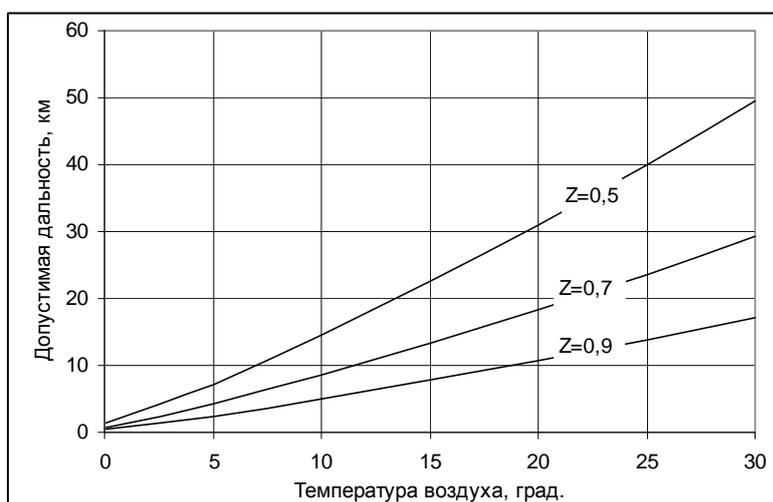


Рис. 5.8. Допустимая дальность перевозки смеси в зависимости от уровня загрузки улично-дорожной сети Z в кузове с пологом и обогревом при толщине укладки 5 см

Сменная производительность автосамосвала рассчитывается в зависимости грузоподъемности автосамосвала q , протяженности маршрута L_{er} , уровня загрузки маршрута движением городского транспорта Z , т/см, описывается функцией

$$W_{ат} = \frac{14,91 t_{см} q^{0,729}}{L_{er}^{0,656} Z^{0,933}}, \quad (5.14)$$

где $t_{см}$ — продолжительность смены, ч.

Производительность автосамосвалов грузоподъемностью 10...18 т, в зависимости от дальности возки смеси и уровня загрузки улично-дорожной сети, приведена на номограммах рис. 5.9—5.12.

Провозная возможность транспортного звена $\Pi_{ат}$, т/см.:

$$\Pi_{ат} = \alpha_u \sum_{i=1}^M W_{ATi} A_{ci}, \quad (5.15)$$

где W_{ATi} — провозная возможность автомобиля i -й марки (5.14); A_{ci} — инвентарное число автомобилей i -й марки; M — количество марок автомобилей в составе транспортного звена; α_u — коэффициент использования парка машин (0,75).

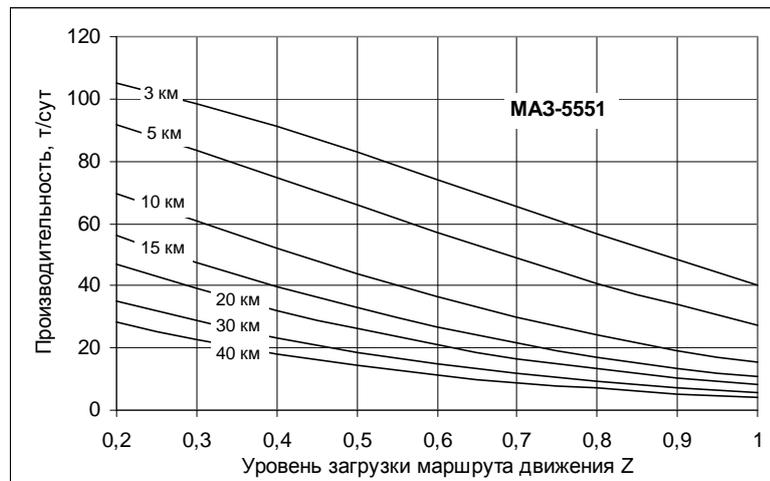


Рис. 5.9. Производительность автосамосвала МАЗ-5551 (10 т) при различной дальности возки и уровня загрузки УДС

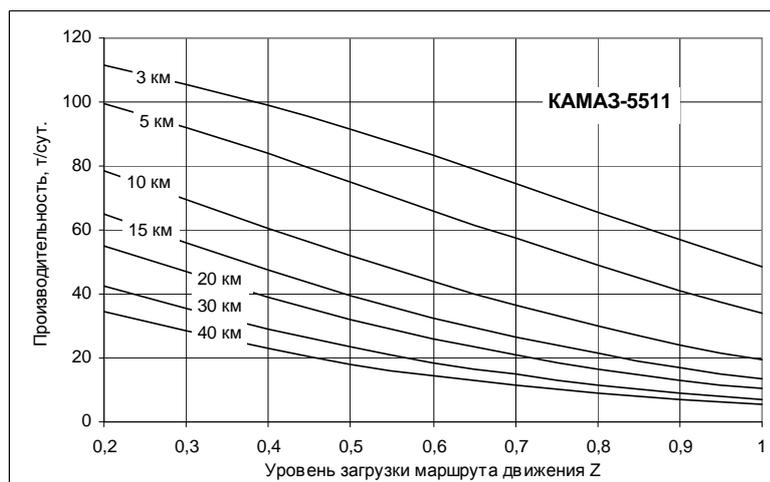


Рис. 5.10. Производительность автосамосвала КАМАЗ-5511 (13 т) при различной дальности возки и уровня загрузки УДС

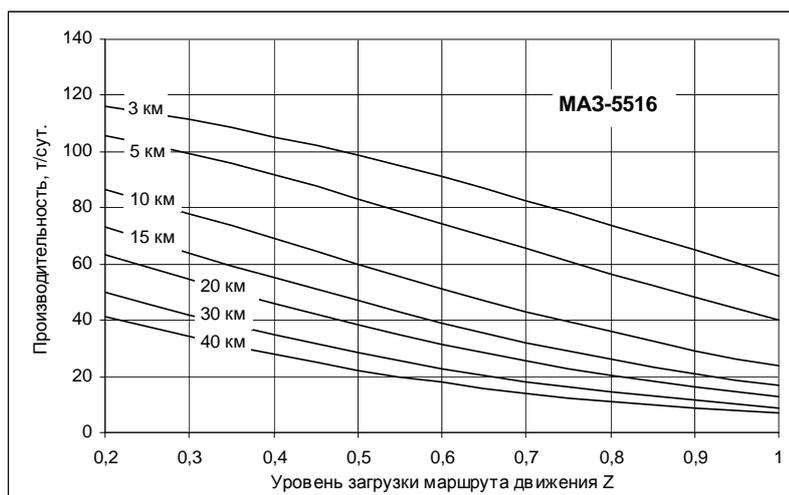


Рис. 5.11. Производительность автосамосвала МА3-5516 (16,5 т) при различной дальности возки и уровня загрузки УДС

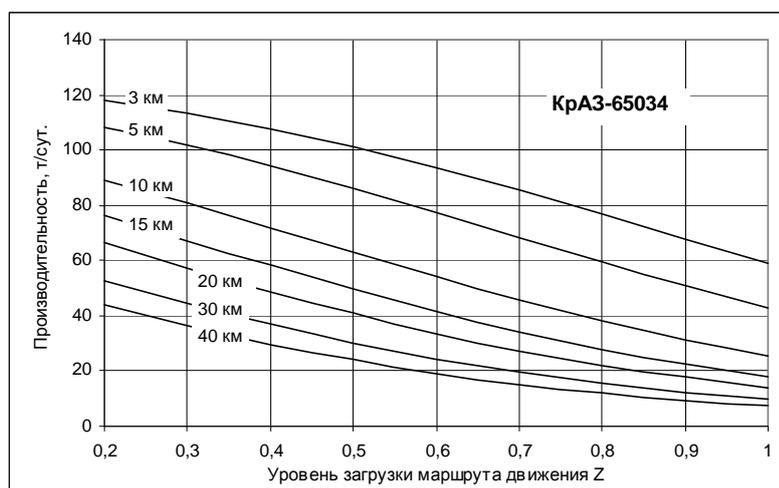


Рис. 5.12. Производительность автосамосвала КрАЗ-65034 (18 т) при различной дальности возки и уровня загрузки УДС

Доставка асфальтобетонной смеси должна быть ритмичной. При перерывах в доставке смеси или в других случаях, приведших к остановке асфальтоукладчика, последний должен быть освобожден от асфальтобетонной смеси: летом — при перерыве более 30 мин, при низкой температуре воздуха — более 15 мин. При этом асфальтоукладчик должен выдвигаться вперед, чтобы обеспечить возможность уплотнения всей уложенной смеси до ее остывания.

При выгрузке асфальтобетонной смеси автомобиль-самосвал должен останавливаться за 0,5 м перед асфальтоукладчиком строго по оси его движения. Асфальтоукладчик подвигается к автомобилю-самосвалу, пока

его направляющие ролики не придут в соприкосновение с задними колесами автомобиля. Асфальтоукладчик двигает автомобиль-самосвал впереди себя до тех пор, пока он не освободится от смеси. При выгрузке смеси бункер асфальтоукладчика должен быть равномерно заполнен.

Перед загрузкой смесью стенки приемного бункера асфальтоукладчика должны быть тщательно очищены и смазаны. В случае прилипания смеси к стенкам бункера смесь следует отделить от стенок и перемешать с горячей смесью, находящейся в бункере. Для полного освобождения бункера от смеси предусматривается подъем боковых стенок бункера.

5.6. Укладка и уплотнение горячих асфальтобетонных смесей

Для составления технологической схемы потока по укладке асфальтобетонной смеси предварительно устанавливают необходимое количество асфальтоукладчиков и катков, порядок движения асфальтоукладчиков, длину полосы укладки, направление движения потока (прил. 1).

При этом следует руководствоваться следующими положениями:

верхний слой покрытия целесообразно устраивать без перерыва движения транспорта по ремонтируемому участку УДС одним асфальтоукладчиком с шириной укладки равной ширине полосы движения;

для исключения переезда автомобилей-самосвалов через край ранее устроенного асфальтобетонного покрытия и обеспечения безопасных условий производства работ направление потока должно приниматься навстречу движению транспорта, подвозящего асфальтобетонную смесь;

при продольном уклоне более 30 % асфальтобетонная смесь должна укладываться снизу вверх (от нижней точки уклона к верхней).

Производительность асфальтоукладчиков $\Pi_{ук}^э$ зависит от ширины H и максимально-допустимой толщины укладки смеси в покрытие h , рабочей скорости укладчика $V_{ук}$ и определяется

для гусеничных укладчиков:

$$\Pi_{ук}^э = 0,0019H^{0,359}h^{2,102}V_{ук}^{0,112}; \quad (5.16)$$

для колесных укладчиков:

$$\Pi_{ук}^э = 0,0007H^{1,039}h^{2,022}V_{ук}^{0,299}. \quad (5.17)$$

Температура горячей смеси в начале укладки должна быть не ниже указанной в табл. 5.7.

Асфальтобетонную смесь распределяют (при температуре не ниже 120 °С) асфальтоукладчиком при скорости укладки 2...3 км/ч (смеси с содержанием щебня более 40 %) и 4...5 км/ч (при содержании щебня ме-

нее 40 %). Уплотняющие рабочие органы работают в режиме работы вала трамбуемого бруса 1000...1400 об./мин, вала вибратора плиты — 2500...3000 об./мин. В труднодоступных местах при небольших объемах работ допускается укладка смеси вручную.

Общая длина ремонтируемого участка $L_{\text{рем}}$ должна быть по возможности минимальна, она назначается из условия нормальной работы дорожной техники с учетом размещения ограждений и дорожных знаков на участках отгона, рассчитывается по формуле

$$L_{\text{рем}} = L_{\text{п}} + L_{\text{буф}} + L_{\text{отг}} + L_{\text{раб}} + 30, \quad (5.18)$$

где $L_{\text{раб}} = 2l_p$ — фронт работ по подготовке старого покрытия, укладке и уплотнению асфальтобетонной смеси в покрытии, м.

Таблица 5.7

Температура укладываемой асфальтобетонной смеси

Толщина слоя, см	Минимальная температура горячей смеси при температуре воздуха, °С					
	30	20	15	10	5	0
До 5	115/120	125/135	130/140	135/145	140/150	145/155
5...10	105/110	115/120	120/125	125/130	130/135	135/140

Примечание. Числитель — при скорости ветра до 6 м/с, знаменатель — при скорости ветра 6...13 м/с.

Оптимальная длина сменной захватки зависит от длины ремонтируемого участка и интенсивности движения городского транспорта, принимается по табл. 5.8.

Таблица 5.8

Оптимальная длина сменной захватки по укладке и уплотнению горячей асфальтобетонной смеси при ремонте городских дорог

Длина ремонтируемого участка, м	Интенсивность движения транспорта по ремонтируемому участку в одном направлении, авт/с	Длина захватки, м
600...1500	500...1000	270...280
600...1500	1000...1500	280...290
600...1500	1500...3000	290...300
1500...2000	1500...3000	300...320
1500...2000	3000...6000	320...340
1500...2000	6000...12000	340...380

Приступая к укладке смеси, следует соблюдать следующие правила:

1. Распределять асфальтобетонную смесь на ширину полосы движения (желательно на всю ширину проезжей части дороги для предупреждения образования продольных спаек).

2. Установить асфальтоукладчик в исходное положение: плиту установить на край ранее устроенного покрытия или на брус толщиной, соответствующей толщине укладываемого слоя, включить двигатель и приборы разогрева плит и бункера, установить в рабочее положение следящую систему.

3. Отрегулировать уплотняющие и выдвигающиеся органы асфальтоукладчика не только на максимальный уплотняющий эффект, но и на обеспечение однородной фактуры и ровной поверхности. Для нормальной работы асфальтоукладчиков необходимо, чтобы загрузка шнеков была равномерной, исключающей отсутствие асфальтобетонной смеси в зоне работы шнека.

4. Установить рабочую скорость асфальтоукладчика в зависимости от вида смеси, ее температуры, толщины слоя и количества поставляемой смеси. Необходимо, чтобы асфальтоукладчик продвигался вперед с постоянной скоростью, без остановок и объем смеси перед уплотняющими органами был постоянным;

5. Толщину слоя в неуплотненном состоянии следует принимать с учетом коэффициента уплотнения, равного 1,04...1,42 (табл. 5.9).

Таблица 5.9

Коэффициент запаса на уплотнение верхнего слоя покрытия

Тип смеси	Коэффициент запаса на уплотнение слоя до $K_y = 0,99$ в зависимости от способа ее укладки			
	автогрейдером или простейшим раскладчиком без уплотнения	с трамб. брусом (ход 3...4 мм) с виброплитой	с трамб. брусом (ход 6...8 мм) с виброплитой	с двойным брусом (ход 6...8 мм) с виброплитой
Песчаные смеси	1,42...1,38	1,25...1,22	1,14...1,13	1,05
Малощебенистые смеси	1,35	1,21	1,12	1,04
Многощебенистые смеси	1,32	1,20	1,11	1,04

Если используются два и более асфальтоукладчика, то они должны двигаться уступом с опережением один другого на 10...20 м и с перекрытием смежных полос на 50 мм. Вперед выдвигается укладчик, распределяющий смесь непосредственно у бортового камня в лотке проезжей части. Этот укладчик движется на расстоянии 100 мм от бортового камня, а образующийся зазор и места, недоступные для механической укладки смеси (колодцы и резкие закругления), заделываются вручную одновременно с работой укладчика. При ручной укладке смесь с лопаты бросать не следует, а укладывать, переворачивая лопату. Движение асфальтоукладчиков должно быть строго прямолинейным.

В случаях, когда покрытие нельзя устраивать сразу на всю ширину и распределение смеси производится одним асфальтоукладчиком, длина каждой укладываемой полосы устанавливается по табл. 5.10. Если температура ранее уложенной смежной полосы ниже требуемой, ее край на ширину до 150 мм следует прогреть линейкой-разогревателем, использующей тепловую энергию инфракрасного излучения. Линейка-разогреватель позволяет разогревать асфальтобетон слоем 30...40 мм за 2...3 мин до температуры 80...100 °С.

Таблица 5.10

Длины полос укладки асфальтобетонной смеси

Температура воздуха, °С	Длина укладываемой полосы, м		
	одним асфальтоукладчиком		двумя асфальтоукладчиками
	на защищенных от ветра участках	на открытых участках	
5...10	30...40	25...30	60...70
10...15	40...60	30...50	70...80
15...20	60...80	50...70	80...100
20...25	80...100	70...80	100...150
более 25	100...150	80...100	150...200

При кратковременном дожде выгрузку смеси в укладчик следует приостановить, защитное брезентовое укрытие смеси в кузовах автосамосвалов не открывать, а крылья приемного бункера укладчика закрыть во избежание охлаждения оставшейся в нем смеси.

До начала укладки новой полосы вертикальный край ранее уложенного асфальтобетона смазывается битумной эмульсией. При устройстве новой полосы смесь распределяется слоем толщиной с учетом ее уменьшения при уплотнении до толщины ранее устроенной полосы (см. табл. 5.9).

При окончании укладки смеси слой ее клинообразно утончается. При возобновлении работ клинообразная часть слоя обрубается вертикально по рейке или шнуру в направлении, перпендикулярном оси дороги.

Толщина покрытия в местах обрубки должна быть не менее проектной. Для образования качественного поперечного стыка в месте обрубки слоя вертикальная грань ранее уложенного слоя смазывается битумной эмульсией и на это место устанавливается плита асфальтоукладчика так, чтобы выглаживающая плита перекрывала край ранее уложенной полосы на 100...150 мм. Необходимо, чтобы перед началом укладки плита была прогрета обогревающими устройствами или горячей асфальтобетонной смесью.

Другим способом устройства поперечного шва является укладка в поперечном направлении деревянного бруса толщиной, равной толщине уплотненного слоя асфальтобетона. Для смягчения толчков от движущегося транспорта перед брусом укладывается клинообразный упор из асфальтобетонной смеси.

При укладке асфальтобетонных смесей в два и более слоев продольные швы слоев следует смещать на 100...200 мм, причем продольный шов на верхнем слое должен совпадать с осью дороги.

Если в полосе укладки встречаются выступающие крышки колодцев, водоприемные решетки, выглаживающая плита асфальтоукладчика должна быть поднята. Укладку смеси на пропущенном месте следует производить вручную путем добавления смеси, взятой из приемного бункера. При ремонте старого покрытия у смотровых люков возможно фрезерование асфальтобетона с укладкой тротуарного камня (рис. 5.13).



a



б

Рис. 5.13. Заделка дорожного покрытия у смотровых люков: *a* — фрезерование дорожного покрытия в зоне смотровых люков; *б* — варианты заделки асфальтобетонного покрытия в зоне люков

Свежеуложенную смесь проверяют на ровность при помощи трехметровой рейки, уклон полотна и соответствие толщины слоя проектным расчетам. После прохода асфальтоукладчика на поверхности могут образовываться дефекты в виде пустот (проплешин), трещин, а также разрывов (рис. 5.14).



Рис. 5.14. «Проплешины» на поверхности свежеложенной асфальтобетонной смеси

Причиной формирования разрывов и трещин могут являться низкое качество смеси, а также ее высокая фракционная сегрегация в процессе транспортирования. Пустоты на покрытии образуются вследствие налипания крупного минерального компонента смеси на виброплиту. Для устранения дефектов смесь укладывают вручную из бункера асфальтоукладчика. Необходимо дополнительно использовать на поврежденных участках ручные виброплиты за два прохода по одному следу для обеспечения предварительного уплотнения смеси.

В процессе выгрузки смеси в бункер асфальтоукладчика, а также в ходе укладки смеси в покрытие наблюдается значительная температурная и фракционная сегрегация материала. Для повышения однородности асфальтобетона применяются мобильные перегрузчики типа «Шаттл-Багги» (рис. 5.15), которые дополнительно перемешивают смесь перед подачей в бункер асфальтоукладчика, а также предотвращают возможное столкновение автосамосвала с укладывающей машиной. Перегрузчики эффективны при производстве работ на внутридворовых проездах, когда из-за больших габаритов транспортирующей техники ограничивается возможность подвоза смеси.

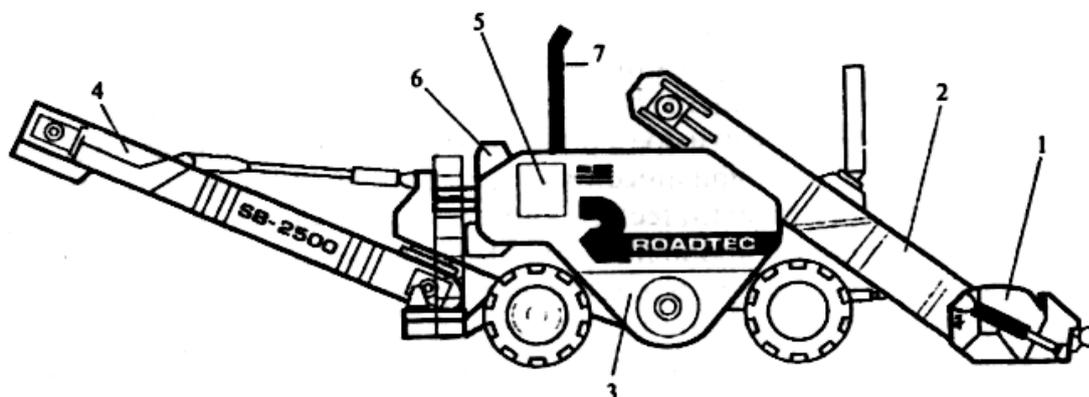


Рис. 5.15. Конструктивная схема машины «Шаттл-Багги»: 1 — приемный ковш с перемешивающим шнеком; 2 — конвейер 907 т/ч; 3 — накопительный бункер 22,7 т; 4 — конвейер 544 т/ч; 5 — двигатель 276 л. с; 6 — пульт управления; 7 — выхлопная труба, складывающаяся при транспортировании

В случае вынужденной остановки укладчика необходимо за 10 м до остановки выключить привод рабочего органа, чтобы не образовался уступ на поверхности слоя. При переполнении смесью шнековой камеры в процессе укладки необходимо отрегулировать лопатки датчика уровня смеси в камере. После прохода укладчика на поверхности слоя не должно быть дефектов в виде трещин, раковин, разрывов. Замеченные дефекты необходимо устранять до начала работы катков. На участках покрытия, недоступных для укладчика, разрешается укладка смеси вручную (одновременно с укладчиком). В этом случае смесь, выгруженную на проезжую часть, разравнивают с помощью граблей и ручных движков, при укладке вручную холодных смесей необходимо разрыхлять граблями отдельные слежавшиеся комья смеси. Толщина слоя смеси при укладке вручную должна быть на 20...25 % выше проектной, что достигается установкой специальных маяков.

При уплотнении смеси следует придерживаться правил:

1. Оптимальная плотность покрытия при укладке высокоплотных смесей, смесей типов А и Б, смесей пористых и высокопористых достигается только при использовании укладчика с совместно работающими трамбующим брусом и виброплитой и доуплотнении катками.

2. Оптимальное уплотнение плотных смесей типов В, Г и Д достигается в основном за счет работы легких, средних и тяжелых катков. Особенно эффективны в работах по уплотнению асфальтобетонных покрытий комбинированные модели вибропневмокотков или виброгладковальцовых катков.

3. Катки вибрационные создают эффект псевдооживления смеси, обеспечивают лучшее уплотнение без дробления щебня в покрытии. Однако, при неправильно подобранном режиме работы катков может происходить разуплотнение покрытия. Рекомендуется уплотнять пластичные смеси (типа В и Д) и тонкие слои с меньшей амплитудой и высокой частотой вибрации, а толстые слои — с большей амплитудой и меньшей частотой вибрации. Виброкотки целесообразно использовать на промежуточной стадии уплотнения.

4. Катки на пневмошинах целесообразно использовать для укладки толстых слоев. Лучшие результаты дают катки с гладким протектором на промежуточной стадии после нескольких проходов легкого или среднего катка статического или вибрационного действия (так называемая прикатка). Однако можно использовать такие катки на начальной и конечной стадиях уплотнения покрытия, применяя на начальной стадии катки с большим диаметром шин.

5. Комбинированные катки эффективны при уплотнении многощебенистых смесей без дробления щебня. Рациональный режим работы таких

катков, установленный на основе опыта их использования: в начале работы движение пневмошинами вперед со скоростью не более 2 км /ч, при последующих проходах — до 5 км /ч.

Рекомендации по назначению типоразмеров катков и количества их проходов приведены в табл. 5.11.

Таблица 5.11

Катки и количество их проходов для уплотнения асфальтобетонных смесей

Содержание щебня в смеси	Тип выглаживающей плиты асфальтоукладчика	Этапы уплотнения	Масса катков, т		
			Количество проходов по одному следу		
До 40 %, песчаные	пассивная	I	$\frac{6 \dots 8}{2 \dots 3}$	—	$\frac{6 \dots 8}{2 \dots 3}$
		II	$\frac{10 \dots 13}{8 \dots 10}$	$\frac{16}{6 \dots 10}$	$\frac{6 \dots 8}{3 \dots 4}$
		III	$\frac{11 \dots 18}{4 \dots 8}$	—	—
	вибрационная	I	$\frac{6 \dots 8}{2 \dots 3}$	—	$\frac{6 \dots 8}{2 \dots 3}$
		II	$\frac{10 \dots 13}{6 \dots 8}$	$\frac{16}{4 \dots 6}$	$\frac{6 \dots 8}{3 \dots 4}$
		III	$\frac{11 \dots 18}{4}$	—	—
Более 40 %	пассивная	I	$\frac{10 \dots 13}{8 \dots 10}$	$\frac{16}{6 \dots 10}$	$\frac{6 \dots 8}{8 \dots 10}$
		II	$\frac{11 \dots 18}{6 \dots 8}$	—	—
	вибрационная	I	$\frac{10 \dots 13}{8 \dots 10}$	$\frac{16}{4 \dots 6}$	$\frac{6 \dots 8}{4 \dots 6}$
		II	$\frac{11 \dots 18}{4 \dots 6}$	—	—

Скорость работы пневмокатков, в соответствии с требованиями [2], составляет:

при работе катка на начальной стадии сразу за укладчиком — 1,5...2 км/ч с дальнейшим повышением до 5...8 км/ч;

при уплотнении толстых слоев — 3...5 км/ч;

при укатке тонких слоев укладчиком с трамбуемым брусом и виброплитой и при заделке раковин — 6...10 км/ч.

Уплотнение асфальтобетонной смеси следует начинать при максимально высокой температуре смеси, при которой в процессе уплотнения на поверхности укатываемого слоя не образуются деформации (табл. 5.12).

Ориентировочная температура асфальтобетонной смеси в начале уплотнения

Вид смеси (содержание щебня, % по массе)	Тип	Температура, °С
Щебеночная (от 50 до 60)	А	130...150
Щебеночная (от 40 до 50)	Б	120...140
Щебеночная (от 30 до 40)	В	100...130
Песчаная на дробленном песке	Г	130...140
Песчаная на природном песке	Д	110...130
Смеси для основного (нижнего) слоя	—	120...150

Для уплотнения асфальтобетонных покрытий применяют самоходные дорожные катки легкого и тяжелого типа, статического и вибрационного действия, пневмоколесные и комбинированные.

В зависимости от типа катков и степени предварительного уплотнения смеси рабочими органами асфальтоукладчика выполняется следующее:

предварительное уплотнение гладковальцовым катком массой 6...8 т (до шести проходов по одному следу);

катком на пневматических шинах (8—10 проходов);

окончательная укатка гладковальцовым катком массой 10...18 т (4—6 проходов).

Многощебеночные смеси рекомендуется уплотнять сначала катками на пневматических шинах (10—12 проходов), затем гладковальцовым катком массой 10...18 т (2—4 прохода).

Рабочая скорость движения катков должна быть в начале уплотнения 1,5...2 км/ч, после 5—6 проходов по одному следу — 3...5 км/ч для гладковальцовых катков, 2...3 км/ч — для вибрационных катков и 5...8 км/ч — для катков на пневматических шинах.

Катки должны двигаться по уплотняемому покрытию, перекрывая каждый след на 200...300 мм. Уплотнение следует начинать с нижней стороны, а на участках улиц и дорог с продольным уклоном более 30 % — снизу вверх.

При уплотнении первой полосы необходимо следить, чтобы вальцы катка не приближались менее чем на 100 мм к кромке, обращенной к оси дороги. Оставшаяся неуплотненная полоса закатывается позже, одновременно с последующей устраиваемой полосой асфальтобетонного покрытия.

Первые проходы при уплотнении следующей полосы выполняют по продольному сопряжению с ранее уложенной полосой, при этом каток массой 10 т должен двигаться ведущими вальцами вперед.

По окончании укладки или во время вынужденных перерывах в работе при уплотнении в концах уложенной полосы необходимо следить за тем, чтобы катки заходили на брус, установленный поперек проезжей части.

При ширине проезжей части более 14 м, а также на площадях и перекрестках улиц уплотнение производят по взаимно перпендикулярным направлениям или по диагонали.

В процессе уплотнения после первых 2—3 проходов катка следует проверять поперечный уклон и ровность покрытия шаблоном и трехметровой рейкой. Места, не поддающиеся поверхностному исправлению, следует вырубать и заменять новым асфальтобетоном. После уплотнения поверхность отделывают, устраняя мелкие неровности.

В процессе устройства покрытия запрещается:

заправлять катки и асфальтоукладчики на свежееуложенном и перекрываемом асфальтобетонном покрытии. Для заправки следует выводить механизмы за пределы полосы;

останавливать катки на свежееуложенном покрытии: при аварийной остановке срочно вывести каток из рабочей зоны;

переключать скорости при резком торможении на уплотненном покрытии;

производить повороты на неуплотненном покрытии. Для изменения направления движения катки следует выводить на уплотненную часть покрытия;

оставлять катки на свежееуложенном покрытии по окончании работ.

Режимы работ по укладке и уплотнению покрытий приведены в табл. 5.13, 5.14.

Таблица 5.13

Интервалы рабочих температур смеси на отдельных этапах работ по уплотнению покрытия, °С

Тип асфальтобетона	Предварительный		Основной		Окончательный	
	Начало	Конец	Начало	Конец	Начало	Конец
А	140...145	120...125	120...125	95...100	95...100	80...85
Б	125...130	105...110	105...110	85...90	85...90	70...75
В	115...120	100...105	100...105	80...85	80...85	60...65
Г	125...130	105...110	105...110	85...90	85...90	70...75
Д	105...110	85...90	85...90	70...75	70...75	55...60

Таблица 5.14

Допустимое время укладки и уплотнения смеси в зависимости от погодных условий, мин

Толщина слоя, см	Максимальное время укладки и уплотнения покрытия при скорости ветра 3...4 м/с и температуре воздуха, °С					
	0...2	4...5	8...10	13...15	18...20	23...25
3...4	13...15	16...18	19...21	22...24	25...27	30...32
5...6	18...22	24...27	28...30	32...35	37...40	42...45
8...10	43...46	52...58	63...68	71...77	80...90	95...110

Примечание. При скорости ветра 7...8 м/с время уменьшается на 1/3, а в безветренную солнечную погоду увеличивается соответственно на 1/3.

5.7. Ремонт покрытия с использованием литого асфальтобетона

Дорожные работы с применением литых асфальтобетонных смесей имеют специфические особенности и требуют производственного навыка [35].

Для обеспечения стабильных технологических характеристик смесей (температуры, подвижности, однородности) необходим согласованный непрерывный цикл работы асфальтосмесительной установки, транспортных средств и асфальтоукладчика.

Организация работ должна предусматривать движение передвижных котлов (автомобилей-самосвалов) со смесью навстречу строительному потоку во избежание возможности переезда транспорта через края устраиваемого верхнего слоя покрытия и движения по свежееуложенному слою.

До начала работ по укладке литой асфальтобетонной смеси на строительный объект должен быть доставлен горячий черный щебень в количестве, необходимом для бесперебойного втапливания его в покрытие. Целесообразно выгружать щебень в нужном объеме по длине трассы, равной длине захватки.

При выполнении работ без прекращения движения автомобильного транспорта место укладки смеси должно быть оборудовано дорожными знаками, ограждениями и другими техническими средствами, обеспечивающими безопасность ведения работ.

5.7.1. Подготовительные работы

Устройство покрытия начинают с подготовительных работ, в состав которых входят:

1. Установка в продольном направлении деревянного бруса длиной до 20 м (высота бруса должна соответствовать толщине укладываемого слоя покрытия). Упорный деревянный брус, состоящий из отдельных звеньев длиной около 4 м каждое, прикрепляется металлическими штырями или гвоздями к нижнему слою покрытия. Установка звеньев производится по шаблону, фиксирующему ширину укладываемой полосы, или с использованием геодезических инструментов. По мере снижения температуры уложенного слоя (до 70...75 °С) звенья переставляются.

2. Установка и крепление штырей с последующей натяжкой проволоки или шнура (для работы автоматической следящей системы);

очистка основания от пыли и грязи механическими дорожными щетками, поливомоечными машинами или сжатым воздухом.

3. Сушка влажного основания горячим песком или воздухом, при этом особое внимание должно быть уделено очистке лотка проезжей части бо-

ковых поверхностей обечаек и дождеприемных решеток. В зимний период при текущем ремонте предусматриваются также очистка ремонтируемых карт от пескосолевого налета, снега, льда и пр.

4. Проверка (с помощью геодезических инструментов) ровности ремонтируемого покрытия, продольных и поперечных уклонов, ширины проезжей части дороги, правильности установки люков колодцев подземных коммуникаций. При обнаружении отклонений от требований настоящих рекомендаций и проекта нижележащие слои выравнивают укатываемой асфальтобетонной смесью и устанавливают люки колодцев на высоту проектной отметки покрытия.

5. Обрезка нарезчиком швов, обрубка специальными приспособлениями, отбойными молотками краев ранее уложенной полосы литого асфальта, а также мест входа и выхода фрезы (текущий ремонт), причем линия обрезки должна быть прямой и вертикальной.

Для обеспечения ровности верхнего слоя покрытия при устройстве поперечного шва сопряжения место обрезки (обрубки) устанавливается с помощью рейки. С этой целью рейка с уровнем внахлест накладывается на уложенный слой. Место под рейкой, в котором начинается снижение толщины слоя, принимается за линию поперечной обрезки слоя.

6. Обработка подготовленного слоя ранее уложенной полосы (при проведении капитального ремонта) битумной эмульсией с расходом 0,3...0,4 л/м² или жидким битумом с расходом 0,5...0,8 л/м². Одновременно с этим производится обработка всех выступающих мест конструкции: люков, колодцев и дождеприемных решеток, трамвайных путей и др. При разливе эмульсии не допускается ее скопление в пониженных местах.

7. Регулировка высоты люков колодцев подземных коммуникаций в соответствии с проектной отметкой покрытия.

8. При необходимости наращивание колодцев металлическими вкладышами или железобетонными сегментами.

9. Установка дождеприемной решетки, края которой должны быть ниже проектной отметки лотка с верхней стороны на 30 мм, а с нижней — на 20 мм.

10. При охлаждении уложенного слоя литого асфальта ниже 120 °С полоса шириной 10...15 см разогревается до 120...140 °С инфракрасными излучателями.

11. Закладка и закрепление специальных блоков (бетонных, шлакобетонных или прессованных асфальтобетонных) в местах стыков рельсов трамвайных путей с внутренней стороны, а при укладке смесей в местах сопряжений с проезжей частью — и с внешней стороны рельсов для обеспечения возможности проведения работ по затяжке болтов стяжных пластин без разрушения верхнего слоя покрытия.

5.7.2. Транспортировка асфальтобитумной смеси

В зависимости от типа смесь транспортируется к месту проведения работ следующим образом:

I и V типы и литой сероасфальтобетонной — в специальных самоходных установках с котлом-термосом или бункером, оборудованными обогревом и мешалкой. При транспортировании должны обеспечиваться непрерывное перемешивание и поддержание температуры смеси на уровне 180...240 °С (для литой сероасфальтобетонной — 140...150 °С), а в необходимых случаях — порционная выгрузка с варьированием скорости выдачи смеси;

II и III типы — в автомобилях-самосвалах большой грузоподъемности, оборудованных утепленными кузовами. Продолжительность транспортирования не должна превышать 30...40 мин;

IV тип — в автомобилях-самосвалах любой грузоподъемности.

Перед началом загрузки котел-термос (бункер) прогревается в течение 10 мин двумя подогревателями или форсункой (в зависимости от погодных условий время прогрева может быть увеличено) до температуры 140...160 °С (для литой сероасфальтобетонной смеси до 120...140 °С).

При транспортировании время перемешивания смеси в передвижной установке должно быть не менее 20 мин.

На месте укладки самоходная установка ставится перед асфальтоукладчиком так, чтобы выпускной лоток при наклоне котла (бункера) был направлен в приемный бункер асфальтоукладчика. Смесь выгружается при наклоне выпускного лотка и одновременной работе лопастной мешалки в котле. При текущем ремонте и устройстве покрытий в зоне трамвайных путей смесь выгружается непосредственно в подготовленную карту или в межрельсовое пространство трамвайных путей.

5.7.3. Способы и режим распределения асфальтобитумной смеси

Способ и режим распределения смеси определяется типом литого асфальтобетона и предусматривает устройство слоев покрытия:

без уплотнения материала (типы I, V и литой сероасфальтобетон);

с уплотнением материала только вибротрамбующим брусом асфальтоукладчика (тип II) и с дополнительной прикаткой смеси самоходными моторными катками массой до 10 т (тип III);

с уплотнением материала (тип IV) двухвальцовыми катками массой до 1 т, легкими тандемными самоходными виброкатками с вибрирующим задним вальцем массой до 2 т, самоходными моторными катками статического действия массой до 5 т.

Выбор уплотняющих средств для литого асфальтобетона типа IV определяется конкретными условиями и, в первую очередь, объемами выполняемых работ.

При распределении смеси используются:

самоходные асфальтоукладчики для литого асфальтобетона, оборудованные электронной следящей системой, обогреваемыми выглаживающей плитой и приемным бункером, загружаемым смесью из передвижных котлов, типы I, V и литой сероасфальтобетон;

самоходные асфальтоукладчики, оборудованные вибротрамбующей плитой и приемным бункером, позволяющим производить выгрузку смеси из автомобилей-самосвалов большой грузоподъемности (тип II и III);

самоходные (тротуарные) асфальтоукладчики, позволяющие производить загрузку смеси из автомобилей-самосвалов (тип IV).

Температура смеси в асфальтоукладчике должна составлять:

тип I — 220...240 °С,

тип II, III — 200...230 °С,

литая сероасфальтобетонная — 140...150 °С, а при температуре воздуха менее 10 °С — 155 °С.

Перед распределением смеси выглаживающая плита асфальтоукладчика должна быть установлена на край ранее уложенного слоя или на брус, толщина которого соответствует толщине укладываемого слоя. Для предотвращения растекания смеси применяется скользящая опалубка, перемещающаяся за асфальтоукладчиком. При ее отсутствии до начала распределения смеси в продольном направлении должны быть установлены и закреплены упорные или металлические брусья, состоящие из звеньев общей длиной до 20 м. Высота бруса должна соответствовать проектной толщине укладываемого слоя. По мере остывания уложенного слоя брусья переставляют.

Распределение смеси, как правило, производится одновременно и непрерывно по всей ширине проезжей части улицы. При работе нескольких асфальтоукладчиков они должны двигаться уступами, опережая друг друга на 25...30 м.

При работе одного асфальтоукладчика длина захватки рассчитывается так, чтобы край ранее уложенной полосы имел температуру 100...130 °С (для литого сероасфальтобетона — 70...80 °С).

Дефекты, обнаруженные на поверхности покрытия после распределения смеси (особенно в местах примыкания к упорным брусьям), обрабатываются вручную специальными ручными трамбовками. Для этих работ рабочие располагаются с каждой стороны устраиваемой полосы покрытия. При необходимости используются линейки-разогреватели, утюги.

Отдельные места, не доступные для механической укладки (расширения, узкая полоса вдоль бортового камня и др.), заделываются вручную одновременно с работой асфальтоукладчика. Путем подсыпки литой асфальтобетонной смеси, взятой из приемного бункера, его распределения и трамбования.

Черный горячий щебень для втапливания в необходимом объеме равномерно распределяется по поверхности устраиваемого покрытия механизмами или вручную.

Обработка поверхности покрытия производится россыпью по нему горячего щебня фракций 3...5 (8) или 5...8 (10) мм. Вслед за асфальтоукладчиком щебень рассыпают равномерным слоем в одну щебенку сразу после распределения смеси. Ориентировочный расход щебня для смеси типа I — 5...8 кг/м². После остывания покрытия до температуры 80...100 °С допускается укатывание щебня легким катком. После охлаждения уложенного слоя до температуры воздуха не закрепившиеся частицы щебня сметают.

Движение автомобильного транспорта по готовому покрытию открывается после того, как температура покрытия сравняется с температурой воздуха, но не ранее чем через 3 ч после завершения работ.

5.8. Технологические дефекты и причины их возникновения

Дефекты асфальтобетонных слоев покрытия можно разделить на три группы:

а) связанные с техническим состоянием, регулировкой и применением оборудования;

б) вызванные свойствами асфальтобетонной смеси;

в) нарушениями в организации и технологии производства работ.

Если причиной дефекта являются технологические свойства смеси, то ее обычно устраняют внесением изменений в состав смеси или в операции по ее приготовлению, хранению и транспортированию. Некоторые дефекты могут быть одновременно связаны с оборудованием и свойствами смеси. Выделить их в приоритетном порядке затруднительно.

Развитию деформаций способствует также влияние природно-климатических факторов, вызывающих увлажнение, перегрев или промерзание конструкции, что, в свою очередь, приводит к снижению прочности и ухудшению деформационных свойств грунта, дорожной одежды в целом и отдельных её слоев, а также к потере монолитности покрытия.

Технологические дефекты, возникающие в процессе дорожно-ремонтных работ и причины их возникновения приведены в табл. 5.15.

Таблица 5.15

Технологические дефекты при строительстве асфальтобетонного покрытия и их причины

Причины	Технологические дефекты																
	Волнистая поверхность, короткие волны	Волнистая поверхность, длинные волны	Разрыв покрытия по всей ширине	Разрыв покрытия в середине	Разрыв покрытия по краям	Неоднородная текстура покрытия	Следы от выглаживающей плиты	Неровность покрытия	Поверхностные тени	Недостаточное предварительное уплотнение	Некачественный продольный стык	Некачественный поперечный стык	Поперечные трещины	Сдвиг покрытия при уплотнении катком	Жирные пятна на поверхности покрытия	Следы катка	Недостаточное уплотнение покрытия
Низкая температура смеси			●	●	●	●		●		●	●	●					●
Температурная неоднородность смеси	●	●	●			●		●					●	●		●	●
Смесь содержит влагу			●										●	●	●		●
Сегрегация смеси (разделение)	●	●	●			●			●								
Нерациональный состав смеси по битуму	●		●			●			●				●	●	●		●
Неверный состав смеси по заполнителю	●		●			●			●				●	●	●		●
Стояние катка на горячем покрытии		●														●	●
Быстрое изменение направления движения катка		●												●		●	●
Неправильный процесс укатки	●										●	●	●	●		●	●
Некачественная подготовка основания	●	●				●				●			●	●		●	●
Неправильное взаимодействие самосвала с асфальтоукладчиком		●					●										
Самосвал толкает асфальтоукладчик		●					●										
Для смеси с крупным заполнителем неверно завышена толщина слоя			●			●		●		●							
Дефект выполнения перекрытия полос в области стыка										○							
Длительный простой оборудования вследствие задержки автосамосвалов		○				○											

Причины	Технологические дефекты																
	Волнистая поверхность, короткие волны	Волнистая поверхность, длинные волны	Разрыв покрытия по всей ширине	Разрыв покрытия в середине	Разрыв покрытия по краям	Неоднородная текстура покрытия	Следы от выглаживающей плиты	Неровность покрытия	Поверхностные тени	Недостаточное предварительное уплотнение	Некачественный продольный стык	Некачественный поперечный стык	Поперечные трещины	Сдвиг покрытия при уплотнении катком	Жирные пятна на поверхности покрытия	Следы катка	Недостаточное уплотнение покрытия
Неправильно выбран контрольный уровень продольного уклона	○	○															
Щуп датчика продольного уклона подпрыгивает, перемещаясь по контрольному уровню продольного уклона	○										○						
Неправильно настроено устройство контроля за продольным уклоном	○										○						
Неправильно смонтирован контрольный уровень продольного уклона	○	○						○			○						
Вибраторы работают с малой частотой						○			○								
Неправильно установлены уширители выглаживающей плиты					○	○											
Слишком короткие стартовые колодки выглаживающей плиты											○						
Неправильная установка выглаживающей плиты в исходное положение											○						
Рамки толкателя износились или установлены с ошибкой				○													
Неверно установлены створки питателя		○		○	○												
Приемный бункер во время смены самосвалов опустошается		○				○											

Причины	Технологические дефекты																
	Волнистая поверхность, короткие волны	Волнистая поверхность, длинные волны	Разрыв покрытия по всей ширине	Разрыв покрытия в середине	Разрыв покрытия по краям	Неоднородная текстура покрытия	Следы от выглаживающей плиты	Неровность покрытия	Поверхностные тени	Недостаточное предварительное уплотнение	Некачественный продольный стык	Некачественный поперечный стык	Поперечные трещины	Сдвиг покрытия при уплотнении катком	Жирные пятна на поверхности покрытия	Следы катка	Недостаточное уплотнение покрытия
Низко установлена кромка отражающего щита					○												
Выглаживающая плита не прогрета			○	○	○	○											
Опорные пластины выглаживающей плиты неплотно прикреплены к каркасу	○					○		○			○						
Опорные пластины выглаживающей плиты износились или покоробились			○	○	○	○											
Цилиндры подъема выглаживающей плиты не установлены в плавающем положении	○	○				○		○		○	○						
Неправильная регулировка механизма контроля толщины слоя	○	○					○	○			○						
Неправильная регулировка механизма контроля толщины слоя		○								○							
Малый радиус закругления передней части выглаживающей плиты				○													
Увеличенный радиус закругления передней части выглаживающей плиты					○												
Недопустимо большая скорость движения асфальтоукладчика	○		○			○				○							
Перегружен шнек питателя	○	○				○		○		○	○						
Нестабильность давления смеси на выглаживающую плиту	○	○				○				○							

Примечание: ○ — дефекты, обусловленные свойствами смеси; ● — дефекты, связанные с оборудованием. Таблица составлена на основе [36].

5.9. Контроль качества работ

Качество строительства асфальтобетонных покрытий контролируют в соответствии с требованиями [2]. Контроль качества работ подразделяют на выпускной (на АБЗ), операционный (при производстве работ) и приемочный.

Перед началом устройства асфальтобетонных слоев дорожной одежды и в процессе работ проверяют ровность, плотность и чистоту поверхности нижележащего слоя, а при наличии бортовых камней — правильность их установки.

Операционный контроль качества дорожно-ремонтных работ выполняется согласно карте операционного контроля (табл. 5.16). Технический контроль асфальтобетонных покрытий городских улиц и дорог осуществляется в полном соответствии с требованиями утвержденных проектов и действующих нормативно-технических документов.

В процессе устройства асфальтобетонного покрытия и в период его формирования контролируют:

- качество восстановления разрывов;

- ровность, плотность и состояние (обработка вяжущими) основания, правильность установки бортовых камней, решеток и люков колодцев подземных сетей;

- температуру смеси на всех стадиях устройства покрытия;

- ровность и равномерность толщины устраиваемого слоя с учетом коэффициента уплотнения;

- режим уплотнения;

- качество сопряжения полос асфальтобетонного покрытия;

- соответствие поперечного и продольного уклонов проекту.

Температура смеси, поставляемой на укладку, должна проверяться в каждой прибывающей машине.

Приемка работ, выполненных картами площадью более 200 м² осуществляется с учетом требований [2, 3].

Требования [9] к основным геометрическим параметрам дорожного покрытия приведены в табл. 5.17.

Ширину и ровность уложенного слоя покрытия проверяют через 100 м; ровность — через 30...50 м. Измерения производят на расстоянии 1,0...1,5 м от бортового камня, а также на расстоянии 0,5...1,0 м от края каждой полосы движения.

Для оценки качества асфальтобетона в уложенном слое отбирают пробы (керна или вырубки) не ближе 1,5 м от бортового камня из расчета одна проба с каждых 3000 м² покрытия. Пробы отбирают не раньше чем через трое суток после укладки.

Таблица 5.16

Карта операционного контроля качества устройства асфальтобетонного покрытия

Кто контролирует	Мастер										Прораб	
Операции, подлежащие контролю	Проверка основания	Проверка качества смеси		Укладка асфальтобетонной смеси в покрытие							Состояние поверхности	
Состав контроля (что контролировать)	Качество подготовленного основания (ровность, плотность, чистота, прочность), влажность основания	Соответствие материалов паспортным данным	Соответствие состава смеси рецепту	Температура смеси	Ровность и толщина покрытия	Плотность поверхности	Однородность, шероховатость поверхности	Поперечный уклон	Соблюдение геометрических размеров покрытия (длина, ширина, толщина)	Отсутствие рубцов от катков, выпуклостей, впадин, расслоений, раковин	Прочность сцепления покрытия с основанием	Проверка соответствия выполненных работ проекту
Способ контроля (как контролировать)	Визуально, влагомер	Отбор проб	Визуально, отбор проб	Термометр	Трехметровая рейка, метр складной металлический	Отбор проб (керы или вырубки) — не менее 3 на 1 км	Визуально, в соответствии со СНиПом	Шаблон	Метр складной металлический, контрольные выруб-ки из покрытия	Визуально	Вырубка из покрытия	Визуально
Время контроля (когда контролировать)	Перед устройством покрытия	Перед приготовлением	Перед укладкой	При укладке и уплотнении	В процессе устройства			После окончания работы	В процессе и после окончания работ		После окончания работ	
Кто привлекается к проверке	Лаборатория, геодезист	Лаборатория		—							Лаборатория	—

Контроль геометрических параметров дорожного покрытия при ремонте большими картами (согласно [2])

Контролируемый параметр	Допуски при приемке
Поперечный уклон	Не более 10 % результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений от $-0,015$ ($-0,010$) до $+0,030$ ($0,015$), остальные — до $\pm 0,010$ ($0,010$)
Ровность (просвет под трехметровой рейкой)	Не более 5 % результатов определений могут иметь значения просветов в пределах до 10 (6) мм, остальные — до 5 (3) мм
Ширина покрытия	Не более 10 % результатов могут иметь отклонения от проектных значений в пределах от -15 до $+20$ см, остальные — до ± 10 см.
Толщина слоя	Не более 10 % результатов могут иметь отклонения от проектных значений в пределах от -15 до $+20$ мм, остальные — до ± 10 мм.

Примечание. Показатели в скобках относятся к работам, выполняемым с применением машин с автоматической системой задания вертикальных отметок.

Коэффициент уплотнения асфальтобетона должен быть не ниже: 0,99 — из смесей высокоплотных и смесей плотных типа А и Б; 0,98 — типа В, Г, Д и для нижнего и основного слоев.

Водонасыщение в % по объему для образцов из покрытий (вырубок или кернов) должно быть не более: 3,0 — из смесей типа высокоплотных — А; 5,0 — плотных А; 4,5 — Б, В, Г; 4,0 — Д; 3,0...8,0 — для основного и нижнего слоев.

Одновременно при отборе проб измеряют толщину покрытия и оценивают качество сцепления с нижележащим слоем.

Сцепные качества покрытия (коэффициент сцепления, шероховатость) в соответствии с [2] должны быть определены на каждой полосе движения (3—5 измерений на 1000 м по одной полосе наката). Оценку сцепных качеств следует производить после ремонта большими картами не ранее чем через две недели после завершения работ, а при устройстве защитных слоев — перед открытием движения.

Для обеспечения безопасности движения встречных автомобилей на двухполосных дорогах и движущихся по смежным полосам многополосных дорог, а также при съездах автомобилей на укрепленные полосы или прикромочные зоны обочин изменение коэффициента сцепления в поперечном профиле дорожного полотна не должно превышать 0,10.

При приемке отремонтированного бортового камня определяют следующие геометрические показатели с учетом допустимых отклонений: соблюдение отметок верха бортовых камней — $\pm 0,5$ см; размеры бортовых камней по длине и высоте — ± 5 мм; наличие трещин на бортовом камне не допускается; ширина расшитого шва не более 5 мм.

Глава 6. ОБУСТРОЙСТВО МЕСТ ПРОИЗВОДСТВА ДОРОЖНЫХ РАБОТ

Организацию дорожного движения и ограждение мест производства дорожных работ следует осуществлять в соответствии с [6] и [37]. Ограждение мест производства работ включает: установку временных дорожных знаков, ограждающих и направляющих устройств. При необходимости устраивают временную разметку проезжей части и применяют другие технические средства.

До начала дорожных работ дорожная организация, осуществляющая ремонт должна составить привязанные к улично-дорожной сети схемы организации движения транспортных средств и пешеходов на участке проведения работ, которые должны быть заблаговременно согласованы с органами ГИБДД.

При составлении схем организации движения в местах производства дорожных работ в городских условиях, необходимо выполнение следующих требований:

1) предупредить заранее водителей транспортных средств и пешеходов об опасности, вызванной дорожными работами;

2) четко обозначить направление объезда имеющихся на проезжей части препятствий, а при устройстве объезда ремонтируемого участка — его маршрут;

3) создать безопасный режим движения транспортных средств и пешеходов, как на подходах, так и на самих участках проведения дорожных работ.

Расстановку знаков, ограждающих и направляющих устройств необходимо осуществлять с конца участка, наиболее удаленного от места работ, причем в первую очередь со стороны, свободной от дорожных работ. Сначала устанавливаются дорожные знаки, затем ограждающие и направляющие устройства. Снятие знаков, ограждающих и направляющих устройств производится в обратной последовательности.

Для сохранения оптимальной пропускной способности дороги не следует без необходимости ограничивать скорость движения в местах дорожных работ менее 40 км/ч. Движение со скоростью менее 40 км/ч на участках производства дорожных работ допускается только в исключительных случаях, когда геометрические параметры дороги, качество покрытия, условия

работ или погодные условия не позволяют осуществлять движение с большей скоростью. Для плавного изменения скоростей транспортных средств перед участком дорожных работ необходимо производить последовательное снижение скорости ступенями с шагом не более 20 км/ч. Временные дорожные знаки, регламентирующие ступенчатое ограничение скоростей, располагают друг от друга на расстоянии не менее 100 м. Число знаков, ограничивающих скорость, зависит от разности скоростей до и после ограничения.

Для разделения встречных потоков транспортных средств в местах дорожных работ, обозначения рядности и обеспечения безопасной траектории движения используют переносные направляющие конусы, вежи или стойки. Этой же цели служит нанесенная на проезжую часть временная разметка и дорожные знаки. В исключительных случаях при невозможности встречного разъезда в обязательном порядке вводят регулирование движения с помощью светофоров или регулировщиков. На многополосных дорогах для обеспечения безопасных траекторий движения в местах производства дорожных работ целесообразно совместное применение направляющих конусов, вех или стоек с разметкой проезжей части.

Участком производства дорожных работ следует считать участок дороги от первого дорожного знака, предупреждающего о ведущихся на дороге работах, до последнего знака, отменяющего вводимые на участке ограничения в режимах движения транспортных средств.

Участок производства дорожных работ разделяется на пять зон, в каждой из которых решаются определенные задачи по организации дорожного движения и производству дорожных работ (рис. 6.1).

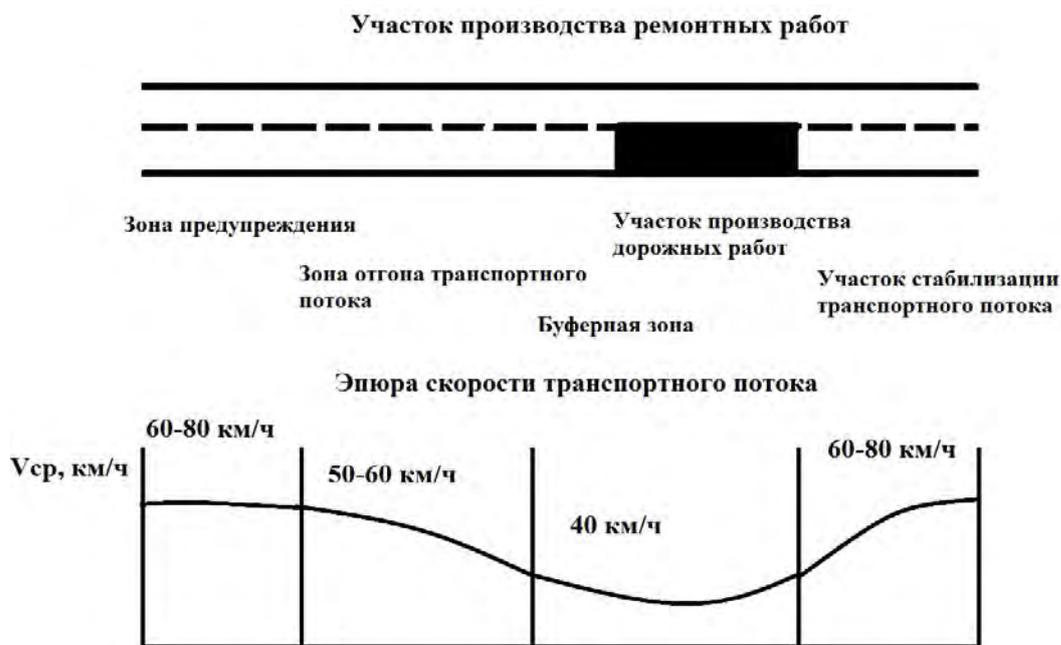


Рис. 6.1. Схема участка производства дорожно-ремонтных работ

В число этих зон входят:

- зона предупреждения;
- зона отгона транспортного потока;
- буферная зона;
- зона производства дорожных работ;
- зона стабилизации транспортного потока.

Зона предупреждения предназначена для предупреждения участников движения о наличии участка производства дорожных работ, характере опасности, связанной с проводимыми работами, и установления безопасного режима движения транспортных средств на участке производства дорожных работ. В этой зоне, в зависимости от характера проводимых работ, для решения поставленной задачи могут использоваться от одного дорожного знака или светового маячка до целого комплекса знаков и различных средств сигнализации и регулирования движения.

При коэффициенте загрузки $Z \geq 0,6$ необходимо устанавливать знак «3,27» в начале зоны предупреждения.

При организации дорожного движения автотранспорта и ограждение места производства дорожных работ на всей ширине проезжей части и направлением потока автотранспорта в объезд по существующей улично-дорожной сети длина зоны равна 500 м. При организации дорожного движения автотранспорта и ограждение места производства дорожных работ, выполняемых на четырехполосных дорогах с закрытием движения по двум полосам длина зоны равна 350 м, в остальных случаях — 250 м.

Зона отгона предназначена для перевода транспортного потока с полосы или полос, занятых дорожными работами, на свободные полосы движения в объезд зоны производства работ.

Траектория движения в этой зоне должна быть понята водителям, поэтому при продолжительности работ до трех суток для отгона транспортного потока следует использовать такие технические средства, как ограждающие устройства, конусы, пластины, временную разметку. В зоне отгона могут быть установлены комплексы дорожных знаков со световой индикацией, установленные за линией конусов, вех или разметки, с помощью которых осуществляется отклонение транспортного потока.

Длина зоны отгона $L_{отг}$ зависит от характера маневра, который совершают водители в этой зоне (табл. 6.1) и скорости на подходе (табл. 6.2).

При организации дорожного движения с применением светофоров длина зоны отгона составляет 5,0...10,0 м.

При нанесении на проезжую часть в местах дорожных работ линий разметки, расстановке направляющих конусов или вех отклоняющих транспортные потоки, длину отгона $L_{отг}$ следует назначать в соответствии табл. 6.3. При выполнении небольших по объему работ на проезжей части

(мелкий ямочный ремонт, разметка проезжей части и т. д.) для обеспечения наименьшей потери времени проходящими автомобилями длину закрываемого участка следует выбирать минимальной с учетом требований технологии работ.

Таблица 6.1

Длина зоны отгона в зависимости от типа маневра

Тип маневра	Длина зоны отгона $L_{отг}$
Перестроение на соседнюю полосу с вливанием в поток автомобилей	Не менее L
Перестроение на соседнюю полосу без вливания в поток автомобилей	Не менее $1/2L$
Перестроение перед участком с попеременным движением автомобилей различного направления	20...30 м
Переход на свою полосу движения в зоне стабилизации транспортного потока	20...30 м

Примечание. L — минимальная протяженность зоны отгона для условия перестроения на соседнюю полосу движения с вливанием в поток автомобилей (см. табл. 6.2).

Таблица 6.2

Рекомендуемая длина отгона ширины проезжей части, закрываемой для движения при различной скорости на подходе

Скорость движения, км/ч	Число конусов (пластин)	Расстояние между конусами (пластинами), м
20	4	2,5...3,0
30	6	3,5...4,0
40	8	4,5...5,0
50	10	5,5...6,0
60	13	6,5...7,0
70	15	7,5...8,0
80	24	7,5...8,0
90	27	7,5...8,0

Примечание. При организации движения с применением светофоров длина зоны отгона составляет 5...10 м.

Таблица 6.3

Рекомендуемая длина отгона ширины проезжей части, закрываемой для движения при различной скорости на подходе (извлечение из ВСН 37-84)

Скорость на подходе, км/ч	Длина отгона при ширине проезжей части, закрываемой для движения, м					
	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0	7,5
30	12	25	25	30	35	50
40	20	30	40	50	60	70
50	30	40	50	60	80	110
60	45	55	65	75	95	125
80	60	65	75	85	100	130
100	80	90	100	105	115	160

Длину зоны отгона на полосе движения шириной 3,75 м при перестроении на соседнюю полосу с вливанием в поток автомобилей, число устанавливаемых в этой в этой зоне направляющих устройств в виде конусов (пластин) и расстояние между устройствами рекомендуется принимать в зависимости от разрешенной в этой зоне скорости движения по формулам

$$L = B/60(V/1,609)^2 \text{ — для скорости движения до } 70 \text{ км/ч;}$$

$$L = BV/1,609 \text{ — для скорости движения более } 70 \text{ км/ч,}$$

где B — ширина закрываемой полосы или проезжей части, м; V — скорость движения, км/ч.

Расстояния между конусами следует принимать в соответствии со значениями, приведенными в табл. 6.2.

Буферная зона предназначена для отделения зоны отгона от зоны производства работ, в которой водители, случайно не изменившие траекторию движения, могли бы затормозить или изменить траекторию своего движения после наезда на ограждение или средство отклонения транспортного потока. Длина этой зоны должна быть равна расстоянию видимости для остановки при разрешенной скорости движения. При установке в зоне отгона блоков парапетного типа длина буферной зоны может составлять 10,0...15,0 м.

Если буферная зона попадает на участок с ограниченной видимостью, ее следует продлить до начала участка.

Буферная зона отделяется от полос, по которым осуществляется движение транспорта, с помощью ограждающих и направляющих устройств (блоков, конусов, пластин и временной разметки). Буферная зона должна быть свободна от строительных материалов, техники и рабочих.

Зона производства работ — участок дороги, на котором непосредственно производятся дорожные работы. В ней должны находиться материалы, механизмы и рабочие. Движение транспорта, кроме участвующего в производстве работ в этой зоне, запрещено.

Вдоль этой зоны должны устанавливаться ограждения, чтобы исключить попадание на ее территорию транспортных средств и пешеходов.

В зоне производства работ необходимо проведение мероприятий, связанных с уменьшением отрицательного влияния на безопасность движения и рабочих следующих факторов:

- близкое нахождение дорожных рабочих к проходящему транспорту;
- наличие на дороге неровностей, уступов на покрытии, въезда и выезда из зоны производства работ строительных машин;
- увеличенная плотность транспортного потока;
- изменение траектории дорожного движения транспортного потока;

производство работ в темное время суток, которое требует проведения комплекса дополнительных мер по обеспечению безопасности дорожного движения, что увеличивает время выполнения работ.

Для уменьшения отрицательного воздействия этих факторов необходимо проведение следующих мероприятий:

для организации дорожного движения и ограждения участка производства работ необходимо использовать только те технические средства, которые согласованы в установленном порядке;

необходимо организовать контроль за въездом и выездом технологического транспорта;

принять меры по защите зоны производства работ при ее перемещении вдоль проезжей части путем специальной окраски и оборудования автомобилей, находящихся в зоне производства работ, знаками и сигналами;

Зона стабилизации транспортного потока находится непосредственно за зоной производства дорожных работ. Ее длина равна расстоянию от конца зоны производства работ до места возврата автомобилей на полосы движения, ранее занятыми дорожными работами.

В конце зоны стабилизации устанавливаются знаки, отменяющие ранее введенные ограничения.

Типовые схемы организации движения и ограждения мест производства дорожно-ремонтных работ приведены в прил. 2.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время количество автомобилей в стране многократно увеличилось, что привело к повышению интенсивности движения на городских магистралях. Запроектированные и построенные в 50—70-е годы прошлого столетия для меньших осевых нагрузок дорожные покрытия изнашиваются и стареют, снижаются показатели ровности и шероховатости, вследствие чего появляются различные дефекты покрытия и дорожных одежд, что, в конечном итоге, приводит к их разрушению.

Несвоевременное устранение дефектов покрытия снижает срок его службы, влияет на безопасность и комфортность движения, увеличивает затраты на ремонт и реконструкцию. Чем дольше откладывается проведение ремонтных работ, тем больше капиталовложений требуется для восстановления несущей способности дорожных одежд.

В настоящем учебном пособии основное внимание уделено вопросам совершенствования традиционных технологий ремонта дорожных покрытий с применением горячих асфальтобетонных смесей, а также новым технологиям с применением щебеночно-мастичных и литых асфальтобетонных смесей, холодных литых эмульсионно-минеральных смесей, специальных смесей для устройства шероховатых защитных тонкослойных покрытий и др.

Библиографический список

1. ГОСТ 9128—2009. Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия. — М. : Стандартинформ, 2010.
2. СНиП 3.06.03—85. Автомобильные дороги. — М. : Госстрой СССР, 1985.
3. СНиП 2.05.02—85*. Автомобильные дороги. — М. : ФГУП ЦПП, 2005.
4. СНиП 12-01—2004. Организация строительства. — М. : Рострой, 2004.
5. Технические рекомендации по устройству дорожных конструкций с применением асфальтобетона. ТР 103-00. Правительство Москвы. Комплекс архитектуры, строительства, развития и реконструкции города. — М., 2000.
6. ВСН 37—84. Инструкция по организации движения и ограждению мест производства дорожных работ. Минавтодор РСФСР. — М. : Транспорт, 1985.
7. ВСН 19—89. Правила приемки работ при строительстве и ремонте автомобильных дорог. — М. : Транспорт, 1990.
8. СНиП 2.07.01—89. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. — М. : Госстрой, 1994.
9. Руководство по проектированию городских улиц и дорог / ЦНИИП градостроительство. — М. : Стройиздат, 1980.
10. Руководство по проектированию городских улиц и дорог / ЦНИИП градостроительство. Москва: Стройиздат, 1980. 222 с.
11. *Истомин, В. С.* Практическое руководство по текущему ремонту асфальтобетонных покрытий городской дорожной сети. — М. : Прима-пресс, 2001.
12. ОДН 218.0.006—2002. Правила диагностики и оценки состояния автомобильных дорог (взамен ВСН 6-90). — М. : Росавтодор, 2002.
13. ОДН 218.1.052—2002. Оценка прочности и расчету усиления нежестких дорожных одежд. — М. : Росавтодор, 2002.
14. ГОСТ 30412—96. Дороги автомобильные и аэродромы. Методы измерений неровностей оснований и покрытий. — М. : МНТКС, 1996.
15. Рекомендации по выявлению и устранению колеи на нежестких дорожных одеждах. Часть 1. Методика измерений и оценки эксплуатационного состояния дорог по глубине колеи. Распоряжение Росавтодора (Российского дорожного агентства) от 24.06.2002 N ОС-556-р. Распоряжение Минтранса России от 17.05.2002 № ОС-441-Р. ОДМ от 17.05.2002
16. ОДН 218.046—01. Проектирование нежестких дорожных одежд. — М. : Росавтодор, 2001.
17. ГОСТ 22245—90. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия. — М. : Стандартинфо, 2005
18. ГОСТ Р 52056—2003. Вяжущие полимерно-битумные дорожные на основе блоксополимеров типа стирол-бутадиен-стирол. Технические условия. — М. : Госстандарт, 2003.
19. ГОСТ Р 31015—2002. Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон. Щебеночно-мастичные. Технические условия. — М. : ГУП ЦПП, 2003.
20. ГОСТ Р 52129—2003. Порошок минеральный для асфальтобетонных и органических смесей. Технические условия. Взамен ГОСТ 16557—78 и ГОСТ 12784—78. — М. : ФГУП ЦПП, 2004.
21. ГОСТ 52056—2003. Вяжущие полимерно-битумные дорожные на основе блоксополимеров типа стирол-бутадиен-стирол. Технические условия. — М. : Стандартинфо, 2003.

22. ГОСТ 12801—98. Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний. Взамен ГОСТ 12801—84. — М. : ГУП ЦПП, 1999.
23. ТУ 5718-001-53737504—03. Смеси асфальтобетонные литые и литой асфальтобетон. Технические условия. — М. : НИИМосстрой, 2003.
24. СТО НОСТРОЙ 2.25.35—2011. Устройство оснований дорожных одежд. Часть 7. Строительство оснований с использованием асфальтобетонного гранулята. — М. : БСТ, 2012.
25. Методические рекомендации по восстановлению асфальтобетонных покрытий и оснований автомобильных дорог способами холодной регенерации. — М. : Росавтодор, 2002.
26. ГОСТ 8267—93. Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия. Взамен ГОСТ 8267—82, ГОСТ 8268—82, ГОСТ 102260—82, ГОСТ 232254—78, ГОСТ 26873—86. Введен 01.01.95. — М. : Издательство стандартов, 1995.
27. ГОСТ 8736—93. Песок для строительных работ. Технические условия. Взамен ГОСТ 8736—85, ГОСТ 26193—84. Введен 01.07.95. — М. : Издательство стандартов, 1995.
28. ГОСТ 23735—79. Смеси песчано-гравийные для строительных работ. Технические условия. — М. : Госстрой, 1979.
29. ГОСТ 25607—2009. Смеси щебеночно-гравийно-песчаные для покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия. — М. : МНТКС, 2009.
30. ГОСТ Р 52128—2003. Эмульсии битумные дорожные. — М. : Госстрой РФ, 2003.
31. ГОСТ 30515—97. Цементы. Общие технические условия. — М. : МНТКС, 1998.
32. ГОСТ 9179—77. Известь строительная. Технические условия. — М. : Госстрой, 1977.
33. Карелия официальная [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.gov.karelia.ru/Photos/photo.html?id=9270> (дата обращения : 20.01.2014).
34. Лупанов, А. П., Силкин, В. В., Пашкин, В. К. Регенерация старого асфальтобетона на АБЗ : учебное пособие. — М., Иркутск : МАДИ (ГТУ) — ИРДУЦ, 1998.
35. ГОСТ 11955—82*. Битумы нефтяные дорожные жидкие. Технические условия. — М. : Госстандарт, 1982.
36. ТР 164—07. Технические рекомендации по устройству и ремонту дорожных покрытий с применением литого асфальтобетона. — М. : ГУП НИИМосстрой, 2007.
37. Технологическое обеспечение качества строительства асфальтобетонных покрытий : метод. рекомендации. — Омск, 2000.
38. Организация дорожного движения и ограждение мест производства дорожных работ : метод. рекомендации. — М. : ОБДД МВД России, 2009.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КАРТЫ

Технологическая карта 1. СТРОИТЕЛЬСТВО ДВУХСЛОЙНЫХ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Таблица П.1.1

Технологическая последовательность процессов с расчетом объемов работ и потребных ресурсов

№ процессов	№ захваток	Источник обоснования норм выработки (ЕНиРы и расчеты)	Описание рабочих процессов в порядке их технологической последовательности с расчетом объемов работ	Единица измерения	Количество работ		Производительность в смену	Потребность в машиносменах		Затраты труда и заработная плата на захватку длиной 250 м			
					на захватку l = 250 м	на 1 км		на захватку l = 250 м	на 1 км	Норма времени, чел.-ч		Зарботная плата, р.-к.	
										на единицу измерения	на полный объем работ	на единицу измерения	на полный объем работ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	I	Расчет	Очистка основания от пыли и грязи поливомоечной машиной МД-433-03 за два прохода по одному следу	км	0,25	1	2	0,125	0,5	4	1	74-24	18-56
2	I	Расчет	Подвозка и розлив битумной эмульсии автогудронатором ДС-39Б из расчета 0,8 л на 1 м ²	т	1,8	7,2	29,6	0,06	0,24	0,54	0,97	10-16	18-29
3	II	Расчет	Транспортировка к/з а/б смеси для нижнего слоя покрытия автосамосвалами КамАЗ-55118 при дальности возки 25 км: 250·9·0,07·1,03·2,3 = 373,1	т	373,1	1492,5	53,8	6,9	27,7	0,15	55,97	2-75	1026-08
4	II	Расчет	Укладка смеси толщиной 7 см, шириной 9 м асфальтоукладчиком ДС-181	м ²	2250	9000	4660	0,46	1,85	0,01	22,5	0-22	495-00
5	II	Расчет	Подкатка нижнего слоя покрытия легкими гладковальцовыми катками ДУ-50 за четыре прохода по одному следу	м ²	2250	9000	3200	0,7	2,8	0,003	6,75	0-05	112-50

Продолжение прил. 1

Окончание табл. П.1.1

№ процессов	№ захваток	Источник обоснования норм выработки (ЕНиРы и расчеты)	Описание рабочих процессов в порядке их технологической последовательности с расчетом объемов работ	Единица измерения	Количество работ		Производительность в смену	Потребность в машиносменах		Затраты труда и заработная плата на захватку длиной 250 м			
					на захватку l = 250 м	на 1 км		на захватку l = 250 м	на 1 км	Норма времени, чел.-ч		Зарботная плата, р.-к.	
										на единицу измерения	на полный объем работ	на единицу измерения	на полный объем работ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
6	II	Расчет	Уплотнение нижнего слоя тяжелыми гладковальцовыми катками ДУ-50 за 18 проходов по одному следу	м ²	2250	9000	1230	1,83	7,3	0,007	15,8	0-14	315-00
7	II	Расчет	Подвозка м/з а/б смеси для верхнего слоя покрытия автосамосвалами КамАЗ-55118 при дальности возки 25 км: 250·9·0,06·1,03·2,4 = 333,7	т	333,7	1334,9	53,8	6,2	24,8	0,15	50,1	2-75	917-68
8	II	Расчет	Укладка смеси толщиной 6 см, шириной 9 м асфальтоукладчиком ДС-181	м ²	2250	9000	4860	0,46	1,85	0,01	22,5	0-22	495-00
9	II	Расчет	Подкатка верхнего слоя покрытия легкими гладковальцовыми катками ДУ-50 за четыре прохода по одному следу	м ²	2250	9000	3100	0,73	2,9	0,003	6,75	0-05	112-50
10	II	Расчет	Уплотнение верхнего слоя покрытия тяжелыми гладковальцовыми катками ДУ-49А за 18 проходов по одному следу	м ²	2250	9000	1250	1,8	7,2	0,006	13,5	0-14	315-00
<i>Итого</i>											189,84		3825-61

Продолжение прил. 1

Таблица П.1.2

Состав отряда

Машины	Профессия и разряд рабочего	Потребность в машино-сменах на захватку l = 250 м	Потребность в машинах	Коэффициент загрузки	Количество рабочих
Поливомоечная машина МД-433-03	Машинист IV разряда	0,1	1	0,1	1
Авто гудронатор ДС-39Б	Машинист V разряда Машинист IV разряда	0,05	1	0,05	2
Автосамосвал КамАЗ-55118	Водитель	10,5	11	0,95	11
Асфальтоукладчик ДС-181	Машинист VI разряда, асфальтобетонщик: V разряд — 1 IV разряд — 1 III разряд — 3 II разряд — 1 I разряд — 1	0,92	1	0,92	8
Каток гладковальцовый ДУ-50	Машинист V разряда	1,14	2	0,57	2
Каток гладковальцовый ДУ-49А	Машинист VI разряда	2,9	3	0,97	3
<i>Итого</i>			19		27

Примечание. Рабочие бригады выполняют следующие работы:

машинист асфальтоукладчика следит за соблюдением требуемой толщины и ширины слоя;

асфальтобетонщик V разряда вместе с асфальтобетонщиком IV разряда принимают смесь, замеряют ее температуру и визуально оценивают качество. Они также контролируют толщину укладываемого слоя, регулируют положение выглаживающей плиты и дают указания о порядке уплотнения смеси катками. Толщину слоя промеряют металлическим мерником после прохода укладчика и, в случае отклонения от требуемой, исправляют положение выглаживающей плиты;

асфальтобетонщик IV разряда помогает в работе асфальтобетонщику V разряда;

асфальтобетонщик III разряда следит за подачей смеси автомобилями-самосвалами в бункер укладчика, дает сигнал на подход автомобилей-самосвалов со смесью, следит за выгрузкой и очищает кузов от остатков смеси скребком или лопатой с удлиненной ручкой. После прохода укладчика асфальтобетонщики III разряда при необходимости устраняют неровности, удаляют недоброкачественную смесь. Ровность покрытия определяют 3-метровой рейкой после окончания уплотнения;

участки покрытия, на которых под рейкой обнаружены просветы, исправляет асфальтобетонщик V разряда.

Для этого он железными граблями слегка взрыхляет уложенную смесь, удаляет лишнюю на возвышениях или добавляет во впадины. Асфальтобетонщики I, II разрядов помогают ему и доставляют смесь.

**Технологическая карта 2. РЕГЕНЕРАЦИЯ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ МЕТОДОМ ХОЛОДНОГО РЕСАЙКЛИНГА
С ПРИМЕНЕНИЕМ РЕСАЙКЛЕРА WR 2500 И СМЕСИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ WM 400**

Таблица П.1.3

Технологическая последовательность процессов с расчетом объемов работ и потребных ресурсов

№ процессов	№ захваток	Источник обоснования норм выработки (ЕНиРы и расчеты)	Описание рабочих процессов в порядке их технологической последовательности с расчетом объемов работ	Единица измерения	Количество работ		Производительность в смену	Потребность в машиносменах		Затраты труда и заработная плата на захватку длиной 600 м			
					на захватку l = 600 м	на 1 км		на захватку l = 600 м	на 1 км	Норма времени, чел.-ч		Заработная плата, р.-к.	
										на единицу измерения	на полный объем работ	на единицу измерения	на полный объем работ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	I	Расчет	Очистка существующего покрытия от пыли и грязи универсальной машиной КО 806-06: $7 \cdot 600 = 4200$	м ²	4200	7000	26600	0,16	0,26	0,0003	1,26	0-00,6	25-20
2	I	Расчет	Подвозка щебня фракции 5...40 мм автосамосвалами КамАЗ-5511 на расстояние 15 км в количестве: $7 \cdot 600 \cdot 0,06 \cdot 1,3 \cdot 1,03 = 340 \text{ м}^3$	м ³	340	570	36,8	9,24	15,49	0,22	74,8	4-08	1387-20
3	I	Расчет	Распределение и профилирование слоя щебня толщиной 6 см автогрейдером ДЗ-122 за шесть проходов по ширине дороги при рабочем ходе в одном направлении: $7 \cdot 600 = 4200 \text{ м}^2$	м ²	4200	7000	7270	0,58	0,96	0,0011	4,62	0-02,4	100-80
4	II	Расчет	Подкатка распределенного слоя щебня самоходным вибрационным катком ВВ 216 за четыре прохода по одному следу: $7 \cdot 600 = 4200 \text{ м}^2$	м ²	4200	7000	5330	0,79	1,31	0,0015	6,3	0-03,2	134-40

Продолжение прил. 1

Продолжение табл. П.1.3

№ процессов	№ захваток	Источник обоснования норм выработки (ЕНиРы и расчеты)	Описание рабочих процессов в порядке их технологической последовательности с расчетом объемов работ	Единица измерения	Количество работ		Производительность в смену	Потребность в машиносменах		Затраты труда и заработная плата на захватку длиной 600 м			
					на захватку l = 600 м	на 1 км		на захватку l = 600 м	на 1 км	Норма времени, чел.-ч		Заработная плата, р.-к.	
										на единицу измерения	на полный объем работ	на единицу измерения	на полный объем работ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
5	II	Расчет	Подвозка цемента М400 цементовозом ТЦ-12 в количестве 5 % от массы регенерируемого слоя толщиной 20 см для смесительной установки WM 400: $7 \cdot 600 \cdot 0,2 \cdot 2,3 \cdot 1,03 \cdot 0,05 = 100$	т	100	167	33,6	2,98	4,97	0,24	24,0	5-15	515-00
6	II	Расчет	Подвозка воды универсальной машиной КО 806-06 на расстояние 10 км в количестве $0,7 \cdot 100 = 70 \text{ м}^3$, исходя из водоцементного отношения 0,7 для смесительной установки WM 400	м ³	70	117	35,2	1,99	3,32	0,23	16,1	4-27	298-90
7	II	Расчет	Ресайклинг существующей дорожной одежды с выравнивающим слоем на общую толщину 20 см с одновременным измельчением, подачей водоцементной суспензии через смесительную установку WM 400 и перемешиванием материала с перекрытием предыдущего слоя на 10 см: $(2,4 \cdot 3 - 0,1 \cdot 2) \cdot 600 = 4200$	м ²	4200	7000	4600	0,91	1,52	0,01	42,0	0-19,4	814-80

Продолжение прил. 1

Продолжение табл. П.1.3

№ процессов	№ захваток	Источник обоснования норм выработки (ЕНиРы и расчеты)	Описание рабочих процессов в порядке их технологической последовательности с расчетом объемов работ	Единица измерения	Количество работ		Производительность в смену	Потребность в машиносменах		Затраты труда и заработная плата на захватку длиной 600 м			
					на захватку l = 600 м	на 1 км		на захватку l = 600 м	на 1 км	Норма времени, чел.-ч		Заработная плата, р.-к.	
										на единицу измерения	на полный объем работ	на единицу измерения	на полный объем работ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
8	II	Расчет	Подкатка разрыхленного сфрезерованного укрепленного материала между колесами ресайклера катком BW 161 AC за два прохода по одному следу: $1,3 \cdot 3 \cdot 600 = 2340$	м ²	2340	3900	17400	0,13	0,22	0,00046	1,08	0-01	23-10
9	II	Расчет	Профилирование поверхности прикатанного слоя дорожной одежды автогрейдером ДЗ-122 за восемь проходов по всей ширине дороги при рабочем ходе в одном направлении: $7 \cdot 600 = 4200$	м ²	4200	7000	7270	0,58	0,96	0,0011	4,62	0-02,4	100-80
10	II	Расчет	Уплотнение сфрезерованного слоя катком при последовательном движении друг за другом за шесть проходов, в том числе: комбинированный каток BW 161 AC (последние пять проходов с включенным вибратором), пневмокоток VP 200 и вибрационный каток BW 216 (3 и 4 проходы с включенным вибратором)	м ²	4200	7000	2500	1,68	2,8	0,0032	13,44	0-06,2	260-40
				м ²	4200	7000	3630	1,16	1,93	0,0022	9,24	0-04,7	197-40
				м ²	4200	7000	3630	1,16	1,93	0,0022	9,24	0-04,7	197-40

Продолжение прил. 1

Окончание табл. П.1.3

№ процессов	№ захваток	Источник обоснования норм выработки (ЕНиРы и расчеты)	Описание рабочих процессов в порядке их технологической последовательности с расчетом объемов работ	Единица измерения	Количество работ		Производительность в смену	Потребность в машиносменах		Затраты труда и заработная плата на захватку длиной 600 м			
					на захватку l = 600 м	на 1 км		на захватку l = 600 м	на 1 км	Норма времени, чел.-ч		Заработная плата, р.-к.	
										на единицу измерения	на полный объем работ	на единицу измерения	на полный объем работ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
11	II	Расчет	Распределение воды универсальной машиной КО 806-06 по поверхности готового основания из расчета расхода воды 0,8 л/м ² : $0,8 \cdot 4200 / 1000 = 3,4 \text{ м}^3$	м ³	3,4	5,67	35,2	0,1	0,16	0,23	0,78	4-27	14-52
12	II	Расчет	Уплотнение увлажненного основания катком VP 200 для предотвращения образования волосяных трещин за два прохода по одному следу	м ²	4200	7000	11100	0,38	0,63	0,00072	3,02	0-01,5	63-00
13	II	Расчет	Подвозка $L_{cp} = 10$ км и розлив битумной эмульсии или другого пленкообразующего материала автогудронатором ДС-39Б из расчета 0,7 л/м ² : $0,7 \cdot 4200 \cdot 1 \cdot 1,03 / 1000 = 3,03$	т	3,0	5,0	10	0,3	0,5	0,48	1,44	9-14	27-42
<i>Итого</i>								22,14	36,96		211,94		4160-64

Продолжение прил. 1

Таблица П.1.4

Состав отряда

Машины	Профессия и разряд рабочего	Потребность в машино-сменах		Потребность в машинах	Коэффициент загрузки	Количество рабочих
		на захватку	на 1000 м			
Универсальная машина КО 806-06	Машинист IV разряда	2,25	3,74	3	0,75	3
Автосамосвал КамАЗ-55111	Машинист IV разряда	9,24	15,49	10	0,92	10
Автогрейдер ДЗ-122	Машинист VI разряда	1,16	1,92	2	0,58	2
Самоходный вибрационный каток BW 216	Машинист VI разряда	1,95	3,24	2	0,98	2
Цементовоз ТВ-12	Машинист VI разряда	2,98	4,97	3	0,99	3
Ресайклер WR 2500 и смесительная установка WM 400	Машинист VI разряда	0,91	1,52	1	0,91	2
	Помощник машиниста V разряда	—	—	—	—	2
	Дорожный рабочий III разряда	—	—	—	—	4
Самоходный вибрационный каток BW 161 AC	Машинист IV разряда Рабочий III разряда	1,81	3,02	2	0,90	2
Самоходный пневмокоток VP 200	Машинист VI разряда	1,54	2,56	2	0,77	2
Автогудронатор ДС-39Б	Машинист V разряда	0,3	0,5	1	0,3	1
	Помощник машиниста IV разряда	—	—	—	—	1
<i>Итого</i>		22,14	36,96	26		34

Технологическая карта 3. ЯМОЧНЫЙ РЕМОНТ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ РУЧНОГО ИНСТРУМЕНТА

Таблица П.1.5

Технологическая последовательность процессов с расчетом объемов работ и потребных ресурсов

Обоснование	Работа	Состав звена	Измеритель	Объем	На измеритель		На объем	
					Норма времени, чел.-ч (маш.-ч)	Расценка, р.	Трудоемкость, чел.-ч (маш.-ч)	Прямая заработная плата, р.-к.
<i>Глубина выбоин до 50 мм</i>								
§ E20-2-22, табл. 1, п. 1в	Ямочный ремонт асфальтобетонного покрытия (площадь ремонтируемого участка до 3 м ²)	Асфальтировщики: 4 разр. — 1 3 " — 3 2 " — 2 1 " — 1	м ²	10	0,52 (-)	0,35,4	5-2 (—)	3-54
§ E17-7, п. 27	Уплотнение горячей асфальтобетонной смеси при раскладке вручную виброкатком за 10 проходов по одному следу	Машинист 5 разр. — 1	100 м ²	0,1	0,63 (0,63)	0,57,3	0-06 (0-06)	0-06
	Итого на 10 м ² выбоин глубиной до 50 мм						5-26 (0-06)	3-60
<i>Глубина выбоин более 50 мм</i>								
§ E20-2-22, п. 2в	Ямочный ремонт асфальтобетонного покрытия (площадь ремонтируемого участка в одном месте до 3 м ²) без прекращения движения автотранспорта	Асфальтировщики: 4 разр. — 1 3 " — 3 2 " — 2 1 " — 1	1 м ²	10	0,68 (-)	0,46,2	6-8 (—)	4-62
§ E17-7, п. 27	Уплотнение верхнего слоя асфальтобетонного покрытия при раскладке вручную виброкатком за 10 проходов по одному следу	Машинист 5 разр. — 1	100 м ²	0,1	0,63 (0,63)	0,57,3	0-6 (0-06)	0-06
	Итого на 10 м ² выбоин глубиной более 50 мм						6-86 (0-06)	4-68

Таблица П.1.6

Состав отряда

Асфальтобетонщик 4 разр.	1
" 3 разр.	3
" 2 разр.	2
" 1 разр.	1
Машинист катка 5 разр.	1

**СХЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ
ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РАБОТ НА ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ [37]**



Рис. П.2.1. Пример размещения технических средств организации дорожного движения автотранспорта в местах производства дорожных работ

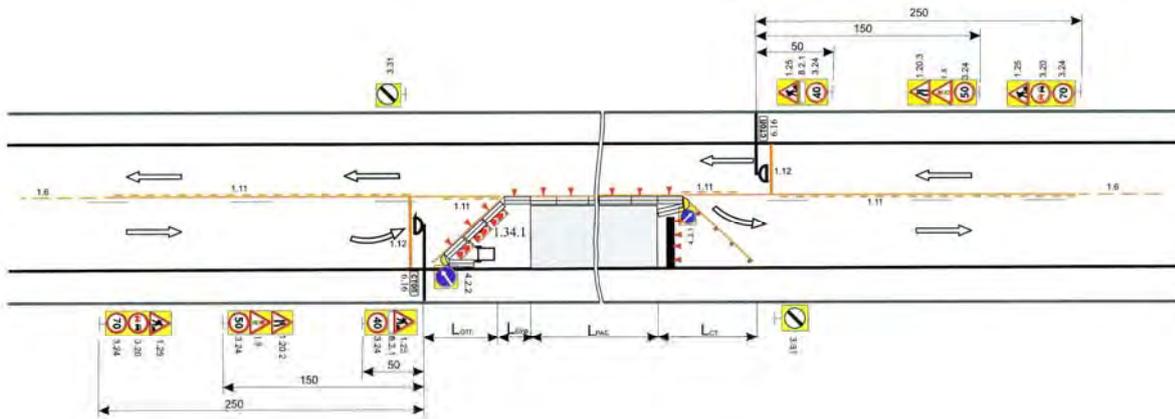


Рис. П.2.2. Организация дорожного движения автотранспорта и ограждение места производства дорожных работ, выполняемых на половине ширины проезжей части двухполосных дорог

Продолжение прил. 2



Рис. П.2.3. Организация дорожного движения автотранспорта и ограждение места производства дорожных работ, выполняемых на средней полосе движения трехполосных дорог

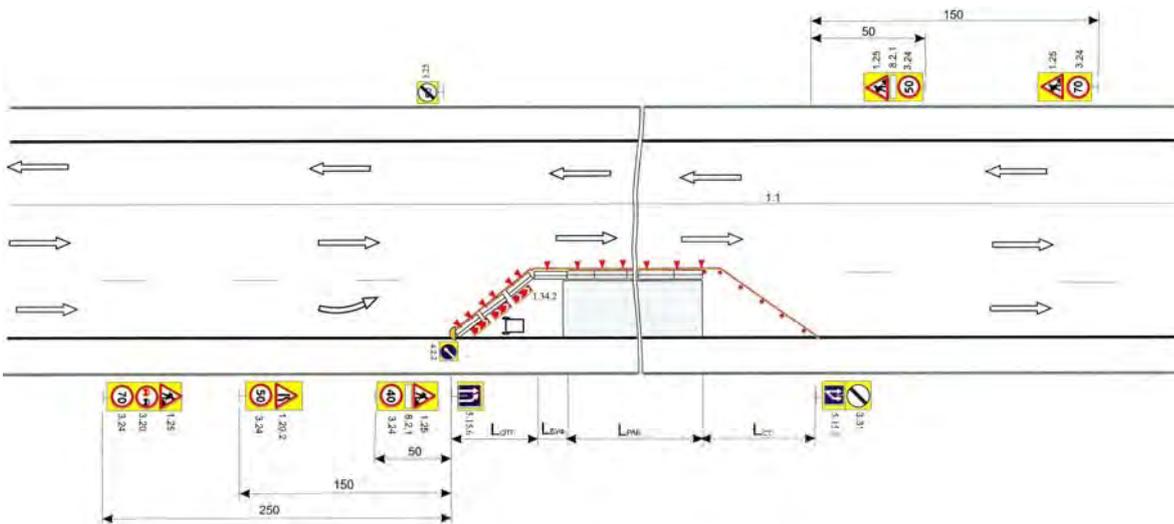


Рис. П.2.4. Организация дорожного движения автотранспорта и ограждение места производства дорожных работ, выполняемых на крайней полосе движения трехполосных дорог

Продолжение прил. 2

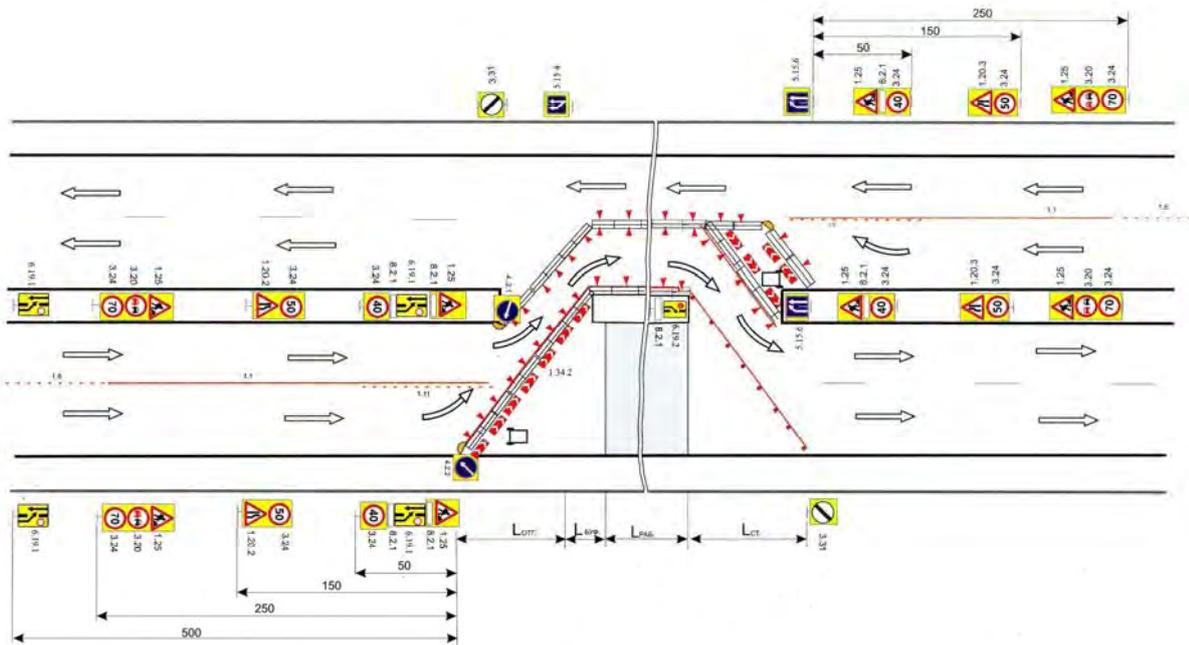


Рис. П.2.5. Организация дорожного движения автотранспорта и ограждение места производства дорожных работ, выполняемых на четырехполосных дорогах с закрытием движения по двум полосам

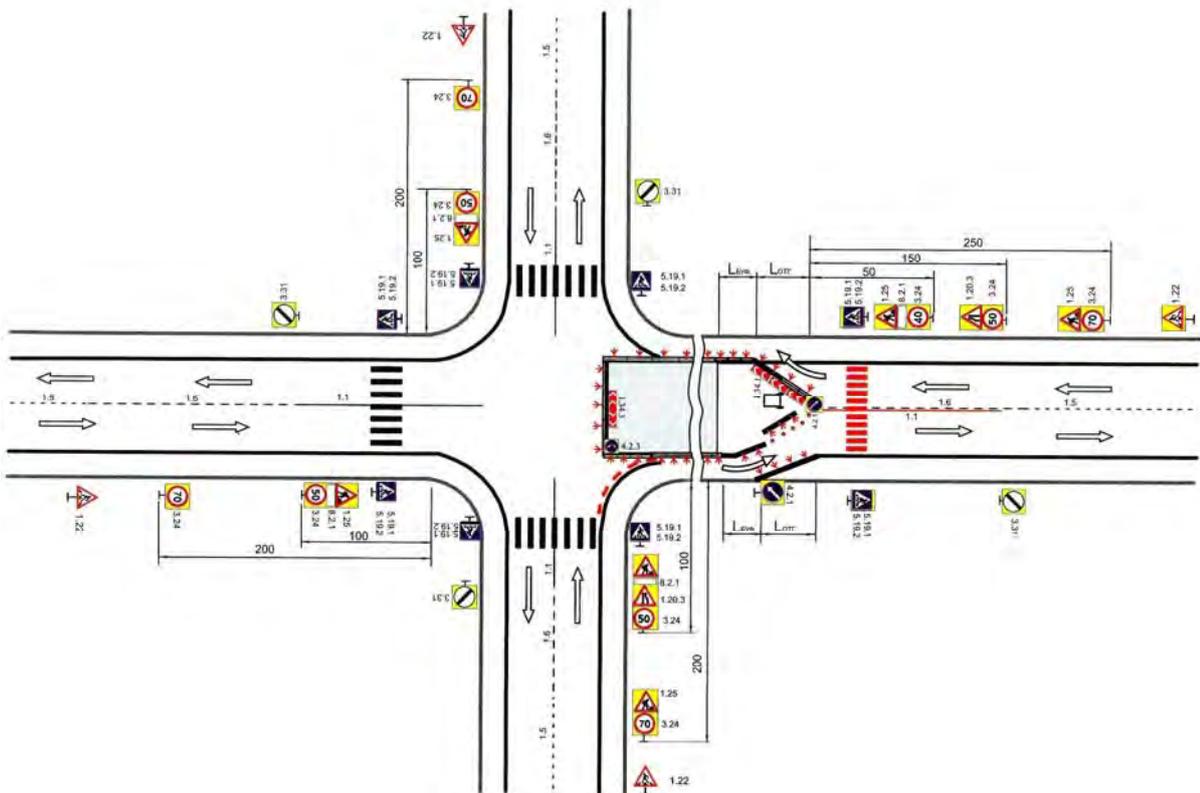


Рис. П.2.6. Организация дорожного движения автотранспорта и ограждение места производства дорожных работ, выполняемых на проезжей части (пересечение в одном уровне)

Продолжение прил. 2

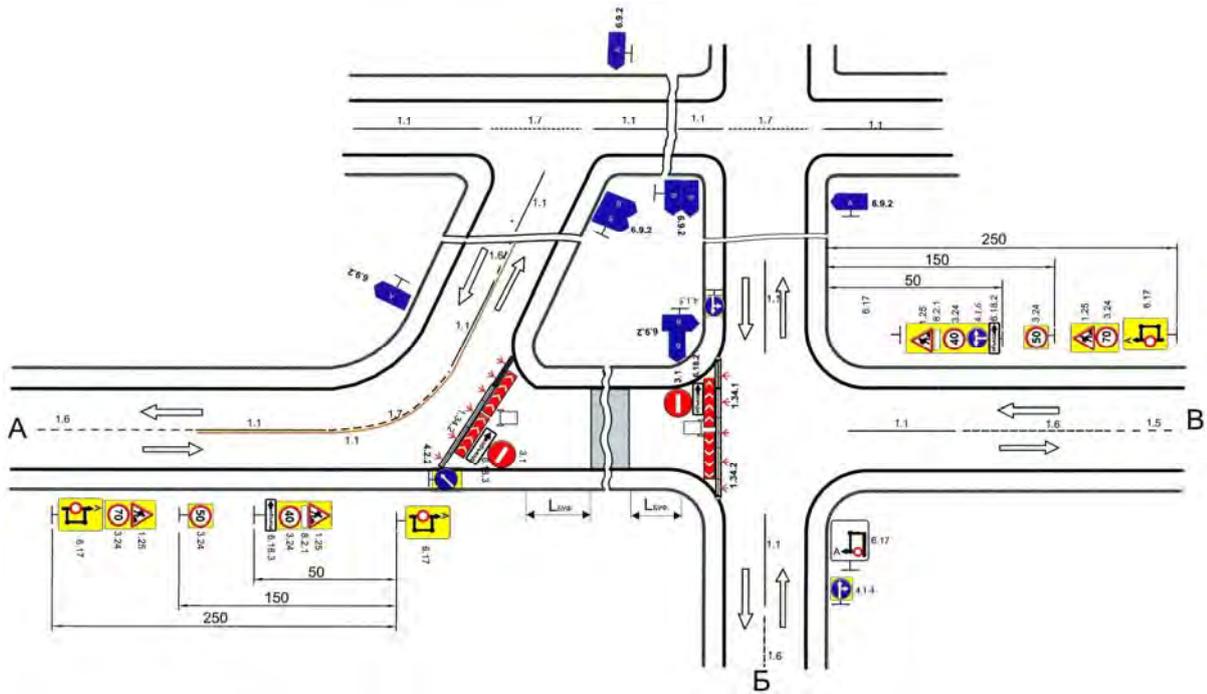


Рис. П.2.7. Организация дорожного движения автотранспорта и ограждение места производства дорожных работ на всей ширине проезжей части с направлением потока автотранспорта в объезд по существующим дорогам

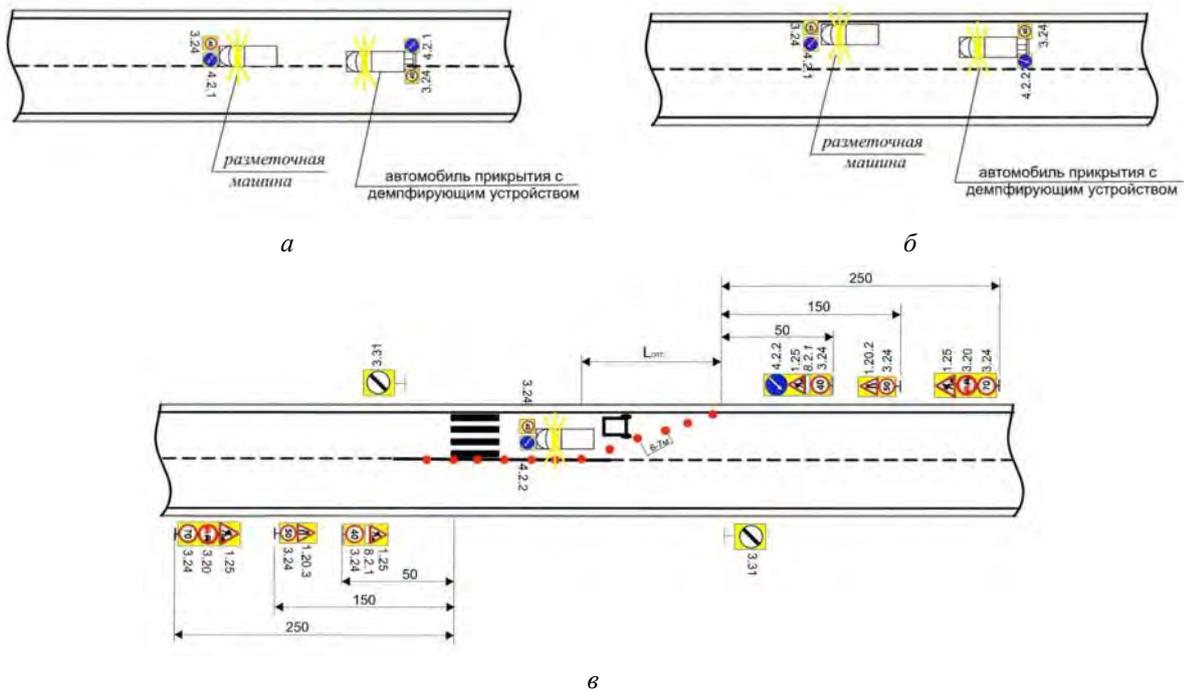


Рис. П.2.8. Организация дорожного движения автотранспорта и ограждение при нанесении линий горизонтальной дорожной разметки: а — при нанесении линий продольной разметки; б — при нанесении краевых линий разметки; в — при нанесении линий разметки пешеходных переходов

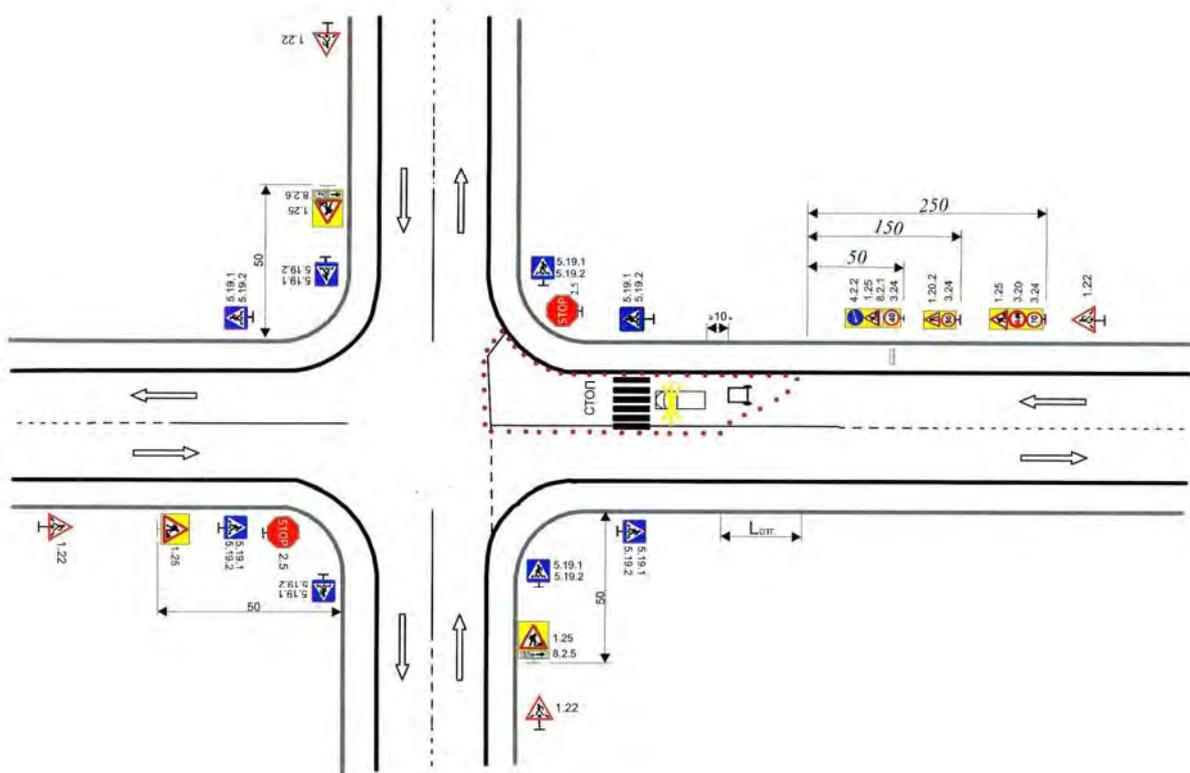


Рис. П.2.9. Организация дорожного движения автотранспорта и ограждение при нанесении линий горизонтальной дорожной разметки перед нерегулируемом перекрестком

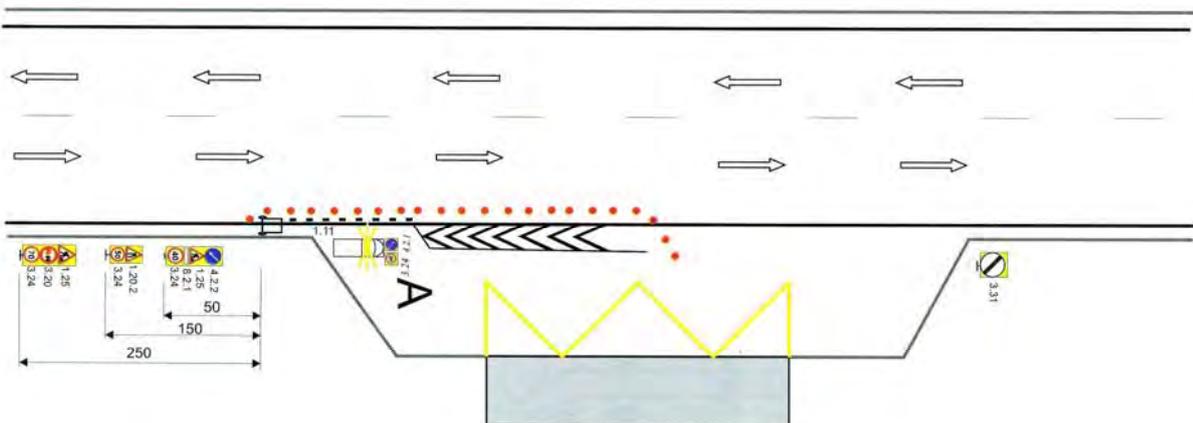


Рис. П.2.10. Организация дорожного движения автотранспорта и ограждение при нанесении линий горизонтальной дорожной разметки в местах остановки маршрутных транспортных средств

Учебное электронное издание

Алексиков Сергей Васильевич
Карпушко Марина Олеговна
Ермилов Александр Александрович

РЕМОНТ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ ГОРОДСКИХ ДОРОГ

Учебное пособие

Начальник РИО *М. Л. Песчаная*
Зав. редакцией *О. А. Шипунова*
Редактор *И. Б. Чижикова*
Компьютерная правка и верстка *А. Г. Сиволобова*

Минимальные систем. требования:
PC 486 DX-33; Microsoft Windows XP; Internet Explorer 6.0; Adobe Reader 6.0.

Подписано в свет 19.03.2014.
Гарнитура «Таймс». Уч.-изд. л. 5,2. Объем данных 3,6 Мбайт.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет»
Редакционно-издательский отдел
400074, Волгоград, ул. Академическая, 1
<http://www.vgasu.ru>, info@vgasu.ru