
СПРАВОЧНИК

ТЕХНИКА-

ДОРОЖНИКА

СПРАВОЧНИК ТЕХНИКА- ДОРОЖНИКА

Под редакцией доктора технических наук
профессора В. К. НЕКРАСОВА



МОСКВА «ТРАНСПОРТ» 1978.

Авторы: Е. М. Денисов, М. С. Коганзон, С. В. Коновалов, В. К. Некрасов, С. М. Полосин-Никитин, Е. И. Путилин, В. В. Сильянов, А. Я. Тулаев, Ю. М. Яковлев.

С71 Справочник техника-дорожника /Денисов Е. М., Коганзон М. С., Коновалов С. В. и др.; Под ред. В. К. Некрасова.— М.: Транспорт, 1978 — 424 с., ил., табл.

Авт. указ. на обороте тит. л.

В пер.: 2 р. 20 к.

В справочнике рассмотрены вопросы проектирования, строительства и эксплуатации автомобильных дорог. В нем изложены общие сведения об автомобильных дорогах, краткие справочные данные по изысканиям и проектированию дорог и их сооружений; основы строительства и организации работ с примерами составления технологических карт по отдельным видам работ, сведения по содержанию и ремонту дорог; технические характеристики дорожных машин; основные требования к дорожно-строительным материалам со ссылками на установленные нормы и стандарты. Уделено внимание обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах, охране окружающей среды, охране труда на дорожных работах.

Справочник предназначен для техников и дорожных мастеров, а также может быть полезен учащимся автомобильно-дорожных техникумов.

С $\frac{31801-056}{049(01)-78}$ 56-78

ББК 39.311
6С8

© Издательство «Транспорт», 1978.

ПРЕДИСЛОВИЕ

В современных условиях высоких темпов автомобилизации перед дорожниками СССР стоят большие задачи увеличения объемов и повышения качества строительства автомобильных дорог.

Автомобильные дороги, как элемент производственной инфраструктуры, обеспечивают эффективную работу автомобильного транспорта, они находятся в межатрасловом использовании и оказывают влияние на экономику всех отраслей народного хозяйства.

Генеральный секретарь ЦК КПСС Л. И. Брежнев в отчетном докладе Центрального Комитета КПСС XXV съезду партии, говоря об особенностях десятой пятилетки, подчеркнул, что «...в предстоящий период нам придется выделять больше ресурсов на ускоренное развитие транспорта, связи, системы материального снабжения — всего, что называют инфраструктурой. В прошлом многим из этих сфер, в частности дорожному строительству, ...мы просто не могли уделять должного внимания. Теперь этим придется заниматься, и заниматься серьезно».

Одновременно с необходимостью увеличения объема дорожного строительства все большее практическое значение приобретают вопросы повышения транспортно-эксплуатационных качеств дорог, обеспечения безопасности движения, повышения пропускной способности дорог и эффективности их использования.

Постоянная модернизация автомобильного парка СССР, происходящая в настоящее время, предъявляет новые требования к проектам автомобильных дорог и качеству строительства. Строить быстро, экономично и на современной технической основе — важнейшая задача капитального строительства, в том числе дорожного строительства.

В десятой пятилетке намечен выпуск комплектов высокопроизводительных машин ДС-100 для скоростного строительства цементобетонных и асфальтобетонных покрытий. Применение таких машин особенно необходимо при строительстве современных автомобильных магистралей.

Для повышения качества дорожного строительства применяются не только новые технологические схемы, но и новые дорожно-строительные материалы и машины.

Более жесткие требования предъявляются к обеспечению плавности трассы автомобильных дорог, ландшафтному проектированию и охране природы, разработке просктов организации движения, благоустройству дорог и обслуживанию проезжающих по автомобильным дорогам. Первостепенное значение приобретает вариантное проектирование не только трассы дороги, как было раньше, но и всех ее элементов, включая земляное полотно и дорожную одежду. Это требует широкой автоматизации проектирования дорог.

Важная роль в поддержании высоких транспортно-эксплуатационных качеств принадлежит службе эксплуатации автомобильных дорог. При этом большое значение имеет совершенствование организационной структуры службы эксплуатации дорог, разработка новых технологий ремонта и применение современных средств малой механизации.

В предлагаемом читателю Справочнике техника-дорожника по возможности отражены современные методы проектирования, строительства и эксплуатации дорог. Введены разделы, посвященные организации работ по изысканию и проектированию автомобильных дорог, а также комплексной автоматизации изысканий и проектирования на основе использования аэрофотосъемки и ЭВМ. Эти вопросы являются особенно актуальными в современных условиях широкого освоения новых районов страны, где трудно, а часто невозможно применить другие методы.

Большое внимание уделено проектированию и возведению земляного полотна в различных климатических условиях и, в первую очередь, в условиях высокого увлажнения. Рассмотрены современные методы расчета и строительства дорожных одежд. Нашли также отражение вопросы обустройства дорог, обоснования очередности проведения мероприятий по повышению пропускной способности и безопасности движения и организации обслуживания проезжающих.

Приведены данные о новых материалах, применение которых начато дорожниками в последние годы. К таким материалам относятся керамдор, полимерные материалы и др. Описаны современные мощные дорожные машины и их использование.

Специальные разделы Справочника посвящены охране природы, а также охране труда и техники безопасности.

Справочник написан: В. К. Некрасовым — гл. I, XI, XII; В. В. Сильяновым — предисловие, гл. II, III, X, § XV.2; А. Я. Тулаевым — гл. IV, § V.10, § VII.1—VII.8; Ю. М. Яковлевым, С. В. Коноваловым и М. С. Коганзоном — § V.1—V.9; Е. М. Динисовым и Е. И. Путилиным — гл. VI, § VII.9, гл. VIII; С. М. Полосиным-Никитиным — гл. IX, XIII, XIV, § XV.1, XV.3.

ИЗЫСКАНИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ
ДОРОГ

Глава I

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ

§ I.1. Автомобильный транспорт и дороги СССР

Автомобильный транспорт занимает одно из важных мест в экономике нашей страны. Удельный вес его в общем грузообороте страны постоянно увеличивается, а по количеству перевезенных грузов и пассажиров автомобильный транспорт занимает первое место (табл. I.1).

Данные о протяжении сети автомобильных дорог СССР и союзных республик приведены в табл. I.2.

Таблица I.1

Грузооборот, пассажирооборот, объем и средние дальности перевозок грузов и пассажиров в СССР транспортом общего пользования (за 1976 г.)

Виды транспорта	Грузооборот, млрд. км	Объем перевозок, млн. т	Пассажирооборот, млрд. пасс-км	Дальность перевозки, км	
				грузов	пассажиров
Железнодорожный	3295,4	3654,8	315,1	—	89
Автомобильный	354,8*	21499,7	325,3	17,9	8,6
Речной	222,7	484,9	6,0	459	42
Морской	762,1	214,5	2,4	3550	48,1
Воздушный	2,71	2,6	130,8	—	—
Трубопроводный (нефте- и нефтепродуктоводы)	794,6	531,7	—	—	—

* Включая автомобильный транспорт всех ведомств и организаций.

Протяжение сети автомобильных дорог (на 1976 г.)

Республика	Общее протяжение, тыс. км	В том числе с твердыми покрытиями, тыс. км	Республика	Общее протяжение, тыс. км	В том числе с твердыми покрытиями, тыс. км
СССР	1405,6	689,7*	Литовская ССР	33,1	18,9
РСФСР	847,2	306,5	Молдавская ССР	10,3	8,4
Украинская ССР	167,4	120,8	Латвийская ССР	24,2	14,0
Белорусская ССР	71,1	35,6	Киргизская ССР	21,7	14,6
Узбекская ССР	30,7	28,3	Таджикская ССР	13,3	9,9
Казахская ССР	96,9	61,6	Армянская ССР	8,6	6,1
Грузинская ССР	21,6	18,0	Туркменская ССР	9,6	7,0
Азербайджанская ССР	22,9	15,9	Эстонская ССР	27,0	24,1

* В том числе с покрытиями усовершенствованного типа 315,1 тыс. км.

§ 1.2. Классификация автомобильных дорог

Государственная классификация. Автомобильные дороги СССР разделены по их народнохозяйственному и административному значению (табл. 1.3).

Таблица 1.3

Государственная классификация дорог

Наименование дорог по их назначению	Характеристика дорог
-------------------------------------	----------------------

Автомобильные дороги общего пользования

Общегосударственные дороги

Соединяют столицу СССР со столицами союзных республик, важнейшими промышленными и культурными центрами с населением более 500 тыс. чел.

Соединяют столицы союзных республик с важнейшими городами с населением более 500 тыс. чел.

Соединяют важнейшие города с населением более 500 тыс. чел. с центрами областей (краев, автономных республик) и другими городами с населением 100—500 тыс. чел.

Обеспечивают международные транспортные связи с соседними государствами.

Важнейшие курортные и туристские дороги.

Дороги, имеющие оборонное значение.

Подъезды к важнейшим железнодорожным станциям, портам, пристаням, аэропортам, важнейшим хозяйственным, культурным, историческим и населенным пунктам

Республиканские дороги

Соединяют центры союзных республик и города с населением более 500 тыс. чел. с отдельными центрами областей (краев, автономных республик) и другими горо-

Наименование дорог по их назначению	Характеристика дорог
Областные, краевые и автономно-республиканские дороги	<p>дами с населением 100—500 тыс. чел., а в республиках без областного деления — крупные центры районов и автономных кругов.</p> <p>Соединяют центры двух и более областей и другие крупные промышленные и культурные центры с населением 100—500 тыс. чел. с административными центрами районов и автономных округов, промышленными центрами с населением 50—100 тыс. чел., а также дороги, имеющие большое значение для хозяйственного освоения важных природных богатств и больших территорий союзных республик.</p> <p>Подъезды от дорог республиканского значения к крупным железнодорожным станциям, портам, пристаням, аэропортам, местам массового отдыха, туризма, а также к курортам</p> <p>Соединяют центры областей (краев, АССР) и крупных городов с населением 100—500 тыс. чел. с административными центрами районов и автономных округов, а также с городами с населением 10—100 тыс. чел.</p> <p>Соединяют центры районов и автономных округов с городами и населенными пунктами с населением 10—100 тыс. чел., а также с дорогами общегосударственного и республиканского значения.</p> <p>Подъезды от дорог областного значения к железнодорожным станциям, портам, пристаням, аэропортам, базам снабжения, заготовительным пунктам, курортам, местам отдыха и городам с населением 10—100 тыс. чел.</p>
Местные (районные) дороги	<p>Соединяют центры районов, автономных округов, города с населением 10—100 тыс. чел. с центрами сельских и поселковых советов, центральными усадьбами совхозов и колхозов и их крупными отделениями и населенными пунктами при них.</p> <p>Постоянно действуют и имеют общее значение подъездных путей от мест заготовки сырья и ископаемых к местам переработки, обогащения, железнодорожным станциям, портам, пристаням, а также к другим дорогам общей сети</p>
<i>Ведомственные и внутрихозяйственные дороги</i>	
Промышленные (подъездные) дороги	<p>Обслуживают перевозки отдельных организаций и промышленных предприятий в виде подъездов к ним от станции железных дорог, пристаней, портов и других грузопередаточных пунктов</p>
Промышленные (внутрихозяйственные) дороги	<p>Обслуживают перевозки в пределах промышленного предприятия, свободный проезд по ним может быть ограничен на всем протяжении или на отдельных участках</p>
Сельскохозяйственные дороги	<p>Обслуживают перевозки сельскохозяйственных и других грузов в пределах сельскохозяйственных предприятий и проезд автомобилей и машин для проведения сельскохозяйственных работ.</p>

Техническая классификация. Автомобильные дороги общего пользования в соответствии со СНиП II-Д.5-72 по техническим показателям в зависимости от перспективной интенсивности движения разделены на пять категорий (табл. I.4).

В зависимости от категории автомобильные дороги имеют различные поперечные профили (рис. I.1).

Т а б л и ц а I.4

Основные нормы технической классификации автомобильных дорог общего пользования (СНиП II-Д.5-72)

Показатели	Категории дорог				
	I	II	III	IV	V
Перспективная среднесуточная интенсивность движения автомобилей в обоих направлениях, авт/сут.	7000 и более	3000—7000	1000—3000	200—1000	менее 200
Расчетная часовая интенсивность движения, авт/ч	1200 и более	800—1200	400—800	250 и более	
Основные расчетные скорости движения, км/ч:					
для плана и продольного профиля	150	120	100	80	60
для поперечного профиля и других элементов	120	100	90	80	60
Число полос движения	4 и более	2	2	2	1
Ширина полосы движения, м	3,75	3,75	3,50	3,0	—
» проезжей части, м	2 по 7,5 и более	7,50	7,0	6,0	4,5
Ширина обочин, м	3,75	3,75	2,5	2,0	1,75
в том числе с твердым покрытием, не менее, м	0,75	0,75	0,5	—	—
Ширина разделительной полосы, не менее, м	5—6	—	—	—	—
Ширина земляного полотна, м	27,5 и более	15	12	10	8
Поперечные уклоны проезжей части, ‰	15—20	20—25	20—25	25—30	30—40
Расчетная нагрузка для дорожных одежд — наибольший вес на ось, тс	10			6 8	
Типы дорожных покрытий		Усовершенствованные капитальные		—	—
	—	Усовершенствованные облегченные			—
	—	Переходные			
	—	—		Низшие	

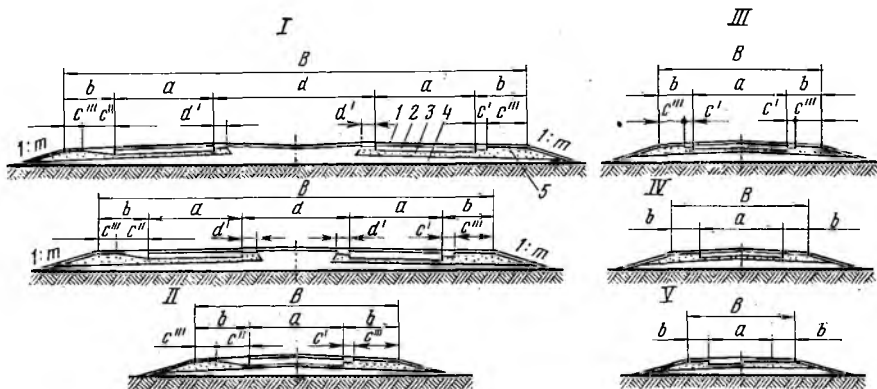


Рис. 1.1. Поперечные профили автомобильных дорог:

I—V — категории дорог; B — ширина дорожного полотна; 1 — дорожное покрытие; 2 — основание; 3 — дополнительный слой основания; 4 — земляное полотно; 5 — укрепленная обочина; а — проезжая часть; б — обочина; d — разделительная полоса; d' — краевая полоса; c', c'' — укрепленная часть обочины; c''' — грунтовая часть обочины

§ 1.3. Управление автомобильными дорогами СССР

Важнейшие вопросы развития народного хозяйства СССР рассматриваются высшими органами КПСС. Руководство народным хозяйством СССР осуществляют: в общегосударственном масштабе — Совет Министров СССР, в масштабах союзных республик — советы министров этих республик. Совет Министров СССР направляет работу общесоюзных и союзно-республиканских министерств и руководит работой советов министров союзных республик.

Общегосударственным органом по вопросам строительства и проектирования является союзно-республиканский Государственный комитет Совета Министров СССР по делам строительства — Госстрой СССР, на который возложена разработка и утверждение планов комплексной механизации строительства, экспериментального проектирования и научно-исследовательских работ в строительстве, руководство экспертизой проектов и смет, разработка и внедрение типовых проектов.

Планирование народного хозяйства СССР осуществляет Государственный плановый комитет — Госплан СССР, на который возложена координация деятельности всех союзных республик, всех министерств и разработка годовых и перспективных планов развития всех отраслей народного хозяйства.

Организацию заработной платы, нормирование и организацию труда, распределение трудовых ресурсов между отраслями осуществляет Государственный комитет Совета Министров СССР по труду и социальным вопросам.

Центральное статистическое управление СССР — ЦСУ СССР — осуществляет единую централизованную систему учета и статистики, что является одним из важных факторов планового развития народного хозяйства страны.

Финансирование капитального строительства, кредитование подрядных строительных организаций и контроль за расходованием выделяемых средств осуществляет Всесоюзный банк финансирования капитальных вложений — Стройбанк СССР.

Финансирование работ по ремонту и содержанию дорог общего пользования и строительства автомобильных дорог, выполняемых сельскохозяйственными организациями, осуществляет Госбанк СССР.

Руководство дорожным строительством в СССР сосредоточено между Министерством транспортного строительства СССР (Минтрансстрой СССР), которое осуществляет, кроме других строительных работ, строительство автомобильных

дорог общегосударственного значения, и министерствами по строительству и эксплуатации автомобильных дорог союзных республик.

В Минтрансстрое СССР строительством автомобильных дорог общегосударственного значения ведает Главное управление по строительству автомобильных дорог общегосударственного значения (Главдорстрой).

Эксплуатацию построенных дорог осуществляют министерства строительства и эксплуатации автомобильных дорог союзных республик. На эти министерства возложены работы по строительству и эксплуатации внегородских автомобильных дорог общегосударственного, республиканского, областного и местного значений.

В Минавтодоре РСФСР строительство дорог находится в ведении главных управлений строительства и эксплуатации автомобильных дорог — Главдорцентра, Главдорюга, Главдорвостока, выполняющих работы силами областных, краевых и автономно-республиканских производственных управлений строительства и эксплуатации автомобильных дорог. Эксплуатацию и строительство дорог общегосударственного значения осуществляют: Главное управление общегосударственных шоссейных дорог (Гушосдор) — силами управлений дорог, а дорог республиканского, областного и местного значений — главные управления (Главдорцентр, Главдорюг и Главдорвосток) — силами областных производственных дорожных управлений строительства и эксплуатации автомобильных дорог.

Управление (автодор) автомобильных дорог области (края) выполняет строительство, реконструкцию, ремонт и содержание дорог, проходящих по области (краю, АССР), кроме общегосударственных дорог, ремонт и содержание которых осуществляет Главное управление шоссейных дорог (Гушосдор) Минавтодора РСФСР. Наиболее приемлемой считают организационную схему, по которой областному (краевому) автодору подчинены дорожно-ремонтно-строительные управления (ДРСУ), выполняющие все работы по строительству, реконструкции, ремонту и содержанию дорог в пределах определенного объема. Охрану и контроль за дорогами осуществляет находящаяся в ведении ДРСУ патрульная дорожная служба (ПДС).

Строительством и эксплуатацией городских дорог, не входящих в ведение республиканских дорожных министерств, занимаются министерства коммунального хозяйства союзных республик и городские Советы народных депутатов.

Строительство и эксплуатацию автомобильных дорог ведомственного значения (промышленных и специальных подъездных путей, внутриобъектных дорог и т. д.) осуществляют, как правило, отраслевые министерства, в ведении которых находятся данные предприятия. Строительство и содержание внутрихозяйственных дорог совхозов и колхозов выполняют непосредственно сами эти хозяйства.

§ 1.4. Дорожная полоса

Дорожная полоса между границами отвода земель служит для размещения всех дорожных сооружений и устройств транспортного и дорожного обслуживания дорог и должна назначаться с учетом сохранения местных природных условий.

Нормы отвода земель для автомобильных дорог (СН 467-74) утверждены Госстроем СССР 19 декабря 1974 г. и введены в действие с 1 июля 1975 г. Эти нормы устанавливают ширину полос отвода земель для вновь строящихся и реконструируемых автомобильных дорог, отводимых в бессрочное (постоянное) и временное (на период строительства) пользование, с учетом минимального занятия полезных земель.

Нормы установлены различные в зависимости от категории дорог, числа полос движения, высоты насыпи, глубины выемки, характера местности и ее уклона. В табл. 1.5 приведены осредненные значения площадей отвода земель, отнесенные на 1 км дороги, которые могут быть использованы при предварительных (до выполнения проектных работ) определениях требуемой площади земель. Нормы табл. 1.5 не учитывают площадей для размещения транспортных развязок, снегозащитных устройств, а также других сооружений, для которых площадь отвода учитывают дополнительно. Показатели временного отвода учитывают только полосы для размещения отвалов растительного грунта и проездов для его вывозки.

Во избежание больших сносов зданий и сооружения при реконструкции дорог вдоль дорог с каждой стороны от границ полосы отвода установлены контроль-

Осредненные значения площадей отвода земель для автомобильных дорог, отнесенные на 1 км протяжения дороги

Категория дороги	Количество полос движения	Общая площадь полосы отвода, га, при поперечном уклоне местности			
		от 0 до 1:20		от 1:20 до 1:10	
		на землях сельскохозяйственного назначения		на землях, непригодных для сельскохозяйственного пользования	
I	8	6,3/1,8	6,4/1,8	7,4/2,3	7,5/2,3
	6	5,5/1,7	5,6/1,7	6,4/2,2	6,5/2,2
	4	4,7/1,6	4,8/1,6	5,5/2,1	5,6/2,1
II	2	3,1/1,4	3,2/1,4	3,9/2,0	4,0/2,0
III	2	2,6/1,3	2,8/1,3	3,6/2,0	3,8/2,0
IV	2	2,4/1,3	2,5/1,3	3,5/2,0	3,6/2,0
V	1	2,1/1,2	2,2/1,2	3,3/2,0	3,4/2,0

Примечание. В числителе — постоянный отвод земли, в знаменателе — временный.

Таблица 1.6

Контрольные полосы вдоль дорог РСФСР

Условия прохождения автомобильной дороги	Ширина контрольной полосы, м
По территории лесопаркового защитного пояса городов Москвы и Ленинграда	По согласованию с облисполкомами 150
На обходах городов с перспективной численностью населения свыше 250 тыс. чел. дорогами общегосударственного и республиканского значения	
На подъездах к столицам автономных республик, краевым, областным и крупным промышленным центрам; на обходах городов с перспективной численностью населения до 250 тыс. чел. дорогами общегосударственного и республиканского значения	100
На остальном протяжении дорог общегосударственного и республиканского значения	50

ные полосы (табл. 1.6), в пределах которых не разрешается возведение зданий и сооружений; на территории РСФСР контроль за этим возложен на Госстрой РСФСР и Минавтодор РСФСР.

§ 1.5. Элементы автомобильной дороги

Автомобильная дорога — комплекс инженерных сооружений, предназначенных для перевозки автомобилями пассажиров и грузов и обеспечивающих круглогодичное, круглогодичное, бесперебойное, безопасное и удобное движение легковых автомобилей с расчетными скоростями, грузовых автомобилей с расчетными нагрузками, транспортного потока со среднегодовой оптимальной скоростью.

Элементы автомобильной дороги (см. рис. 1.1):

проезжая часть — основной элемент автомобильной дороги, предназначенный для движения автомобилей;

дорожная одежда — конструкция проезжей части, рассчитываемая на нагрузку от движущихся автомобилей и передающая ее на земляное полотно; мо-

жет состоять из трех основных слоев — покрытия, основания и дополнительного слоя основания.

дорожное покрытие — верхняя часть дорожной одежды, обеспечивающая эксплуатационно-транспортные качества проезжей части и непосредственно воспринимающая воздействие колес автомобилей и природных факторов; состоит из слоя износа, периодически возобновляемого в процессе эксплуатации, и собственно покрытия, которое может быть из одного или двух (верхнего и нижнего связующего) слоев;

дорожное основание — несущий слой дорожной одежды, совместно с покрытием воспринимающий нагрузку от автомобилей и передающий ее на дополнительный слой основания или непосредственно (подстилающий слой) на земляное полотно;

дополнительный слой основания — нижний конструктивный слой дорожной одежды, выполняющий наряду с передачей нагрузок на земляное полотно также функции морозоустойчивого, дренажного, подстилающего, теплоизолирующего и др.;

дренирующий — дополнительный слой основания, устраиваемый из хорошо фильтрующих материалов, предназначенный для сбора и последующего отвода воды, поступающей в основание, для предохранения его и верхней части земляного полотна от переувлажнения;

краевые полосы — иногда устраиваемые на обочинах вдоль проезжей части узкие полосы из выделяющихся по цвету материалов для обозначения ее границы и предохранения кромок дорожной одежды от обламывания;

обочина — часть дорожного полотна от его бровки до края проезжей части, предназначенная для повышения безопасности движения, для временной остановки автомобилей и дорожных машин и временного хранения материалов для ремонта;

укрепленная часть (полоса) обочины — устраиваемая преимущественно на дорогах высших категорий для повышения безопасности при въезде на обочину и улучшения ее поверхности для движения и стоянки автомобилей;

бровка — линия пересечения поверхности обочины с поверхностью откоса земляного полотна;

кромка — край дорожной одежды, покрытия, проезжей части, примыкающий к грунтовой обочине;

трубчатый дренаж — служит для осушения верхней части земляного полотна и дорожной одежды и отвода воды трубчатыми воронками;

резервы — неглубокие (до 1 м) придорожные выработки вдоль дороги, из которых берут грунт для отсыпки насыпи земляного полотна с последующим приведением их (рекультивацией) к виду, удобному для землепользования;

дорожное полотно — комплекс сооружений, располагаемых на земляном полотне; ширину дорожного полотна измеряют между бровками;

земляное полотно — комплекс сооружений из грунта, входящих в состав дороги, включает дорожное полотно, насыпи, выемки, резервы, отвалы и т. п.

обустройство автомобильных дорог — включает разнообразные сооружения и устройства, размещаемые вдоль земляного полотна дороги и частично на нем и предназначенные для повышения безопасности движения и обслуживания транспортных средств, водителей и пассажиров.

§ 1.6. Состав дорожных работ. Понятие о надежности автомобильных дорог

Необходимость строительства автомобильной дороги возникает при потребности осуществления автомобильных перевозок пассажиров и грузов между отдельными населенными пунктами, промышленными или сельскохозяйственными предприятиями. Если дорога не удовлетворяет по своему состоянию фактическому движению, интенсивность которого находится в пределах норм СНиП II-Д.5-72 для той категории дорог, к которой отнесена данная дорога, производят капитальный ремонт этой дороги. Если расчетная интенсивность движения на перспективу (20 лет) превышает установленную СНиП II-Д.5-72 для категории, к которой отнесена данная дорога, производят реконструкцию (перестройку) дороги по нор-

Таблица 1.7

Работы, выполняемые при строительстве, реконструкции
и капитальном ремонте

Перечень работ	Работы, выполняемые при		
	строительстве	реконструкции	капитальном ремонте
Составление схемы развития сети автомобильных дорог	+	—	—
Проведение технико-экономического обоснования (ТЭО)	+	+	—
Составление графика состояния дороги и ее сооружений	—	—	+
Дорожно-экономические изыскания	+	+	—
Технические изыскания	+	+	—
Составление технического проекта и рабочих чертежей	+	+	—
Составление техно-рабочего проекта	или +	или +	+
Подготовительные организационные работы	+	+	+
Дорожно-строительные работы	+	+	+
Сдача дороги в эксплуатацию	+	+	+

Таблица 1.8

Работы, выполняемые при эксплуатации автомобильных дорог

Работы	Организации, выполняющие работы
Контроль за производством работ по строительству, реконструкции и ремонтам и приемка их	Дорожная служба
Надзор за дорожными сооружениями и их охрана	То же
Содержание дорожных сооружений в чистоте и порядке	»
Текущий ремонт	»
Средние и капитальные ремонты	Дорожная служба и подрядные строительные организации
Озеленение дорожной полосы	Дорожная служба
Организация и регулирование движения	То же
Контроль за безопасностью движения на дороге	ГАИ
Обслуживание автотранспорта	Главнефтеснаб РСФСР ¹ , Минавтопром СССР, республиканские министерства автомобильного транспорта
Обслуживание проезжающих	Министерство жилищно-коммунального хозяйства РСФСР, Роспотребсоюз, Министерство торговли РСФСР ¹ , Центральный совет по туризму и экскурсиям при ВЦСПС
Инвентаризация и паспортизация сооружений	Дорожная служба
Изучение работы дороги (учет движения, оценка прочности, износа и др.)	То же

¹ На территории РСФСР. На территории других республик — соответствующие республиканские организации.

мам более высокой категории. Для осуществления строительства, реконструкции или капитального ремонта автомобильной дороги необходимо проведение комплекса работ, указанных в табл. 1.7.

Эксплуатация дороги включает комплекс работ, выполняемых дорожной службой и привлекаемыми организациями (табл. 1.8).

Автомобильные дороги для обеспечения требуемых условий их эксплуатации должны быть запроектированы с учетом теории надежности. Применительно к автомобильным дорогам надежность — это способность дороги обеспечивать безопасное движение со средней скоростью, близкой к оптимальной, в течение срока службы дороги. Такие среднегодовые скорости по величине ниже расчетных скоростей, установленных СНиП II-Д.5-72, т. е. $v_{ср.g} \geq K v_{расч}$.

Необходимо, чтобы величина K была не менее следующих значений:

Категория дороги	I	II	III	IV	V
K	0,5	0,45	0,4	0,35	0,3

Для возможности широкого использования теории надежности в целях накопления необходимых расчетных данных в процессе эксплуатации дорог следует вести строгий учет происходивших отказов (случаев, вызвавших снижение скорости ниже оптимальной) и их параметров (место, время, скорость движения при отказе, продолжительность отказа).

С позиции теории надежности строительство дорог и их реконструкцию наиболее целесообразно осуществлять стадийно (постепенно). Дороги V—III категорий реконструируют с использованием существующего земельного полотна и дорожной одежды. Реконструкцию дорог II и развитие дорог I категорий по мере роста интенсивности движения осуществляют с сохранением существующей дороги путем постройки рядом со старой новой дороги и перераспределения между ними движения по направлениям и видам транспортных средств (рис. 1.2).

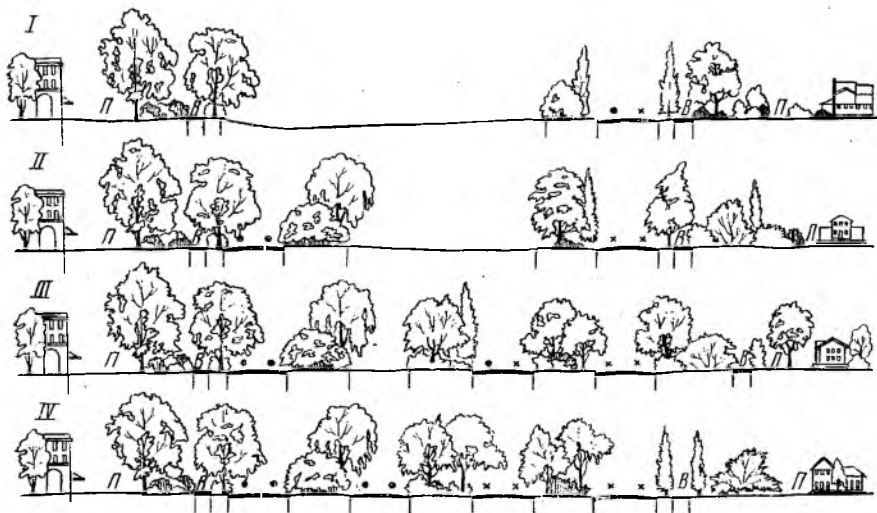


Рис. 1.2. Стадийное развитие автомобильной дороги с устройством дополнительных проезжих частей, отделенных друг от друга разделительными полосами:

I — первая стадия — дороги V—II категорий с резервной полосой; II — вторая стадия — дороги II—I категорий; строительство второй проезжей части, III — третья стадия — развитие дороги I категории — средняя проезжая часть для двустороннего легкового движения, крайние для грузового движения различного направления; IV — четвертая стадия — дальнейшее развитие дорог I категории — проезжие части, раздельные для легкового и грузового движения и различных направлений; X, ● — условные обозначения направлений движения; B — велосипедные дорожки; П — пешеходные дорожки

По теории надежности при нерезервированных системах, какой является автомобильная дорога с одной проезжей частью, надежность дороги в целом оценивается надежностью ее составных элементов. Автомобильная дорога с несколькими проезжими частями является резервируемой системой, исключающей полные отказы, так как позволяет переводить движение на действующую проезжую часть с вышедшей из-за полного отказа.

§ 1.7. Охрана окружающей среды при строительстве и эксплуатации автомобильных дорог

Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов включает систему организационных и технических мероприятий, направленных к обеспечению сохранения как органической природы — растительного и животного мира, так и неорганической — почвенного покрова Земли, атмосферы, гидросферы, литосферы.

Любые работы по изысканиям, проектированию, строительству и эксплуатации автомобильных дорог и их сооружений следует выполнять с обязательным учетом необходимости сохранения окружающей среды и рационального использования природных ресурсов.

При несоблюдении требований охраны природы при строительстве дороги может быть нарушено экологическое¹ равновесие, возникнет эрозия почв, нарушится ландшафт местности, что отрицательно скажется на урожайности сельскохозяйственных культур, может произойти заболачивание придорожной территории, что вызовет развитие малярийных заболеваний и т. п.

При трассировании автомобильных дорог рекомендуется детально проанализировать местные условия — рельеф, ландшафт, застройку, гидрогеологические условия и т. д. с выделением характерных зон, требующих особого подхода для учета требований охраны окружающей среды.

Чтобы сохранить окружающий ландшафт при проложении дороги, используют принципы ландшафтного проектирования. При этом размеры геометрических элементов трассы дороги увязывают с элементами рельефа местности. Для достижения наилучшего сочетания дороги с ландшафтом в процессе изысканий оценивают ориентировочное возможное положение трассы на местности с помощью специального прибора — перспектографа, а также по расположению трассы дороги на фотографии местности. Для предупреждения интенсивной эрозии грунтов, которую может активизировать строительство дороги, рекомендуется детально изучить участки местности, предрасположенные к эрозии, и разработать мероприятия по ее предупреждению, а также избежать нарушения растительного покрова на склонах. Наиболее целесообразно трассировать дорогу по опушке лесных массивов в обход заповедников и заказников. Этим самым не нарушается экологическое равновесие внутри лесного массива.

Трассу автомобильных дорог рекомендуется прокладывать в обход водоохраных зон, выявляя водоохранные зоны, расположенные в крупных зонах отдыха, а также водоохранные зоны, вода из которых используется для питья. В пределах этих зон на площадках отдыха не должны устраиваться эстакады для технического обслуживания автомобилей. При невозможности обхода рекомендуется устраивать изолированную систему водоотвода с бассейном, где отстаивается вода, поступающая с дороги.

Необходимо учитывать, что шум, создаваемый движением по дороге, отрицательно влияет не только на людей, но и на животных. Трассирование выполняется с учетом допустимого уровня шума (для нормальных условий допускается не более 50—55 дБА) в обход зон отдыха, больниц, школ и т. п. При невозможности устройства обхода для снижения уровня транспортного шума строят шумозащитные барьеры и грунтовые валы, прокладывают дорогу в выемке, используют зеленые насаждения.

Для снижения загазованности трассу дороги прокладывают с учетом розы ветров с тем, чтобы обеспечить лучшее проветривание придорожной зоны. При

¹ Экология — наука, изучающая взаимоотношения животных и растений с окружающей средой.

Стоимость сельскохозяйственных угодий

Республики, края и области СССР	Средняя цена 1 га сельскохозяйственных угодий, руб.	Республики, края и области СССР	Средняя цена 1 га сельскохозяйственных угодий, руб.
Украинская ССР	1024	Орловская обл.	320
Белорусская ССР	356	Рязанская обл.	270
Литовская ССР	320	Смоленская обл.	280
Латвийская ССР	490	Тульская обл.	270
Эстонская ССР	400	Ярославская обл.	360
Грузинская ССР	680	Горьковская обл.	300
Азербайджанская ССР	540	Кировская обл.	280
Армянская ССР	700	Марийская АССР	270
Молдавская ССР	1780	Мордовская АССР	290
Казахская ССР	112	Чувашская АССР	440
РСФСР	329	Белгородская обл.	610
Архангельская обл.	200	Воронежская обл.	620
Вологодская обл.	220	Курская обл.	500
Калининская обл.	360	Липецкая обл.	320
Ленинградская обл.	430	Тамбовская обл.	400
Новгородская обл.	320	Астраханская обл.	130
Псковская обл.	310	Волгоградская обл.	270
Карельская обл.	200	Куйбышевская обл.	300
Коми АССР	210	Пензенская обл.	300
Брянская обл.	310	Саратовская обл.	270
Владимирская обл.	260	Читинская обл.	120
Ивановская обл.	340	Бурятская АССР	150
Ульяновская обл.	340	Тувинская авт. обл.	60
Башкирская АССР	290	Приморский край	410
Калмыцкая АССР	190	Хабаровский край	120
Татарская АССР	290	Амурская обл.	140
Краснодарский край	1370	Сахалинская обл.	370
Ставропольский край	500	Якутская АССР	110
Ростовская обл.	530	Пермская обл.	200
Дагестанская АССР	160	Свердловская обл.	300
Кабардино-Балкарская АССР	730	Тюменская обл.	260
Северо-Осетинская АССР	440	Челябинская обл.	320
Чечено-Ингушская АССР	330	Удмуртская АССР	280
Курганская обл.	370	Алтайский край	400
Оренбургская обл.	280	Кемеровская обл.	270
Калужская обл.	280	Новосибирская обл.	240
Костромская обл.	300	Омская обл.	320
Московская обл.	570	Томская обл.	140
		Красноярский край	230
		Иркутская обл.	340

необходимости посадки плотных снегозащитных насаждений рекомендуется устраивать разрывы в этих насаждениях для проветривания дороги.

Асфальтобетонные и цементобетонные заводы, битумные базы, транспортные предприятия, парки дорожных машин, склады топливных и других материалов располагают вдали от населенных пунктов так, чтобы они не оказывали вредного воздействия на окружающую среду.

Придорожные резервы должны быть после возведения земляного полотна приведены в состояние, пригодное для сельскохозяйственного использования с учетом установленных норм полосы отвода (см. § 1.4). При разработке месторождений строительных материалов выполняют рекультивацию выработанного

пространства. Материалы из карьеров рекомендуется доставлять не автомобилями-самосвалами, а ленточными транспортерами, позволяющими уменьшить образование пыли (а отсюда порчи растительности), шума и эрозии грунта в период строительства.

При наличии ценных сельскохозяйственных культур для предупреждения пылеобразования подъездные и строительные пути располагают на достаточно большом расстоянии от полей, занятых такими культурами, или принимают меры на дорогах всех категорий к предупреждению образования пыли (устройство беспыльных покрытий, укрепление обочин и др.). Это вызвано тем, что урожайность многих сельскохозяйственных культур (например, хлопчатника) резко падает при большом содержании пыли в воздухе.

При проектировании автомобильной дороги следует учитывать ценность принимаемых земель. В «Основах земельного законодательства Союза ССР и союзных республик», принятых 13 декабря 1968 г. пятой сессией Верховного Совета СССР седьмого созыва, указано, что для всех видов строительства, в том числе и дорожного, предоставляются земли несельскохозяйственного назначения или не пригодные для сельского хозяйства, либо сельскохозяйственные угодья худшего качества, преимущественно за счет непокрытых лесом площадей или площадей, занятых кустарником или малоценными насаждениями. При экономических изысканиях обязательно учитывают стоимость сельскохозяйственных угодий (табл. I.9).

При эксплуатации автомобильных дорог в целях сохранения окружающей природы не следует допускать съезда автомобилей с дороги, помимо примыкающих дорог, во избежание нарушения растительного покрова.

Недопустимо применение при борьбе с вредной растительностью и для борьбы с гололедом химических веществ, отравляющих растительность на прилегающих к дороге территориях (обочинах, разделительных полосах и т. п.); в настоящее время возможно использование для этих целей безвредных веществ (НКМ и др.).

В развитие постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 29 декабря 1972 г. «Об усилении охраны природы и улучшения использования природных ресурсов» созданы органы государственного контроля. Эти органы (инспекции) ведут систематический контроль за проведением работ по борьбе с эрозией почв, за правильным использованием колхозами, предприятиями и организациями земель, вод, лесов, недр и других природных богатств, за соблюдением ими действующих правил и норм по рекультивации земель, по предотвращению загрязнения и засоления почв, поверхностных и подземных вод, по сохранению водоохраных и защитных функций лесов, водорегулирующей роли торфяных массивов, по сохранению и воспроизводству животного и растительного мира, по предотвращению загрязнения атмосферного воздуха, по усилению борьбы с производственным и бытовым шумом.

Государственный комитет стандартов Совета Министров СССР осуществляет разработку и издание комплекса государственных стандартов по охране природы и рациональному использованию природных ресурсов.

Глава II ИЗЫСКАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

§ II.1. Виды изысканий автомобильных дорог

Разработке проекта автомобильной дороги предшествуют детальные и всесторонние изыскательские работы, состоящие из ряда последовательных этапов. От качества проведения изыскательских работ зависит качество и стоимость проекта автомобильной дороги.

Изыскания состоят из комплекса работ, включающих в себя экономические и технические изыскания. Экономические изыскания предшествуют техническим изысканиям.

Экономические изыскания выполняют как для разработки генеральной схемы дорог, так и для отдельных (титульных) объектов. При экономических изысканиях для разработки генеральной схемы сети дорог устанавливают общие тенденции развития народного хозяйства в рассматриваемой зоне, определяют перспективу роста перевозок и необходимые размеры развития сети дорог.

На основе экономических изысканий подготавливают технико-экономическое обоснование (ТЭО). ТЭО является предпроектным документом, уточняющим и дополняющим схему развития и размещения сети автомобильных дорог. Цель его — обоснование технических параметров, важнейших технико-экономических показателей строительства или реконструкции дороги или отдельных крупных объектов.

ТЭО разрабатывают для всех автомобильных дорог общегосударственного, республиканского и областного значения; автомобильных дорог в труднодоступных районах Сибири, Дальнего Востока, Крайнего Севера и высокогорных районах; обходных и кольцевых дорог около городов; крупных узлов автомобильных дорог; крупных путепроводов и титульных мостовых переходов.

По составу и содержанию работы, проводимые на всех стадиях экономических изысканий, подразделяют на две группы: экономические обследования (сбор необходимой исходной экономической и технической информации), экономическое проектирование (обработка и анализ собранных материалов).

§ II.2. Состав и организация дорожных экономических изысканий

Технико-экономическое обоснование (ТЭО) состоит из следующих разделов: I. Исходные положения. II. Обоснование мощности объекта дорожного строительства. III. Обоснование и выбор направления автомобильной дороги (или места размещения проектируемого объекта). IV. Основные технические решения. V. Экономика и организация строительства. VI. Выводы и предложения.

Экономические изыскания проводят в сроки, установленные заказчиком: для изысканий и разработки ТЭО — 12—24 месяца в зависимости от сложности объекта и для изыскания и разработки проекта — 6 месяцев. Разработка ТЭО должна быть завершена не менее чем за год до начала разработки технического проекта.

Организационно при экономических изысканиях выделяют три периода: подготовительный, полевой, камеральный. В подготовительный период в основном собирают всю исходную информацию о районе проложения дороги, транспортных связях, составляют смету на проведение изысканий, формируют группу. В полевой период производят сбор данных о грузо- и пассажиропотоках, движении, выполняя согласования. В камеральный период обрабатывают и анализируют материал, собранный в период полевых работ.

Дорожно-экономические изыскания и необходимые расчеты выполняют в соответствии с утвержденными нормативными документами. Основным государственным документом, на основе которого оценивают эффективность капиталовложений в строительство, является «Типовая методика определения экономической эффективности капитальных вложений и новой техники в народном хозяйстве СССР» (М., Госполитиздат, 1960 г.), разработанная Академией наук СССР. На основе этой методики разработаны документы, применяемые при обосновании дорожного строительства.

ТЭО строительства и реконструкции дорог общегосударственного значения утверждают Минтрансстрой СССР или советы министров союзных республик по согласованию с Госпланом СССР и Госстроем СССР. ТЭО строительства и реконструкции дорог республиканского и областного значения со сметной стоимостью строительства, равной или более 25 млн. руб., утверждают советы министров союзных республик по согласованию с Госпланом СССР и Госстроем СССР. ТЭО строительства и реконструкции дорог республиканского и областного значения со сметной стоимостью от 3 до 25 млн. руб. утверждают советы министров союзных республик или по их поручению соответствующие республиканские министерства и ведомства по согласованию с Госпланом и Госстроем союзной республики. ТЭО дорог со сметной стоимостью менее 3 млн. руб. утверждают главные управления республиканских министерств и ведомств или облисполкомы народных депутатов.

§ II.3. Сбор данных по интенсивности и составу движения

Одним из важнейших этапов экономических изысканий является сбор данных по интенсивности и составу движения.

Интенсивность движения является основным показателем. По этому показателю регламентируют техническую категорию, определяют величину капиталовложений в строительство и необходимость капиталовложений для ремонта и реконструкции дороги, определяют методы и средства организации движения. Основной задачей сбора данных по интенсивности является разработка надежного прогноза перспективной интенсивности движения в расчетном году.

При экономических изысканиях величину интенсивности движения определяют: расчетом на основе данных о размещении промышленных объектов, об объемах и направлениях грузо- и пассажироперевозок; по данным интенсивности на постоянных учетных пунктах — непосредственным учетом интенсивности движения.

При определении интенсивности движения расчетным методом изучают: транспортную сеть, отдельные виды транспорта и их взаимодействие, перспективы их развития; плотность населения и перспективы роста населения; размещение производственных предприятий и перспективы развития народного хозяйства на 10 и 15 лет; размещение и перспективы освоения природных ресурсов. Вся эта информация необходима для определения грузо- и пассажиропотоков. Для этого устанавливают грузо- и пассажирообразующие точки, куда рассылают специальные анкеты, карточки и запросы от проектной организации, занимающейся дорожно-экономическими изысканиями. При изучении пассажиропотоков особое внимание уделяют автобусным перевозкам. По каждому автобусному парку собирают информацию: маршруты, количество пассажиров, перевезенное за месяц (год), пассажирооборот (в тыс. пассажира-километров), среднее расстояние перегона, протяженные маршруты и др. Объем перевозок пассажиров такси устанавливают по данным таксомоторных парков. По данным этих изысканий рассчитывают среднегодовую суточную интенсивность движения [1].

Интенсивность грузовых автомобилей

$$N_{\Gamma} = \frac{Q_{\Gamma}}{q\beta\gamma D} K_{\gamma}, \quad (\text{II.1})$$

где Q_{Γ} — грузонапряженность перегона, нетто т в год; q — средняя грузоподъемность автомобиля, движущегося по данной дороге; β — коэффициент использования пробега ($\beta \approx 0,5-0,9$); γ — коэффициент использования грузоподъемности ($\gamma \approx 0,4-0,9$); D — количество дней работы автомобиля в году ($D=307$ дней); K_{γ} — коэффициент, учитывающий необъемные перевозки и поездки ($K_{\gamma}=1,1-1,2$).

Интенсивность пассажирского транспорта определяют по формуле

$$N_{\Pi} = \frac{Q_{\Pi}}{q_{\Pi}\gamma_{\Pi}\beta_{\Pi}D_{\Pi}}, \quad (\text{II.2})$$

где Q_{Π} — годовой объем перевозок пассажиров (принимают по результатам изысканий); q_{Π} — средняя вместимость пассажирских автомобилей; γ_{Π} — коэффициент использования пассажироместности; β_{Π} — средний коэффициент использования пробега пассажирских автомобилей; D_{Π} — количество дней работы пассажирских автомобилей в году.

Общую среднегодовую суточную интенсивность движения на рассматриваемом маршруте определяют

$$N = N_{\Gamma} + N_{\Pi}. \quad (\text{II.3})$$

При изысканиях, связанных с реконструкцией существующей дороги, для получения данных об интенсивности и составе движения собирают данные учетных пунктов за период не менее 15 лет. Регулярный учет движения ведут на всех дорогах общесоюзного, республиканского и на незначительной части дорог областного значения. Материалы, предоставляемые учетным пунктом, содержат следующие сведения: среднемесячная и среднегодовая суточная интенсивность движения, наибольшая часовая интенсивность за каждый месяц, год, максимум и минимум суточной интенсивности за год.

Если необходимо получить при изысканиях данные по интенсивности, проводят непосредственный учет движения в период изысканий. Такой учет ведут в течение 8 ч от 3 до 6 раз в месяц. За три дня должны быть охвачены учетом все 24 ч суток. Кроме суточной, определяют часовую интенсивность.

Связь суточной N_c с часовой $N_ч$ интенсивностью следующая:

$$N_ч = 0,075N_c. \quad (II.4)$$

Неравномерность колебания интенсивности в течение года учитывают коэффициентом неравномерности ($K_p = 0,61—1,57$). Для получения коэффициентов использования пробега и грузоподъемности [см. формулы (II.1) и (II.2)] организуют учет с остановкой транспортных средств и опросом водителей. Такой учет проводят: в сельскохозяйственных районах — не менее 3 раз (весной, летом и осенью); в промышленных районах — один раз. Учет следует выполнять во второй-третьей недели месяца, в середине недели, непрерывно в течение 16—20 ч. Учетные пункты располагают в непосредственной близости от крупных населенных пунктов или городов.

На основе такого учета определяют протяжение маршрута, среднюю дальность возки, коэффициенты использования пробега и грузоподъемности автомобиля. Состав движения устанавливают путем непосредственного учета.

§ II.4. Прогнозирование интенсивности движения

При прогнозировании интенсивности движения учитывают следующие факторы, влияющие на темпы роста интенсивности движения: характер перераспределения интенсивности движения по сети дорог; перспективы промышленного и сельскохозяйственного развития района проложения дороги; плотность населения и тенденции миграции населения; рост благосостояния населения.

Методы прогнозирования можно разделить на следующие группы: методы, основанные на использовании данных измерения интенсивности движения в прошлые годы (методы экстраполяции); методы, основанные на анализе транспортных связей в рассматриваемом районе; метод, основанный на многофакторном анализе хозяйственной деятельности; метод экспертных оценок.

Выбор метода прогнозирования зависит от района проложения дороги, народнохозяйственного значения дороги и срока прогнозирования.

Сроки прогнозирования, согласно СНиП П-Д.5-72, принимают следующие: при назначении категории, проектировании элементов плана продольного и поперечного профиля — 20 лет; при проектировании усовершенствованных капитальных покрытий — 15—20 лет; при проектировании усовершенствованных облегченных покрытий — 10 лет; при проектировании переходных покрытий — 6—8 лет; для выбора средств организации движения — 2—5 лет. С учетом указанных сроков выделяют следующие периоды прогнозирования: краткосрочное (5—7 лет); среднесрочное (10—15 лет); долгосрочное (20 и более лет).

При прогнозировании интенсивности движения на вновь строящихся дорогах в период прогнозирования необходимо добавлять 5—7 лет — период организации строительства с тем, чтобы получаемая интенсивность относилась к году окончания строительства. При краткосрочном прогнозировании могут быть использованы следующие зависимости:

$$\text{линейная модель} \quad N_T = N_0(1 + pT); \quad (II.5)$$

$$\text{уравнение сложных процентов} \quad N_T = N_0 \left(1 + \frac{p}{100}\right)^{n-1}; \quad (II.6)$$

$$\text{экспоненциальные и степенные уравнения} \quad N_T = N_0 e^{pT}; \quad (II.7)$$

$$N_T = N_0 q^T; \quad (II.8)$$

$$N_T = N_0 T^p. \quad (II.9)$$

В уравнениях (II.5)—(II.9) приняты следующие обозначения:
 N_0 — интенсивность движения в начальный год; p — средние темпы роста интенсивности за прошедшие 10—15 лет (см. табл. II.1); T — расчетный год; n — число лет, на которое прогнозируют интенсивность; e — основание натуральных логарифмов.

Т а б л и ц а II.1

Средние темпы роста интенсивности движения

Характеристика дорог	Коэффициент ежегодного прироста интенсивности движения μ
Дороги с интенсивностью движения, достигающей 50—70% от пропускной способности дороги	1,03—1,04
Дороги в районах с хорошо развитой сетью, сложившейся промышленностью и сельским хозяйством	1,05—1,06
Дороги в малоосвоенных перспективных районах	1,07—1,10

Наиболее широко используют уравнение сложных процентов (II.6).

При среднесрочном прогнозировании можно использовать следующую зависимость:

$$N_T = \frac{at^2}{b + t^2}, \quad (II.10)$$

где a , b — коэффициенты, определяемые на основе анализа интенсивности за последние 15 лет; t — срок прогнозирования.

Кроме уравнения (II.10) при среднесрочном прогнозировании может быть использовано также уравнение сложных процентов (II.6).

При долгосрочном прогнозировании используют модели, основанные на многофакторной корреляции, и метод экспертных оценок, а также уравнение (II.10). Модели, основанные на многофакторной корреляции, учитывают все многообразие факторов, влияющих на изменение интенсивности движения: экономическое развитие района проложения дороги, численность населения, социальный состав населения, размер района, плотность сети дороги и т. п. При этом основой прогнозирования должны являться пятилетние и многолетние планы развития народного хозяйства в рассматриваемом районе. При долгосрочном прогнозировании целесообразно применять несколько способов прогнозирования. Окончательные результаты оценивают методом экспертных оценок, т. е. опросом мнений высококвалифицированных специалистов.

Практически прогнозирование осуществляют в следующей последовательности: устанавливают цель прогнозирования; определяют срок прогнозирования; детально и всесторонне изучают экономическое развитие района проложения дороги; собирают данные по интенсивности движения за период не менее 10—15 лет; изучают маршруты поездки по пунктам отправления и назначения; выбирают модели для прогнозирования; оценивают прогнозируемую интенсивность.

§ II.5. Потери народного хозяйства от дорожно-транспортных происшествий

Потери народного хозяйства от дорожно-транспортных происшествий, достигающие до 10% величины капиталовложений в строительство дороги, учитывают при технико-экономических расчетах. Методика подсчета потерь изложена во «Временных указаниях по учету потерь народного хозяйства от дорожно-транспортных происшествий при проектировании и реконструкции автомобильных дорог» ВСН 3-69 (Минавтодор РСФСР).

Различают два вида потерь от дорожных происшествий: прямые и косвенные. Прямые потери представляют собой потери автотранспортных предприятий, службы эксплуатации дорог, грузоотправителей, потерявших груз или часть его; органов Госавтоинспекции и юридических органов, медицинских учреждений и государственных предприятий (пенсии, пособия), сотрудники которых стали жертвами происшествий, компенсации по страхованию.

Косвенные потери от дорожно-транспортных происшествий включают в себя потери народного хозяйства вследствие временного или полного исключения какого-либо члена общества из сферы материального производства, нарушение производственных связей и моральные потери.

Суммарные потери от одного происшествия включают в себя:

затраты на восстановление поврежденных транспортных средств;

потери, связанные с простоем транспортных средств в момент происшествия до их восстановления;

затраты на ремонт поврежденных дорожных сооружений (направляющих ограждений, технических средств регулирования движения, перил мостов, опор путепроводов и т. д.); потери от порчи грузов в результате происшествий;

затраты, связанные с нарушением нормальных условий движения в зоне дорожного происшествия (задержки, перепробеги транспортных средств) и с уборкой проезжей части дороги после происшествия;

потери народного хозяйства от вовлечения людей в дорожно-транспортное происшествие;

затраты органов ГАИ, судов и прокуратуры на обследование, оформление материала по дорожному происшествию, ведение дознания, вызов свидетелей по происшествию, рассмотрение дела в суде и т. п.

Таблица II.2

Средние потери народного хозяйства от вовлечения одного человека в дорожно-транспортное происшествие

Годы	Ущерб народному хозяйству, руб.					
	Легкие ранения	Тяжелые ранения без инвалидности	Тяжелые ранения с инвалидностью	Тяжелые ранения в среднем	Ранения в среднем	Смертельный исход
1975	41	497	7 820	1 300	1 175	11 580
1980	45	545	8 560	1 430	1 290	12 970
и т. д.						

Таблица II.3

Средние потери от одного дорожно-транспортного происшествия

Годы	Ущерб народному хозяйству, руб.		
	от неучтенного ДТП	от учтенного ДТП	в среднем
1975	187	5870	3755
1980	189	6450	4115
и т. д.			

Потери от вовлечения людей в дорожное происшествие определяют с учетом величины прироста национального дохода и заработной платы на одного человека. В технико-экономических расчетах применяют величины средних потерь народного хозяйства от вовлечения одного человека в дорожное происшествие (табл. П.2) и от одного происшествия (табл. П.3). Величину потерь по средним данным рассчитывают в том случае, если имеются данные только о количестве происшествий и нет данных о количестве пострадавших.

§ П.6. Оценка экономической эффективности вариантов проектных решений

При проведении технико-экономических изысканий сравнивают варианты автомобильных дорог на всем протяжении маршрутов и варианты дорожной одежды. Рассмотрение подвариантов и детальный анализ осуществляют на стадии проектирования.

При разработке ТЭО сравнение вариантов производят на основе оценки экономической эффективности капиталовложений.

В соответствии с рекомендациями «Типовой методики» и ВСН 21-75 более эффективное решение определяют путем сопоставления суммарных приведенных затрат $C_{пр}$ по вариантам и выбора того из них, который характеризуется наименьшей их суммой, т. е.

$$C_{пр} = K_i + \sum_{T_{сл}} \frac{\Delta t_i}{(1 + E_{пп})^t} = \min, \quad (\text{П.11})$$

где K_i — капитальные затраты на осуществление каких-либо мероприятий по строительству для различных вариантов проектных решений, включающие стоимость строительства сооружений (например, дороги) и капиталовложения в автомобильный транспорт; Δt_i — ежегодные дорожно-транспортные расходы по вариантам, включающие в себя автотранспортные расходы, потери от дорожных происшествий, дорожно-эксплуатационные расходы; $T_{сл}$ — период суммирования затрат (срок службы дороги, элемента дороги и т. п.); $E_{пп}$ — отраслевой нормативный коэффициент эффективности капиталовложений в дорожное строительство для приведения затрат более поздних лет к исходному периоду (на данном этапе рекомендуется принимать $E_{пп} = 0,08$).

При сравнении вариантов проектных решений или обосновании различного рода инженерных мероприятий на автомобильных дорогах принято учитывать следующие затраты народного хозяйства, связанные с осуществлением перевозок грузов и пассажиров автомобильным транспортом по дорогам: затраты на строительство и реконструкцию дорог и дорожных обустройств с распределением по годам строительства; затраты на ремонт и содержание дороги; затраты, связанные с перевозкой грузов и пассажиров по дороге (транспортные затраты); потери народного хозяйства, связанные с дорожно-транспортными происшествиями на дорогах.

Перечисленные виды затрат составляют основную систему исходных показателей, используемых для оценки эффективности капиталовложений. Наиболее удобной формой учета всех статей расходов является их выражение через себестоимость перевозок. В этом случае при выполнении технико-экономических расчетов можно использовать отчетные данные автотранспортных предприятий. Приняты при этом показатели могут быть исчислены как на 1 ткм, так и на 1 маш-ч работы автомобиля.

При рассмотрении более двух вариантов решают вопрос о целесообразности предлагаемого проектного решения с помощью двух критериев: по показателю общей экономической эффективности

$$C_{ср} = \frac{C_1 - C_2}{K_2 - K_1} > 0, 12; \quad (\text{П.12})$$

по сроку окупаемости.

$$T = \frac{K_2 - K_1}{C_1 - C_2} < 10 \text{ лет.} \quad (\text{II. 13})$$

где K_1, K_2 — капитальные затраты строительства или реконструкции дороги по вариантам; C_1 и C_2 — себестоимость перевозок до и после капитальных вложений.

Для расчета величины эффекта от снижения аварийности на участке дороги за период T лет пользуются следующей формулой:

$$E = \frac{I}{K_6} \sum_1^{t=T} \frac{\Pi_t - \Pi'_t}{(1 + E_{\text{нп}})^t} \geq E_{\text{н}} = 0,08,$$

где K_6 — капиталовложения на мероприятия по обеспечению безопасности движения; Π_t — прогнозируемые потери от дорожно-транспортных происшествий в t -м году на рассматриваемом участке дороги при сохранении неизменными дорожных условий; Π'_t — то же, после проведения работ; T — продолжительность рассматриваемого периода, лет.

§ II.7. Детальные технические изыскания

После утверждения ТЭО рассматриваемой дороги проводят детальные технические изыскания, при которых собирают все сведения, необходимые для оформления проекта дороги. Для продолжения вариантов дороги широко используют топографические карты, аэрофотоснимки местности.

Подробные технические изыскания также состоят из трех этапов: подготовительного, полевого, камерального. При этом последовательно выполняют следующие работы:

на подготовительном этапе производят камеральное трассирование вариантов по принятому в ТЭО направлению дороги; выбирают вариант для полевых исследований; проводят предварительные согласования;

при полевых работах выполняют детальное обследование наиболее сложных участков трассы и вариантов; выбирают основное направление, производят трассирование по выбранному направлению;

при камеральных работах обрабатывают материалы полевых работ.

Для проведения полевых работ изыскательскую партию разбивают на специализированные бригады: группа начальника партии (выбор направления трассы, рубка просек в лесу, вешение линий, назначение углов поворота); группа помощника начальника партии (измерение углов поворота, назначение элементов закруглений, привязка трассы к тригонометрическим пунктам); группа пикетажиста (измерение трассы, съемка ситуации, разбивка поперечников, составление схем и эскизов существующих сооружений и ведение пикетажного журнала); группа I нивелира (нивелирование всех основных точек по основному ходу и вариантам, установка реперов); группа II нивелира (контрольное нивелирование по связующим точкам, съемка поперечников и уклонов бассейнов); группа по малым искусственным сооружениям (съемка бассейнов и сбор данных для гидравлических расчетов, составление схем существующих искусственных сооружений и оценка возможности их использования); группа закрепления трассы (закрепление начальной, конечной и промежуточной точек трассы и углов поворота); группа, в которую входят инженер-геолог, грунтовед и буровой мастер (эта группа находится в распоряжении начальника партии).

Ежедневная производительность изыскательской партии 5—5,5 км, на горных дорогах — 0,5—1,5 км. Численный состав партии: при рекогносцировочных изысканиях — около 25 чел.; при подробных изысканиях — около 50 чел.

Большое значение при выполнении подробных технических изысканий на местности имеют различные согласования: направления трассы, ширины полосы отвода, отвода земель под закладку карьеров — с районными и областными Советами

народных депутатов, колхозами и совхозами; пересечения железных дорог — с управлениями железных дорог; мостовых переходов — с органами Министерства речного флота. Согласуют также снос строений, переустройство линий связи, высоковольтных кабелей и др.

§ II.8. Трассирование и проложение трассы на местности

Дорогу трассируют с учетом: начала и конца трассы, заданных промежуточных точек, рельефа местности и погодно-климатических условий.

Трасса по возможности должна располагаться ближе к воздушной линии, обходить крупные формы рельефа и пересекать мелкие, обходить населенные пункты. Геометрические элементы трассы должны соответствовать требованиям безопасности и удобства движения, большие водотоки должны пересекаться под углом, близким к прямому, малые водотоки могут пересекаться под углом, который соответствует общему направлению трассы. Должны учитываться направления господствующих ветров (в первую очередь в районах с большими снежными заносами и в песчаных пустынях) и расположение дороги по отношению к странам света.

Характерными, с точки зрения трассирования, являются следующие районы: равнинная местность, пересеченная местность, оползневые районы, заболоченные районы, районы карстовых образований, горные районы, участки селевых потоков, снежных лавин и обвалов, районы искусственного орошения засушливой зоны, районы подвижных песков, районы вечной мерзлоты, сейсмические районы, районы блуждающих рек и устья больших рек. В каждом из перечисленных районов трассирование осуществляют с учетом специфики района (его рельефа, грунтовых и геологических условий, гидрогеологии и др.).

Работы выполняют в следующей последовательности: рекогносцировка по направлению трассы; провешивание линии по выбранному направлению; выбор местоположения углов поворота и их измерение; назначение радиусов кривых в плане возможно больших размеров; привязка трассы; промер трассы и установка пикетажных знаков, зарисовка ситуации; разбивка поперечников и съёмка пересечений; промер живых сечений пересекаемых водотоков; нивелирование трассы

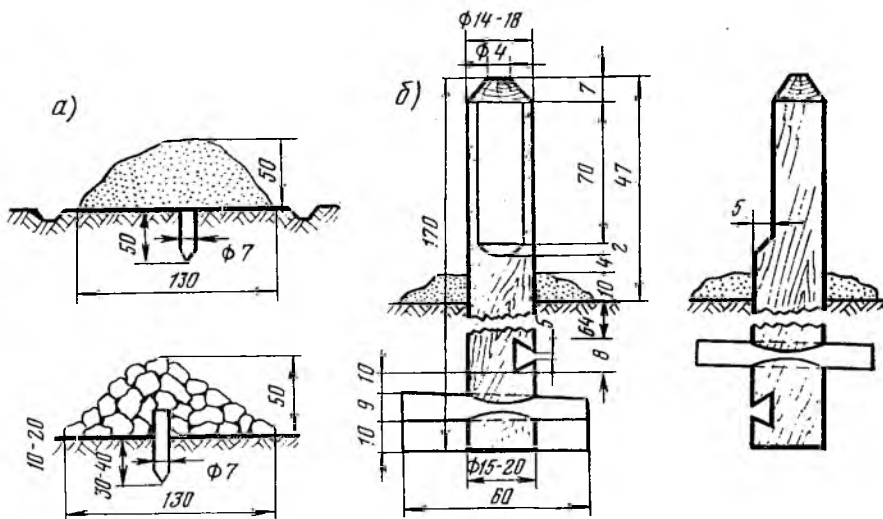


Рис. II.1. Схема закрепления трассы:
а — потайными точками; б — столбами

(1-й нивелир); второе (контрольное) нивелирование трассы; высотное закрепление трассы.

Для проложения трассы на местности используют современные геодезические инструменты: теодолиты ТТ-2, ТТ-5, Дальта, ТОМ и нивелиры НГ, НВ-1 и НСМ-2А.

В случаях, когда это необходимо для проектирования, трассу (теодолитный ход) привязывают к пунктам государственной геодезической опорной сети. Вершины углов поворота закрепляют привязкой не менее чем к двум точкам (постоянным сооружениям или специально устанавливаемым столбам). Трассу измеряют стальной лентой по горизонтали. Нивелируют трассу двумя нивелирами методом из середины.

Особое внимание при проложении трассы на местности уделяют ее высотному закреплению. Для того чтобы угловые и пикетажные знаки не были потеряны и для облегчения их восстановления, применяют специальные конструкции (рис. II.1).

§ II.9. Аэроизыскания автомобильных дорог

Аэрофотосъемка позволяет значительно сократить сроки, уменьшить объемы и стоимость полевых работ, а также повысить качество работ. В труднодоступных районах — это единственный, наиболее эффективный метод изысканий. Стоимость аэрофотосъемочных работ составляет около 4,5—5% от стоимости подробных технических изысканий автомобильных дорог.

Аэрофотосъемки зоны трассирования дорог выполняют прямолинейными маршрутами. Маршруты залетов выбирают на основе предварительных воздушных обследований, выполняемых с вертолетов или самолетов, имеющих небольшие скорости движения. Высоту полета при этих обследованиях принимают из условий хорошей видимости ориентиров полета.

Аэрофотосъемку местности осуществляют с самолета, оборудованного специальными аэрофотокамерами. При этом на фотографии местности фиксируются показания радиовысотомера и статоскопа (приборов, показывающих высоту полета над местностью). Фотографирование выполняют через 4—5 с с перекрытием изображения смежных снимков 60% в продольном направлении, в поперечном направлении — 20%. Масштабы аэрофотосъемки выбирают в зависимости от целей проектирования и необходимой точности (табл. II.4).

Таблица II.4

Масштабы аэрофотосъемки

Назначение съемки	Масштабы съемки	Высота фотографирования, м
Трассирование:		
	средние условия	1:10000
сложные условия	1:15000	700—1500
Нивелирование:		
	средние условия	1:5000
сложные условия	1:10000	700—1000
Топографическая съемка:		
	средние условия	1:3000
сложные условия	1:5000	500—1000

Работы по аэроизысканию автомобильных дорог выполняют в следующей последовательности: воздушные обследования, аэрофотосъемка; дешифрирование фотоснимков; определение элементов ориентирования аэрофотоснимков; планово-высотное обоснование аэрофотосъемки; трассирование по стереомодели и фото-схемам; фотограмметрическое нивелирование трассы с измерением линий, углов

и разбивкой пикетажа, топографическая съемка сложных мест, инженерные работы на аэрофотоснимках и стереомодели местности.

Плано-высотное обоснование (привязка) состоит в привязке аэрофотоснимков по хорошо опознаваемым на аэрофотосъемках точкам местности с известными координатами. Для высотной привязки используют изображение урезов водных бассейнов.

При дешифрировании аэрофотоснимков устанавливают топографические, почвенно-грунтовые, геологические, гидрогеологические и гидрологические характеристики местности.

При изысканиях дорог для составления ТЭО используют камеральные методы дешифрирования аэрофотоснимков, для составления проектных заданий — камерально-полевые или камерально-воздушные методы, при рабочем проектировании — полевые методы дешифрирования.

Для трассирования дорог по материалам аэрофотосъемки изготавливают фотосхему (накидной монтаж), т. е. последовательно соединяют снимки по направлению полета для получения непрерывного изображения местности. Различают несколько способов трассирования с использованием результатов аэрофотосъемки: комбинированное трассирование (сначала по фотосхемам, а затем в натуре); трассирование по аэрофототопографическим материалам (по картам, полученным в результате аэрофотосъемки); стереофотограмметрическое трассирование (по фотосхемам или по стереомодели местности).

Фотограмметрическое нивелирование выполняют вдоль уложенной трассы на специальных приборах. Одновременно с нивелированием осуществляют разбивку пикетажа.

Перенесение трассы с аэрофотоснимков в натуру выполняют на основе хорошо опознаваемых на местности точек. Трассу дороги привязывают к этим точкам.

Применение электронно-вычислительных машин совместно с аэрофотосъемкой позволяет практически исключить или довести до минимума полевые работы и автоматизировать процесс проектирования дороги. При этом по аэрофотоснимкам готовят цифровую модель местности (местность представляется в виде отметок отдельных точек по квадратам или по треугольникам), затем электронно-вычислительная машина по специальной программе осуществляет автоматическое проектирование трассы. С помощью автоматического вычерчивающего устройства, связанного с ЭЦВМ, вычерчивается план трассы дороги.

§ II.10. Инженерно-геологические, почвенно-грунтовые гидрологические и гидрогеологические обследования

При этих обследованиях выполняют следующие работы: изучают общие грунтовые и гидрогеологические условия по направлению трассы; производят инженерно-геологическую съемку, геодезические и буровые работы; выполняют поиск и разведку карьеров местных дорожно-строительных материалов и карьеров грунтов. Большой эффект при этих работах дает применение результатов аэрофотосъемки. По аэрофотосъемкам на цветную пленку можно получить следующие сведения: тип растительности (по ней определяют вид грунта), состояние склонов, наличие карстовых образований и т. п.

По сложности проведения инженерно-геологических обследований выделяют следующие типы местности: I категория — простое геологическое строение, пласты грунта залегают горизонтально или полого; II категория — геологическое строение средней сложности; имеются резкие смены напластований, разнообразный состав грунтов; III категория — участки очень сложного строения с резко меняющейся толщиной разнородных грунтов.

Грунтовые условия и состояние грунтов оценивают не только по трассе, но и в сторону от дороги на сложных участках до 50 м. Грунты исследуют на глубину не менее 2 м, а на участках выемок на глубину 1,5—2 м под низом дорожной одежды будущей выемки.

Основным методом изучения грунтов является закладка шурфов, скважин и прикопок. Количество шурфов зависит от типа местности: при I и II категории — не менее двух шурфов на 1 км, при III категории — не менее пяти. Прикопки за-

кладывают между шурфами для уточнения мест изменения почвенно-грунтовых условий в среднем через 200—300 м. Скважины устраивают обычно под выемками, будущими искусственными сооружениями и в местах, где при копании шурфа достигли уровня грунтовой воды. Глубина скважины — до 4 м, шурфа — до 2,5 м, прикопки — до 1 м.

При инженерно-геологических обследованиях собирают следующие данные о грунтах: петрографический и гранулометрический составы, плотность и объемная масса, коэффициент фильтрации и модуль упругости, угол естественного откоса, стандартное уплотнение, угол внутреннего трения и сцепления и др.

В зависимости от типа грунта проводят дополнительные испытания. Так, например, для связных грунтов выполняют компрессионные испытания, для скальных определяют предел прочности при сжатии. Особенно детально исследуют грунты на участках, где будут высокие насыпи, глубокие выемки, а также на оползневых участках, в карстовых зонах.

В сложных условиях (III категория местности) применяют геофизические методы инженерно-геологических обследований. Они особенно эффективны при поиске строительных материалов, определении залегания вечной мерзлоты или ее отдельных линз, выявлении карстовых воронок. Для этого применяют следующие методы: метод электроразведки на постоянном токе (метод сопротивлений), метод макросейсморазведки (метод отражения ударных волн), магниторазведку (этот метод применяется в комплексе с первыми двумя методами).

При гидрологических обследованиях определяют: площади бассейнов, уклоны логов и склонов, коэффициенты шероховатости склонов, категорию почв по плыванию; площадь заболоченных участков, степень залесенности местности. Кроме того, в отдельных случаях при отсутствии данных по стоку собирают сведения об осадках и стоке в местной гидрометеостанции.

Площади бассейнов размером менее 0,25 км² определяют на местности, размером от 0,25 до 3 км² — по карте масштаба 1 : 50000; размером от 3 до 20 км² — по карте масштаба 1 : 100000.

Гидрогеологические работы состоят в определении: горизонтов грунтовых вод, водоносных горизонтов, химического состава и степени агрессивности вод по отношению к бетону для каждого из выявленных водоносных слоев.

Особое внимание гидрогеологическим обследованиям уделяют в следующих случаях: на оползнях, подвижность которых зависит от деятельности поверхностных и подземных вод, на вечномерзлых грунтах, где наблюдают три вида подземных вод: надмерзлотные, межмерзлотные и подмерзлотные; на участках развития наледей, на участках пучин.

§ II.11. Поиски и разведка строительных материалов

Поиск и разведка местных строительных материалов имеют большое значение для снижения стоимости строительства. При этих работах выявляют месторождения камня, песка, гравия, песчано-гравийных смесей, а также местные отходы промышленности (шлака и др.).

Поиск строительных материалов проводят: при поиске песка — в пределах полосы шириной 20 км (по 10 км в каждую сторону от трассы), гравия, гравийно-песчаных смесей и камня — до 40 км и более. Обследуют также существующие карьеры и, в первую очередь, карьеры, связанные с трассой дорогами, а также отходы промышленности в районе приложения дороги. Строительные материалы, получаемые из карьера, должны отвечать требованиям существующих стандартов (см. гл. XII).

Детальную разведку осуществляют на участках, выбранных для разработки. Для этого на площади месторождения разбивают сетку выработок с расстоянием между ними 200—300 м, в сложном рельефе — 50 м.

Запасы материалов подсчитывают по формуле

$$V = h_{cp}S, \quad (II.14)$$

где S — площадь участка месторождения; h_{cp} — средняя толщина слоя материала.

В результате обследований представляют: пояснительную записку, содержащую геологические и гидрогеологические описания района, оценку обеспеченности дорожно-строительными материалами и необходимость в привозных материалах; паспорта притрассовых карьеров; схему расположения карьеров; ведомости притрассовых карьеров; ведомости лабораторных испытаний камня, песка, гравия или песчано-гравийных смесей.

§ II.12. Технические изыскания при разработке проекта реконструкции дорог

Подробные технические изыскания при разработке проекта реконструкции дороги выполняют в том же порядке, как и при изысканиях новых дорог. В состав изыскательской партии дополнительно включают инженера по обследованию искусственных сооружений и гражданских зданий.

При этих изысканиях выполняют следующие работы: изучают паспорт и существующую документацию по дороге; производят геодезическую съемку дороги и поперечников, определяют радиусы кривых в плане; ведут пикетаж с выносом его на правую сторону земляного полотна; обследуют проезжую часть и выполняют промеры толщины дорожной одежды; проводят нивелировку в два нивелира; обследуют водопропускные сооружения; уточняют грунтовые условия.

При обследовании дорог собирают: данные об интенсивности и составе движения, данные о геометрических элементах и оборудовании дороги, оценивают архитектурные качества дороги, изучают режим движения автомобилей на дороге и строят линейный график скорости движения; оценивают безопасность движения, пропускную способность и степень загрузки дороги движением (см. § X.4), обследуют состояние земляного полотна и водоотвода, оценивают прочность и работоспособность дорожной одежды, измеряют ровность покрытия и коэффициент сцепления. На основе собранных данных составляют план мероприятий по повышению транспортно-эксплуатационных качеств дороги и планируют работу изыскательской партии.

В результате обследований составляют следующие наиболее важные документы: линейный график скорости движения одиночных и потока автомобилей, линейные графики коэффициентов аварийности и безопасности, линейный график пропускной способности дороги, линейный график коэффициента загрузки движением, линейный архитектурный график, график расстановки дорожных знаков и др.

Глава III

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

§ III.1. Стадии проектирования и состав проектно-сметной документации

Строительство новых автомобильных дорог, реконструкцию и капитальный ремонт существующих дорог производят на основе утвержденной проектно-сметной документации, в которой устанавливают: план и продольный профиль дороги; местоположение, конструкцию и размеры всех сооружений; объемы строительно-монтажных работ; необходимые ресурсы; особенности организации строительства дороги и ее отдельных сооружений; стоимость строительства автомобильной дороги и ее элементов.

При составлении проектно-сметной документации все работы по изысканиям и проектированию дорог проводят в определенной последовательности. Проектирование автомобильных дорог может быть выполнено¹: в две стадии — техниче-

¹ Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 28 мая 1969 г. «Об улучшении проектно-сметного дела».

ский проект и рабочие чертежи; в одну стадию — техно-рабочий проект (технический проект, совмещенный с рабочими чертежами). Количество стадий при проектировании того или иного объекта зависит в первую очередь от его сложности.

В техническом проекте решают основные вопросы: положение трассы в плане и продольном профиле, конструкция и размеры земляного полотна, дорожной одежды, искусственных сооружений, зданий и сооружений эксплуатации и автотранспортной служб, обстановки дороги; определяют объемы работ, разрабатывают план организации строительства для подсчета стоимости строительства, составляют сметы и сметно-финансовые расчеты.

На основании технического проекта и данных предпроектных изысканий выполняют вторую заключительную стадию проектирования — составление рабочих чертежей, по которым могут быть выполнены во всех деталях все строительные работы. При рабочем проектировании окончательно уточняют все проектные решения и стоимость путем их детальной привязки к местным конкретным условиям и способам производства работ.

Сравнительно простые объекты — участки дорог небольшой протяженности, в составе которых нет сложных сооружений, требующих индивидуального проектирования, проектируют в одну стадию: по данным технических изысканий и экономических обследований составляют проект в объеме рабочих чертежей со сводным сметно-финансовым расчетом и частными сметами.

В состав технического проекта в общем случае могут входить следующие разделы:

Часть I. Сводная записка.

Часть II. Техничко-экономическое обоснование.

Часть III. Трасса дороги.

Часть IV. Земляное полотно.

Часть V. Искусственные и специальные инженерные сооружения.

Часть VI. Здания и сооружения службы эксплуатации.

Часть VII. Здания и сооружения автотранспортной службы.

Часть VIII. Обстановка и принадлежности дороги.

Часть IX. Подъездные автомобильные дороги.

Часть X. Строительные материалы.

Часть XI. Организация строительства.

Часть XII. Сметно-финансовые расчеты.

Содержание и построение техно-рабочего проекта при одностадийном проектировании примерно такое же, как указано выше. Различие заключается главным образом в степени детализации разработки проектных решений.

При разработке проектов реконструкции или капитального ремонта автомобильных дорог порядок оформления проектно-сметной документации аналогичен оформлению при разработке проектов строительства автомобильных дорог. Основным отличием является необходимость учета возможности использования сооружений существующей дороги. С этой целью в состав проектно-сметной документации в соответствующие разделы помещают материалы, характеризующие состояние существующей дороги в целом и отдельных ее элементов, их соответствие требованиям автомобильного движения. К таким материалам относятся: ведомость обследования пучинистых участков и мероприятия по предупреждению и ликвидации пучин, ведомость используемых существующих, реконструируемых и вновь проектируемых искусственных сооружений; дефектная ведомость по существующим искусственным и специальным сооружениям; график состояния существующей дороги и намечаемых работ; ведомости существующих и дефектные ведомости по зданиям и сооружениям автотранспортной службы, обстановки дороги и т. п.

§ III.2. Проектирование поперечного профиля

Поперечный профиль автомобильной дороги является важнейшим элементом, от которого в основном зависит пропускная способность и условия безопасности движения на дороге.

В пределах полосы отвода располагают: земляное полотно, проезжую часть, придорожные сооружения и строения, дополнительные полосы движения, летние

пути. Параметры земляного полотна определяются числом полос движения. В табл. 1.4 приведено число полос движения, рекомендуемое СНиП II-Д.5-72 для дорог разных категорий.

Число полос движения на автомобильных магистралях и отдельных трудных участках дорог более низких категорий определяют на основе данных интенсивности движения и обеспечения определенной пропускной способности по формуле

$$n = \frac{\alpha \beta N \epsilon}{z_{\text{опт}} P \gamma}$$

где N — существующая или перспективная интенсивность движения, авт/ч; α — коэффициент перехода от суточной к часовой интенсивности ($\alpha=0,075$); β — коэффициент приведения к легковым автомобилям; ϵ — коэффициент неравномерности интенсивности движения; $z_{\text{опт}}$ — коэффициент загрузки дороги движением; P — средняя пропускная способность участка или всей дороги, легк.авт/ч; γ — коэффициент, учитывающий категорию рельефа ($\gamma=1,0$ — равнинный рельеф; $\gamma=0,8$ — холмистый; $\gamma=0,55$ — гористый).

Для снижения единовременных капитальных затрат, а также для учета движения потоков автомобилей и перспективного роста интенсивности движения необходимо предусматривать возможность стадийного увеличения числа полос движения (см. рис. 1.2). Устройство дополнительных полос движения позволяет при сравнительно малых затратах повысить пропускную способность.

На дорогах II и III категорий дополнительные полосы движения устраивают для повышения пропускной способности на участках подъемов (табл. III.1). Эти полосы предназначены для грузового движения. Эффективно используются эти полосы только при устройстве разметки проезжей части и установке дорожных знаков (см. § X.6).

Таблица III.1

Нормы для назначения дополнительных полос движения на подъемах

Величина продольного уклона, ‰	Суммарная интенсивность движения в сторону подъема, при которой необходимо устройство дополнительной полосы на всей длине подъема, авт/ч, при длине подъема, м		
	300	300—800	800
30	350 / 270	270 / 220	230 / 200
40	320 / 250	250 / 210	215 / 190
50	300 / 240	240 / 190	200 / 170
60	270 / 210	210 / 170	180 / 150
70	250 / 200	—	—
80	200 / 170	—	—

Примечание. В числителе при количестве медленно движущихся автомобилей в потоке менее 10%, в знаменателе — более 10%.

Ширина дополнительной полосы рекомендуется 3,5 м на всем протяжении подъема. Протяжение дополнительной полосы за подъемом принимают в зависимости от интенсивности движения:

Интенсивность движения в сторону подъема, авт/ч	≤ 200	300	400	500 и более
Протяжение полосы за пределом подъема, м	50	100	150	200

В отдельных случаях при очень высоких интенсивностях движения дополнительные полосы на подъемах устраивают на автомобильных магистралях за счет разделительной полосы для движения легковых автомобилей.

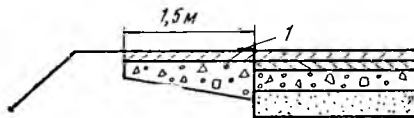


Рис. III.1. Схема уширения проезжей части с устройством краевой разметки:

1 — разметка термопластиком

СНиП II-Д.5-72 рекомендуют увеличивать ширину проезжей части в пределах вогнутых вертикальных кривых при алгебраической разности соседних уклонов 60‰ и более на 0,5 м (на дорогах II и III категорий) и на 0,25 м (на дорогах IV и V категорий). Длина этого участка должна быть для дорог II и III категорий не менее 100 м, для дорог IV и V категорий — не менее 50 м.

На однополосных дорогах V категории необходимо устройство развязок на расстоянии не более чем 1 км. Длина развязки должна быть 30 м. Переход от однополосной проезжей части к развязку — 10 м.

Ширину обочин принимают по нормам табл. I.4. В особо трудных условиях и при наличии переходно-скоростной полосы — 1,5 м (на дорогах I и II категорий) и 1 м (на дорогах III—V категорий). При устройстве тракторных путей на обочинах их ширина должна быть 4 м.

Поперечные уклоны проезжей части назначают в зависимости от типа покрытия по табл. III.2.

Таблица III.2

Поперечные уклоны проезжей части

Покрытие	Поперечный уклон, ‰
Цементнобетонные и асфальтобетонные	15—20
Брусчатые, мозаиковые и клинкерные мостовые	20—25
Из щебеночных, гравийных и других материалов, обработанных органическими вяжущими веществами	20—25
Щебеночные и гравийные	25—30
Мостовые из колотого и булыжного камня, грунтовые, укрепленные местными материалами	30—40

Поперечный уклон обочин принимают на 10—30‰ больше поперечного уклона проезжей части.

На автомобильных магистралях при наличии разделительной полосы принимают одностатный поперечный профиль, на других дорогах — двустатный.

Для обеспечения ориентирования водителей в направлении дороги при плохой видимости или ночью и для предупреждения разрушения крошки покрытия устраивают краевые полосы. Опыт устройства краевых полос из бетонных плит и ребристых краевых полос показал их нетехнологичность и малый срок службы. Поэтому в настоящее время рекомендуется устраивать краевые полосы путем уширения проезжей части и выделения проезжей части краевой разметкой (рис. III.1).

§ III.3. Проектирование трассы в плане

При проектировании трассы автомобильной дороги в плане исходят из условия обеспечения наибольших скоростей, безопасности и удобства движения, а также плавного сочетания трассы с окружающей местностью. СНиП II-Д.5-72 рекомендует наименьшие величины радиусов кривых в плане, приведенные в табл. III.3.

Во всех случаях, когда по условиям рельефа местности представляется технически возможным и экономически целесообразным, в проектах принимают радиус кривых в плане не менее 3000 м.

Наименьшие радиусы кривых в плане

Расчетная скорость, км/ч	Радиус, м	Расчетная скорость, км/ч	Радиус, м
150	1000	60	125
120	600	50	100
100	400	40	60
80	250	30	30

Наблюдения показали, что скорости оказываются выше расчетных на кривых радиусом менее 250 м при наличии виража 60% и на кривых с радиусами менее 400 м при двускатном профиле с поперечным уклоном 25—30%.

Основные элементы кривых (рис. III.2) определяют по формулам:

$$T = R \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}; \quad (\text{III.1})$$

$$B = R \left(\sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right); \quad (\text{III.2})$$

$$K = R \frac{\pi \alpha}{180}, \quad (\text{III.3})$$

где R — радиус круговой кривой; T — тангенс кривой; B — биссектриса кривой; K — длина кривой; α — угол поворота.

Для разбивки кривых в плане пользуются специальными таблицами¹.

С целью обеспечения безопасности движения на кривых в плане обязательным их элементом должны быть: вираж, переходные кривые, уширение проезжей части, а в отдельных случаях разделительные островки, отделяющие встречные потоки автомобилей, и достаточное расстояние видимости.

На кривых в плане радиусом менее 3000 м устраивают вираж, менее 2000 м (для дорог I категории) — одностатный поперечный профиль. СНиП II-Д.5-72 рекомендует величины уклона виража, приведенные в табл. III.4.

Таблица III.4

Поперечные уклоны проезжей части на виражах

Радиусы кривых в плане, м	Поперечный уклон, ‰	
	основной	в районах с частыми гололедами
3000 и более для дорог I категории	Двускатный поперечный профиль	
2000 и более для дорог остальных категорий	То же	
3000 (2000)—1000	20—30	20—30
1000—700	30—40	30—40
700—650	40—50	40
650—600	50—60	40
Менее 600	60	40

¹ Митин Н. А. Таблицы для разбивки горизонтальных и вертикальных круговых кривых и закруглений с переходными кривыми на автомобильных дорогах. М., Госгеолтехиздат, 1963.

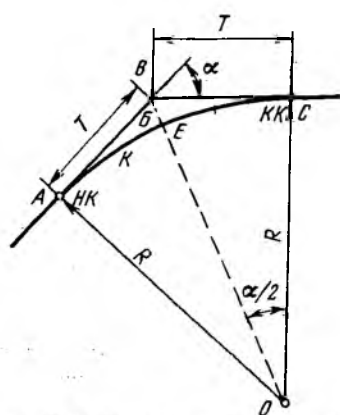


Рис. III.2. Элементы кривой в плане: В — вершина угла; А — точка начала кривой (НК); С — точка конца кривой (КК); остальные обозначения — см. формулу (III.3)

жей части принимают в соответствии со СНиП II-Д.5-72 по табл. III.6. Величина уширения зависит не только от габаритов транспортных средств, но и скорости движения. Для учета этого величину уширения двухполосной проезжей части на кривой уточняют по формуле

$$\Delta B = \frac{l^2}{R} + 0,0075v, \quad (III.5)$$

где l — расстояние от центра заднего моста до переднего бампера автомобиля, м; v — скорость движения, км/ч.

Таблица III.5

Переходные кривые

Радиус круговой кривой, м	Длина переходной кривой, м	Радиус круговой кривой, м	Длина переходной кривой, м	Радиус круговой кривой, м	Длина переходной кривой, м
30	30	150	60	500	110
50	35	200	70	600—	
60	40	250	80	1000	120
80	45	300	90	1000—	
100	50	400	100	2000	100

Обеспечение достаточного расстояния видимости на кривых в плане проверяют для автомобиля, движущегося по крайней внутренней полосе (рис. III.5). При этом высоте положения глаз водителя принимают 1,2 м на расстоянии 1,5 м от правой кромки проезжей части. Расчетные расстояния видимости установлены СНиП II-Д.5-72 (табл. III.7).

Для обеспечения наибольшей плавности трассы в плане, в первую очередь, на скоростных автомобильных магистралях следует применять клотоидное трассирование — трассирование по длинным сплошным переходным кривым без прямых вставок. Требованием плавности лучше всех удовлетворяет радиальная спираль (клотоида), имеющая уравнение

$$A = \sqrt{RL}, \quad (III.6)$$

где A — параметр клотоиды (принимается для дорог I категории — 300 м; II и III категорий — 200 м; IV и V категорий — 100 м); R — радиус; L — длина клотоиды.

Важным элементом является участок отгона виража (рис. III.3), который принимают равным длине переходной кривой. Вираж на многополосных автомобильных магистралях проектируют раздельно для каждого направления движения. Переходные кривые предусматривают на кривых в плане с радиусами менее 2000 м (табл. III.5).

Длина переходной кривой может быть рассчитана по формуле

$$L = \frac{v^3}{4TJR}, \quad (III.4)$$

где v — расчетная скорость, м; J — скорость нарастания центробежного ускорения, м/с³; R — радиус круговой кривой.

Величину J определяют по графику (рис. III.4).

При преобладании в потоке большегрузных и длинногабаритных автомобилей необходимую величину уширения проезжей части принимают в соответствии со СНиП II-Д.5-72 по табл. III.6. Величина

Уширение проезжей части для автомобилей и автопоездов

Радиусы кривых в плане, м	Величина уширений, м, для автомобилей и автопоездов длиной, м						
	<7 (для одиночных автомобилей); <11 (для автопоездов)	13	15	18	20	23	25
1000	—	—	—	0,4	0,5	0,6	0,7
800—900	—	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
700—600	0,4	0,5	0,5	0,7	0,7	0,8	1,0
600—550	0,5	0,6	0,6	0,8	0,9	1,0	1,3
400—450	0,5	0,7	0,7	0,9	1,2	1,3	1,7
300—350	0,6	0,8	0,9	1,1	1,5	1,6	2,1
200—250	0,8	1,0	1,1	1,5	2,0	2,2	2,8
125—150	0,9	1,4	1,5	2,2	2,7	3,0	—
100—90	1,1	1,8	2,0	3,0	3,5	—	—
80	1,2	2,0	2,3	3,5	—	—	—
70	1,3	2,2	2,5	—	—	—	—
60	1,4	2,8	3,0	—	—	—	—
50	1,5	3,0	3,5	—	—	—	—
40	1,8	3,5	—	—	—	—	—
30	2,2	—	—	—	—	—	—

Примечание. Длина l — расстояние от переднего буфера до задней оси автомобиля, полуприцепа или прицепа.

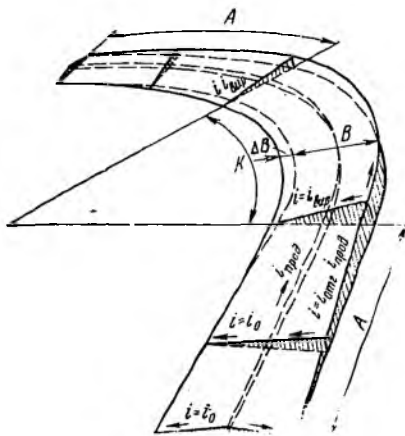


Рис. III.3. Схема виража:
 А — отгон виража и переходная кривая;
 К — круговая кривая; В — ширина проезжей части; ΔB — уширение проезжей части

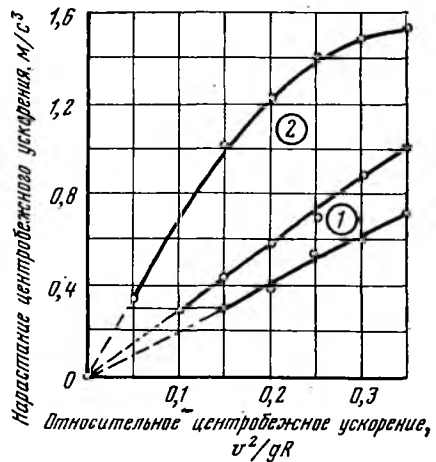


Рис. III.4. График для определения скорости нарастания центростремительного ускорения J :

1 — зона, удовлетворяющая режимам движения 85% водителей; 2 — то же, 15% водителей

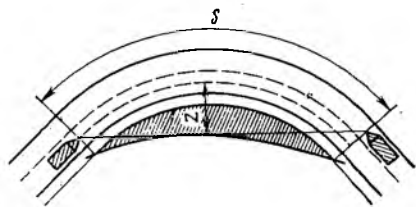


Рис. III.5. Схема для проверки обеспечения расстояния видимости в плане:

S — расстояние видимости; z — срезка видимости

Клотоиды на местности разбивают от тангенсов (касательных), которые и закрепляют. На плане трассы помещают таблицы разбивки клотоид.

При малых углах поворота (от $0^{\circ}50'$ до 8°) для улучшения вида закругления применяют эстетические клотоиды со следующими параметрами A :

Величина угла, град . . .	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7
Параметр клотоиды A , м	1400	1000—1400	700—1000	500—700	600

Величина A должна находиться в пределах, зависящих от радиуса R в конце клотоиды:

$$\frac{R}{3} \leq A \leq R \text{ или } A \leq R \leq 3A.$$

Наибольшую длину прямой вставки между двумя обратными клотоидами с параметрами A_1 и A_2 определяют по формуле

$$L_{\max} \leq \frac{A_1 + A_2}{40}, \text{ причем } \frac{A_1}{A_2} \leq 2.$$

Конечные радиусы соседних клотоид могут отличаться не более чем в 3 раза. Разбивку клотоид осуществляют по таблицам¹.

Таблица III.7

Расчетные расстояния видимости

Расчетная скорость, км/ч	Видимость, м	
	поверхности дороги	встречного автомобиля
60	125	250
50	100	200
40	75	150
30	50	100

План трассы вычерчивают в масштабе 1:10000 (рис. III.6), указывая на нем проектный километраж, месторождения дорожно-строительных материалов, основные базы строительства, а также все изменения ситуации, обнаруженные в процессе изысканий.

¹ Ксенодочов В. И. Таблицы для проектирования и разбивки клотоидной трассы автомобильных дорог. М., «Транспорт», 1969, 296 с.

Замахаев М. С. Переходные кривые на автомобильных дорогах. М., «Транспорт», 1965, 113 с.

Замахаев М. С., Афанасьев М. Б. Разбивка клотоидных кривых. М., «Высшая школа», 1966, 76 с.

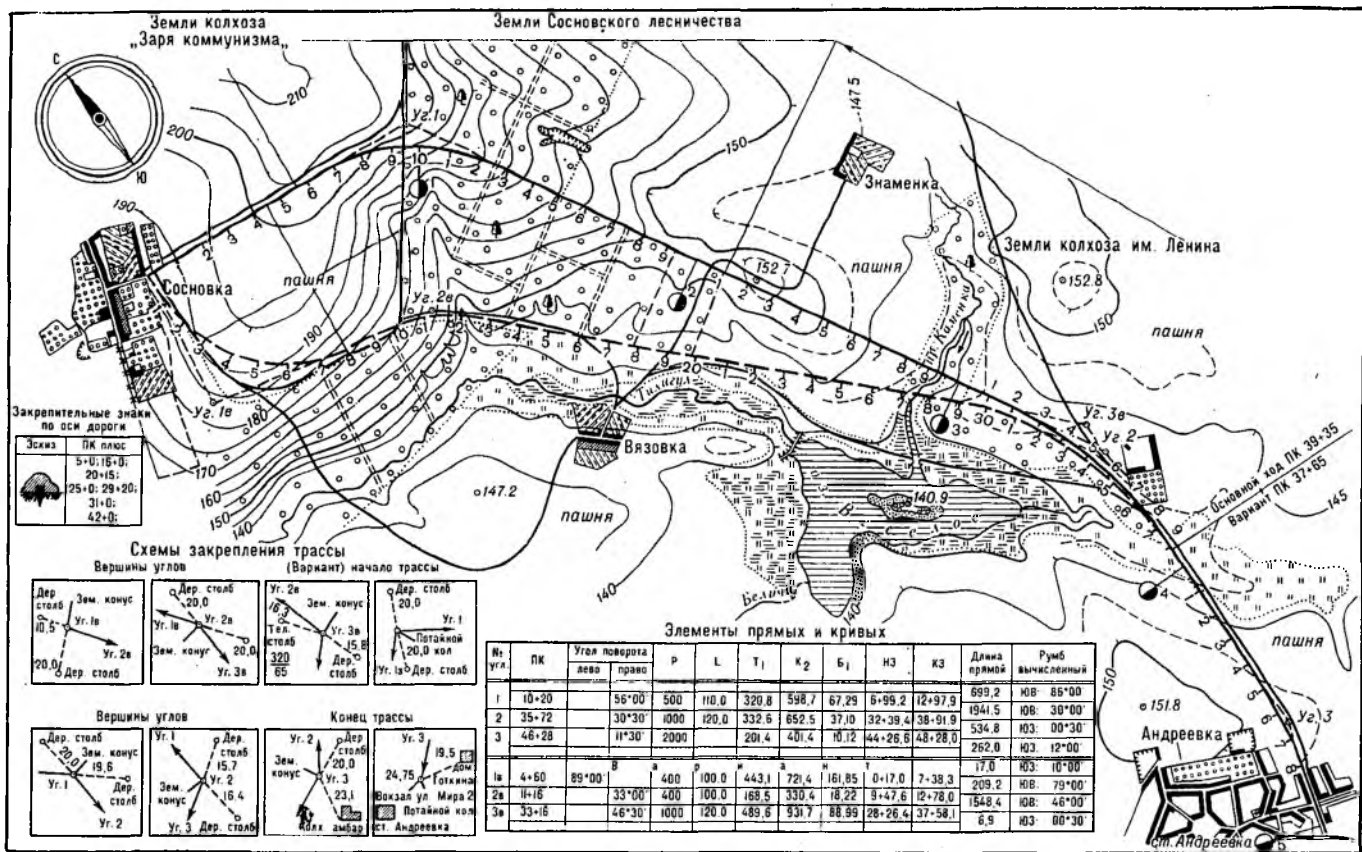


Рис. III.6. Пример оформления плана трассы автомобильной дороги

§ III.4. Проектирование продольного профиля

Продольный профиль проектируют по СНиП II-Д.5-72. Рекомендуется принимать: продольные уклоны — не более 30‰, расстояния видимости поверхности дороги — не менее 450 м; радиусы выпуклых кривых — не менее 70 000 м, вогнутых — не менее 8000 м; длины выпуклых кривых — не менее 300 м, вогнутых — не менее 100 м. Допустимые нормы проектирования продольного профиля приведены в табл. III.8.

Исследования показали, что величину продольного уклона необходимо увязывать с протяжением подъема (табл. III.9).

На дорогах в горной местности при затяжных продольных уклонах более 60‰ через каждые 2—3 км предусматривают места для остановки автомобилей

Таблица III.8

Нормы для проектирования продольного профиля

Расчетная скорость, км/ч	Наибольший продольный уклон, ‰	Расчетные расстояния видимости, м		Наименьшие радиусы кривых, м		
		поверхности дороги	встречного автомобиля	выпуклых	вогнутых	
					основные	в исключительных случаях
150	30	250	—	25 000	8 000	4 000
120	40	175	350	15 000	5 000	2 500
100	50	140	280	10 000	3 000	1 500
80	60	100	200	5 000	2 000	1 000
60	70	75	150	2 500	1 500	600
50	80	60	120	1 500	1 200	400
40	90	50	100	1 000	1 000	300
30	100	40	80	600	600	200

Таблица III.9

Предельная длина подъема

Уклон, ‰	Длина подъема, м, на местности		Уклон, ‰	Длина подъема, м, на местности	
	равнинной и холмистой	горной		равнинной и холмистой	горной
30	1200	—	80	200	400
40	600	1500	90	150	350
50	400	1200	100	150	300
60	300	700			

Таблица III.10

Уменьшение продольных уклонов на кривых малого радиуса

Радиус кривой в плане, м	Уменьшение уклонов против норм табл. III.8	Радиус кривой в плане, м	Уменьшение уклонов против норм табл. III.8
50	10	30	30
45	15	25	35
40	20	10	40
35	25	15	50

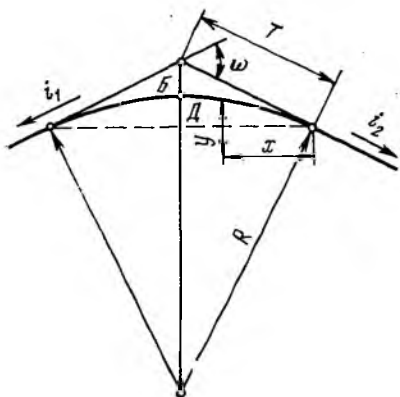


Рис. III.7. Элементы вертикальной кривой

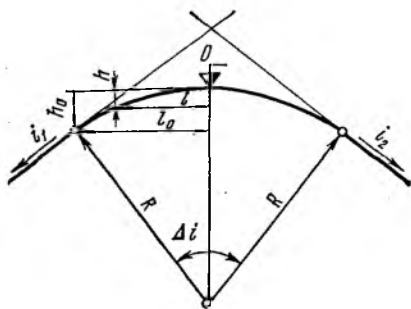


Рис. III.8. Схема к определению проектных отметок на вертикальной кривой

в виде участков с уменьшенными продольными уклонами (20‰ и менее) или горизонтальные площадки длиной не менее 50 м.

На участках кривых в плане с малыми радиусами наибольшие продольные уклоны уменьшают по сравнению с рекомендациями табл. III.8 на величины, приведенные в табл. III.10.

Радиусы вертикальных кривых (см. табл. III.8) определяют из условия обеспечения достаточного расстояния видимости поверхности дороги (вертикальные кривые) и предупреждения перегрузки рессор (вогнутые кривые).

Радиус выпуклой вертикальной кривой вычисляют по формуле

$$R = \frac{S^2}{2d_1}, \quad (III.7)$$

где S — расстояние видимости поверхности дороги, м; d_1 — высота луча зрения водителя, принимаемая равной 1,2 м.

Радиус вогнутой вертикальной кривой вычисляют из условия, чтобы центробежное ускорение не превышало 0,5—0,7 м/с²:

$$R = \frac{v^2}{6,5} \quad (\text{при ускорении } 0,5 \text{ м/с}^2). \quad (III.8)$$

Элементы вертикальных кривых определяют по таблицам¹. Для круговых кривых могут быть использованы упрощенные формулы (рис. III.7):

$$\text{длина кривой} \quad K = R(i_1 - i_2); \quad (III.9)$$

$$\text{тангенс кривой} \quad T = \frac{R(i_1 - i_2)}{2}; \quad (III.10)$$

$$\text{биссектриса кривой} \quad B = \frac{T^2}{2R} \quad \text{или} \quad B = \frac{K^2}{8R}; \quad (III.11)$$

$$\text{ордината промежуточной точки кривой} \quad y = \frac{x^2}{2R}. \quad (III.12)$$

¹ Митли Н. А. Таблицы для разбивки горизонтальных и вертикальных круговых кривых и закруглений с переходными кривыми на автомобильных дорогах. М., Госгеолтехиздат, 1963.

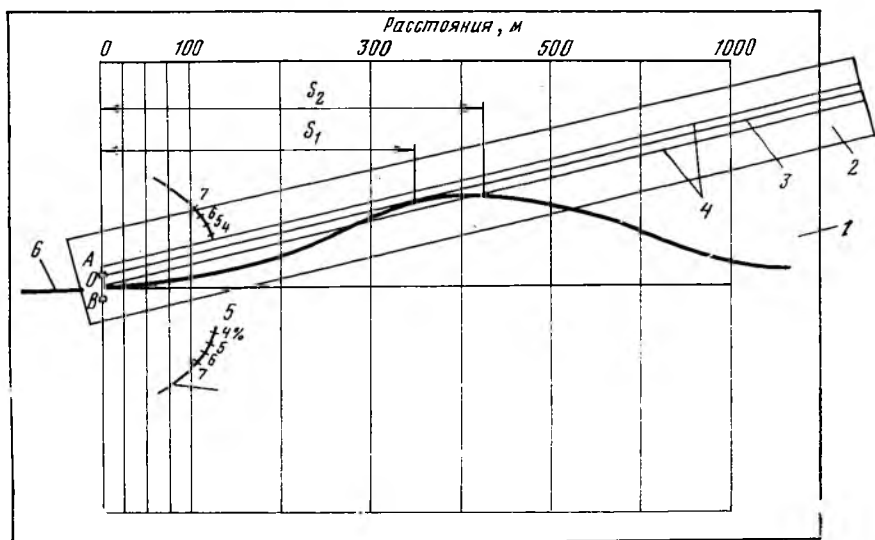


Рис. III.9. Шаблон для определения расстояния видимости в продольном профиле: 1 — опорная плита; 2 — линейка, поворачивающаяся вокруг точек А или В; 3 — линия видимости; 4 — линии высоты встречного автомобиля; 5 — шкалы уклонов; 6 — продольный профиль дороги; S_1 — расстояние видимости поверхности дороги; S_2 — расстояние видимости встречного автомобиля

Для облегчения работы по проектированию продольного профиля применяют лекала (шаблоны), позволяющие проектировать продольный профиль по сплошным вертикальным кривым. При использовании этого способа отметки в каждой точке кривой определяют по специальным таблицам¹. При отсутствии таблиц значения l и h могут быть определены расчетом (рис. III.8) по формулам:

$$l = Ri; \quad (III.13)$$

$$K = R(i_1 + i_2). \quad (III.14)$$

$$h = \frac{l^2}{2R} = \frac{Ri^2}{2} = \frac{li}{2}. \quad (III.15)$$

Проектирование продольного профиля по методу тангенсов осуществляют в следующей последовательности:

1) назначают контрольные точки, к которым относятся: начальная и конечная точки трассы, высотные отметки в местах сопряжения вариантов трассы; отметки проезжей части проектируемых и используемых мостов и путепроводов; отметки бровки земляного полотна над трубами; отметка головки рельса на железнодорожных переездах; отметки оси существующих автомобильных дорог при их пересечении или при совмещении с ними; отметки насыпей на подходах к мостам и пересечении заболоченных участков;

2) предварительно прикидывают, пользуясь треугольником и линейкой, положение ломаной проектной линии с учетом рельефа местности и положение контрольных точек;

3) определяют продольный уклон с помощью вспомогательного графика с нанесенными на нем линиями различного уклона;

4) вписывают вертикальные кривые в переломы ломаной проектной линии; элементы вертикальных кривых определяют по таблицам с учетом смежных продольных уклонов;

¹ Проектирование и разбивка вертикальных кривых на автомобильных дорогах. М., «Транспорт», 1968. Авт.: Н. М. Антонов, Н. А. Боровков, Н. Н. Бычков, Ю. Н. Фриц.

5) вычисляют проектные и рабочие отметки по намеченным уклонам ломаной линии, внося в рабочие отметки поправки на участках размещения вертикальных кривых.

При использовании лекал (шаблонов) этапы 3 и 4 исключаются, проектная линия сразу наносится по кривым. Расстояние видимости в продольном профиле можно проверить с помощью шаблона (рис. III.9).

Оформление чертежа при проектировании продольного профиля с применением лекал и по методу тангенсов показано на рис. III.10. Продольный профиль вычерчивают на миллиметровой бумаге в масштабе 1:5000 в горизонтальном направлении и 1:500 в вертикальном. В горной местности принимают масштабы: 1:2000 — в горизонтальном направлении и 1:200 — в вертикальном. Вертикальный масштаб во всех случаях принимают в 10 раз крупнее горизонтального.

Объем земляных работ можно определять по таблицам¹.

§ III.5. Обеспечение плавного сочетания элементов плана и продольного профиля

В современных условиях большое значение имеет обеспечение плавности трассы в пространстве. Не рекомендуется проектировать план, продольный и поперечный профили независимо друг от друга. Для обеспечения пространственной плавности необходимо соблюдать следующие правила:

длина прямых участков должна быть не более 4—6 км;

радиусы сопрягающихся или расположенных недалеко друг от друга кривых должны различаться не более чем в 1,3 раза;

желательно, чтобы длина кривой в плане была равна или превышала длину вертикальной кривой. Смещение вершин совмещенных кривых в плане и профиле допустимо не более чем на $\frac{1}{4}$ длины меньшей из кривых;

из условия обеспечения хорошей плавности радиус вертикальной кривой должен быть больше радиуса кривой в плане не более чем в 6 раз;

вогнутые кривые на прямых участках допустимы, если сумма продольных уклонов тангенсов вертикальных кривых не превышает величины наибольшего уклона, допущенного на дороге; в противном случае вогнутую кривую целесообразно располагать на кривой в плане большого радиуса;

следует избегать сопряжения концов кривых в плане с началом выпуклых или вогнутых вертикальных кривых, расположенных на последующих прямых участках;

количество поворотов в плане и переломов в продольном профиле должно быть по возможности одинаковым;

чем меньше разность величин смежных уклонов, тем больше должен быть радиус вертикальных кривых;

на выпуклых переломах продольного профиля вершины углов поворота в плане и продольном профиле должны совпадать, но кривая в плане должна быть на 20—100 м длиннее вертикальной выпуклой кривой. При трассировании дороги радиус кривых в плане на выпуклостях назначают возможно большим (но не более 6000 м для углов величины более 8°);

в условиях пересеченного рельефа и извилистой трассы дороги в плане желательно, чтобы длины соседних прямых и кривых участков дороги в плане различались не более чем в 2—3 раза;

следует избегать сочетания элементов трассы, создающего впечатление провалов, когда для водителя остается неясным дальнейшее направление дороги и возможны столкновения со встречными автомобилями. Такими местами бывают: короткие вогнутые вертикальные кривые или впадины, расположенные в пределах длинных кривых в плане, а также длинные прямые, обычно в равнинной или слабопересеченной местности; крутые выпуклые вертикальные кривые (малых радиусов) на прямых участках, в частности на пересечениях дорог в разных уровнях, на малых мостах в равнинной местности; затяжные подъемы, оканчивающиеся короткой вертикальной выпуклостью, или участки смягчения продольного уклона на затяжных подъемах горных дорог.

¹ Митин Н. А. Таблицы для подсчета объемов земляного полотна автомобильных дорог. М., «Транспорт», 1977, 544 с.

Пространственную плавность проверяют путем построения перспективного изображения дороги с последующей корректировкой плана и продольного профиля. В отдельных случаях (для автомобильных магистралей) изготавливают модели наиболее сложных участков дороги.

§ III.6. Ландшафтное проектирование автомобильных дорог

Основной задачей ландшафтного проектирования является обеспечение плавного вписывания трассы в окружающий ландшафт местности. Согласование дороги с ландшафтом основывают на сочетаниях размеров элементов дороги с элементами рельефа местности. При этом учитывают закономерности сочетания элементов ландшафта (рельеф, водные пространства, лесные массивы, сельскохозяйственные угодья, населенные пункты и существующие инженерные сооружения и т. д.).

Хорошее сочетание с ландшафтом достигается при проложении дороги по граничной зоне элементов ландшафта (у подножья холмов, по опушкам лесов, по террасам речных долин) или вдоль естественной оси ландшафта, например водотока. В различных ландшафтах соблюдают определенные принципы проложения трассы.

В степном ландшафте ограничивают длину прямых до 4—6 км и назначают малые углы поворота от $0^{\circ}5'$ до 8° с вписыванием в них кривых большого радиуса (см. § III.6). Оси прямых участков направляют на заметные издаля ориентиры или доминанты. Избегают пересечения глубоких долин малых степных рек прямыми в плане, прокладывая трассу по длинной кривой, цепью кривых или последовательным рядом клоид. Невысокие насыпи устраивают с пологими откосами (1:3 или 1:5) и округлением бровок земляного полотна и подошвы откосов (рис. III.11).

В ландшафте заболоченных или орошаемых низменностей дороги прокладывают преимущественно прямыми участками по направлению каналов. Рекомендуются четкие, ясно различимые линии бровок и подошвы откосов с плоскими поверхностями откосов насыпей крутизной 1:1,5 или 1:2. Обтекаемые поперечные профили земляного полотна не рекомендуются. Рекомендуется аллейное озеленение в 1—3 ряда высокими деревьями.

В лесисто-болотистом ландшафте трассу целесообразно прокладывать с небольшими углами поворота в плане и с большими радиусами кривых. Рекомендуется, чтобы в лесной массив трасса входила только по кривой; длинные просеки внутри леса периодически должны прерываться малыми углами поворота (величиной 1— 8°). Мелкие выемки и невысокие насыпи устраивают с пологими откосами с плавным переходом из выемки в насыпь и обтекаемым поперечным профилем.

В холмистом ландшафте лесостепи и моренном ландшафте трассу прокладывают в виде плавной слегка извилистой линии, вписывающейся в рельеф. На косогорах дороги I категории допускается проектировать уступом, в отдельных случаях проезжие части разных направлений трассируют самостоятельно как две дороги одностороннего движения (рис. III.12). Поперечный профиль устраивают пологим с обтекаемыми откосами земляного полотна.

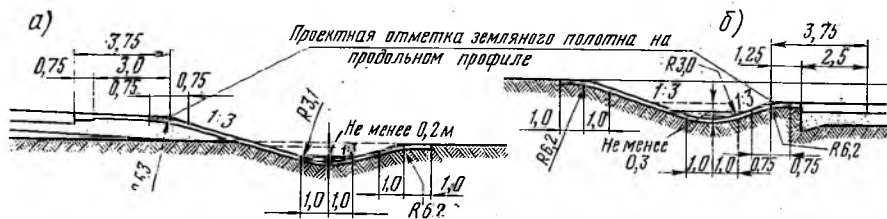


Рис. III.11. Рекомендуемое очертание откосов земляного полотна:

а — насыпи; б — выемки

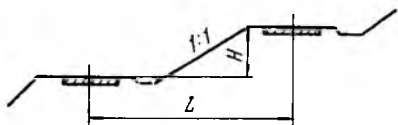


Рис. III.12. Схема расположения дороги на косогоре

В ландшафте речных долин кривизна и длина кривых трассы должна соответствовать изгибам берега водотока или водоема.

Согласование трассы дорог III, IV и V категорий с горным ландшафтом сводится к огибанию элементов горного рельефа с небольшими отклонениями от них для соблюдения минимальных требований к элементам плана и продольного профиля.

§ III.7. Проектирование пересечений на автомобильных дорогах

Пересечения автомобильных дорог являются опасными участками дороги и характеризуются большими потерями времени и снижением пропускной способности, экономичности и удобства движения. Наиболее опасны пересечения в одном уровне. Они имеют низкую пропускную способность в связи с совершающимися на них маневрами пересечения, поворотов и въездов. Условия движения на пересечениях в одном уровне определяются планировкой пересечения и степенью его обустройства.

Тип пересечения и примыкания дорог в одном уровне выбирают в соответствии с рекомендациями номограммы на рис. III.13.

Наиболее безопасными углами пересечения дорог являются углы от 50° до 70° , при которых отсутствуют непросматриваемые зоны, а водитель имеет наиболее удобные условия оценки обстановки движения. На примыканиях обходов населенных пунктов обеспечивают угол пересечения дорог до 30° , при котором создаются наилучшие условия транзитного движения.

Расстояние видимости должно удовлетворять требованиям табл. III.11.

Наименьший радиус кривых при сопряжениях дорог в местах съездов или пересечений принимают по категории дороги, с которой происходит съезд, незави-

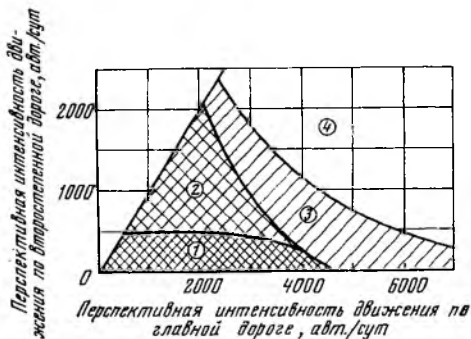


Рис. III.13. Номограмма для выбора типа пересечения в одном уровне:

1 — необорудованные пересечения; 2 — частично канализованные пересечения с направляющими островками на второстепенной дороге и увеличенными радиусами правоповоротных съездов; 3 — канализованные пересечения с направляющими островками на второстепенной и главной дорогах и переходно-скоростными полосами на главной дороге; 4 — пересечения в разных уровнях

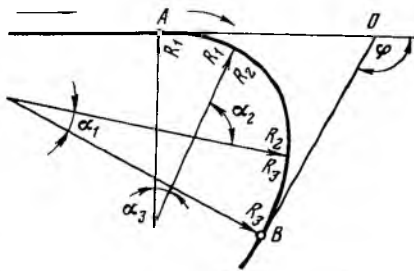


Рис. III.14. Элементы коробовой кривой

Расстояния видимости на пересечениях

Интенсивность движения, авт./сут.	Минимальное расстояние видимости, м		
	автомобиля на главной дороге	поверхности главной дороги	поверхности второсте- пенной дороги
1000	160	140	75
2000	180	140	75
3000	270	150	75
4000	400	175	100
5000	600	175	100

Таблица III.12

Элементы коробовых кривых

Угол поворота, град	Входная кривая		Круговая вставка R_2 , м	Выходная кривая	
	R_1 , м	α_1 , град		R_3 , м	α_2 , град
До 44	—	—	50	—	—
45—74	60	16	30	90	10
75—112	30	20	25	75	12
113—149	40	27	20	60	16
150—180	35	34	15	30	21

симо от угла пересечения и примыкания: при съездах с дорог I, II категорий — не менее 25 м, с дорог III категории — 20 м и с дорог IV—V категорий — 15 м. При наличии регулярного движения автопоездов радиусы кривых на съездах увеличивают до 30 м.

Из условия наилучшего вписывания поворачивающих автомобилей съезды пересечений проектируют по коробовым кривым (рис. III.14, табл. III.2).

Начало и конец коробовой кривой определяют по формулам:

$$AO = (R_1 - R_2) \sin \alpha_1 + \frac{R_2 + \Delta R_3}{\cos(\varphi - 90)} + (R_2 + \Delta R_1) \operatorname{tg}(\varphi - 90);$$

$$OB = (R_3 - R_2) \sin \alpha_3 + \frac{R_2 + \Delta R_1}{\cos(\varphi - 90)} + (R_2 + \Delta R_3) \operatorname{tg}(\varphi - 90);$$

$$\Delta R_1 = (R_1 - R_2)(1 - \cos \alpha_1);$$

$$\Delta R_3 = (R_3 - R_2)(1 - \cos \alpha_3).$$

Наиболее безопасные условия движения и наибольшую пропускную способность обеспечивают канализированные пересечения в одном уровне (рис. III.15). При пересечении более четырех дорог применяют кольцевые пересечения (рис. III.16).

Геометрические элементы кольцевых пересечений в одном уровне принимают следующими:

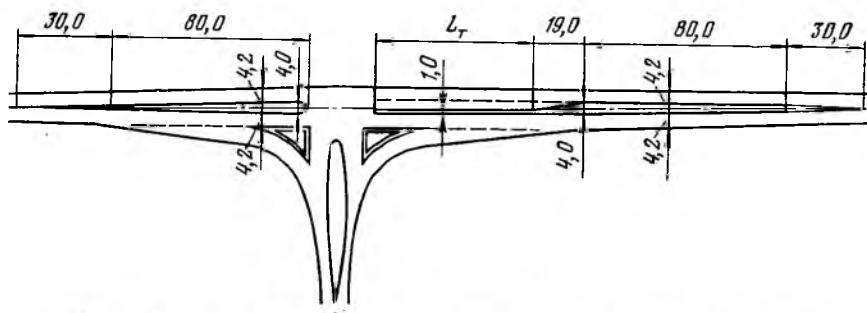


Рис. III.15. Схемы канализированных пересечений в одном уровне

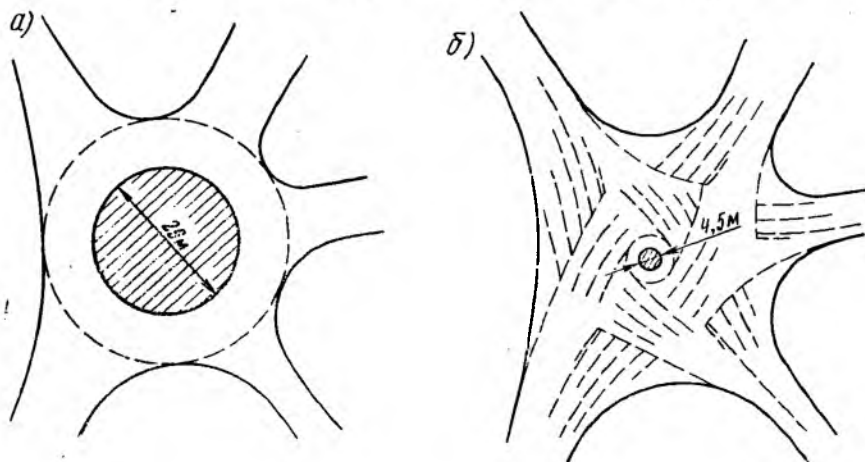


Рис. III.16. Кольцевое пересечение в одном уровне:

а — с большим центральным островком; б — с малым центральным островком

ширина проезжей части (при двух полосах движения) в зависимости от диаметра кольца:

Диаметр кольца, м	15	30	60
Ширина проезжей части, м	8	9	11
радиусы кривых на примыканиях дорог:			
Диаметр центрального островка, м	15	30	60
Радиусы примыканий, м	20	30	50

В последние годы применяют кольцевые пересечения с малым диаметром центрального островка, составляющего $\frac{1}{3}$ диаметра всего пересечения (см. рис. III.16, б).

Все подъезды и въезды на подходах к дорогам I—III категорий должны иметь твердые покрытия протяжением: при песчаных и супесчаных грунтах — 50 м; при легких суглинистых грунтах — 100 м; при глинистых и тяжелых суглинистых грунтах — 150 м.

Пересечения в разных уровнях устраивают в следующих случаях: при пересечениях и примыканиях дорог I категории с автомобильными дорогами всех категорий; при пересечениях и примыканиях дорог II категории с дорогами II и III категорий; при примыканиях и пересечениях дорог III категории между собой

Таблица III.13

Характеристики пересечений различных типов

Тип пересечения	Площадь занимаемых земель, га	Радиус левоповоротных съездов, м	Радиус правоповоротных съездов, м
«Клеверный лист»	30,86	70	200
Кольцевое с пятью путепроводами	26,72	146 (радиус кольца)	240
С четырьмя полупрямыми левоповоротными съездами	17,38	130	180
С четырьмя прямыми левоповоротными съездами	20,64	138	200

Таблица III.14

Характеристики съездов на пересечениях

Тип пересечения	Правоповоротные съезды		Левоповоротные съезды	
	Длина, м	Продолжительность движения, с	Длина, м	Продолжительность движения, м
«Клеверный лист»	975	55	1850	100
Кольцевое	985	56	1450	86
С полупрямыми левоповоротными съездами	1080	58	1215	67
С прямыми левоповоротными съездами	1060	55	1120	58

Таблица III.15

Объемы работ при устройстве пересечений

Тип пересечения	Объем земляных работ, м ³		Площадь покрытия, м ²	Расход материалов						
	выемки	насыпи		Железобетон, м ³	Бетон, м ³	Арматура, м	Сталь, кг	Балки из предварительно напряженного железобетона, м	Сборные балки, м	Металлические багеты безыскосности, м
«Клеверный лист»	11 900	114 000	86 500	400	580	450	48 000	1 315	800	6 500
Кольцевое	54 200	132 600	98 400	1 700	1 600	2 000	180 000	2 320	1 500	6 000
С полупрямыми левоповоротными съездами	30 700	410 000	89 300	3 500	1 800	1 500	350 000	6 900	4 600	6 600
С прямыми левоповоротными съездами	4 600	141 500	88 600	2 500	2 000	1 900	273 000	4 651	2 900	5 200

при расчетной интенсивности движения на пересечениях (в сумме для обеих пересекающихся или примыкающих дорог) более 4000 авт/сут.

На рис. III.17 показаны возможные типы пересечений в разных уровнях. В табл. III.13—III.15 приведены данные, характеризующие отдельные типы пересечений.

Расчетные скорости приняты следующими: для правоповоротных съездов — 70 км/ч; для петель «клеверного листа» — 50 км/ч; для полупрямых съездов — 60 км/ч; для прямых съездов — 70 км/ч; кольцевой части кольцевых развязок — 60 км/ч.

Большое значение имеет правильный выбор уклона виража на съездах, принимаемого в следующих пределах: для петель левоповоротных съездов развязок «клеверный лист» — 60‰; для правоповоротных съездов — 30‰; для прямых, полупрямых и кольцевых левоповоротных съездов — 30‰.

Параметры переходно-скоростных полос приведены в табл. III.16.

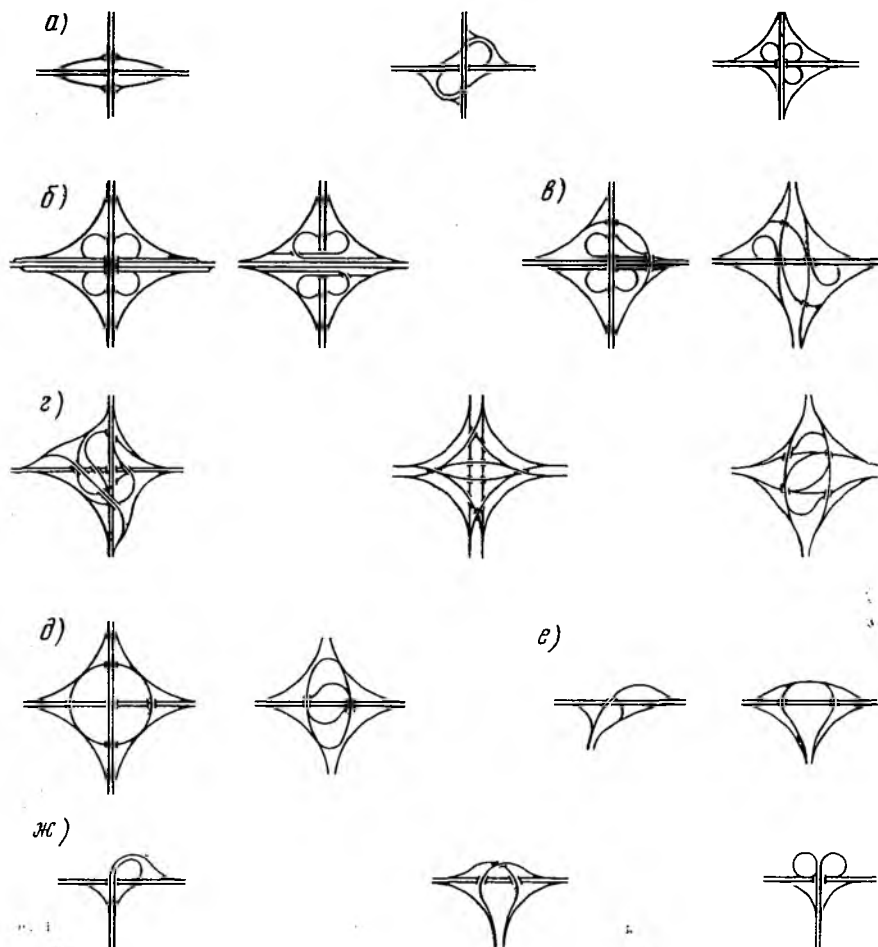


Рис. III.17. Возможные схемы пересечений в разных уровнях:

а — неполные пересечения; б, в, г — полные пересечения; д — пересечения кольцевого типа; е — неполные примыкания; ж — полные примыкания

Параметры переходно-скоростных полос на пересечениях

Начальная скорость, км/ч	Конечная скорость, км/ч	Длина переходно-скоростных полос, м, при продольном уклоне, ‰						
		40	30	20	0	20	30	40

Тормозные переходно-скоростные полосы

60	40	65	62	80	60	60	60	60
	30	90	85	82	80	75	75	72
	20	105	100	95	92	85	85	82
	10	115	110	105	100	95	90	88
80	50	100	95	92	88	85	84	82
	40	130	125	120	112	105	102	100
	20	170	160	155	142	132	128	123
	10	185	175	165	150	140	135	130
100	70	103	100	97	95	93	90	90
	50	185	175	165	155	150	145	140
	40	215	205	195	180	170	160	155
	20	260	240	230	210	195	190	180
	10	270	260	240	215	200	195	185

Переходно-скоростные полосы для разгона

60	10	105	108	115	125	140	155	175
	20	95	100	110	115	130	140	155
	20	95	100	110	115	130	140	155
	40	60	62	65	68	70	72	75
80	10	160	170	180	200	230	255	290
	20	155	160	170	185	215	235	260
	40	120	125	130	140	160	175	190
	50	95	97	100	110	120	125	135
100	10	235	245	260	290	345	390	440
	20	225	235	250	280	330	370	420
	40	190	200	210	230	270	290	340
	50	170	175	180	200	230	250	280
	75	95	110	115	122	140	150	160

§ III.8. Автоматизация проектирования автомобильных дорог

Применение электронно-вычислительных машин (ЭВМ) в проектировании автомобильных дорог позволяет значительно сократить сроки разработки проектов и подготовки проектной документации, а также повысить качество разработки проектов на основе возможности резкого увеличения числа анализируемых вари-

антов и повышения точности расчетов. Характерной особенностью ЭВМ является их быстроедействие, т. е. возможность выполнения большого объема арифметических расчетов в единицу времени, и возможность автоматизации чертежных работ и всего процесса проектирования на основе применения ЭВМ.

ЭВМ используют: при расчете геометрических элементов дорог, при проектировании плана, продольного и поперечного профилей; при расчете объема земляных работ и площади укрепительных работ; при проектировании мостовых переходов; при расчете дорожной одежды; при сравнении вариантов трассы на основе решения задач оптимизации.

В настоящее время имеется ряд программ для таких разных по классу ЭВМ, как БЭСМ-4, «Минск-22»; «Минск-32», «Наири-2», «Проминь-3» и ЕС-1020. Некоторые наиболее широко используемые программы для проектирования автомобильных дорог:

программа проектирования сети дорог — КАДИ (ЭВМ «Минск-1»);

программа проектирования продольного профиля — Союздорпроект (ЭВМ БЭСМ-4);

программа подсчета объема земляных работ — Союздорпроект (ЭВМ БЭСМ-4, «Наири-2», «Проминь-3»);

программа построения перспективного изображения дороги — Союздорпроект и МАДИ (ЭВМ «Наири-2»);

проектирование клотондной трассы — Союздорпроект («Наири-2»);

программа для расчета укрепительных работ — Союздорпроект (ЭВМ «Наири-2», «Проминь-3»);

программа расчета элементов пересечений в разных уровнях — Союздорпроект (ЭВМ ЕС-1020);

программы гидравлических и русловых расчетов — «Гидрам-1», «Гидрам-2», «Гидрам-3» — Союздорпроект и МАДИ (ЭВМ БЭСМ-3м, БЭСМ-4, БЭСМ-4м, М-20, М-220 и М-222);

расчет скоростей движения одиночных автомобилей — КАДИ (ЭВМ «Минск-32»);

программа расчета скорости движения потока автомобилей — МАДИ (ЭВМ БЭСМ-4);

программа расчета пропускной способности дорог — МАДИ (ЭВМ ЕС-1020);

программа технико-экономического проектирования элементов автомобильных дорог — МАДИ и Каздорпроект (ЭВМ «Минск-22м», «Минск-22»).

Достаточно полные библиотеки программ имеются в ВЦ Минавтодора РСФСР, в Союздорпроекте и его филиалах.

Большие перспективы дает применение дисплеев со световым карандашом и графопостроителей при проектировании дорог с помощью ЭВМ. Применение дисплея (телевизионный экран, на который выводится оперативная информация — результаты промежуточных расчетов) позволяет вести диалог («разговор») с ЭВМ, вводя оперативную корректировку с помощью светового карандаша.

Графопостроитель позволяет полностью автоматизировать вычерчивание продольных и поперечных профилей, перспективных изображений дороги (рис. III.18) и др.

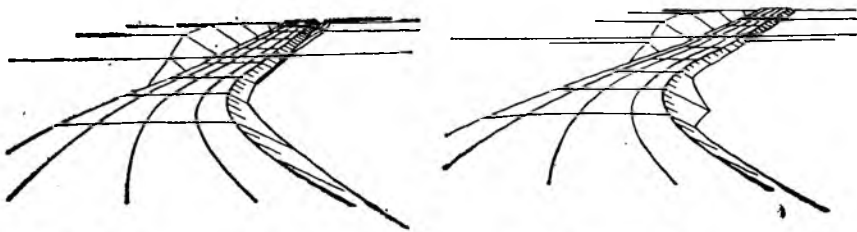


Рис. III.18. Перспективные изображения автомобильной дороги, полученное с помощью ЭВМ (программа МАДИ)

§ III.9. Сравнение вариантов проекта автомобильных дорог

На различных стадиях изысканий и проектирования автомобильных дорог решают вопросы выбора наилучших вариантов проектных решений. Чем большее количество вариантов будет проанализировано, тем лучшее проектное решение может быть получено.

Критерии оценки вариантов могут меняться в зависимости от стадии проектирования. Так, например, при ТЭО можно использовать обобщенные основные показатели, при рабочем проектировании более детальные. Независимо от стадии проектирования системы критериев должна давать возможность оценивать варианты как в отношении объемов работ, экономичности, безопасности и удобства движения, так и степени влияния на окружающую среду.

С учетом этого используют следующие показатели: протяжение трассы и коэффициент ее развития; число углов поворота (всего и на 1 км); суммарную величину углов поворота $\sum_1^n \alpha$ и среднюю величину угла поворота $\alpha_{ср} = \frac{\sum \alpha}{n}$,

(где n — количество углов поворота); среднюю величину радиуса кривых $R_{ср} = \frac{\sum K57,3}{\sum \alpha}$

(где $\sum K$ — суммарное протяжение кривых); количество кривых в

плане с минимальным радиусом и серпантин; протяжение участков с большими и предельными уклонами, проходящих в пределах населенных пунктов, а также допускающих только ограниченную скорость движения (населенные пункты, пересечения в одном уровне и др.); количество пересечений с автомобильными и железными дорогами в одном и разных уровнях, количество больших мостов и их протяжение; количество и размеры специальных инженерных сооружений (тоннели, снегозащитные галереи, подпорные стенки и др.); количество мест, где возможны перерывы движения из-за снежных обвалов, оползней; протяжение участков, пересекающих ценные земельные угодья и лесные массивы; протяжение снежных участков; объемы земляных работ с разделением на группы по трудности разработки; потребность в основных строительных материалах и средние дальности их возки; общая потребность в основных машинах и рабочей силе; средняя скорость движения одиночных автомобилей и потока автомобилей; средняя продолжительность движения при свободных условиях и расчетной интенсивности движения; средний расход топлива; возможные потери от дорожно-транспортных происшествий; коэффициенты аварийности; пропускная способность как отдельных элементов, так и средняя для рассматриваемого варианта. Технико-экономическую оценку производят на основе методики, изложенной в гл. II.

§ III.10. Сметная документация

Сметная документация является важнейшей составной частью технического (техно-рабочего) проекта автомобильной дороги. Суммарная стоимость строительства автомобильной дороги складывается из сметной стоимости отдельных элементов дороги, искусственных сооружений, зданий и затрат, которые определяются расчетами в соответствии с действующими сметными нормами, ценами, расценками и тарифами. Расчет общей стоимости строительства автомобильной дороги называют сводной сметой. Эта смета является основным документом на весь период строительства дороги, на основе которого осуществляется финансирование строительства.

Общую сметную стоимость строительства автомобильной дороги определяют последовательно на основе: смет на виды работ (сметный расчет), объектных смет с лимитированием затрат на отдельные сооружения и виды работ и сводной сметы к техническому (техно-рабочему) проекту.

Сметная документация в составе технического (техно-рабочего) проекта включает в себя следующие документы: краткую пояснительную записку, сводную смету, сметы на отдельные сооружения и виды работ, объектные сметы,

расчеты прочих затрат, исчисляемых в процентах от стоимости строительства по действующим нормам и установленным лимитам; каталог единичных расценок; единичные расценки; калькуляцию стоимости материалов и калькуляцию транспортных расходов.

Сметные расчеты выполняются на подготовительные работы, переустройство линий электропередач, дорожную одежду, дорожные знаки, ограждения, съезды и др. Объектные сметы составляют, например, на земляное полотно, железобетонные трубы, подьезды к предприятиям и др.

Сводная смета состоит из следующих глав: I. Подготовка территории строительства; II. Земляное полотно; III. Искусственные сооружения; IV. Дорожная одежда; V. Устройство связи; VI. Здания и сооружения дорожной и автотранспортной службы; VII. Обстановка и принадлежность дороги; VIII. Подьезды к городам, станциям; IX. Временные здания и сооружения; X. Прочие работы и затраты; XI. Содержание дирекции строящейся дороги; XII. Проектные изыскательские работы.

Сметную документацию проектов автомобильных дорог составляют в соответствии с требованиями «Инструкции по разработке проектов и смет для промышленного строительства» СН 202-76 (М., Стройиздат, 1976).

Глава IV ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

§ IV.1. Общие требования к земляному полотну

Земляное полотно должно обеспечивать безопасность автомобильного движения; сохранять проектное очертание и требуемую прочность в течение заданного срока службы; не быть подверженным образованию просадок и морозного пучения свыше расчетных значений; не нарушать ландшафт местности, т. е. гармонически вписываться в местность; гарантировать незаносимость снегом или сыпучим песком.

Заложение откосов земляного полотна должно обеспечивать в случае необходимости безаварийный съезд автомобилей на полосу отвода. Уположение откосов существенно снижает и эрозионные процессы, а также облегчает технологию производства земляных работ.

Закономерное изменение температуры и влажности в различных точках земляного полотна во времени характеризует его водно-тепловой режим. Водно-тепловой режим земляного полотна зависит от климатических условий района проложения дороги. По дорожно-климатическим условиям территория СССР делится на пять зон (табл. IV.1).

Дорожно-климатическое районирование позволяет получить общую характеристику географического района. Особенности проложения трассы дороги могут существенно изменять условия работы грунта в земляном полотне, что учитывается введением понятия о типе местности по характеру увлажнения (табл. IV.2).

Зная дорожно-климатическую зону, тип местности по условиям увлажнения и свойства грунтов, устанавливают расчетные значения модуля их упругости (см. гл. V), удельного и общего избытка воды, поступающей в корыто (см. § V.10), а также глубину промерзания.

Чтобы обеспечить требуемую прочность земляного полотна в течение заданного срока службы и морозное пучение не свыше допустимых значений, необходимо, чтобы низ дорожных одежд возвышался над расчетным уровнем грунтовых и поверхностных вод, а также над уровнем поверхности земли на участках с необеспеченным поверхностным стоком не менее, чем указано в табл. IV.3.

Возвышение низа дорожной одежды для дорог IV и V категорий с переходными и низшими типами покрытий уменьшают по сравнению с нормами табл. IV.3 на основе опыта эксплуатации дорог в этих районах, но не более чем в 1,5 раза.

Приведенные в табл. IV.3 нормы должны удовлетворять и требованиям снегонезаносимости земляного полотна. Возвышение бровки насыпи над расчетным

Дорожно-климатические зоны

Дорожно-климатическая зона	Примерные географические границы и краткая характеристика дорожно-климатических зон
I	Севернее линии, соединяющей Мончегорск—Поной—Несь—Ашкурья—Сухая Тунгуска—Канск—Госграница и Биробиджан—Де-Кастри. Зона включает географические зоны: тундры, лесотундры и северо-восточную часть лесной зоны с распространением вечномерзлых грунтов
II	От границы I зоны до линии, соединяющей Львов—Житомир—Тулу—Горький—Ижевск—Киштым—Томск—Канск; Биробиджан—Де-Кастри—граница с КНР. Зона включает географическую зону лесов с избыточным увлажнением грунтов
III	От границы II зоны до линии, соединяющей Кишинев—Кировоград—Белгород—Куйбышев—Магнитогорск—Омск—Бийск—Туран. Зона включает лесостепную географическую зону со значительным увлажнением грунтов в отдельные годы
IV	От границы III зоны до линии, соединяющей Джульфу—Степанакерт—Буйнакск—Кизляр—Волгоград, далее проходит южнее на 200 км линии, соединяющей Уральск—Актюбнск—Караганду и до северного побережья озера Балхаш. Зона включает географическую степную зону с недостаточным увлажнением грунтов
V	Зона расположена к юго-западу и к югу от границы IV зоны и включает пустынную и пустынно-степную географические зоны с засушливым климатом и распространением засоленных грунтов

Примечание. Кубань и западную часть Северного Кавказа относят к III дорожно-климатической зоне; Черноморское побережье, предкавказские степи, за исключением Кубани и западной части Северного Кавказа, относят к IV зоне; горные области выше 1000 м, а также малоизученные районы относят к той или иной зоне в зависимости от местных природных условий.

Таблица IV.2

Классификация местности по условиям увлажнения

Тип местности	Признаки увлажнения
1-й. Сухие места	Поверхностный сток обеспечен, грунтовые воды не оказывают существенного влияния на увлажнение верхней толщи грунтов
2-й. Сырые места	Поверхностный сток не обеспечен, но грунтовые воды не оказывают существенного влияния на увлажнение верхней толщи грунтов; почвы с признаками поверхностного заболачивания, весной и осенью является застой воды на поверхности
3-й. Мокрые места	Грунтовые воды или длительно стоящие (более 20 суток) поверхностные воды влияют на увлажнение верхней толщи грунтов; почвы торфяные, оглеенные с признаками заболачивания, а также солончаки и постоянно орошаемые территории засушливых областей

Примечание. Грунтовые воды не оказывают существенного влияния на увлажнение верхней толщи грунтов в случаях, если уровень грунтовых вод в предморозный период залегает ниже расчетной глубины промерзания: на 2 м и более — в глинах, в суглинках тяжелых и тяжелых пылеватых; на 1,5 м и более — в суглинках легких пылеватых и легких, в супесях тяжелых пылеватых и пылеватых; на 1 м и более — в супесях легких, легких крупных и песках пылеватых.

**Возвышение низа дорожной одежды над расчетным уровнем
грунтовых и поверхностных вод**

Грунт земляного полотна	Возвышение низа дорожной одежды, м, в дорожно-климатических зонах не менее			
	II	III	IV	V
Песок средний и мелкий, супесь легкая крупная	0,7	0,6	0,5	0,4
	0,5	0,4	0,3	0,2
Песок пылеватый, супесь легкая	1,2	0,8	0,8	0,7
	0,6	0,5	0,4	0,3
Супесь пылеватая и тяжелая пылеватая, суглинок легкий, легкий пылеватый и тяжелый пылеватый	1,9	1,7	1,4	1,3
	0,8	0,6	0,5	0,4
Суглинок тяжелый, глины	1,9	1,4	1,1	1,0
	0,7	0,6	0,4	0,4

Примечания. 1. В числителе указано требуемое возвышение низа дорожной одежды над уровнем грунтовых или длительно (более 20 сут.) стоящих поверхностных вод, в знаменателе — то же, над поверхностью земли на участках с необеспеченным поверхностным стоком или над уровнем кратковременно (менее 20 сут.) стоящих поверхностных вод. 2. Низ дорожной одежды принимают по границе последнего по глубине конструктивного слоя одежды, учитываемого при расчете на прочность. 3. Возвышение низа дорожной одежды при устройстве теплоизоляционного паронепроницаемого или капилляроперывающих слоев уменьшают по сравнению с настоящими нормами на основе расчетов конструкции дорожных одежд. 4. За расчетный уровень грунтовых вод принимают расчетный предельный уровень (уровень длительного их стояния), а при отсутствии необходимых данных — наивысший возможный уровень, определяемый по верхней линии горизонта оглеения грунтов. 5. Возвышение низа дорожной одежды на участках насыпей, проектируемых с откосами крутизной менее 1:1,5, а также с бермами уточняют по расчету. 6. Возвышение низа дорожной одежды над уровнем грунтовых вод, пониженных посредством глубокого дренажа, принимают на 25% больше указанного в данной таблице. 7. Поверхностный сток считается обеспеченным, если продольный уклон лотков и канав или уклон местности вдоль дороги составляет более 0,005. 8. Настоящие нормы справедливы при строгом соблюдении требуемой плотности грунтов (см. табл. VII.6).

уровнем снегового покрова (при расчетной вероятности превышения 5%) должно быть рассчитано и составлять не менее 0,8 м для дорог I категории; 0,6 м для дорог II и III категорий и 0,5 м для дорог IV—V категорий.

§ IV.2. Классификация грунтов и их характеристика

Для установления вида грунтов, их свойств и состояния в природных условиях, а также их поведения в земляном полотне определяют: гранулометрический состав, особенно для крупнообломочных и песчаных грунтов; плотность, объемную массу и влажность (в естественном состоянии) для всех грунтов; коэффициент пористости и степень влажности для крупнообломочных и песчаных грунтов в естественном состоянии; влажность, соответствующую границам текучести и раскатывания, число пластичности и консистенцию для глинистых грунтов; оптимальную влажность и максимальную плотность по методу стандартного уплотнения; коэффициент фильтрации песков и торфов; относительное набухание и усадку, влажность набухания для глинистых грунтов; количественное содержание солей для засоленных грунтов; степень заторфованности и разложения органического вещества грунтов для заболоченных районов; сопротивление сдвигу для глинистых и заторфованных грунтов; модуль их упругости; относительную просадочность и начальное просадочное давление для просадочных грунтов.

В зависимости от вида сооружения могут по заданию проектной организации дополнительно определяться и другие характеристики грунтов. Свойства грунтов определяют в соответствии с государственными стандартами (табл. IV.4).

Таблица IV.4

Государственные стандарты, регламентирующие методы испытаний грунтов

Характеристика грунта	ГОСТ или ВСН	Характеристика грунта	ГОСТ или ВСН
Максимальная плотность γ_{\max} , г/см ³	22733—77	Модуль упругости E_0 , кгс/см ²	ВСН 46-72
Влажность W , %	5180—75	Модуль деформации по испытаниям грунта штампом E_d , кгс/см ²	12374—66
Граница текучести W_T , %	5184—64	Статическое зондирование	20069—74
Граница раскалывания W_p , %	5183—64	Динамическое зондирование	19912—74
Гранулометрический состав	12536—67	Статическая обработка результатов определений характеристик грунта	20522—75
Отбор, упаковка, перевозка и хранение образцов	19071—73		
Сопrotивление сдвигу (удельное сцепление c , кгс/см ² , и угол внутреннего трения φ , град)	12248—66		

Физические характеристики грунтов определяют по формулам табл. IV.5.

По гранулометрическому составу и числу пластичности глинистые грунты разделяют на супеси, суглинки и глины (табл. IV.6).

Классификация крупнообломочных и песчаных грунтов приведена в табл. IV.7. При содержании в грунте зерен крупнее 2 мм свыше 25% наименование грунта дополняют словом «гравелистый», причем в зависимости от формы (окатанная или острореберная) их различают глыбовые, гравийные, щебенчатые и дресвяные грунты.

Пески по крупности разделяют на крупные, средние, мелкие и пылеватые. Пески различной крупности характеризуются и различными свойствами (табл. IV.8). Пески с коэффициентом неоднородности $K_n > 3$ считают разнозернистыми (неоднородными), с коэффициентом $K_n \leq 3$, а также мелкие пески с массовой долей зерен размером 0,10—0,25 мм 90% и более — однородными.

Важной характеристикой грунтов является их склонность к морозному пучению. Не подвержены образованию пучин лишь пески (табл. IV.9).

Наличие в супесях глинистых частиц придает им связность в сухом состоянии. В зависимости от содержания пылеватых и глинистых частиц супеси обладают различной склонностью к пучинообразованию. Пылеватые супеси наименее устойчивы в переувлажненном состоянии. Тяжелые пылеватые супеси обладают максимальной склонностью к увеличению объема вследствие образования ледяных кристаллов и линз. Они являются чрезмерно пучинистыми грунтами (см. табл. IV.9).

Суглинки с увеличением в них пылеватых частиц при увлажнении повышают склонность к пучинообразованию и размыву, в то же время снижается их прочность. Легкие пылеватые суглинки также являются чрезмерно пучинистыми. Между тем легкие и тяжелые суглинки подвержены незначительному пучению (слабопучинистые).

Глины, особенно высокодисперсные, обладают высоким сцеплением. Водонепроницаемость и склонность к размыву глин меньше, чем суглинков и особенно супесей. Скорость капиллярного движения в глинах во много раз меньше, чем в супесях и даже суглинках. Поэтому глины медленно насыщаются водой, но и медленно просыхают. В зависимости от типа местности по условиям увлажнения глины могут быть пучинистыми или слабопучинистыми.

Формулы для вычисления физических характеристик грунтов

Характеристика грунта	Формула
Плотность скелета $\gamma_{ск}$, г/см ³ (γ_0 — объемная масса грунта, г/см ³)	$\gamma_{ск} = \frac{\gamma_0}{1 + 0,01W}$
Пористость n , %	$n = \left(1 - \frac{\gamma_0}{\gamma_{ск}}\right) 100$
Коэффициент пористости e	$e = \frac{n}{100 - n}$
Плотность взвешенного в воде грунта $\gamma_{взв}$, г/см ³	$\gamma_{взв} = \frac{\gamma_n - 1}{1 + e}$
Полная влагоемкость $W_{пол}$, %	$W_{пол} = \frac{e\gamma_{вод}}{\gamma_n} 100 \quad (\gamma_{вод} = 1 \text{ г/см}^3)$
Число пластичности $W_{п.}$, %	$W_{п.} = W_{т.} - W_{р.}$
Линейная усадка l_y , %	$l_y = \frac{l_{нач} - l_{кон}}{l_{нач}} 100$
Объемная усадка V_y , %	$V_y = \frac{V_{нач} - V_{кон}}{V_{нач}} 100$
Влажность W , % (g_a и g_c — масса грунта во влажном и сухом состоянии)	$W = \frac{g_a - g_c}{g_c} 100$
Относительная влажность $W_{от.}$, %	$W_{от.} = \frac{W}{W_{т.}} 100$
Коэффициент фильтрации K , м/сут (J — гидравлический градиент — отношение разности напоров $H_1 - H_2$, см, к пути фильтрации l , см; Q — расход воды, м ³ /сут; rF — площадь поперечного сечения грунта, м ²)	$K = \frac{Q}{JF}$
Коэффициент температуропроводности a , м ² /ч (λ — коэффициент теплопроводности, ккал/м·ч·град; c — удельная теплоемкость, ккал/кг·град)	$a = \frac{\lambda}{c}$
Коэффициент морозного пучения $K_{п.}$, % (Δh — абсолютное значение пучения, см; z — глубина промерзания, см)	$K_{п.} = \frac{\Delta h}{z}$

Дорожная классификация глинистых грунтов

Вид грунта	Разновидности грунтов	Число пластичности	Массовая доля песчаных зерен, %
Супесь	Легкая крупная Легкая	$1 \leq W_p < 7$	> 50 > 50
	Пылеватая Тяжелая пылеватая	$1 \leq W_p < 7$	20—50 < 20
Суглинок	Легкий Легкий пылеватый	$7 < W_p \leq 12$	> 40 < 40
	Тяжелый Тяжелый пылеватый	$12 \leq W_p \leq 17$	> 40 < 40
Глина	Песчанистая Пылеватая (полужирная)	$17 < W_p \leq 27$	> 40 Меньше, чем пылеватых
	Жирная	$W_p > 27$	Не нормируют

Примечания. 1. Для супесей легких крупных учитывают массовую долю частиц размером 2—0,25 мм. 2. Песчаные зерна характеризуются размером от 2 до 0,05мм, пылеватые частицы 0,05 до 0,005 мм.

Таблица IV.7

Классификация крупнообломочных и песчаных грунтов

Вид грунта	Размер зерен, мм, крупнее	Массовая доля зерен, % от массы сухого грунта
<i>Крупнообломочные</i>		
Грунт глыбовый (при преобладании окатанных камней — валунный)	200	Более 50
Грунт щебенистый (при преобладании окатанных зерен — галечниковый)	10	„ 50
Грунт дресвяный (при преобладании окатанных зерен — гравийный)	2	„ 50
<i>Песчаные</i>		
Песок гравелистый	2	„ 25
Песок крупный	0,5	„ 50
Песок средней крупности	0,25	„ 50
Песок мелкий	0,1	„ 75
Песок пылеватый	0,1	Менее 75

На значительной территории СССР (ориентировочно 13% всей площади) распространен торф различного происхождения, представляющий собой органично-минеральную массу с растительными остатками до 60%, которая отличается большой сжимаемостью и малой плотностью (1 г/см³). Влажность торфа в зависимости от степени разложения изменяется в очень широких пределах и поэтому изменяются и его физико-механические свойства (табл. IV.10).

Если массовая доля растительных остатков 10—60%, грунты называются за торфованными, а при 3—10% — грунтами с органическими примесями.

Таблица IV.8

Физические свойства песков различной крупности

Песок	Эффективный диаметр $d_{эф}$, мм	Коэффициент неоднородности K_H	Массовая доля частиц размером 0,05 м, %	Плотность скелета $\gamma_{ск}$, кг/см ³ , не менее	Полная влагоемкость, %	Коэффициент фильтрации K_f , м/сут	Высота капиллярного поднятия h_K , см
Очень мелкий	0,06—0,07	<2—3	<1	1,60	<25	<0,8	≥ 50
Мелкий	0,08—0,13	2,5—4	<2	1,74	<21	<3—4	≤ 50
Средний	0,14—0,17	>3	<3	1,81	<18	6—9	≤ 35
Крупный	>0,17	>3	<5	1,85	<16	>9	≤ 25

Примечание. 1. Коэффициент фильтрации определен по методике Союздорнии. 2. $d_{эф}$ — под эффективным или действующим диаметром грунтовых зерен понимается максимальный диаметр тех фракций, количество которых составляет 10%. 3. K_H — коэффициент неоднородности характеризует отношение диаметра фракций, составляющих 60% ($d_{60\%}$) к эффективному диаметру ($d_{10\%}$). 4. В последней графе указаны минимальные значения h_K , которыми можно пользоваться лишь при предварительных расчетах. Более надежным является определение h_K в лабораторных условиях для образцов, взятых непосредственно с объекта строительства.

Таблица IV.9

Классификация грунтов по степени их морозного пучения

Название грунта по его пучинистости	Наименование грунта по гранулометрическому составу	Тип местности по условиям увлажнения	Среднее значение $K_{п}$	Группа грунта по степени пучинистости
Непучинистый	Песок гравелистый, крупный, средней крупности, с массовой долей частиц мельче 0,05 мм, меньше 2%	2—3	Менее 1	I

Название грунта по его пучинистости	Наименование грунта по гранулометрическому составу	Тип местности по условиям увлажнения	Среднее значение K_{II}	Группа грунта по степени пучинистости
Слабопучинистый	Песок гравелистый, крупный и средней крупности с массовой долей частиц мельче 0,05 мм меньше 15%, песок мелкий с массовой долей частиц мельче 0,05 мм менее 2%	1	Менее 1	I
	Песок гравелистый, крупный и средней крупности с массовой долей частиц мельче 0,05 мм менее 15%, песок мелкий с массовой долей частиц мельче 0,05 мм менее 2%	2—3	1—2	II
	Песок мелкий с массовой долей частиц мельче 0,05 мм менее 15%, супесь легкая и легкая крупная	1	1—2	II
	Песок мелкий с массовой долей частиц мельче 0,05 мм менее 15%, супесь легкая крупная	2—3	2—4	III
	Песок пылеватый, супесь пылеватая, суглинок легкий, тяжелый, тяжелый пылеватый, глины	1	2—4	III
Пучинистый	Супесь легкая, суглинки легкий и тяжелый, глины	2—3	4—7	IV
	Супесь тяжелая пылеватая, суглинок легкий пылеватый	1	4—7	IV
Очень пучинистый	Песок пылеватый, супеси пылеватые, суглинок тяжелый пылеватый	2—3	7—10	V
Чрезмернопучинистый	Супесь тяжелая, пылеватая, суглинок легкий пылеватый	1	> 10	VI

Примечание. 1. Относительное пучение K_{II} вычисляются по формуле $K_{II} = \frac{\Delta h}{\Delta z} 100$, где Δh — морозное пучение при толщине промерзшего слоя грунта Δz , причем значения K_{II} указаны при глубине промерзания $z = 1,5$ м. 2. Величина относительного пучения щебенистых, гравелистых, древесных материалов и песков при массовой доле более 15% частиц размером мельче 0,5 мм ориентировочно может быть принята как для пылеватого песка, но должна быть проверена в лаборатории.

Характеристика болотных отложений

Разновидность отложений	Физико-технические характеристики							Сопроотивление сдвигу τ , кгс/см ²	Качественные, визуальные показатели	Тип болот, сложенных только данной разновидностью
	Влажность, W , %	Степень разложения R , %	Плотность γ , г/см ³	Коэффициент пористости e	Модуль деформации E , кгс/см ² , при нагрузке p , кгс/см ²					
					0,6	1,0	1,5			
А. Торф сухой	До 300	—	>0,20	<5	>2,4	>2,6	>2,7	0,5—0,3	Плотный, в том числе минерализованный, различных цветов	I
Б. Торф маловлажный	300—600	50	0,20—0,15	5—8	2,4—1,8	2,6—2,1	2,7—2,5	0,3—0,2	Лесной, плотный, черный или коричневый; буровой наконечник можно погрузить в торф усилием двух человек; сильно пачкает руку и при сжатии полностью продавливается сквозь пальцы; вода не отжимается; остатков трав и мхов нет или они встречаются в небольшом количестве	I
В. Торф средней влажности	600—900	50—30	0,15—0,10	8—14	1,8—1,3	2,1—1,7	2,5—2,0	0,2—0,15	Лесотопяной средней плотности, темный или серо-коричневый; буровой наконечник можно погрузить усилием одного человека; пачкает руку и при сжатии частично продавливается сквозь пальцы; вода коричневого цвета, отжимается в небольшом количестве. Содержит остатки древесины, трав и мхов	I

Г. Торф влажный	очень	900— 1300	30—10	0,10— 0,06	14—20	1,3—0,9	1,7—1,4	2,0—1,8	0,15—0,1	Топяной малой плотности, светлого или темного цвета; буровой накопечник погружается под действием одной вытянутой руки. Не пачкает рук и не продавливается сквозь пальцы. Вода отжимается в большом количестве и имеет желтый цвет. Древесные остатки отсутствуют или встречаются редко	
Д. Торф новлажный	избыточ-	>1300	—	0,06	20	<0,90	<1,4	<1,8	<0,1	Рыхлый, светло-коричневый, иногда желтый; видны стебельки мхов. Прозрачная вода отжимается как из губки, после чего торф пружинит	II, III
Е. Сапрпель влажный	мало-	<200	—	—	—	—	>5,0	—	>0,2	Плотный, черный, серо-коричневый или зеленоватый органический ил с включением неразложившихся остатков растений	I
Ж. Сапрпель влажный		200— 1000	—	—	—	—	5,0—1,2	—	0,2—0,05	Пластичная жирная масса незначительной плотности черного или зеленоватого цвета; имеются включения неразложившихся остатков растений и частиц минерального грунта	III
З. Жидкие образования		—	—	—	—	—	—	—	<0,05	Неразложившиеся остатки трав и мхов находятся в воде во взвешенном состоянии. Жидкие образования имеют темную окраску, на горизонтальной поверхности растекаются	III

Примечание. При наличии в болотной толще двух и более слоев или если, кроме разновидностей А, Б, В, Г или Е, болотная толща содержит разновидности Ж и З, болото следует относить ко II типу, а в случае, когда разновидности Ж и З преобладают (по мощности), — к III типу.

§ IV.3. Требования к грунтам для сооружения земляного полотна

Земляное полотно обычно сооружают из местных грунтов, за исключением: глинистых избыточно засоленных (табл. IV.11, IV.12), глинистых с влажностью, превышающей допустимую (см. гл. VII); ила, торфа, мелкого песка и глинистого грунта с примесью ила и органических веществ; верхнего почвенного слоя, содержащего в большом количестве корни растений, для насыпей высотой до 1 м; тальковых грунтов и трепелов на сырых и мокрых участках (см. табл. IV.2); грунтов, содержащих гипс (табл. IV.13).

Таблица IV.11
Классификация грунтов по степени засоления

Грунты	Средняя суммарная массовая доля легко растворимых солей, % сухого грунта, при засолении	
	хлоридном и сульфатно-хлоридном	сульфатном, хлоридно-сульфатном и содовом
Слабозасоленные	0,5—2 (0,3—1)	0,5—1 (0,3—0,5)
Среднезасоленные	2—5 (1—5)	1—3 (0,5—2)
Сильнозасоленные	5—10 (5—8)	3—8 (2—5)
Избыточно засоленные	> 10 (>8)	> 8 (>5)

Примечание. Содержание солей приведено для V дорожно-климатической зоны, в скобках — для остальных зон. В V дорожно-климатической зоне к слабозасоленным грунтам относят и грунты со средней суммарной массовой долей легкорастворимых солей менее 0,5%. В других районах массовая доля солей не должна превышать 0,3%. К слабозасоленным грунтам относят и грунты, содержащие более 0,25% $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{MgSO}_4$ или более 0,5% $\text{NaHCO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3$.

Таблица IV.12
Качественный характер засоления

Засоление	Отношение $\frac{\text{Cl}'}{\text{SO}_4}$	Засоление	Отношение $\frac{\text{Cl}'}{\text{SO}_4}$
Хлоридное	> 2,5	Хлоридно-сульфатное	1,5—1,0
Сульфатно-хлоридное	2,5—1,5	Сульфатное	1,0

Примечание. Содержание ионов устанавливают в водной вытяжке, выраженной в миллиэквивалентах на 100 г сухого грунта. Засоление называют содовым при содержании в грунте ионов $\text{CO}_3^{''}$ и HCO_3' свыше одной трети суммарного содержания ионов Cl' и $\text{SO}_4^{''}$.

Таблица IV.13
Предельное содержание гипса в грунтах, допускаемое для сооружения земляного полотна

Условия применения	Массовая доля гипса, %
В II—IV дорожно-климатических зонах для насыпей: на сухих и сырых участках	30
	на мокрых участках
В V дорожно-климатической зоне для насыпей: на сухих и сырых участках	40
	на мокрых участках
Для нижней части пойменных и подтопляемых насыпей во всех дорожно-климатических зонах	5

Перечисленные выше грунты применяют лишь на дорогах III—V категорий при дополнительных мерах, обеспечивающих требуемую прочность и устойчивость земляного полотна.

Сильно подзолистые пылеватые грунтовые разности, особенно оглеенные, жирные и сланцевые глины, опоки и глинистые мергели применимы лишь в нижней части насыпей высотой свыше 2 м. Из кремнистых мергелей можно возводить и верхнюю часть насыпей независимо от их высоты. На иловатых и торфяных отложениях отсыпают насыпи, предусматривая мероприятия, устраняющие их выдавливание. Но такие насыпи, даже возведенные при надлежащем уплотнении, все же подвержены значительной осадке.

Меловые породы, так же как и кремнеподобные опоки, укладывают в III зоне и более южных районах лишь в нижнюю часть насыпей, даже на участке I типа местности по условиям увлажнения. Эти породы, в том числе глинистые сланцы и аргиллиты, при повторном замерзании быстро выветриваются, особенно на откосах земляного полотна. Поэтому в районах I—II зон их надо прикрывать глинистым грунтом. Из сланцевых глин в Донбассе успешно возводятся насыпи с уплотнением их кулачковыми катками. Но при устройстве дорожных одежд нужно соблюдать принцип стадийности вследствие значительной осадки насыпей.

В настоящее время для возведения насыпей используют почти все виды пылеватых грунтов. Так, широко применяют и подзолистые грунты, сероземы, черноземы.

Несмотря на неудовлетворительные водные и прочностные свойства лёссов и лёссовидных суглинков, в районах IV зоны из них возводят насыпи, причем в выемках допускают вертикальные откосы. Поскольку лёссовые грунты макропористые, то они нуждаются в тщательном уплотнении.

Лёссы и лёссовидные суглинки относят к просадочным грунтам при возможности замачивания, если эти грунты характеризуются следующими показателями:

$$g = \frac{W\gamma}{\epsilon\gamma_{\text{вод}}} \leq 0,6 \quad (\text{IV.1}) \quad \text{и} \quad \frac{\epsilon_0 - \epsilon_{\tau}}{1 + \epsilon_0} \geq -0,1. \quad (\text{IV.2})$$

Здесь g — степень заполнения объема пор грунта водой; W — природная весовая влажность грунта в долях единицы; γ — плотность грунтовых частиц, т/м^3 ; $\gamma_{\text{вод}}$ — плотность воды, принимаемая равной 1 т/м^3 ; ϵ — коэффициент пористости грунта, определяемый как отношение объема пор к объему минеральной части грунта; ϵ_0 — коэффициент пористости образца природного сложения и влажности; ϵ_{τ} — то же, при влажности на границе текучести.

По склонности к просадочности при замачивании рассматриваемые макропористые грунты подразделяют на группы (табл. IV.14) в зависимости от коэффициента просадочности $K_{\text{прс}} = \frac{\gamma_{\text{ф}}}{\gamma_{\text{max}}}$ (где $\gamma_{\text{ф}}$ — плотность грунта естественного сложения, г/см^3 ; γ_{max} — максимальная стандартная плотность, г/см^3).

Таким образом грунты разрабатывают и применяют для возведения насыпей лишь в весенне-летний период, когда естественная их влажность близка к оптимальной.

Таблица IV.14

Классификация макропористых грунтов по степени просадочности

Группа грунта по просадочности	Значение $K_{\text{прс}}$
Непросадочные	Более 0,95—0,92
Просадочные	0,91—0,85
Сильно просадочные	Менее 0,82—0,84

Грунты для возведения верхней части насыпей следует выбирать с учетом коэффициента морозного пучения (см. табл. IV.9). Но нужно также учитывать и минералогический, а также петрографический составы. Так, морозное пучение каолиновых грунтов в 4—8 раз больше, чем гидрослюдистых и монтмориллонитовых и в 1,5—2 раза больше, чем пылеватых. В свою очередь, пучение монтмориллонитовых грунтов ориентировочно в 2 раза больше, чем слюдястых. Значит из грунтов каолиновых и монтмориллонитовых не следует возводить насыпи.

В зависимости от влажности глинистых грунтов, характеризуемой коэффициентом консистенции B , также останавливают возможность их применения для устройства земляного полотна. Коэффициент B (табл. IV.15) определяют по формуле

$$B = \frac{W - W_p}{W_T - W_p}, \quad (VI.3)$$

где W — естественная влажность грунта в момент определения его состояния, %; W_p и W_T — влажность на границе раскатывания и соответственно на границе текучести, % (см. табл. IV.4).

Таблица IV.15

Коэффициент консистенции глинистых грунтов

Грунты	Состояние грунта	Значение B
Супеси ($1 \leq W_p \leq 7$)	Твердые Пластичные Текучие	$B < 0$ $0 \leq B \leq 1$ $B > 1$
Суглинки ($7 < W_p \leq 17$)	Твердые Полутвердые	$B < 0$ $0 \leq B \leq 0,25$
Глины ($W_p > 17$)	Тугопластичные Мягкопластичные Текучепластичные Текучие	$0,25 < B \leq 0,5$ $0,5 < B \leq 0,75$ $0,75 < B < 1$ $B > 1$

Глинистые грунты считаются переувлажненными, если их влажность превышает оптимальную W_0 (см. гл. VII), а в пределах выемок они имеют коэффициент консистенции $B > 0,25$.

Для возведения насыпей надлежит применять в зависимости от погодноклиматических условий тугопластичные и мягкопластичные грунты.

Глинистые грунты характеризуются высокой степенью набухания, что в южных районах, особенно предгорных, сопровождается разрушением дорожных одежд. По степени набухания различают три группы грунтов (табл. IV.16).

Таблица IV.16

Группы глинистых грунтов по степени набухания

Грунты при влажности не менее $0,5 W_0$	Деформация набухания, %
Ненабухающие	Менее 2—4
Набухающие	5—10
Сильно набухающие	Более 10

Примечания. 1. Деформация набухания определяется как отношение слоя грунта после набухания к его первоначальной толщине. 2. W_0 — оптимальная влажность определяется по методу стандартного уплотнения.

Суммарный показатель степени набухания-усадки определяют по формуле:

$$\Delta V_c = \frac{\Delta V_n + \Delta V_y}{1 - \Delta V_y}, \quad (IV.4)$$

где ΔV_n и ΔV_y — показатели, соответственно характеризующие степень набухания и усадку, равные:

$$\Delta V_n = \frac{V_n - V_0}{V_0} \quad (IV.5) \quad \text{и} \quad \Delta V_y = \frac{V_0 - V_y}{V_y}, \quad (IV.6)$$

V_0 — первоначальный объем образца грунта, см³; V_n и V_y — объемы образцов соответственно после свободного набухания при увлажнении и после свободной усадки при высушивании, см³.

Если $\Delta V_c \geq 20$, грунты являются сильно набухающими и потому их можно применять лишь на участках I типа местности по условиям увлажнения, предусматривая мероприятия, обеспечивающие круглогодичный благоприятный водно-тепловой режим земляного полотна.

Признаком допускаемого содержания легкорастворимых солей в недренлирующих грунтах является количество солей, способное раствориться в объеме воды, соответствующем оптимальной влажности грунта при максимальном уплотнении. На сухих участках для возведения насыпей в V зоне можно применять и сильно засоленные грунты, а в остальных зонах средnezасоленные (см. табл. IV.11 и IV.12).

При возведении насыпей средствами гидромеханизации применяют в основном дренирующие грунты. Мелкие, пылеватые пески и супеси используют при условии, что в теле возводимой насыпи будет не более 15% частиц размером мельче 0,1 мм.

Для нижней части постоянно подтапливаемых насыпей, возводимых из грунтов, отсыпаемых в воду, необходимо применять прежде всего скальные или крупнообломочные грунты (см. табл. IV.7). При их отсутствии с этой целью используют пески, а также супеси легкие крупные с содержанием в них глинистых частиц не более 6%.

В случае возведения насыпей из крупнообломочных грунтов типа глинистых сланцев, в том числе алевролитов, аргиллитов и других аналогичных горных пород, необходимо стремиться, чтобы содержание обломочного материала составляло не менее 65—70%. Тогда после его уплотнения образуется контактная система грунта, способствующая повышению прочности и устойчивости насыпей.

§ IV.4. Поперечные профили земляного полотна

Типовые поперечные профили. Поперечный профиль земляного полотна в соответствии с рабочей отметкой выбирают с учетом общих положений, перечисленных в § IV.1.

Одним из важнейших требований к поперечному профилю является обеспечение безопасности движения, а также устойчивости земляного полотна. Этим требованием удовлетворяют поперечные профили насыпей (рис. IV.1, IV.2) и выемок (рис. IV.3) в равнинной и слабохолмистой местностях. Если местные грунты склонны к пучинообразованию, то верхнюю часть земляного полотна сооружают из песчаных грунтов или других горных пород, не подверженных морозному пучению.

На косогорах крутизной от 1 : 10 до 1 : 5 с нагорной стороны насыпи на расстоянии не менее 2 м предусматривают водоотводную канаву (рис. IV.4). При большей крутизне откосов с нагорной стороны устраивают нагорную канаву с banquetом и предбанкетным лотком-канавой треугольного сечения.

В выемках с целью повышения безопасности движения для отвода поверхностных вод предусматривают лотки треугольного сечения глубиной 0,3—0,5 м. Но при значительном расходе воды возможно устройство канав трапециевидального сечения. На косогорах с нагорной стороны выемок обязательно нарезают нагорные канавы.

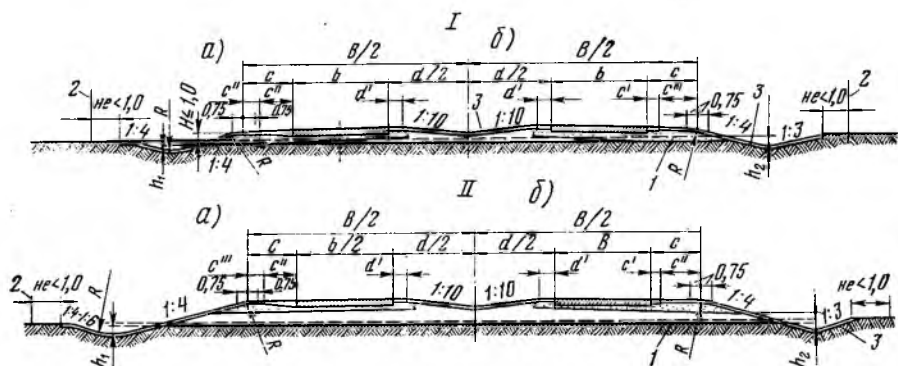


Рис. IV.1. Типовые поперечные профили насыпей с разделительной полосой:
 I — насыпь высотой $H \leq 1$ м; II — насыпь высотой $H \leq 2$ м; а — обтекаемого профиля; б — необтекаемого;
 1 — снятый растительный грунт; 2 — граница полосы отвода; 3 — искусственный травяной покров; h_1 — глубина лотка по гидравлическому расчету, но не менее 0,3 м; h_2 — расстояние не менее 0,2 м от низа песчаного подстилающего слоя до дна лотка

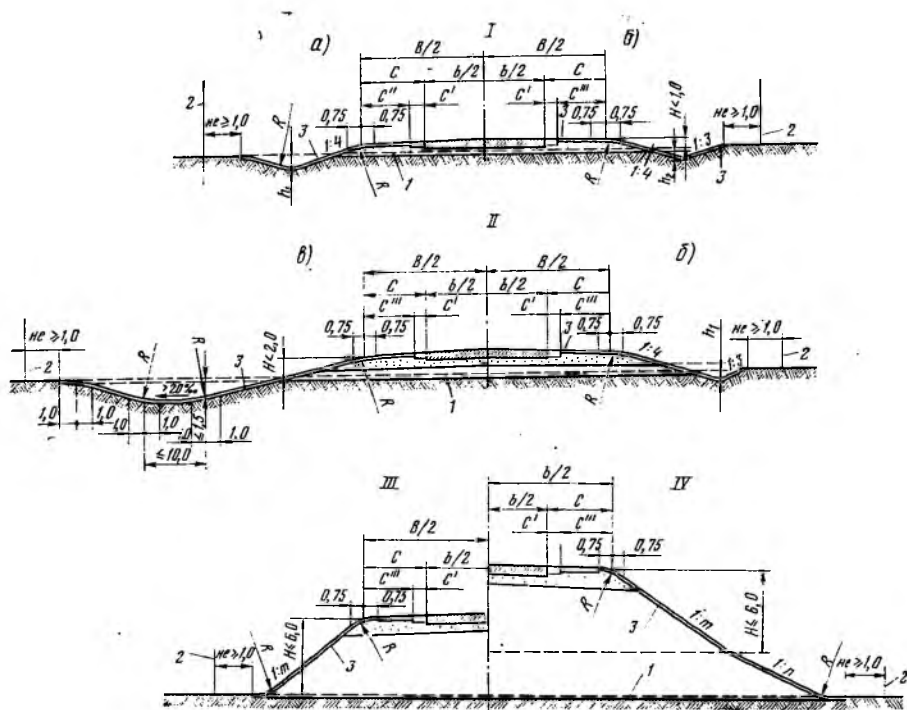


Рис. IV.2. Типовые поперечные профили насыпей различной высотой:
 I — высотой $H \leq 1$ м; II — $H \leq 2$ м; III — $H \leq 6$ м; IV — $H \leq 12$ м; а — обтекаемого профиля с лотками; б — необтекаемого профиля с боковыми канавами; в — обтекаемого профиля с боковыми резервами;
 1 — снятый растительный грунт; 2 — граница полосы отвода; 3 — искусственный травяной покров; h_1 — глубина лотка по гидравлическому расчету, но не менее 0,3 м; h_2 — расстояние от низа песчаного подстилающего слоя до дна лотка, но не менее 0,2 м

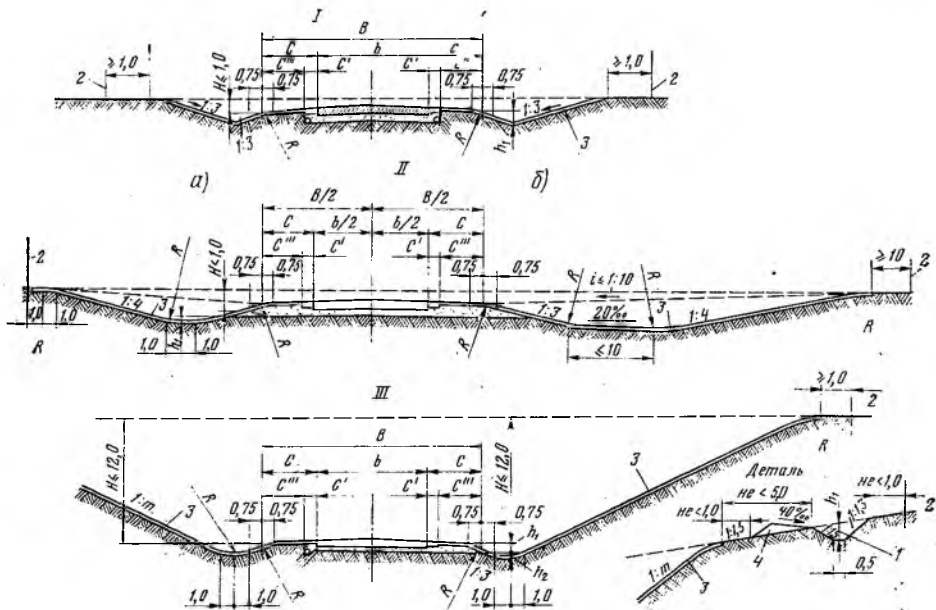


Рис. IV.3. Типовые поперечные профили выемок:

I — глубиной $H \leq 1$ м, необтекаемого профиля; IIa — раскрытая выемка с $H \leq 1$ м; IIб — то же, разделанная по насыпи; III — глубиной $H < 12$ м и без закуветных полок; 1 — нагорная канава по расчету, но не менее 0,6 м; 2 — граница полосы отвода; 3 — искусственный травяной покров; 4 — банкет; h_1 — глубина лотка по расчету, но не менее 0,3 м; h_2 — расстояние от низа песчаного подстилающего слоя до дна лотка, но не менее 0,2 м

Размеры водоотводных и нагорных канав, а также грунтовых лотков-каналов принимают согласно действующим нормам (табл. IV.17) с проверкой в сомнительных случаях их сечения гидравлическим расчетом.

Для сброса воды из нагорных, боковых и водоотводных канав, а также грунтовых лотков-каналов, когда возможен размыв грунта, устраивают телескопические лотки из железобетонных корытчатых звеньев трапециевидного вида. Лоток выполняет роль быстрогока и работает по типу свода.

Устойчивость откосов земляного полотна. Для насыпей высотой до 2 м на дорогах I—III категорий при возведении их из местных грунтов, перевозимых на расстояние до 0,5 км, наибольшую крутизну откосов принимают 1:4. На дорогах остальных категорий при высоте насыпей до 1 м возможны откосы крутизной до 1:3 (см. рис. IV.1 и IV.2). Из камня слабовыветривающихся скальных пород проектируют насыпи высотой до 6 м с крутизной откосов 1:1, высотой до 12 м с крутизной откосов 1:1,3 (табл. IV.18).

Выемки глубиной до 1 м независимо от свойств грунтов в снегозаносимых районах, а также выемки глубиной до 2 м в районах барханных песков раскрывают, заложение откосов принимают 1:10. В выемках глубиной 1—5 м откосы устраивают крутизной 1:4—1:6 (см. рис. IV.3).

В крупнообломочных грунтах откосы глубиной до 12 м проектируют крутизной 1:1,5 (табл. IV.19).

Откосы насыпей и земляных регуляционных сооружений со стороны реки принимают крутизной 1:2; а с противоположной стороны не круче 1:1,5.

Если высота насыпи или глубина выемки более 2 м, то заложение откосов с учетом свойств грунтов проектируют согласно табл. IV.18, IV.19.

В скальных слабовыветривающихся породах устраивают вертикальные откосы. При расположении выемок глубиной более 2 м в мелких и пылеватых песках, переувлажненных пылеватых суглинках, в легковыветривающихся сильно трещи-

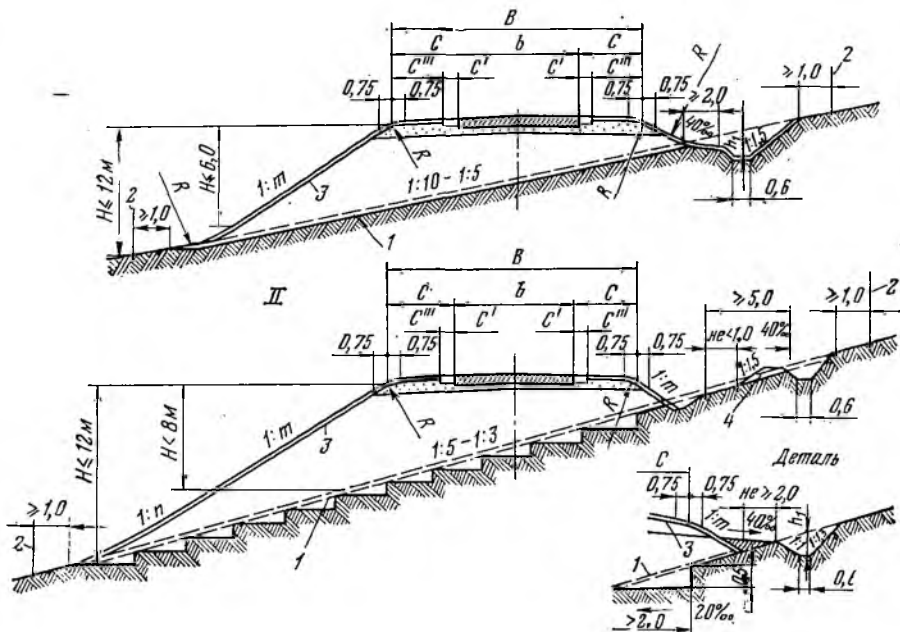


Рис. IV.4. Типовые поперечные профили земляного полотна на косогорах:

I — при крутизне откоса от 1:10 до 1:5; II — при крутизне от 1:5 до 1:3; 1 — снятый растительный слой; 2 — граница полосы отвода; 3 — искусственный травяной покров; 4 — баулет высотой $h \leq 0,5$ м; h_1 — глубина нагорной канавы по расчету, но не менее 0,6 м

Таблица IV.17

Минимальные размеры водоотводных устройств

Водоотводные устройства	Ширина по дну после укрепления, м	Глубина, м	Заложение откосов в грунтах			Продольный уклон, ‰	Возвышение бровки над расчетным уровнем воды, м
			глинистых, песчаных, крупнообломочных	пылеватых и песчаных	торфяных		
Нагорные и водоотводные канавы	0,6	0,6	1:1,5	1:1,5	—	5*	0,2
Забанкетные лотки-канавы	0,3	0,3	1—1,5	1:2	—	5	—
Лотки треугольного профиля	—	0,3	1:1	1:1,5	—	5	0,2
Канавы на болотах I типа	0,8	0,8	—	—	1:1,5	2**	—
Канавы на болотах II типа	2,0	1,0	—	—	1:1	2**	—
Боковые канавы трапецеидального профиля	0,4	0,3	1:1	1:1,5	—	5	0,2

* По условиям рельефа местности уменьшают до 3‰.

** В исключительных случаях уменьшают до 1‰.

Крутизна откосов насыпей

Вид используемого грунта	Крутизна откосов при высоте насыпей, м	
	от 2 до 6	до 12
Камни слабоветривающихся скальных пород	1:1—1:1,3	1:1,3—1:1,5
Глыбовый (валунный), щебенистый (галечниковый), дресвяный (гравийный), песок гравелистый, крупный и средней крупности, шлак металлургический	1:1,5	1:1,5
Песок мелкий и пылеватый, грунты глинистые, в том числе лёссы и лёссовидные суглинки	1:1,5	Верхней части высотой 6 м 1:1,5 — 1:1,75 нижней части высотой до 6 м 1:1,75 — 1:2,0
	1:1,75	
Песок мелкий, барханный в условиях засушливого климата	1:2,0	1:2,0

Примечание. В знаменателе для пылеватых грунтов в районах избыточного увлажнения и для однородных мелких песков.

Таблица IV.19

Крутизна откосов выемок

Вид грунтов и скальных пород	Высота откосов, м	Крутизна откосов
Скальные слабоветривающиеся	До 16	1:0,2
Скальные:		
легковветривающиеся неразмягчаемые	» 16	1:0,5—1:1,5
легковветривающиеся размягчаемые	» 6	1:1,0
то же	от 6 до 12	1:1,5
Крупнообломочные, песчаные и глинистые однородные, в том числе лёссовидные, твердой, полутвердой и тугопластичной консистенции	До 12	1:1,5
Пески мелкие барханные	» 12	1:1,75
Лёсс в районах с засушливым климатом	» 12	1:0,1—1:1,5
Лёсс вне районов с засушливым климатом	» 12	1:0,5—1:1,5

новатых скальных породах, а также в вечномёрзлых грунтах, переходящих при оттаивании в мягкопластичное состояние, предусматривают за боковыми канавами полки шириной 0,5—2 м (в зависимости от состояния и свойств грунтов, крутизны и высоты откосов выемки).

Если откосы сложены крупнообломочными грунтами, то для повышения устойчивости земляного полотна их прикрывают слоем глинистого грунта толщиной не менее 0,15 м.

§ IV.5. Выбор мероприятий для регулирования водно-теплового режима земляного полотна

Если невозможно обеспечить возвышение низа дорожной одежды над расчетным уровнем грунтовых вод (см. табл. IV.3), предусматривают регулирование водно-теплового режима земляного полотна. Тепловой режим земляного полотна регулируют устройством теплоизоляционного слоя дорожных одежд.

Для регулирования водного режима земляного полотна предусматривают: понижение уровня грунтовых вод или перехват водоносного слоя глубокими дренажами; ограничение поступления воды снизу вверх капиллярпрерывающей прослойкой; предупреждение увлажнения верхней части земляного полотна паронепроницаемым слоем; осушение верхней части земляного полотна и дорожной одежды дренирующим слоем.

Если при регулировании теплового режима устранить промерзание земляного полотна, то влажность и плотность грунта практически не изменяются, а потому сохраняется постоянный модуль упругости в течение года. Теплоизоляционный подстилающий слой из материалов, плохо проводящих тепло (рис. IV.5), предупреждает промерзание земляного полотна. Такой слой устраивают из мха, торфа, шлака, керамзита, аглопорита, коры хвойных деревьев в раздробленном состоянии, обработанной малыми дозами вяжущих материалов, вспученного каменноугольного пека, вулканической пемзы, обработанной битумом, пенопластов, легких бетонов или из вспученного стиропора, предварительно обработанного малыми дозами битума, пеностекла и других легких заполнителей, полиуретановых или карбамидных смол и т. д. Устройство теплоизоляционного слоя толщиной 1 см, например, из твердых пенопластов с плотностью 40—60 кг/м³ позволяет в центральных районах европейской части СССР уменьшить толщину песчаного подстилающего слоя в среднем на 10 см.

Регулирование водного режима земляного полотна глубокими дренажами возможно лишь при коэффициенте фильтрации грунтов $K \geq 1$ м/сут. При относительной влажности глинистых грунтов более 70—80% существенно

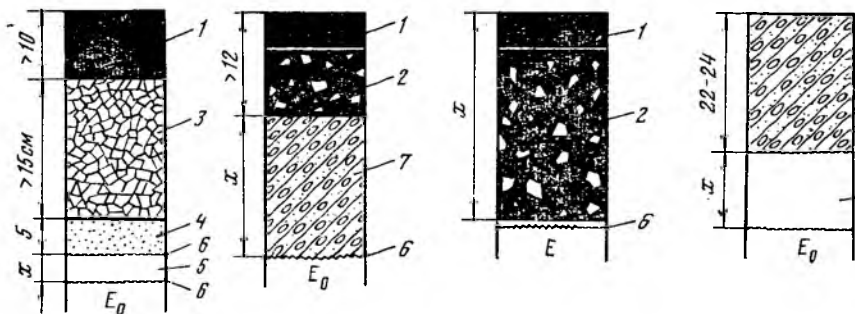


Рис. IV.5. Принципиальные схемы конструкций дорожных одежд с теплоизоляционным слоем:

1 — асфальтобетон; 2 — асфальтобетон низких марок; 3 — щебень из горных пород или металлургического шлака; 4 — прослойка песка толщиной 5 см; 5 — пенопласт или аналогичный материал; 6 — полимерная пленка; 7 — легкий бетон со стиропорами или дробленным пенопластом; 8 — цементобетон М350—400; E — модуль упругости грунта; $E_0 > 450$ кгс/см²

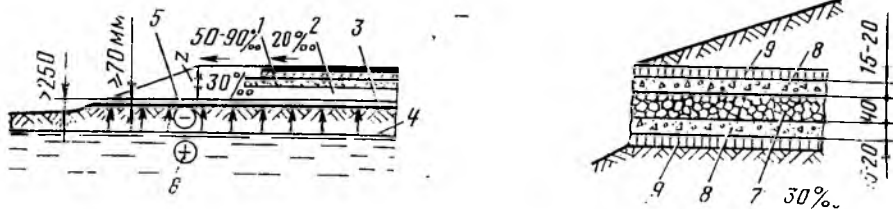


Рис. IV.6. Капиллярпрерывающая прослойка:

а — поперечный профиль; б — деталь прослойки; 1 — дорожная одежда; 2 — местный грунт; 3 — прослойка; 4 — уровень грунтовых вод; 5 — зона капиллярной воды; 6 — зона свободной воды; 7 — гравий или щебень крупностью 20—10 мм; 8 — гравий или каменная мелочь размером 5—8 (10) мм; 9 — противозаиливающий слой; з — глубина заложения прослойки

понижается прочность, в частности модуль их упругости. Дренажи отводят только свободную воду, капиллярная же влагоемкость глинистых грунтов составляет свыше 30—35%, при которой модуль их упругости чрезвычайно мал. Поэтому применение глубоких дренажей оправдано лишь в грунтах с указанным выше минимальным значением K . Глубокие дренажи наиболее эффективны для переноса воды водоносного слоя.

В районах, богатых каменными материалами, на сырых и мокрых участках независимо от свойств грунтов устраивают капиллярпрерывающие прослойки из морозостойкого гравия или щебня (рис. IV.6). Такие прослойки проектируют только при насыпях высотой не менее 1,2—1,3 м (относительно их бровок). При устройстве капиллярпрерывающих прослоек трудности состоят в необходимости с обеих их сторон укладывать противозаиливающий материал (из мха, стеклохолста и др.). С целью облегчения технологии производства работ в настоящее время капиллярпрерывающие прослойки можно с успехом устраивать и из двух сложенных вместе листов нетканого материала типа «бидим». Но рассматриваемые прослойки не препятствуют движению парообразной влаги. В связи с этим

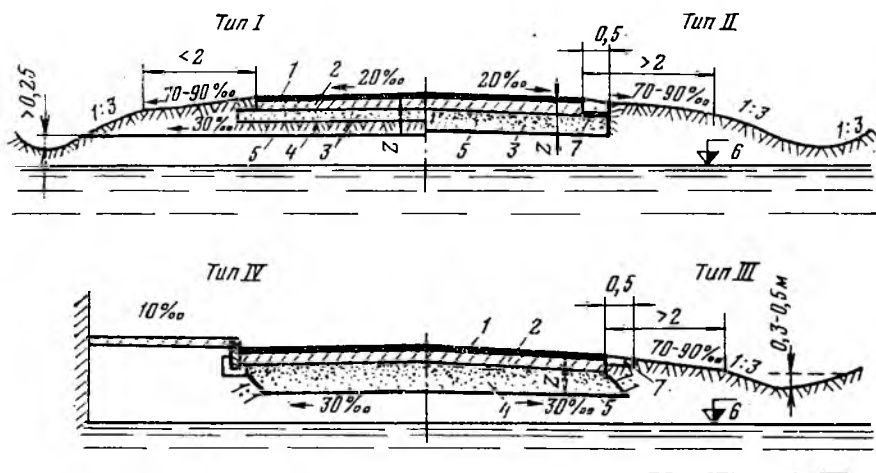


Рис. IV.7. Различные конструкции паронепроницаемого слоя на сырых и мокрых участках:

1 — усовершенствованное покрытие; 2 — верхний слой основания; 3 — местный песок с коэффициентом фильтрации $K > 2$ м/сут; 4 — местный грунт; 5 — паронепроницаемая прослойка; 6 — уровень грунтовых вод; 7 — полоса безопасности — водонепроницаемый козырек; з — глубина заложения паронепроницаемого слоя

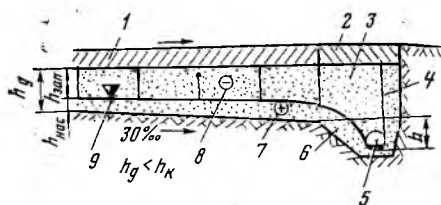


Рис. IV.8. Конструкция дренающего слоя, осушаемого дренажем мелкого заложения:

1 — покрытие и основание; 2 — полоса безопасности — водонепроницаемый слой; 3 — песок с коэффициентом фильтрации K по расчету; 4 — капиллярно-насыщенная зона; 5 — трубофильтр $d \geq 5$ см; 6 — ровик глубиной $h = 0,6 + 0,7 h_{к}$ — высота капиллярного поднятия песка; $h_{к}$ — толщина дренающего слоя; 7 — фильтрующий поток в зоне свободной воды; 8 — фильтрующий поток в зоне капиллярной воды; 9 — депрессионная кривая

прерывающие прослойки целесообразны лишь в районах с притоком парообразной влаги в верхнюю часть насыпей до 20—25% (по отношению к общему притоку воды, поступающей в корыто в период оттаивания), т. е. их рекомендуется применять в I—II дорожно-климатических зонах.

Устройство же паронепроницаемых слоев устраняет поступление влаги снизу и сбоку (рис. IV.7, типы I и II), в том числе и в парообразном виде. Поэтому глинистый грунт, уложенный в замкнутый контур паронепроницаемого слоя (см. рис. IV.7, типы III—IV) на участках 2—3-го типов местности по условиям увлажнения, сохраняет ее значение в течение многих лет (первоначальная влажность как бы консервируется). Следовательно, сохраняется неизменным и проектное значение модуля упругости грунта. Паронепроницаемые слои применимы независимо от профиля земляного полотна.

При наличии местных качественных песков (см. § V.10) предусматривают дренарующие слои дорожных одежд. Однако на сырых и мокрых участках толщина таких слоев большей частью превышает 30—35 см, а при пылеватых грунтах в центральных районах европейской части СССР составляет 40—50 см. Дренарующий слой осушают трубчатыми дренами, что несколько усложняет технологию работ, к тому же требуются трубофильтры или трубы с фильтровым материалом (рис. IV.8).

Одним из эффективнейших мероприятий при регулировании водно-теплового режима земляного полотна является повышение степени плотности грунта (см. гл. VII).

В зависимости от конкретных условий на основании технико-экономических расчетов выбирают одно из перечисленных мероприятий регулирования водно-теплового режима земляного полотна.

§ IV.6. Теплоизоляционные слои дорожных одежд

Глубина заложения теплоизоляционных слоев в дорожной одежде зависит от деформативной способности применяемого материала для устройства этих слоев и допустимого прогиба покрытия. Теплоизоляционные слои из легких бетонов с объемной массой не свыше 700—800 кг/м³ укладывают ближе к поверхности проезжей части. Эти бетоны характеризуются относительно высокой прочностью. Слои же из легкодеформируемых материалов — древесной коры, жестких пенопластов и других подобных материалов — укладывают непосредственно на грунт земляного полотна.

Цементнобетонные покрытия иногда укладывают непосредственно на теплоизоляционные слои. Крупносkeletalный материал (щебень, гравий, металлургические шлаки) нельзя укладывать на твердый пенопласт: нужен защитный слой из песка или каменных высеков толщиной не менее 5 см (в плотном состоянии). При использовании легких бетонов со стиропоровым заполнителем уже через 6—7 сут. допускается движение строительного транспорта и укладка горячих асфальтобетонных смесей. Оплавление гранул стиропора в поверхностном слое легкого бетона под воздействием температуры смеси способствует лишь хорошему сцеплению между двумя соседними слоями.

При устройстве теплоизоляционного слоя из плит жесткого пенопласта или при розливе полиуретановой смолы сверху и снизу предусматривают пленку из

полиэтилена или битума, чтобы устранить водонасыщение теплоизоляционного слоя.

Чем меньше коэффициент температуропроводности дорожного покрытия, тем тоньше устраивают теплоизоляционный слой¹.

Толщину теплоизоляционного слоя из пенопластов в условиях центральных районов европейской части СССР с пылеватыми грунтовыми разностями практически принимают равным 5 см, а в северо-западных и западных районах — 4 см. Если основание и одновременно теплоизоляционный слой проектируют из асфальтобетона низких марок с легкими заполнителями, то его толщину в центральных районах европейской части СССР назначают равной 35—40 см без учета толщины самого покрытия.

В случае применения коры хвойных пород деревьев в зависимости от размера ее кусков значение толщины теплоизоляционного слоя в северных районах СССР принимают не менее 40—50 см. При толщине основания из стиропорбетона

Таблица IV.20

Легкие заполнители теплоизолирующих слоев

Материал	ГОСТ или СНИП	Размеры, мм	Плотность, кг/м ³	Потеря в массе после испытания на замораживание или прокаливании, %	Предел прочности при сжатии, кгс/см ²
Гравий керамзитовый	9759—76	5—10, 10—20 и 20—40	≤1000	< 10	≥ 10
Аглопорит: щебень	11991—76	5—10, 10—20 и 20—40	≤700	} 3	≥ 5
песок		0—1,2 и 1,2—5	650		
Перлит: щебень	10832—74	5—10, 10—20	400	} < 15	< 15
песок		1,25—5	350		
Гранулы полистирола (вспененного)	2227—65	5—20	10—15	—	—
Гранулированные топливные шлаки ТЭЦ (быстрого охлаждения водой)	СНИП I-Д. 2-70	2 мм не более 30%, несгоревшего угля не более 10%	1400	10	Не ниже 3-го класса прочности
Гранулированные шлаки черной и цветной металлургии, а также химической промышленности	СНИП I-Д. 2-70	5—10, 10—20 и 20—40	1600	10	То же

Примечание. Количество циклов замораживания-оттаивания — 15; температура замораживания — минус 25° С.

¹ В настоящее время разработано несколько уравнений для точного расчета толщины теплоизоляционного слоя. См., например гл. XII в монографии «Водно-тепловой режим земляного полотна и дорожных одежд» (под ред. профессоров И. А. Золотаря, Н. А. Пузакова, В. М. Сиденко. М., «Транспорт», 1971), «Методические рекомендации по устройству теплоизоляционных слоев на пучинистых участках автомобильных дорог» (Союздорнии, 1976), гл. II в книге «Проектирование оптимальных нежестких дорожных одежд» (под ред. проф. А. Я. Тулаева. М., «Транспорт», 1977).

(с $\gamma = 400\text{--}500 \text{ кг/м}^3$), равной 18 см, в центральных районах европейской части СССР практически не промерзает земляное полотно. При увеличении плотности стиропорбетона увеличивается толщина такого основания. При плотности стиропорбетона $\gamma = 700 \text{ кг/см}^3$ толщина слоя достигает 22 см.

В качестве легкого заполнителя применяют не только вспученные гранулы полистирола или измельченные отходы жестких пенопластов (ГОСТ 2227—65), но и другие легкие материалы: керамзит, аглопорит, перлит и другие, прочностные свойства которых в существенной степени зависят от их гранулометрического состава, структуры и влажности (табл. IV.20).

Теплофизические характеристики этих материалов, обработанных различными вяжущими (цементом, известью, битумом, золами и др.), нужно определять экспериментальным путем.

Вспенивающиеся полиуретановые или фенолформальдегидные смолы разливают в смеси с закрепителем по предварительно уложенной полиэтиленовой пленке. Через 2 ч пена затвердевает, и тогда сверху укладывают пленку. Плотность вспенивающихся смол в зависимости от дозировки изменяется в пределах 60—80 кг/м^3 . В центральных районах европейской части СССР толщина слоя из таких смол составляет 6—8 см.

Бетон со стиропоровым заполнителем или заполнителем из дробленого твердого пенопласта отвалов химических комбинатов готовят в обычных бетономешалках. Вспученный стиропор перемешивают со 100—140 кг цемента (из расчета на 1 м^3 стиропора) и водой. Толщина стиропоробетонного основания должна быть установлена расчетом. Морозостойкость стиропорбетона не превышает 30—35 циклов замораживания — оттаивания. В связи с этим сверху укладывают вначале асфальтобетон IV марки, а затем покрытие из асфальтобетона высших марок общей толщиной не менее 18 см (в центральных районах европейской части СССР) и 20—22 см (в более северных).

Если асфальтобетон IV марки изготовить с применением аглопорита, термолита, керамзита, вспученного стекла и других аналогичных легких материалов, то его можно использовать в качестве теплоизоляционного слоя (см. рис. IV.5).

При устройстве оснований из асфальтобетона IV марки слоем 30—35 см и асфальтобетонного покрытия толщиной не менее 8 см в центральных районах европейской части СССР земляное полотно не должно промерзать (при повторяемости зимнего периода 5—8%).

§ IV.7. Дренажи

Перехватывающие глубокие дренажи. Глубокие дренажи устраивают в выемках, на откосах которых выклинивается водоносный слой. При близком залегании водоносного слоя дренаж устраивают за верхней бровкой выемки, при глубоком — на ее откосе или в лотке — с нагорной стороны (рис. IV.9).

При дебите воды менее 0,1 л/с откосные дренажи не применяют, ограничиваясь укреплением откосов против размывания. Дренаж для понижения уровня грунтовых вод целесообразен лишь при песчаных грунтах с коэффициентом фильтрации $K \geq 1 \text{ м/сут.}$ Воду из дренирующего слоя иногда сбрасывают в глубокий дренаж, устраиваемый на обочинах или в лотках. Глубину дренажа и диаметр трубы определяют гидравлическим расчетом. Как правило, для устройства дренажа применяют перфорированные трубы с внутренним диаметром 150 мм.

При притоке грунтовых вод свыше 1 л/с предусматривают предварительное осушение участка работ иглофильтровыми водопонизительными установками.

Ширину траншеи по дну принимают не менее $D + 2a + 0,6$ (D — наружный диаметр трубы, мм; a — толщина слоя фильтра, м). При связных грунтах крутизну откосов траншеи принимают 5:1. Но при выборе крутизны откосов надо учитывать и влажность грунтов. Если естественная влажность связных грунтов, т. е. глинистых, близка оптимальному ее значению, то допускают крутизну откосов до 10:1.

Трубы для устройства дренажей применяют: гончарные, асбестоцементные, фильтровые, полимерные и термопластиковые. Гончарные трубы выпуска-

ют в СССР звеньями длиной $L=300$ мм и внутренним диаметром $d=50\div 300$ мм. Вода в гончарные трубы поступает через стыки. Чтобы устранить опасность закурпки, зазор n при открытых стыках между звеньями не должен превышать 0,5 мм при средних, 1,0 мм — при крупных и 2 мм — при очень крупных и гравелистых песках. Для повышения срока службы дренажей и облегчения сопряжения звеньев труб применяют полимерные гофрированные муфты.

Асбестоцементные трубы поставляют звеньями $L=3$ мм и $d=80\div 300$ мм. Повышение водопримной способности дрен достигают перфорированием асбестоцементных труб или нарезкой пропилов в нижней их части до высоты $0,4D$ (где D — наружный диаметр труб). Пропилы нарезают через 30—50 см в зависимости от качества песков.

Фильтровые трубы изготавливают из беспесчаного цементобетона с внутренним диаметром свыше 50 мм и длиной от 625 до 825 мм. Толщина стенок труб 40—50 мм. Коэффициент фильтрации 200—300 м/сут с требуемой водозахватной способностью от 60 (при $d=100$ мм) до 120 л/мин ($d=150$ мм) на 1 пог. м трубофильтра. Цементный раствор, связывая в местах контакта зерна гравия, щебня или керамзитового гравия размером 5—10 мм, представляет собой однослойный фильтр. Фильтровые трубы изготавливают из керамзитового гравия класса А (ГОСТ 9759—76) размером 0,1—10 мм с плотностью $\gamma=600\div 800$ кг/м³ и портландцемента М-500 из расчета 180—200 кг/м³ при $B/D=0,47\div 0,50$. Масса каждого звена колеблется от 50 до 35 кг. Предел прочности при сжатии беспесчаного пористого бетона 100—75 кгс/см².

Керамзитобетонные трубофильтры диаметром $d=150$ мм при испытании звеньев на сжатие выдерживают до 2000 кгс/пог. м; их изготавливают с фальцевыми торцами.

Если керамзитобетонные трубофильтры укладывают в пределах глубины сезонного промерзания, то их звенья должны выдерживать не менее 75 циклов попеременного замораживания и оттаивания.

При применении трубофильтров увеличивается площадь фильтрации, т. е. повышается водозахватывающая способность дрен, а следовательно, и площадь осушения. Упрощается и производство работ.

В настоящее время для устройства глубоких дренажей применяют поливинилхлоридные крупногофрированные трубы диаметром более 80 мм, перфорированные по периметру в три ряда в шахматном порядке щельстыми и реже круглыми водопримными отверстиями. Длина каждого звена составляет 4 м. Трубы выдерживают нагрузку до 0,5—0,7 кгс/см² и применимы при понижении температуры грунта до -25°C . Они обладают высоким коэффициентом линейного расширения, равным 0,0002, и потому при замерзании воды не лопаются.

Полимерные трубы в 20—30 раз легче гончарных, асбестоцементных или трубофильтров. Для повышения эффективности осушения, а также увеличения срока службы дрен необходимо трубы обертывать фильтрующими и в то же время противозаиливающими тканями (табл. IV.21).

Основание под трубами — щебеночное или гравийное — устраивают в зависимости от вида дренажных труб. При заглублении дренажа в водоупорный слой на 0,2 м, оптимальная плотность которого $K_0\geq 0,98$, ограничиваются россыпью по дну ровика морозостойкого щебня (гравия) крупностью 20—40 мм слоем толщиной 50—100 мм. Щебень вдавливают, втрамбовывают в грунт. Затем укладывают трубы с водонепроницаемыми жесткими стенками. Трубофильтры,

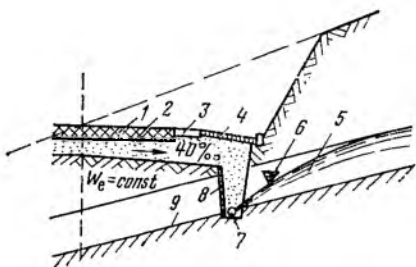


Рис. IV.9. Конструкция глубокого дренажа для перехватывания уровня грунтовых вод и осушения дренарующего слоя дорожных одежд:

1 — покрытие и основание; 2 — дренарующий слой; 3 — полоса безопасности; 4 — покрытие водоотводного лотка; 5 — водонесный слой; 6 — кривая депрессии; 7 — трубчатая дрена; 8 — водонепроницаемый экран; 9 — водоупор; W_e — естественная влажность почти постоянная в течение года

Фильтровые ткани для устройства дренажей

Ткани	Единица измерения	Размеры, мм		Масса единицы, г	Прочность при разрыве, кгс/см ²		Условная отпускная цена, руб/ед.
		Ширина	Толщина		по основе	по утку	
Холст жесткий	м ²	1000—	2	250	5—8	5—8	0,5
ХЖКН (ВТУ 77—63)		1400					
Сетка стеклянная тканая ССТЭ-6 (ГОСТ 8481—75)	м	900	0,2	200	110	100	0,43
Холст стекловолоконистый ВВГ (СТУ 77-10-213-65)	м ²	400	0,5 1,0	55—65 80—100	8	8	0,15 0,21
Четырехремизный усиленный двухлицевой сатин (ТССНФ)	•	803—1500	0,98	868	439	329	2,00
Стеклоткань АСТТС ₂ сатинового переплетения	•	700—1000	0,39	390	100	150	1,24
Стеклоткань АСТТС ₁ (МРТУ 6М814—61)	•	700—1000	0,31	320	220	250	1,15
Ткань стеклянная ТСФ(б)-7с саржевого переплетения (ГОСТ 10146—74)	•	900	0,3	370	200	150	1,00
Стеклоткань текстомет Т ₁ полотняного переплетения (ГОСТ 8481—75)	•	900	0,27	285	170	105	0,80
Маты из стекловолокна (ГОСТ 10499—67)	м ³	1000	20,4 60	35 кг 50	0,2	0,2	12,00 14,00
Стеклохолст (СТУ 77-10215-55)	•	1500	20,3; 40,5; 60	40—60 кг	0,1	0,1	10,00 12,00
Войлок из базальтового волокна	•	500—1000	20,3; 40,5; 60	35—50 кг	0,1	0,1	12,00

полимерные и термопластиковые трубы обычно укладывают на песок с коэффициентом фильтрации $K \geq 5$ м/сут, толщиной слоя при супесчаных и суглинистых грунтах не менее 10 см.

Через каждые 60—80 м при глинистых грунтах и 70—90 м песчаных, а также на всех переломах дренажа в плане и продольном профиле устанавливают стандартные смотровые колодцы из железобетонных колец. Между отверстиями труб, входящих в смотровые колодцы и выходящих из них, устраивают перепад высотой не менее 0,3 м; отметку низа выходной трубы принимают выше дна колодца не менее 0,35 м.

В траншее вдоль ее низовой стенки устраивают вертикальный экран из перематой глины с числом пластичности более 27 см, гидроизола или полиэтиленовой пленки толщиной более 0,2 мм. Высота экрана составляет не менее максимальной высоты капиллярного поднятия местного грунта.

Минимальный продольный уклон труб составляет 3—5‰, что соответствует допустимой скорости течения воды не менее 0,3—0,5 м/с. При меньшей скорости возникает опасность закупорки труб. Укладывают трубы водоприемными отверстиями или пропилами, обращенными книзу.

Для засыпки труб пригодны лишь чистые крупнозернистые либо среднезернистые пески с коэффициентом фильтрации $K \geq 5$ м/сут при оптимальном коэффициенте уплотнения $K_0 \geq 1$. Иначе требуются двухслойные фильтровые обсыпки. Трубы засыпают песком оптимальной влажности.

Чем выше плотность песка, тем быстрее на границе раздела фильтровая обсыпка — песок образуются своеобразные микросводы и снижается процесс закупорки труб.

Подлотковые дренажи для понижения уровня грунтовых вод. При песчаных грунтах земляного полотна с коэффициентом фильтрации $K \geq 2 \div 3$ м/сут дренаж проектируют в одну нитку. Если в земляном полотне использованы пески с $K < 2$, предусматривают подлотковые (рис. IV.10).

Глубину подлотковых дренажей рассчитывают по формуле

$$H = h_{\text{тр}} + iB_1/2 + a + a_1, \quad (\text{IV.7})$$

где $h_{\text{тр}}$ — требуемое возвышение низа дорожной одежды над уровнем грунтовых вод в расчетный период года, м (см. табл. IV.3); i — уклон кривой депрессии, в сотых долях; B_1 — расстояние между осями подлотковых дренажей, м; a — толщина слоя фильтровой обсыпки, м; a_1 — толщина основания под трубой, м.

При песчаных грунтах естественной плотности с коэффициентом фильтрации $K = 1 \div 1,5$ м/сут значение i составляет 70—80‰. При $K = 1,5 \div 2$ м/сут значение i понижается до 50—60‰ и в случае $K > 2$ м/сут уклон i не превышает 40‰.

Траншеи дренажа на глубину не менее $0,75 H$ (H — глубина траншеи) засыпают только крупнозернистым или среднезернистым песком с указанным выше значением коэффициента фильтрации и прикрывают сверху водонепроницаемым экраном из гидроизола, полиэтиленовой пленки или других аналогичных материалов. Над экраном укладывают местный грунт.

Чем мельче песчаный грунт и чем больше приток воды, поступающей в дренаж, тем более жесткие требования предъявляют к дренажным фильтрам. Материалами для их устройства являются фильтровые ткани. При отсутствии ткани проектируют насыпные фильтровые обсыпки из каменных материалов, причем исходят из коэффициента неоднородности и величины структурного коэффициента c , под которым понимают соотношение размеров каменного материала обсыпки и грунтовых частиц:

$$c = \frac{D_{50\%}}{d_{50\%}}, \quad (\text{IV.8})$$

где $D_{50\%}$ и $d_{50\%}$ — диаметр зерен обсыпки, массовая доля которых составляет 50%, и соответственно материала дренирующего слоя.

При сплошной фильтровой обсыпке из каменного материала с коэффициентом неоднородности $K_n = 10$ значение c принимают равным 20. В соответствии со значением c [см. формулу (IV.8)] при местных песках, чаще всего мелкозернистых с диаметром зерен $d_{50\%} = 0,07 \div 0,11$ мм, значение $D_{50\%}$ надлежит принимать от 5 до 8 мм.

В настоящее время, как правило, ограничиваются устройством однослойных фильтровых обсыпок и потому требуется увеличивать их толщину по сравнению с многослойными. При однослойных обсыпках из крупных и средних песков устраивают слой толщиной $a = 6 \div 8$ см, из мелких, особенно однородных песков, — толщиной $a = 10 \div 12$ см.

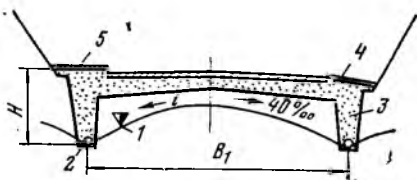


Рис. IV.10. Схема подлоткового дренажа для понижения уровня грунтовых вод:

1 — кривая депрессии с уклоном i ; 2 — трубчатая дрена; 3 — песок с требуемым по расчету коэффициентом фильтрации; 4 — водонепроницаемое покрытие лотка; 5 — тротуар

в земляном полотне использованы пески дренажи по краям проезжей части

Рекомендуемые размеры водоприемных отверстий

Крупность	Характеристика песка		Размер отверстий фильтров	
	$d_{эф}$, мм	$d_{50\%}$, мм	мм	Доли диаметра $D_{50\%}$
Крупный	$>0,17$	0,75	3—4(3)	5(5)
Средний	0,17—0,14	0,5	2,5(2)	6(5)
Мелкий	0,13—0,08	0,3	2(1,5)	8(7)

Примечание. Размеры отверстий указаны для дырчатых фильтров, в скобках — для щелистых.

Размер водоприемных отверстий в трубах назначают согласно (табл. IV.22) и тогда нет надобности в фильтровых обсыпках. В случае устройства обсыпок размер отверстий можно принять до 4 мм независимо от качества песков.

Трубы перфорируют лишь в нижней половине на высоту, равную внутреннему их радиусу.

§ IV.8. Капиллярпрерывающие прослойки и паронепроницаемые изолирующие слои

Капиллярпрерывающие прослойки. Эти прослойки устраивают на полную ширину насыпей с поперечным уклоном 30‰ (см. рис. IV.6). Глубину их заложения в III дорожно-климатической зоне и более южных районах принимают $z=0,6\div 0,7$ м (считая от бровки насыпи), во II зоне и более северных районах $z=0,8\div 0,9$ м. При такой глубине влажность грунта, в том числе и пылеватого, расположенного над прослойкой, не превышает в течение года 0,70—0,75 W_T (где W_T — нижняя граница текучести грунта). В связи с этим морозное пучение дорожных одежд бывает менее допустимого значения, а модуль упругости местного грунта соответствует модулю крупнозернистого песка. Общая толщина прослоек составляет

$$h = h_k + 2a_1, \quad (\text{VI.9})$$

где h_k — высота наибольшего капиллярного поднятия воды в материале, применяемом для устройства прослойки, см; a_1 — толщина противозаиливающего слоя, укладываемого снизу и сверху прослойки, см.

Значение h_k составляет для чистых крупнозернистых песков 15—20 и гравелистых до 5—10 см (см. табл. IV.8). Мелкий гравий и каменная мелочь крупностью 5—8 (10) мм не обладают капиллярными свойствами. Как показала практика, толщину самого капиллярпрерывающего слоя следует принимать не менее 40 мм.

Противозаиливающие слои устраивают из каменных высевок, отходов асбестовой промышленности (серпентинитов), золы, торфа, гравелистого песка, мха, стеклоткани и т. п. Толщина слоя мха и серпентинита 2 см (в уплотненном состоянии) является достаточной. При применении других сыпучих материалов значение a_1 принимают равным 5 см.

В местах сопряжения прослойки с откосами земляного полотна укладывают щебень или гравий крупностью 50—70 мм (см. рис. IV.6). Местный грунт над прослойкой укладывают при оптимальной его влажности по способу от себя.

Паронепроницаемые изолирующие слои. Паронепроницаемые слои по конструкции различают двух типов: сквозные — на полную ширину земляного полотна и замкнутые со скосом под углом 45° от кромки к оси проезжей части (см. рис. IV.7).

Первый тип применяют, когда земляное полотно проходит в насыпи высотой не менее 0,8—0,9 м и используются местные пески пониженного качества с коэффициентом фильтрации $K \geq 1$ м/сут. Второй тип устраивают независимо от профиля земляного полотна при высокой стоимости песков, либо в населенных местах при наличии бортового камня. Глубину заложения паронепроницаемого слоя принимают такой же, как и капилляропрерывающей прослойки.

При устройстве замкнутого слоя в его контур укладывают местный грунт при оптимальной влажности, выполняющий по существу роль подстилающего слоя дорожной одежды. Относительная влажность этого слоя на дорогах с теоретически водонепроницаемыми покрытиями не превышает 0,7—0,75. В связи с этим прочностная характеристика грунтов, уложенных над паронепроницаемым слоем в центральных и северо-западных районах европейской части СССР, даже при наиболее неблагоприятных природных условиях местности, практически такая же, как и в летний период года. Паронепроницаемый слой устраивают из полимерной пленки или гидроизола, укладывая полотнища внахлестку с наклейкой продольных рядов по 0,2 м.

Вместо пленки или гидроизола можно укладывать грунт-асфальт или песчаный асфальт слоем толщиной 2,5—3 см (в плотном состоянии). Наклонную часть прослойки устраивают из литого асфальта.

На участках с продольным уклоном больше поперечного, но не менее 20‰ с верховой стороны, устраивают сопряжение паронепроницаемого слоя с дорожным основанием соседнего участка в виде клина. Клиновидную часть паронепроницаемого слоя устраивают вдоль дороги на расстоянии, равном $10z$ (z — проектная глубина заложения прослойки).

Производительность работ по устройству паронепроницаемого слоя из полимерной пленки шириной 1,25 м из расчета на одного рабочего составляет 700 м²/смену. Стоимость устройства такого слоя в несколько раз ниже, чем, например, в случае применения асфальта.

Глава V

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

§ V.1. Дорожные одежды и их классификация

Дорожная одежда — конструкция проезжей части, включающая в себя несколько слоев из различных материалов. Основные требования к дорожной одежде: необходимая прочность, ровность, шероховатость поверхности, беспыльность, обеспечивающие безопасное движение автомобилей с расчетными скоростями. Дорожная одежда должна быть экономичной и надежной. Экономичность характеризуют приведенными затратами на строительство, ремонт и содержание проезжей части, перевозку пассажиров и грузов. Необходимо, чтобы в дорожной одежде нашли максимально возможное использование местные материалы. Под надежностью понимают экономически обоснованную вероятность безотказной работы дорожной одежды. Дорожная одежда имеет ряд конструктивных слоев (см. рис. I.1.)

Покрытие должно хорошо сопротивляться износу и противостоять возникновению пластических деформаций как от вертикальных, так и от горизонтальных усилий. Поверхность покрытия должна быть ровной и шероховатой. В населенных пунктах и населенных районах к покрытию предъявляют повышенные требования в отношении беспыльности, легкости очистки, снижения шума при движении. Покрытие включает в себя слой износа, который периодически возобновляют в процессе эксплуатации, и основной слой.

Основание нередко состоит из нескольких слоев. Верхний слой основания, который непосредственно подстилает покрытие, делают из более прочных материалов, часто обработанных вяжущим веществом. В состав основания в ряде случаев входят дополнительные слои из песка и других местных материалов

Классификация дорожных одежд

Типы дорожных покрытий	Основной вид материала и способ укладки	Область применения
Усовершенствованные капитального типа	<p>Цементобетонные (монолитные и сборные).</p> <p>Асфальтобетонные (I и II марки) из горячих смесей, а для районов I дорожно-климатической зоны и из тепловых смесей.</p> <p>Мозаиковые и брусчатые мостовые</p> <p>Асфальтобетонные (III и IV марок) из горячих смесей</p>	<p>На дорогах I и II категорий и при технико-экономическом обосновании на дорогах III категории</p> <p>В IV и V дорожно-климатических зонах с осадками до 400 мм в год</p>
Усовершенствованные облегченного типа	<p>Асфальтобетонные из тепловых (кроме I климатической зоны) и холодных смесей</p> <p>Дегтебетонные</p> <p>Асфальтобетонные (III—IV марок) из горячих смесей</p> <p>Из щебеночных и гравийных материалов, обработанных битумом и дегтем как в установках, так и устраиваемых по способам пропитки, полупропитки и смешения на дороге</p> <p>Из прочного щебня крупностью свыше 5 мм, обработанного битумами или дегтями по способам смешения в установке, пропитки или полупропитки.</p> <p>Из крупнообломочных (до 40 мм) песчаных или супесчаных грунтов, обработанных битумной эмульсией с цементом смешением в установке.</p> <p>Поверхностная обработка на покрытиях переходного типа</p>	<p>На дорогах III—IV категорий</p> <p>В III и II дорожно-климатических зонах</p> <p>На дорогах III—V категорий</p> <p>На дорогах III—IV категорий</p>
Переходного типа	<p>Щебеночные, гравийные и из других прочных минеральных материалов, уплотняемые при их строительстве.</p> <p>Из грунтов и местных малопрочных каменных материалов, обработанных вяжущими материалами, отдельно и комплексно.</p> <p>Булыжные и осколочные мостовые</p>	<p>На дорогах IV—V категорий и III категории при первой очереди строительства</p>
Низшего типа	<p>Из грунтов, укрепленных или улучшенных различными местными материалами. Из местных материалов (бревенчатые, лежневые), сплошные и колеиные</p>	<p>На дорогах V категории</p>

в естественном состоянии или укрепленных вяжущими. Эти слои выполняют функции морозозащитных, дренажных, противозаиливающих и т. п.

Простейшие конструкции дорожных одежд могут иметь один слой из гравийных и других подобных материалов. Такие одежды обычно устраивают серповидного профиля или в полукорыте.

Земляное полотно перед укладкой дорожной одежды должно быть спланировано и уплотнено в соответствии с требованиями строительных норм и правил.

Для обеспечения более благоприятных условий работы дорожной одежды и повышения безопасности движения обочины укрепляют. Слои укрепления делают менее прочными, чем дорожную одежду, так как воздействие автомобилей здесь незначительно.

Классификация дорожных одежд по типам покрытий дана в табл. V.1 в соответствии со СНиП II-Д.5-72.

По механическим свойствам дорожные одежды разделяют на жесткие (с цементнобетонными покрытиями и основаниями) и нежесткие (все остальные одежды).

§ V.2. Принцип расчета и конструирования нежестких дорожных одежд. Расчетные нагрузки

Расчет и конструирование нежестких одежд, осуществляемые по инструкции ВСН 46-72, между собой тесно связаны в едином процессе проектирования.

Дорожные одежды с усовершенствованными капитальными покрытиями проектируют из условия, чтобы на них под действием движения не возникали остаточные деформации. Эти одежды должны работать в стадии обратимых (упругих) деформаций. Такое условие гарантирует сохранение высоких эксплуатационных качеств покрытия, создающих возможность безопасного движения с большими скоростями в течение длительного периода между ремонтами.

Дорожные одежды с усовершенствованными облегченными покрытиями, эксплуатационные требования к которым также достаточно высоки, проектируют на работу без накопления остаточных деформаций, но учитывая более короткие межремонтные сроки, для таких одежд принимают меньшие запасы прочности, что позволяет несколько облегчить конструкцию.

Дорожные одежды с покрытиями переходного типа, восстановление ровности которых обычно не сопряжено со значительными затратами, проектируют, допуская определенное накопление остаточных деформаций под действием движения, что приводит к существенному снижению толщины одежды. Покрытия низшего типа обычно не рассчитывают.

Основным исходным параметром для назначения конструкции дорожной одежды и ее расчета является перспективное движение к концу срока службы перед очередным капитальным ремонтом. Этот срок для дорог с покрытием капитального типа принят 15 лет, с усовершенствованным облегченным — 10 лет, с переходным — 8 лет. Перспективное движение грузовых автомобилей приводят к расчетной нагрузке (табл. V.2), используя коэффициенты приведения (табл. V.3).

При определении приведенной интенсивности движения трехосные автомобили с расстоянием между задними осями более 3 м принимают за два автомобиля с соответствующими нагрузками на ось. Если расстояние между сближенными осями трехосного автомобиля менее 3 м, то нагрузка на заднюю ось, по данным Союздорнии, должна быть умножена на коэффициент K_c , равный 1,1—1,5 (большее значение при расстоянии 1 м, меньшее при 2,5 м, в интервале этих расстояний принимают промежуточные значения K_c). Автопоезд приравнивают стольким автомобилям, сколько осей в поезде.

При однополосной проезжей части в качестве расчетной принимают приведенную суммарную интенсивность движения в обоих направлениях; при двух- и трехполосной (без разделительной полосы) — 0,7 от суммарной в обоих направлениях. Для четырехполосной проезжей части с разделительной полосой (по две полосы движения в каждом направлении) за расчетную принимают 0,35 от суммарной интенсивности в обоих направлениях, но не более пропускной способности

Расчетные нагрузки

Дороги	Тип нагрузки	Наибольшая статическая нагрузка на единичную ось Q , кгс	Среднее расчетное давление на покрытие p , кгс/см ²	Расчетный диаметр следа колеса D , см
Общей сети	Группа А: автомобили автобусы	10 000	6	33
		11 500	6	35
Городские	Группа Б: автомобили автобусы Н-30 Н-10	6 000	5	28
		7 000	5	30
		12 000	6	36
		9 500	5,5	33

одной полосы. При числе полос в каждом направлении более двух необходимо вести расчет на основе анализа концентрации грузового движения на двух крайних справа полосах по ходу движения. При этом каждую из полос нужно рассчитывать на движение не ниже 0,35 от суммарной приведенной интенсивности в обоих направлениях, но не более пропускной способности полосы.

При наличии специализированного движения по отдельным полосам проезжей части (троллейбусы и др.) для разных полос можно использовать различные расчетные нагрузки.

Нагрузки от транспортных средств группы А принимают для расчета одежды на автомобильных дорогах I и II категорий, а также на других дорогах, где предусмотрен в расчетный период пропуск транспортных средств этой группы. Нагрузки группы Б используют при расчете дорожных одежд на остальных дорогах общей сети СССР. Расчетные нагрузки для автобусов принимают при их количестве более 5% в составе движения.

Нагрузку Н-30 используют при расчете одежды скоростных городских дорог (проезжая часть скоростного движения), магистральных улиц общегородского движения (при наличии тяжелых автобусов и троллейбусов), улиц промышленных и складских районов (при наличии грузовиков, превышающих Н-10). Нагрузку Н-10 применяют для расчета дорожных одежд местных проездов на скоростных дорогах, магистральных улиц общегородского движения (при отсутствии тяжелых автобусов и троллейбусов), улиц жилых кварталов и улиц промышленных и складских районов (при отсутствии грузовиков, превышающих Н-10).

Суточную интенсивность движения, приведенную к расчетной нагрузке $N_{расч}$, определяют по формуле

$$N_{расч} = N_1 a_1 + N_2 a_2 + N_3 a_3 + \dots, \quad (V.1)$$

где $N_1, N_2, N_3 \dots, a_1, a_2, a_3 \dots$ — соответственно суточная интенсивность движения и коэффициенты приведения (см. табл. V.3) для автомобилей с различной наибольшей нагрузкой на ось.

Легковые автомобили в расчет не принимают ввиду их незначительного влияния на прочность одежды.

Установив перспективную интенсивность движения, приведенную к расчетному автомобилю, намечают тип покрытия для проектируемой дороги и назначают требуемый модуль упругости (см. § V.3). Целесообразно предусмотреть возможные варианты покрытия.

Для дорожных одежд с усовершенствованными капитальными и облегченными покрытиями при неблагоприятных климатических и грунтово-гидрологических условиях определяют общую толщину дорожной одежды H_m по условиям морозостойчивости (см. § V.6).

Коэффициенты приведения к расчетной нагрузке

Тип нагрузки	Значения коэффициентов при нагрузке на ось приводимого автомобиля, тс							
	4	6	7	8	9,5	10	11,5	12
Группа А:								
автомобили	0,02	0,10	0,35	0,43	0,68	1,0	—	—
автобусы	0,01	0,05	0,18	0,21	0,34	0,5	1,0	—
Группа Б:								
автомобили	0,20	1,00	—	—	—	—	—	—
автобусы	0,06	0,50	1,00	—	—	—	—	—
H-30	0,01	0,05	0,18	0,22	0,35	0,5	0,8	1,0
H-10	0,03	0,15	0,55	0,65	1,00	—	—	—

В тех случаях, когда количество воды, поступающей в основание проезжей части в отдельные периоды года, больше, чем может разместиться в порах нижних слоев одежды и подстилающем грунте без значительного снижения их сопротивления нагрузкам от движущихся автомобилей, необходимо предусматривать особые меры по осушению дорожной одежды. Выбор способа осушения осуществляют путем сравнения возможных вариантов.

Зная величину $E_{гр}$, производят послойный расчет дорожной одежды по модулям упругости (см. § V.3). Варианты конструктивных слоев назначают с учетом максимально возможного использования местных материалов.

Монолитные слои дорожной одежды (асфальтобетон, материалы, укрепленные неорганическими вяжущими и др.) необходимо рассчитать на растяжение при изгибе (см. § V.5).

Толщина дорожной одежды должна быть также рассчитана исходя из условия прочности на сдвиг (см. § V.4) грунта земляного полотна и малосвязных материалов конструктивных слоев (песок, гравий, материалы и грунты, укрепленные жидкими органическими вяжущими).

Дорожные одежды с покрытиями переходного типа рассчитывают только по величине допустимого упругого прогиба (см. § V.3).

§ V.3. Расчет нежестких одежд по допускаемому упругому прогибу (модулю упругости)

Вертикальная упругая (обратимая) деформация (прогиб) дорожной одежды в наиболее неблагоприятный по степени увлажнения период года под действием нагрузки от расчетного автомобиля не должна превышать некоторой допустимой (нормативной) величины. В большинстве районов СССР неблагоприятный период совпадает с весной, а в крайних южных районах, где практически отсутствует промерзание грунта, — с зимой. По величине упругого прогиба l , возникшего под действием нагрузки с параметрами p и D (см. табл. V.2), определяют модуль упругости одежды:

$$E = \frac{pD(1-\mu^2)}{l}, \quad (V.2)$$

где μ — коэффициент Пуассона, принимаемый для дорожных одежд равным 0,3.

В сопротивлении материалов при простом напряженном состоянии (например одноосном сжатии) для идеально упругого материала под модулем упругости понимают отношение напряжения, действующего на тело, к относительной деформации, возникающей под влиянием этого напряжения.

Дорожная одежда представляет собой так называемое полупространство неограниченных размеров с одной стороны плоскости, которой является поверхность одежды.

Формула (V.2) получена на основании решения задачи о прогибе l упругого полупространства с модулем упругости E под действием равномерно распределенной нагрузки p .

На современном этапе прогиб под нагрузкой и вычисляемый по его величине модуль упругости, являющиеся деформационными показателями, следует относить к основным критериям, характеризующим прочность дорожной одежды. Объясняется это как относительной легкостью измерения упругого прогиба в полевых условиях, так и тем обстоятельством, что величина прогиба непосредственно связана с напряжениями растяжения при изгибе в монолитных слоях и напряжениями сдвига в грунте земляного полотна и слабосвязных материалах конструктивных слоев.

Численные значения требуемых модулей упругости $E_{тр}$ в зависимости от интенсивности движения различных расчетных нагрузок для разных типов покрытий приведены на рис. V.1 и V.2.

При расчете на движение автобусов с нагрузкой на ось 11,5 тс (группа А) или 7 тс (группа Б) требуемые модули для соответствующих групп должны быть повышены на 10%. Для условий Средней Азии величина требуемого модуля должна быть снижена на 15%. Независимо от величины расчетного движения требуемые модули упругости следует назначать не ниже величин, указанных в Инструкции ВСН 46-72 (см. в Инструкции табл. 2 и 3).

По требуемому модулю упругости выполняют послойный расчет дорожной одежды, используя номограмму на рис. V.3, которая связывает значения модулей упругости верхнего и нижнего слоев E_1 и E_2 , относительную толщину слоя h/D и величину общего модуля упругости двухслойной системы $E_{общ}$. Зная любые четыре из указанных величин, можно найти пятую.

Расчет одежды ведут сверху вниз, когда задан общий (требуемый) модуль упругости, и определяют толщину нижнего слоя основания или снизу вверх, когда определяют общий модуль известной конструкции.

Толщины верхних слоев из материалов, содержащих органические вяжущие, целесообразно предварительно назначать:

при $E_{тр} > 2000$ кгс/см² — от 12 до 15 см;

при $E_{тр} = 1800-2000$ кгс/см² — от 10 до 12 см;

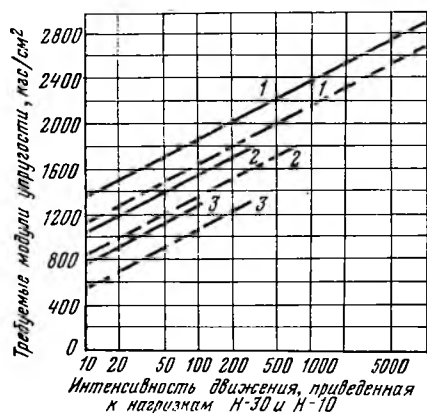


Рис. V.1. Требуемые модули упругости для дорог общей сети:

1 — усовершенствованные капитальные покрытия; 2 — усовершенствованные облегченные; 3 — переходные; сплошные линии — для нагрузки группы А; пунктирные — для нагрузки группы Б

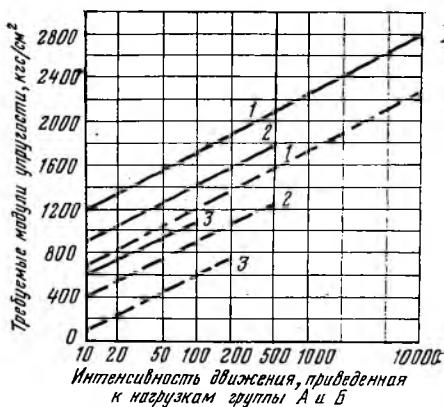


Рис. V.2. Требуемые модули упругости для городских дорог:

1 — усовершенствованные капитальные покрытия; 2 — усовершенствованные облегченные; 3 — переходные; сплошные линии — для нагрузки Н-30; пунктирные — для нагрузки Н-10

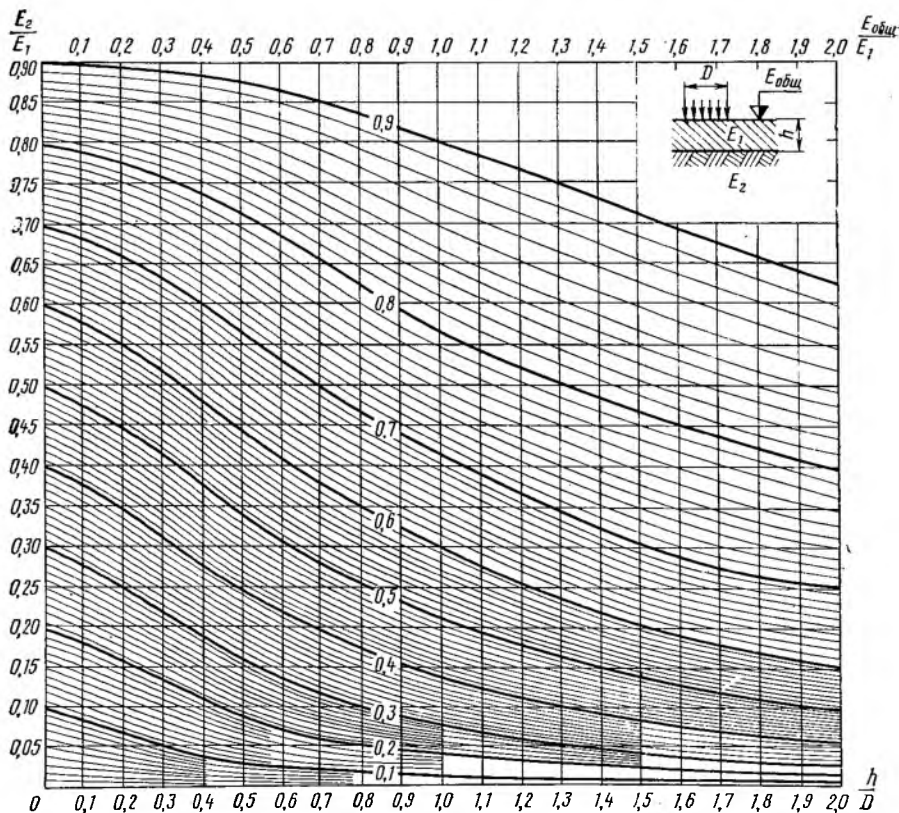


Рис. V.3. Номограмма для определения общего модуля упругости двухслойной системы (цифры на кривых означают отношение общего модуля упругости двухслойной системы к модулю верхнего слоя $E_{общ}/E_1$)

при $E_{тр} = 1600 - 1800$ кгс/см² — от 8 до 10 см;
 при $E_{тр} = 1400 - 1600$ кгс/см² — от 6 до 8 см и менее.

Покрyтия на основаниях из материалов, укрепленных неорганическим вяжyщим (цементом и др.) во избежание образования на покpытии большого количества трещин не следует укладывать тоньше 12—15 см.

Численные значения модулей упругости грунта земляного полотна устанавливаются по табл. V.5, а материалов конструктивных слоев — по табл. V.6.

Для обеспечения надлежащего формирования и нормальной работы слоев из различных материалов их толщины не должны быть меньше указанных в инструкции ВСН 46-72 (см. в инструкции табл. 1).

В сухих местах IV и V дорожно-климатических зон эффективно усиленное уплотнение связных грунтов верхней части земляного полотна (на глубину 0,3—0,5 м от низа дорожной одежды). При плотности 1,01—1,03 от максимальной стандартной грунт в этих условиях практически не увлажняется. Уплотнение производят тонкими слоями при помощи катков на пневматических шинах при влажности грунта 0,5—0,6 от нижней границы текучести. Нижний слой одежды в этом случае нужно устраивать из паронепроницаемых материалов, например из укрепленного вяжyщими связного грунта.

Грунт повышенной плотности рассматривают как самостоятельный конструктивный слой с расчетными характеристиками выше примерно на 50% по сравнению с нормативными для данных условий.

§ V.4. Расчет нежестких одежд по сдвигу в подстилающем грунте и слабосвязных материалах конструктивных слоев

Дорожная одежда должна иметь такую толщину, чтобы напряжения в грунте земляного полотна и слоях из слабосвязных материалов не вызывали в них пластических смещений.

Многослойную конструкцию, рассчитанную по допустимому упругому прогибу (см. § V.3), приводят к двухслойной системе, у которой толщина верхнего слоя равна суммарной толщине конструктивных слоев, лежащих над слоем, который рассчитывают на прочность по сдвигу (грунт земляного полотна, песчаный гравийный слой или слой грунта, укрепленного жидким вяжущим). Модуль упругости этого верхнего слоя вычисляют как средневзвешенную величину:

$$E_{\text{ср}} = \frac{E_1 h_1 + E_2 h_2 + E_3 h_3 + \dots}{h_1 + h_2 + h_3 + \dots}, \quad (\text{V.3})$$

где E_1, E_2, E_3 — расчетные модули упругости конструктивных слоев толщиной h_1, h_2, h_3 .

Пластических смещений в указанных выше слоях не происходит при условии:

$$\tau_{\text{ам}} + \tau_{\text{ав}} \leq K' c, \quad (\text{V.4})$$

где $\tau_{\text{ам}}$ — максимальное активное напряжение сдвига в нижнем слое двухслойной системы от расчетной временной нагрузки; $\tau_{\text{ав}}$ — активное напряжение сдвига от собственного веса слоев, лежащих выше рассчитываемого; c — нормативное сцепление (см. табл. V.4); K' — комплексный коэффициент, учитывающий условия работы дорожной одежды и особенности ее конструкции.

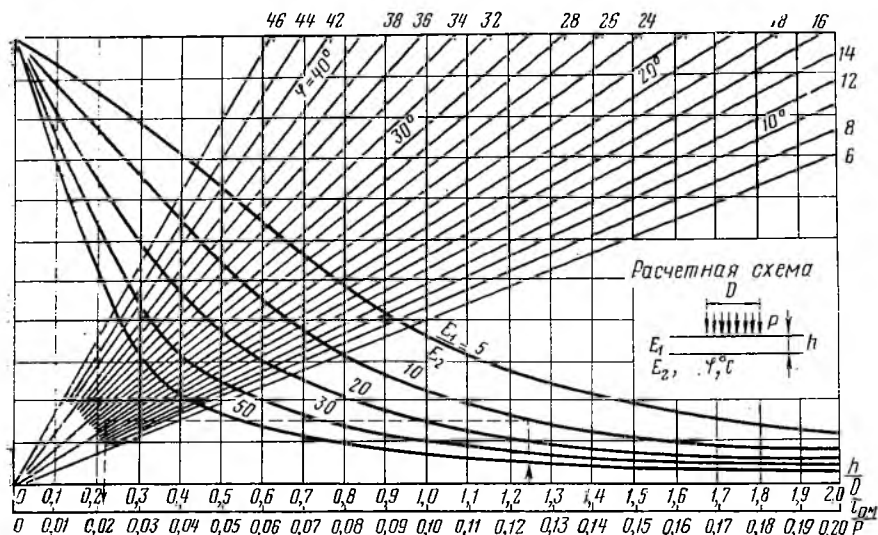


Рис. V.4. Номограмма для определения активных напряжений сдвига от временной нагрузки $\tau_{\text{ам}}$ в нижнем слое двухслойной системы при совместной работе слоев

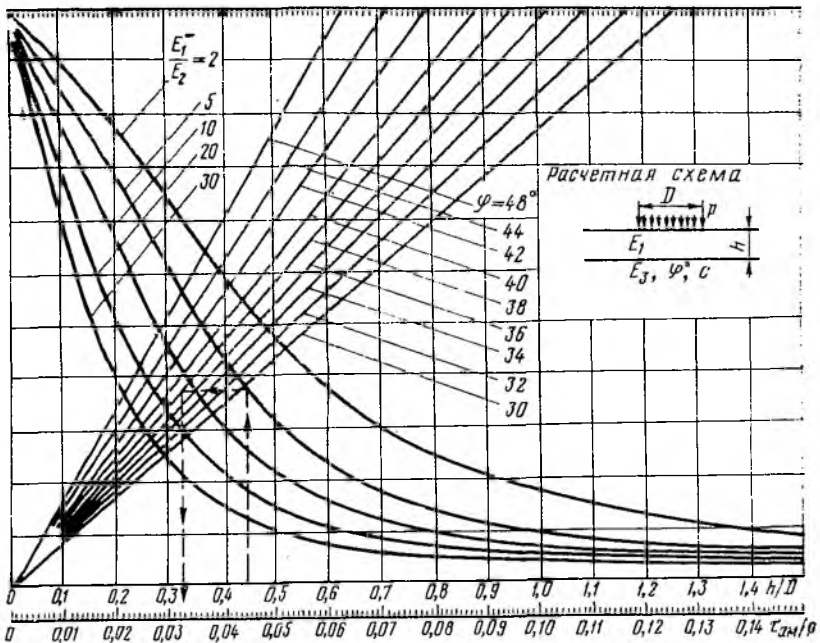


Рис. V.5. Номограмма для определения активных напряжений сдвига от временной нагрузки $\tau_{ам}$ в нижнем слое двухслойной системы при свободном смещении слоев на контакте

Для определения величины $\tau_{ам}$ применяют номограммы, приведенные на рис. V.4 и V.5. Эти номограммы связывают максимальное удельное активное напряжение сдвига в нижнем слое $\tau_{ам}/p$ (p — давление от расчетной нагрузки) с относительной толщиной одежды h/D , отношением модулей упругости верхнего и нижнего слоев E_1/E_2 и величиной угла внутреннего трения φ (см. табл. V.5 и V.6). Порядок определения показан на номограммах стрелками. В качестве модуля E_1 принимают величину $E_{ср}$, определенную по формуле (V.3). При расчете на сдвиг грунта земляного полотна модуль упругости E_2 должен быть равен модулю грунта $E_{гр}$. При расчете на сдвиг конструктивного слоя из слабосвязных материалов величину E_2 принимают равной общему модулю $E'_{общ}$ на поверхности данного слоя. Величину $E'_{общ}$ определяют с помощью номограммы на рис. V.3.

Номограмму на рис. V.4 применяют при расчете на сдвиг слоя, состоящего из относительно связных материалов, которыми являются глинистые, суглинистые и супесчаные (кроме крупных) грунты, грунты, укрепленные жидкими вяжущими, гравийные и гравиеподобные материалы, шлаки. Для несвязных материалов (песчаный грунт и подобные грунты и материалы) пользуются номограммой на рис. V.5.

С целью повышения точности расчета в инструкции ВСН 46-72, помимо номограмм, приведенных на рис. V.4 и V.5, даны в увеличенном масштабе детали этих номограмм.

Величину $\tau_{ав}$ находят по графику на рис. V.6 в зависимости от общей толщины слоев, лежащих над рассчитываемым слоем, и величины угла внутреннего трения φ грунта или материала рассчитываемого слоя. Величину $\tau_{ав}$ вводят в формулу V.4 со знаком, полученным по графику на рис. V.6.

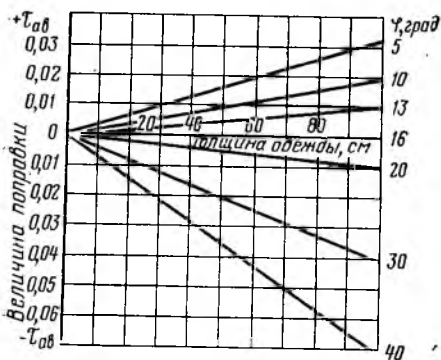


Рис. V.6. График для определения активных напряжений сдвига от собственного веса одежды, лежащей выше рассчитываемого слоя

Численное значение коэффициента K' в формуле (V.4) включает ряд частных коэффициентов, характеризующих влияние на работу дорожной одежды различных факторов, не нашедших непосредственного отражения в расчетных зависимостях

$$K' = K K_3 \frac{1}{K_{пр}}, \quad (V.5)$$

где K — коэффициент, учитывающий особенности работы материалов, рассчитываемых на сдвиг, и принимаемый для относительно связных грунтов и материалов (при пользовании номограммой рис. V.4) равным 0,8, а для несвязных грунтов и материалов (номограмма рис. V.5) — 0,45; K_3 — коэффициент запаса на неоднородность условий работы одежды, который принимают при среднесуточной интенсивности движения расчетных автомобилей 1; 100 единиц — 0,95; 150 единиц — 0,9; 300 единиц — 0,85; 500 единиц — 0,8; 900 единиц — 0,75; 1600 единиц — 0,7; 3000 единиц — 0,65; 5000 единиц — 0,62 (промежуточные значения определяют интерполяцией); $K_{пр}$ — коэффициент, зависящий от требований к эксплуатационным качествам одежды, равный для одежд с капитальными покрытиями 1; для одежд с покрытиями из щебеночных и гравийных материалов, обработанных вязкими битумами, — 0,95—0,85; для одежд с покрытиями из смесей с жидкими вяжущими и с поверхностной обработкой — 0,85—0,75 (меньше значения при интенсивности движения до 100 расчетных автомобилей в сутки на полосу).

Если в результате расчета неравенство (V.4) не удовлетворяется, следует увеличить толщину вышележащих конструктивных слоев или применить в них материалы с более высоким модулем упругости.

§ V.5. Расчет слоев из монолитных материалов на растяжение при изгибе

В данном случае условие прочности имеет вид:

$$\sigma_r < R_{и}, \quad (V.6)$$

где σ_r — наибольшее растягивающее напряжение в слое, кгс/см²; $R_{и}$ — предельное допустимое растягивающее напряжение материала слоя, кгс/см² (см. табл. V.6).

На растяжение при изгибе рассчитывают монолитные слои из асфальтобетона, смесей с вязкими битумами и дегтями, из материалов, укрепленных неорганическими вяжущими. Монолитные покрытия рассчитывают с помощью номограммы, приведенной на рис. V.7. Порядок расчета (см. штриховую линию со стрелками на рис. V.7) включает:

определение величины общего модуля упругости на поверхности основания $E_{общ.осн}$ с помощью номограммы на рис. V.3;

определение по номограмме на рис. V.7 при известных значениях h_1/D и $E_1/E_{общ.осн}$ величины растягивающего напряжения от единичной нагрузки $\bar{\sigma}_r$;

вычисление полного растягивающего напряжения

$$\sigma_r = 1,15 p \bar{\sigma}_r, \quad (V.7)$$

где p — давление от расчетной нагрузки, кгс/см²; 1,15 — коэффициент динамичности.

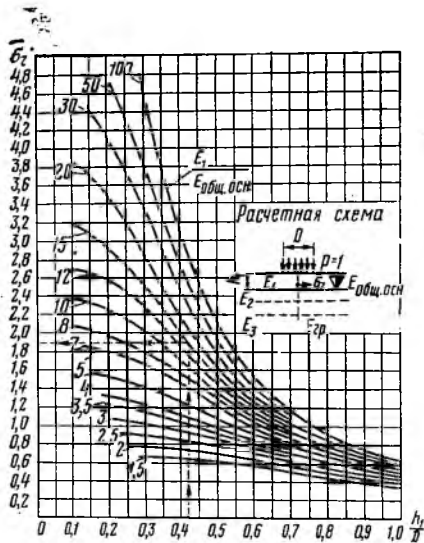


Рис. V.7. Номограмма для определения растягивающих напряжений при изгибе σ_r от единичной нагрузки в верхнем монолитном слое

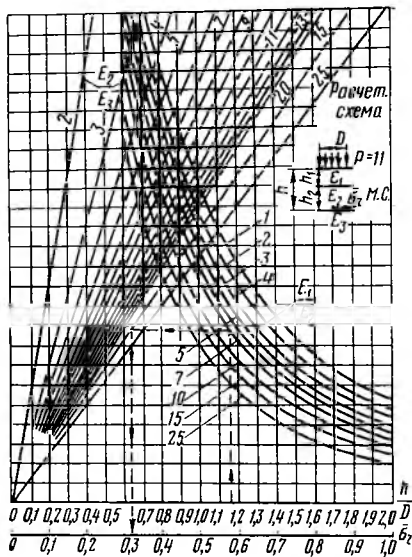


Рис. V.8. Номограмма для определения растягивающих напряжений при изгибе σ_r от единичной нагрузки в промежуточном монолитном слое (цифры на кривых означают отношение E_1/E_2 , а на лучах E_2/E_3)

Если $\sigma_r > R_{II}$, необходимо увеличение толщины монолитного покрытия h_1 , увеличение прочности материала или повышение жесткости основания.

При двухслойном асфальтобетонном покрытии можно рассчитывать на растяжение при изгибе только нижний менее прочный слой. В этом случае двухслойное покрытие по формуле (V.3) приводят к однослойному.

Промежуточные монолитные слои дорожной одежды рассчитывают по номограмме на рис. V.8. В этом случае многослойную конструкцию приводят к трехслойной, где средним является рассчитываемый слой.

Порядок расчета включает:

определение по формуле (V.3) среднего модуля упругости слоев, лежащих выше рассчитываемого монолитного слоя E_1 (см. рис. V.8);

установление общего модуля упругости слоев, подстилающих рассчитываемый монолитный слой (E_3 на рис. V.8), с использованием для этого номограммы на рис. V.3;

определение по номограмме рис. V.8 (см. штриховую линию) растягивающего напряжения σ_r от единичной нагрузки в рассчитываемом слое и вычисление по формуле (V.7) полного растягивающего напряжения σ_r .

При $\sigma_r > R_{II}$ усиливают дорожную одежду путем утолщения или повышения прочности конструктивных слоев, в том числе и рассчитываемого слоя, или повышения жесткости нижних слоев.

§ V.6. Обеспечение морозоустойчивости дорожной одежды

Мероприятия по обеспечению морозоустойчивости дорожной одежды необходимы на дорогах, находящихся в неблагоприятных грунто-гидрологических и гидрологических условиях в районах сезонного промерзания.

Расчетные влажности грунтов

Дорожно-климатические зоны	Тип местности по условиям увлажнения	Расчетные влажности (в долях от границы текучести W_p) для грунтов		
		супесей легких непылеватых	суглинков непылеватых, глины	супесей пылеватых, суглинков пылеватых
II	1	0,70	0,75	0,80
	2	0,75	0,80	0,85
	3	0,80	0,85	0,90
III	1	0,65	0,70	0,75
	2	0,70	0,75	0,80
	3	0,70	0,75	0,80
IV	1	0,60	0,65	0,70
	2	0,65	0,70	0,75
	3	0,65	0,70	0,75
V	1	0,60	0,60	0,65
	2	0,60	0,65	0,70
	3	0,65	0,70	0,70

Такие мероприятия не нужны:

при малой глубине промерзания (в IV и V дорожно-климатических зонах); если земляное полотно имеет на всю глубину промерзания неморозоопасные грунты (пески, супеси легкие крупные и др.); если толщина дорожной одежды, необходимая по условиям прочности, превышает $\frac{2}{3}$ глубины промерзания; если местность отнесена по условиям увлажнения к I типу, за исключением участков с капитальными покрытиями на земляном полотне из пылеватых супесчаных грунтов.

Основными мероприятиями, способствующими обеспечению требуемой морозостойкости являются: применение возможно менее морозоопасных грунтов в земляном полотне и особенно в его верхней части; устройство морозоустойчивых слоев из материалов, существенно не меняющих объем при промерзании в увлажненном состоянии; применение теплоизолирующих материалов, снижающих глубину промерзания; необходимое возвышение низа дорожной одежды над уровнем грунтовых вод.

Выбор того или иного решения устанавливают на основании экономического сравнения вариантов.

Условие обеспечения морозостойчивости:

$$l_{пуч} + l_{м.з} \leq l_{доп}, \quad (V.8)$$

где $l_{пуч}$ — ожидаемое (расчетное) пучение грунта земляного полотна; $l_{м.з}$ — ожидаемое пучение материала морозоустойчивого слоя; $l_{доп}$ — допускаемая величина зимнего вспучивания покрытия, принятая для цементобетонных покрытий 2 см, асфальтобетонных — 4 см, усовершенствованных облегченных — 6 см.

Материалы для морозостойчивых слоев не должны иметь склонности к значительному льдонакоплению при промерзании в увлажненном состоянии (сохранение постоянного объема). Этому требованию обычно удовлетворяют материалы, содержащие более 75% частиц крупнее 0,10 мм, до 5% (по массе) частиц мельче 0,05 мм и имеющие коэффициент фильтрации при максимальной плотности по методу стандартного уплотнения не ниже 1 м/сут (щебень, шлаки, гравий, песок, а

в отдельных случаях — легкие супеси). В случае применения указанных материалов величину $l_{м.э}$ в формулу (V.8) не вводят.

Расчет толщины дорожной одежды, обеспечивающей ее морозостойкость, и необходимые для этого параметры приведены в инструкции ВСН 46-72.

§ V.7. Расчетные характеристики грунтов и материалов

Прочностные и деформационные характеристики грунтов, особенно связных, зависят от их влажности, плотности и структуры. Наиболее часто встречающиеся значения влажностей грунтов в различных дорожно-климатических зонах и условиях увлажнения местности приведены в табл. V.4. Эти влажности соответствуют земляному полотну, отвечающему нормативно-техническим требованиям СНиП. Данные табл. V.4 соответствуют западным районам каждой дорожно-климатической зоны, а также республик Средней Азии; для районов, лежащих к востоку от рек Северная Двина и Волга, влажности могут быть уменьшены приблизительно на 5—10%.

В табл. V.4 в рамку взяты условия, при которых обычно наблюдается избыточное увлажнение, связанное с разуплотнением грунта при промерзании. Расчетные влажности приведены при толщине дорожной одежды около 50 см. Если одежда (стабильный слой) имеет большую толщину, влагонакопление в верхней части земляного полотна происходит менее интенсивно. В этих случаях расчетную влажность грунта определяют по номограмме на рис. V.9.

На участках насыпей, высота которых в 2 раза превышает требуемую по СНиП II-Д.5-72, расчетные влажности следует принимать как для 1-го типа по условиям увлажнения.

Расчетные значения характеристик связных грунтов приведены в табл. V.5.

Таблица V.5

Расчетные прочностные и деформационные характеристики связных грунтов

Грунт	Характеристика грунта	Расчетные характеристики грунта при относительной влажности в долях от границы текучести						
		0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90
Супесь легкая (непылеватая)	E , кгс/см ²	450	420	390	370	350	—	—
	φ , град	35	35	34	34	33	—	—
	c , кгс/см ²	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08	—	—
Супесь пылеватая, суглинки и глины	E , кгс/см ²	600	420	340	280	240	210	200
	φ , град	24	21	18	15	13	11	10
	c , кгс/см ²	0,32	0,26	0,19	0,15	0,10	0,07	0,05

Расчетные характеристики песков и легких крупных супесей мало зависят от влажности в интервале, указанном в табл. V.4 и V.5. Эти характеристики следует принимать:

для песка крупного и гравелистого $E=1300$ кгс/см², $\varphi=43^\circ$;

для песка средней крупности $E=1200$ кгс/см², $\varphi=40^\circ$;

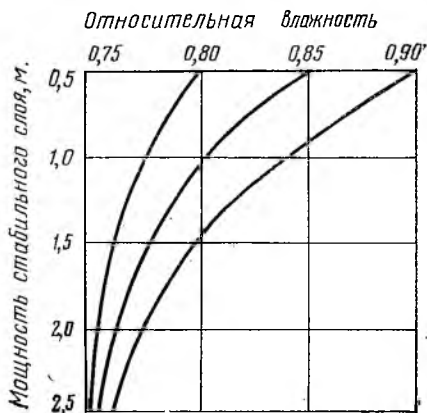


Рис. V.9. Номограмма для определения расчетной влажности грунта в зависимости от толщины стабильного слоя

Расчетные характеристики материалов

Материал	Модуль упругости E , кгс/см ²	Пределное сопротивление растяжению при изгибе $R_{и}$, кгс/см ²	Параметры, опреде- ляющие сопротивление сдвигу		Примечание
			φ , град	c , кгс/см ²	
Смеси асфальтобетонные, укладываемые в горячем и теплом состоянии: плотные (с минеральным порош- ком) марки I то же, марки II пористые (без минерального по- рошка)	13 000—15 000	18—20	—	—	Меньшие значения принимаются для смесей, укладываемых в теплом состоянии
	10 000—12 000	14—15	—	—	
	8 000—9 000	10—12	—	—	
Смеси асфальтобетонные (дегтебе- тонные), укладываемые в горячем и теплом состоянии: плотные (с минеральным порош- ком) марки III то же, марки IV пористые (без минерального по- рошка) с использованием щебня из каменных пород 3-го класса то же, 4-го класса то же, с использованием гравия	7 000—9 000	12—14	—	—	Меньшие значения принимаются для смесей, укладываемых в теплом состоянии и при использовании гравия
	5 000—6 000	8—9	—	—	
	5 000—6 000	7—8	—	—	Меньшие значения принимаются для теплых смесей То же, с учетом качества гравия
	4 000—4 500	6—7	—	—	
	4 000—6 000	6—6,5	—	—	
Смеси асфальтобетонные, уклады- ваемые в холодном состоянии: плотные с минеральным заполни- телем марки I то же, марки II пористые (без минерального по- рошка)	6 000—7 000	9—10	—	—	Меньшие значения принимаются при использовании гравия
	5 000—5 500	7—8	—	—	
	4 000—5 000	6—7	—	—	То же

Щебень, обработанный вязким битумом или дегтем по способу пропитки:

из каменных пород 1—2-го классов

5 000—6 000

то же, 3-го класса

4 000—5 000

Щебеночные или гравийные смеси, обработанные жидким битумом или дегтем смешением на дороге

3 000—4 000

Малопрочные местные каменные материалы, в том числе отходы камнедробления, в смеси с песком или супесью, обработанные битумом или дегтем

2 000—3 500

Щебеночные и гравийные материалы подобранного зернового состава из каменных пород не ниже 3-го класса, укрепленные портландцементом в количестве:

6—7%

6 000—7 000

4—5%

4 000—5 000

Малопрочные местные каменные материалы, в том числе отходы камнедробления в смеси с песком или супесью, укрепленные портландцементом

3 000—4 500

Металлургические шлаки 1—4-го классов однородные по качеству с подобранным зерновым составом:

активные

3 500—4 500

малоактивные

2 000—3 000

Гравийные смеси подобранного зернового состава, укрепленные добавками гранулированного шлака, в количестве 30%

3 000

7—8	—	—	Бóльшие значения соответствуют битуму марки БНД-90/130 или каменноугольному дегтю Д-7, ДС-7
6—7	—	—	
4—4,5	—	—	Меньшие значения принимаются при обработке гравийных смесей
2—3,5	—	—	В зависимости от прочности материала и способа обработки: бóльшие значения при смешении в установке, меньшие — при смешении на дороге
6—8	—	—	Меньшие значения принимаются при обработке гравийных материалов
4—6	—	—	
3—4	—	—	
			Бóльшие значения для шлаков устойчивой структуры
—	—	—	
—	—	—	
1,5	—	—	—

Материал	Модуль упругости E , кгс/см ²
Щебень стандартных фракций, укладываемый по способу заклинки: из каменных пород 1—2-го классов то же, 3-го класса	4 000—4 500 3 500
Щебень рядовой: из каменных пород 1—2-го классов то же, 3-го класса « 4-го «	3 000—3 500 2 500 2 000
Гразийные материалы в зависимости от зернового состава: зерен крупнее 2 мм зерен мельче 0,5 мм более 85% до 3% « 70% « 7% « 60% « 10% « 50% « 12%	2 500—2 700 2 000—2 300 1 700—2 000 1 500—1 700
Дресва изверженных и осадочных пород и мелкий ракушечник	800—1 000
Грунты оптимального зернового состава, укрепленные портландцементом в количестве: 4% 6% 8% 10%	2 000 3 000 4 000 5 000

Предельное сопротивление напряжению при изгибе $R_{и}$, кгс/см ²	Параметры, определяющие сопротивление сдвигу		Примечание
	φ , град	c , кгс/см ²	
—	—	—	Бóльшие значения для пород, обладающих высокой способностью цементироваться
—	—	—	
—	—	—	
—	—	—	
—	—	—	
—	45	0,2—0,5	Бóльшие значения модуля упругости при крупном слабокатаном гравии, меньшие — при сильно окатанном Бóльшие значения сцепления — при влажности материала в конструкции не более 0,5 от полной влагоемкости (сухие места)
—	42	0,2—0,5	
—	37	0,2—0,5	
—	35	0,2—0,5	
—	30—40	0,05—0,1	—
1,5	—	—	—
2,5	—	—	—
3,5	—	—	—
4,0	—	—	—

Легкие супеси и разнозернистые
пески, укрепленные портландцемен-
том в количестве:

4%

6%

8%

Суглинки и пылеватые супеси; ук-
репленные портландцементом, в коли-
честве:

4%

6%

8%

Грунты оптимального зернового со-
става, обработанные органическим
вяжущим, в количестве:

6%

8%

Супесчаные грунты, обработанные
органическим вяжущим, в количестве:

8%

10%

Суглинистые грунты, обработанные
органическими вяжущими, в количест-
ве:

10%

12%

1 800	1,0	—	—	
2 800	1,5	—	—	—
3 500	2,0	—	—	

2 000	1,2	—	—	
2 500	1,6	—	—	—
2 800	2,0	—	—	

1 800	—	25	0,2—0,25	
2 500	—	35	0,3—0,35	—

1 800	—	20	0,2—0,25	
2 200	—	30	0,25—0,30	—

1 500	—	20	0,2—0,25	
1 800	—	25		—

для песка мелкого $E=1000 \text{ кгс/см}^2$, $\varphi=38^\circ$;
 для песка пылеватого $E=500 \text{ кгс/см}^2$, $\varphi=36^\circ$;
 для супеси легкой крупной $E=600 \text{ кгс/см}^2$, $\varphi=40^\circ$.

Величину сцепления ϵ в песчаном грунте и легкой крупной супеси, зависящую от наличия в них цементирующих веществ, принимают равной $0,05-0,08 \text{ кгс/см}^2$, а при полном водонасыщении — равной нулю.

Если в супесчаных и суглинистых грунтах содержатся средние и крупные песчаные зерна, значение φ может достигать 30° и более и уточняется испытанием образцов.

В табл. V.6 приведены расчетные характеристики материалов, применяемых в конструктивных слоях дорожных одежд. Характеристики материалов были уточнены в процессе исследований, проведенных МАДИ и ГипродорНИИ, и опубликованных в Методических указаниях по оценке прочности и расчету усиления жестких дорожных одежд, одобренных Главным производственно-техническим управлением Минавтодора РСФСР (изд. Гипродорнии, 1974).

Предельные сопротивления растяжению при изгибе $R_{\text{из}}$ в табл. V.6 даны для средних условий движения (700 расчетных автомобилей в сутки группы А). При других условиях движения величину $R_{\text{из}}$ нужно умножать на следующие коэффициенты: до 50 авт/сут — 1,5; 100 авт/сут — 1,3; 200 авт/сут — 1,2; 400 авт/сут — 1,1; 1500 авт/сут — 0,9; 3000 авт/сут — 0,8; 5000 авт/сут — 0,75. Для промежуточных значений интенсивности движения следует производить интерполяцию.

Модули упругости E асфальтобетона и его предельные сопротивления растяжению при изгибе $R_{\text{из}}$ даны в табл. V.6 для средней температуры воздуха в расчетный период, равной $+10^\circ \text{С}$. При более высоких температурах указанные показатели должны быть снижены (см. ВСН 46-72).

§ V.8. Конструкции жестких дорожных одежд

Жесткая дорожная одежда (рис. V.10) отличается от нежесткой тем, что один из ее конструктивных слоев (покрытие или основание) обладает высокой жесткостью при изгибе, а также значительным и стабильным (не зависящим от температуры) сопротивлением растяжению при изгибе. Высокая жесткость при изгибе обусловлена величиной модуля упругости E_b материала жесткого слоя — дорожного цементобетона, достигающего в зависимости от марки $190\,000-380\,000 \text{ кгс/см}^2$ (см. табл. V.7). В связи с высоким значением модуля упругости цементобетона в жестком слое при изменении его температуры возникают значительные растягивающие напряжения, для уменьшения которых покрытие или основание разрезают на отдельные плиты с устройством поперечных и продольных температурных швов (рис. V.11, V.12, V.13).

Конструкции жестких дорожных одежд различают по технологии устройства и по типу применяемого для жесткого слоя материала. По технологии устройства

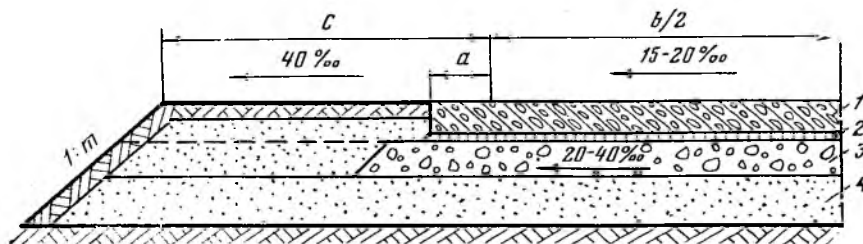


Рис. V.10. Поперечный профиль жесткой дорожной одежды с монолитным цементобетонным покрытием:

1 — монолитное цементобетонное покрытие; 2 — выравнивающий слой (песок, обработанный битумом); 3 — основание (щебень, гравий или грунт, укрепленный вяжущими); 4 — дополнительный слой основания (песок, гравий, гравийно-песчаная смесь); a — ширина укрепительной полосы; b — ширина проезжей части; c — ширина обочины

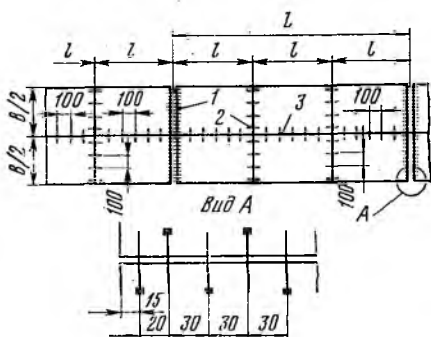


Рис. V.11. Схема расположения швов цементобетонного покрытия:

1 — шов расширения; 2 — шов сжатия; 3 — продольный шов

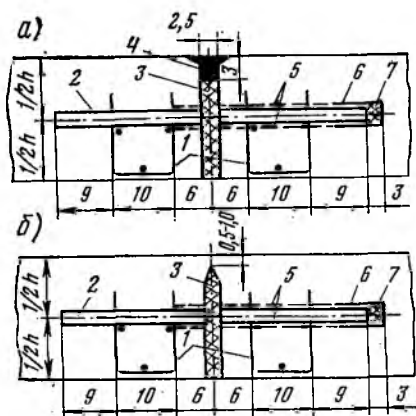


Рис. V.12. Конструкция поперечного шва расширения:

а — при устройстве в свежеуложенном бетоне; б — при устройстве в затвердевшем бетоне (положение прокладки до нарезки шва); 1 — каркас-корзинка; 2 — щебень; 3 — деревянная прокладка; 4 — мастика; 5 — обмазка битумом; 6 — колпачок $l=8$ см; 7 — зазор в колпачке, заполненный опилками или войлоком

различают жесткие дорожные одежды с монолитным (см. рис. V.10, V.11), сборным и сборно-монолитным жестким слоем. По типу применяемого для жесткого слоя материала различают жесткие слои из неармированного ненапряженного цементобетона, неармированного предварительно напряженного (безарматурно обжатого) цементобетона, из цементобетона, армированного ненапрягаемой или предварительно напряженной арматурой. Монолитные неармированные и армиро-

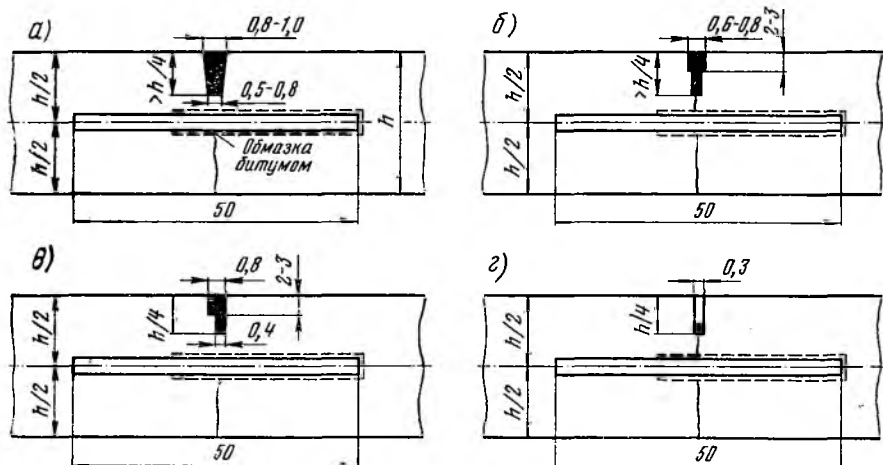


Рис. V.13. Конструкция поперечного шва сжатия:

а — при устройстве в свежеуложенном бетоне; б — при устройстве комбинированным способом; в — при устройстве в затвердевшем бетоне, двухступенчатый; г — то же, одноступенчатый

ванные покрытия или основания устраивают однослойными или двухслойными (из дорожного бетона разных марок). Рекомендуемые проектные марки дорожного бетона для однослойных и двухслойных покрытий и оснований дорог I—III категорий приведены в табл. V.7 и V.8.

Таблица V.7

Пределы прочности при сжатии и модули упругости дорожного бетона

Проектная марка бетона на растяжение при изгибе $R_{рн}$, кгс/см ²	Предел прочности при сжатии $R_{сж}$, кгс/см ²	Модуль упругости бетона $E_6/10^5$, кгс/см ²	Проектная марка бетона на растяжение при изгибе $R_{рн}$, кгс/см ²	Предел прочности при сжатии $R_{сж}$, кгс/см ²	Модуль упругости бетона $E_6/10^5$, кгс/см ²
20	100	1,9	40	300	3,15
25	150	2,3	45	350	3,3
30	200	2,65	50	400	3,5
35	250	2,9	55	500	3,8

Таблица V.8

Рекомендуемые проектные марки и модули упругости дорожного бетона

Покрытие (основание)	Рекомендуемые марки бетона на растяжение при изгибе $R_{рн}$, кгс/см ² , для дорог категорий	
	I—II	III
Однослойное или верхний слой двухслойного покрытия	50	45
Нижний слой двухслойного покрытия	40	35
Основание усовершенствованных покрытий	35, 30	25, 20

В жестких конструктивных слоях дорожных одежд возникают растягивающие напряжения от действия движущейся автомобильной нагрузки, от изменения температуры и влажности цементобетона и от накопления местных остаточных деформаций грунта земляного полотна и материала дополнительного слоя основания.

Благодаря большой изгибной жесткости жесткие конструктивные слои лучше распределяют вертикальную нагрузку, чем нежесткие. В связи с этим возникающие под центральной зоной плиты реактивные давления в 4—5 раз меньше аналогичных величин под нежестким покрытием. Допустимые вертикальные упругие перемещения для неармированных жестких монолитных слоев дорожных одежд в 3—4 раза меньше соответствующих перемещений для нежестких одежд. Прочность жесткой дорожной одежды зависит от прочности цементобетона на растяжение при изгибе, прочности и равнопрочности основания, а также возможности образования остаточных деформаций грунта земляного полотна и дополнительного слоя основания.

Жесткие дорожные одежды предназначены для дорог с интенсивным движением, в составе которого значительную часть составляют тяжелые автомобили. Для обеспечения стабильности прочностных свойств основания, устранения или ограничения остаточных деформаций верхний слой основания под жесткое покрытие следует устраивать из щебня, минеральных материалов и грунтов, обработанных вяжущими.

§ V.9. Методика расчета жестких дорожных одежд

Жесткая дорожная одежда считается прочной, если в течение срока ее службы она сохраняет сплошность и ровность в заданных пределах. Для обеспечения этих требований при проектировании жесткой дорожной одежды необходимо выполнить следующие расчетные условия прочности:

первое условие прочности — в течение срока службы многократно возникающее в жестком покрытии (основании) напряжение растяжения при изгибе не должно превышать прочности цементобетона на растяжение при изгибе. Расчет следует вести на конец срока службы покрытия. Исходя из этого условия определяют требуемую толщину жесткого покрытия (основания);

второе условие прочности — наибольшие активные напряжения сдвига в дополнительном слое основания и в грунте земляного полотна не должны превышать сопротивления сдвигу соответствующего материала или грунта. Предельное равновесие по сдвигу обеспечено, если многократно возникающее наибольшее реактивное давление под плитой не превосходит расчетного критического сжимающего напряжения, при котором отсутствуют зоны сдвигов. Исходя из этого условия определяют требуемую толщину упрочненного основания под цементобетонное покрытие;

третье условие прочности — возникающий в расчетный период упругий прогиб покрытия под действием нагрузки от расчетного автомобиля не должен превышать величины, допустимой для данного суммарного размера движения. Исходя из этого условия определяют требуемую общую прочность (эквивалентную жесткость) слоев основания и земляного полотна жесткой дорожной одежды.

Расчет толщины монолитных цементобетонных покрытий на упрочненных основаниях со штыревыми соединениями в швах сжатия и расширения ведут исходя из наибольшего положительного изгибающего момента, который по абсолютной величине существенно больше отрицательного. Основной расчетной зоной жесткого покрытия (основания) является зона полосы наката вблизи середины внешнего продольного края плиты. При расположении в этой зоне расчетной нагрузки в плите возникает наибольший положительный расчетный изгибающий момент и, следовательно, наибольшие напряжения растяжения при изгибе в нижнем волокне покрытия (основания).

При расчете жестких дорожных одежд расчетные нагрузки, расчетные модули упругости материалов основания и грунтов земляного полотна принимают те же, что и для расчета нежестких дорожных одежд (см. табл. V.5 и V.6).

Кроме автомобильной нагрузки, значительные растягивающие напряжения в жестком покрытии вызывает изменение температуры. Наибольшими в плитах длиной 5—6 м являются температурные напряжения от ограничения температурного коробления плиты. Их учитывают при расчете толщины плиты с помощью коэффициента условий работы цементобетона K_6 в дорожном покрытии, назначаемого в зависимости от дорожно-климатической зоны и толщины плиты. Величина температурных растягивающих напряжений, возникающих вследствие трения плиты по основанию при ее укорочении, для плит длиной 5—6 м незначительна и в расчете не учитывается.

Толщину плиты неармированного цементобетонного покрытия определяют по формуле

$$h = \sqrt{\frac{6M}{K_6 K_B K_0 K_Y R_{пр}}}, \quad (V.9)$$

где M — погонный изгибающий момент, приходящийся на единицу ширины сечения, кгс; K_6 — коэффициент условий работы цементобетона (табл. V.9); K_B — коэффициент, учитывающий рост прочности бетона в возрасте конца срока службы, равный 1,3; K_0 — коэффициент однородности бетона по прочности на растяжение при изгибе; при соблюдении технологического контроля однородности дорожного бетона для средних условий $K_0 = 0,70$; K_Y — коэффициент, учитывающий влияние повторных нагружений, определяемый в зависимости от суммарного движения N за срок службы покрытия; при $N \leq 10^8$,

Коэффициент K_6

Толщина плиты h , см	Значения K_6 в дорожно-климатических зонах	
	II	V
20	0,84	0,80
22	0,76	0,73
24	0,67	0,65

характеристике цикла напряжений $\rho=0,1$ и влажности бетона, равной 0,8 от полного водонасыщения бетона,

$$K_y = 1,08N^{-0,063} \quad (V.10)$$

Значение M определяют по формуле

$$M = M_0 + \sum M_i, \quad (V.11)$$

где M_0 — наибольший положительный изгибающий момент в расчетной зоне плиты при статическом действии нагрузки P на колесо расчетного автомобиля, равномерно распределенной по площади круга радиуса R (рис. V.14, а):

$$M_0 = P(0,0592 - 0,214 \lg R/L), \quad (V.12)$$

где $\sum M_i$ — сумма погонных изгибающих моментов в расчетной зоне плиты от действия сосредоточенных нагрузок от смежных колес расчетного автомобиля; $i=1, 2, 3, \dots$; моменты M_i равны:

$$M_i = \bar{M}_i p_c, \quad (V.13)$$

\bar{M}_i — безразмерная величина изгибающего момента, определяемая по табл. V.10 в зависимости от приведенных координат рассматриваемой точки η и ξ , вычисляемых по формулам:

$$\eta = \frac{x_i}{L}; \quad \xi = \frac{y_i}{L}; \quad (V.14)$$

x_i и y_i — действительные координаты точки приложения нагрузок p_c от смежных колес расчетного автомобиля при расположении начала координат ($\eta=0$; $\xi=0$) в центре приложения нагрузки P в расчетной зоне (рис. V.14, б).

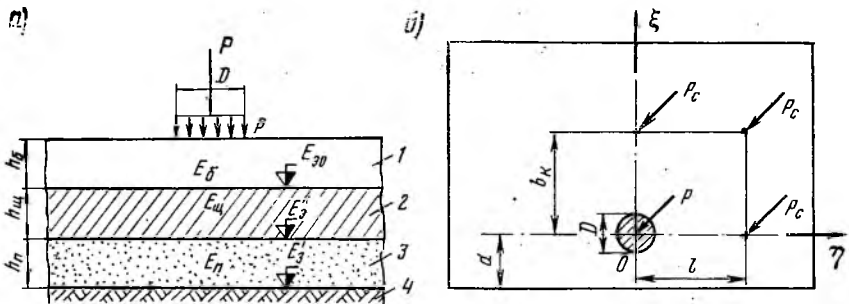


Рис. V.14. Расчетная схема жесткой дорожной одежды:

а — вертикальный разрез; б — в плане; 1 — цементнобетонное покрытие; 2 — слой основания; 3 — дополнительный слой основания; 4 — грунт земляного полотна; $b_к$ — ширина колеи автомобиля; l — база автомобиля

Безразмерная величина \bar{M}_i

$\eta(\xi)$	Значение \bar{M}_i при $\xi(\eta)$										
	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
0,0	∞	0,129	0,068	0,036	0,016	0,004	-0,005	-0,011	-0,014	-0,015	-0,017
0,2	0,194	0,133	0,072	0,039	0,018	0,005	-0,003	-0,010	-0,013	-0,014	-0,017
0,4	0,132	0,110	0,071	0,042	0,021	0,006	-0,002	-0,008	-0,011	-0,013	-0,015
0,6	0,096	0,087	0,063	0,042	0,023	0,009	0,001	-0,006	-0,009	-0,012	-0,013
0,8	0,074	0,068	0,054	0,039	0,023	0,011	0,002	-0,004	-0,007	-0,010	-0,012
1,0	0,057	0,054	0,044	0,034	0,022	0,012	0,004	-0,001	-0,005	-0,008	-0,011
1,2	0,045	0,042	0,037	0,028	0,020	0,011	0,006	0,000	-0,004	-0,007	-0,009
1,4	0,035	0,034	0,030	0,023	0,017	0,011	0,006	0,001	-0,003	-0,006	-0,007
1,6	0,028	0,027	0,024	0,020	0,015	0,010	0,005	0,002	-0,002	-0,004	-0,006
1,8	0,022	0,021	0,019	0,017	0,013	0,008	0,005	0,002	-0,001	-0,002	-0,004
2,0	0,018	0,018	0,015	0,014	0,011	0,007	0,004	0,003	0,000	-0,002	-0,003

С помощью табл. V.10 можно определить изгибающие моменты по двум взаимно ортогональным направлениям (M_x и M_y), при этом для определения M_y вход по строкам табл. V.10 вместо координаты η производится по координате ξ и, соответственно вход по столбцам вместо координаты ξ производится по координате η . В формулы (V.12) и (V.14) входит упругая характеристика плиты L , определяемая:

$$L = \sqrt[3]{\frac{2D_{ц}(1-\mu_{эо}^2)}{E_{эо}}}, \quad (V.15)$$

где $D_{ц}$ — цилиндрическая жесткость плиты, кгс·см, равная

$$D_{ц} = \frac{E_6 h^3}{12(1-\mu_6^2)}, \quad (V.16)$$

E_6 и μ_6 — модуль упругости, кгс/см², и коэффициент Пуассона цементобетона, $\mu_6=0,2$; $E_{эо}$ и $\mu_{эо}$ — эквивалентные модуль упругости, кгс/см², и коэффициент Пуассона на поверхности основания; приближенно $\mu_{эо}=\mu_{гр}$, где $\mu_{гр}$ — коэффициент Пуассона грунта земляного полотна.

При ровном покрытии влияние кратковременности действия нагрузки выражается в том, что динамические модули упругости грунтов и других материалов, определенные с учетом времени действия нагрузки, обычно больше статических. В связи с тем, что ровность покрытия в течение срока его службы постепенно снижается, в запас прочности при расчете используют статические модули упругости грунтов и других материалов. Эквивалентный модуль упругости на поверхности основания определяют аналогично расчету нежестких дорожных одежд с помощью номограммы (см. рис. V.3) последовательно по двум слоям (от нижнего к верхнему), но при расчетном диаметре на поверхности основания, учитывающем распределяющую способность цементобетонной плиты вблизи ее края и равном

$$D_{осн} = D + h, \quad (V.17)$$

где D — диаметр круга, равновеликого по площади отпечатку колеса расчетного автомобиля, см; h — толщина плиты, первоначально назначаемая ориентировочно и затем уточняемая расчетом, см.

Характеристика цикла напряжений равна отношению наименьшего и наибольшего напряжений цикла

$$\rho = \sigma_{\min}/\sigma_{\max}, \quad (V.18)$$

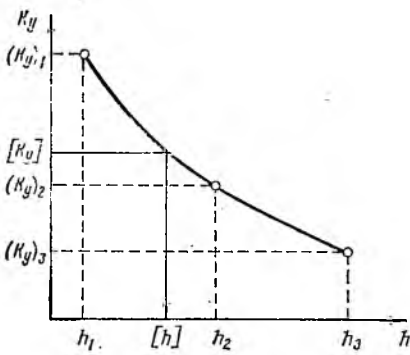


Рис. V.15. Вспомогательный график для определения толщины плиты

в годах (число лет до капитального ремонта); в соответствии с нормами для цементнобетонных покрытий $T=30$ лет; $\sum N_p$ — общая суточная интенсивность движения автомобилей разного веса в одном направлении и на одну полосу, приведенная к расчетному автомобилю, авт./сут, определяемая следующим образом:

$$\sum N_p = \sum K_i N_i; \quad (V.20)$$

$$K_i = \left(\frac{P_i}{P} \right)^{4,64}; \quad (V.21)$$

N_i — число проходов автомобиля определенного веса, авт./сут; K_i — коэффициент приведения от автомобиля определенного веса к расчетному автомобилю (см. табл. V.3); P — нагрузка на колесо расчетного автомобиля, кгс; P_i — нагрузка на колесо автомобиля определенного веса, кгс.

Для облегчения подбора толщины плиты по уравнению (V.9) целесообразно применить следующий прием. Предварительно назначив три значения толщины плиты (h_i , где $i=1, 2, 3$), по формуле

$$(K_y)_i = \frac{6M_i}{(h_i)^2 (K_0)_i K_v K_0 R_{пр}}$$

определяют соответствующие этим значениям величины $(K_y)_i$. По полученным значениям $(K_y)_i$ строят график зависимости $(K_y)_i = f(h_i)$, по которому определяют (рис. V.15) искомую толщину плиты h , соответствующую расчетному значению $[K_y]$ и суммарному размеру движения N .

Толщину основания под жесткое покрытие определяют по формуле

$$h_{осн} = \frac{R}{\left[\left(\frac{1}{1 - p_{кр}^{(p)}/p_{ркт}} \right)^{2/3} - 1 \right]^{1/2}}, \quad (V.22)$$

где R — радиус круга, равновеликого по площади отпечатку колеса расчетного автомобиля, см; $p_{кр}^{(p)}$ — расчетное критическое сжимающее напряжение, кгс/см², в основании равное

$$p_{кр}^{(p)} = K_n K_n \left[\frac{\pi (\epsilon \gamma_i h_i + c / \operatorname{tg} \varphi)}{\operatorname{ctg} \varphi + \varphi - \pi/2} + \sum \gamma_i h_i \right]; \quad (V.23)$$

$R_{пр}$ — проектная марка дорожного бетона по прочности на растяжение при изгибе, кгс/см².

Суммарный размер движения или число циклов нагружения за срок службы определяют по выражению:

$$N = n \frac{q^T - 1}{q - 1} \sum N_p, \quad (V.19)$$

где n — число суток в году, когда осуществляется движение автомобилей заданного состава и с заданной интенсивностью, с некоторым запасом $n=365$; q — знаменатель геометрической прогрессии, описывающей рост интенсивности движения от года к году; для внегородских дорог его величина колеблется в пределах от 1,05 до 1,15; T — срок службы покрытия

K_n — коэффициент, учитывающий влияние повторности нагружения, $K_n=0,6$;
 $K_{\text{н}}$ — коэффициент, учитывающий влияние неоднородности прочностных свойств грунта, $K_{\text{н}}=0,5$; γ_i и h_i — плотность, кг/см³, и толщина слоев, см, пригружающих рассматриваемый слой; c и φ — сцепление, кгс/см², и угол внутреннего трения, град, материала рассматриваемого слоя (см. табл. V.5 и V.6); $p_{\text{ркт}}$ — реактивное давление, кгс/см², возникающее под плитой при расположении нагрузки на полосе наката:

$$p_{\text{ркт}} = \bar{p}_k \frac{P}{L_2}; \quad (\text{V.24})$$

\bar{p}_k — безразмерная величина реактивного давления, принимаемая по табл. V.11 в зависимости от приведенного расстояния δ от центра приложения нагрузки до края плиты; P — нагрузка на колесо расчетного автомобиля, кгс; L — упругая характеристика плиты, см, определяемая по формуле (V.15).

Таблица V.11

Значения \bar{p}_k

$\delta = \frac{d}{L}$	\bar{p}_k	$\delta = \frac{d}{L}$	\bar{p}_k
0	1,06	0,6	0,21
0,1	0,75	0,8; 1,2; 1,6; 2,0	0,17
0,2	0,53		
0,4	0,30		

Примечание. d — фактическое расстояние, см, от центра приложения нагрузки на полосе наката до края плиты (см. рис. V.14, б).

Допустимые упругие прогибы $l_{\text{доп}}$ жестких дорожных одежд определяют по табл. V.12 в зависимости от суммарного размера движения расчетных автомобилей N .

В табл. V.12 приведены также значения требуемых эквивалентных модулей упругости $E_{\text{зо}}^{\text{треб}}$ на поверхности основания жесткой дорожной одежды.

Значения $E_{\text{зо}}$, подставляемые в формулу (V.15), не должны быть меньше значений $E_{\text{зо}}^{\text{треб}}$, приведенных в табл. V.12, в зависимости от суммарного размера движения N .

Таблица V.12

Упругий прогиб и требуемый модуль упругости

Суммарный размер движения расчетных автомобилей N	Допустимый упругий прогиб дорожных одежд $l_{\text{доп}}$, мм	Требуемый модуль упругости на поверхности основания жесткой дорожной одежды $E_{\text{зо}}^{\text{треб}}$, кгс/см ²
105	0,75	200
106	0,39	400
107	0,28	650
108	0,17	900

Расстояния между швами расширения и сжатия назначают в зависимости от толщины покрытия, типа основания, климата и температуры воздуха во время бетонирования в соответствии с действующей Инструкцией по устройству цементнобетонных покрытий автомобильных дорог.

Расчет цементнобетонного основания под асфальтобетонное покрытие производят следующим образом. Предварительно по

формуле (V.9) определяют толщину цементнобетонной плиты $h_{эв}$, эквивалентной по жесткости асфальтобетонному покрытию и цементнобетонному основанию. Затем, назначив толщину асфальтобетонного покрытия, определяют толщину цементнобетонного основания

$$h_{ц.б} = h_{эв} - h_{а.б} \sqrt[3]{\frac{E_{а.б}}{E_{ц.б}}}, \quad (V.25)$$

где $h_{ц.б}$ и $h_{а.б}$; $E_{п.б}$ и $E_{а.б}$ — толщина слоев, см, и модули упругости, кгс/см², соответственно цементобетона и асфальтобетона.

§ V.10. Расчет и конструирование дренающих слоев

Дренающим называют конструктивный слой, укладываемый непосредственно на земляное полотно с целью осушения дорожной одежды и верхней части земляного полотна в течение установленного срока его службы. Для устройства дренающих слоев применяют пески, удовлетворяющие требованиям табл. V.13.

Таблица V.13

Пески, допускаемые для устройства дренающих слоев
(по проф. А. Я. Тулаеву)

Песок	Массовая доля зерен, %, проходящих через сито с ячейками размером, мм						В том числе массовая доля частиц мельче 0,05 мм, % не более
	5	2	1	0,5	0,25	0,15	
Крупный	90—100	60—80	40—45	—	—	0—5	3
Средний	100	80—95	55—70	45—50	—	0—7	2
Мелкий	100	95—100	70—80	—	55—60	0—10	1

При применении песков, рекомендуемых табл. V.13, влажность дренающего слоя не превышает $W_e = 0,7 W_k$ (W_k — капиллярная влагоемкость песков) и гарантируется минимальное расчетное значение модуля их упругости (см. табл. V.18).

Толщину дренающего слоя по методу поглощения рассчитывают:

$$h_d = h_{нас} + h_{зап}, \quad (V.26)$$

где $h_{нас}$ — допустимая глубина фильтрационного потока свободной воды в дренающем слое, см (см. рис. IV.9); $h_{зап}$ — дополнительная (запасная) толщина капиллярно-увлажненного слоя, см.

При этом коэффициент фильтрации песка, определенный по методике Союздорни, должен быть $K = 2$ м/сут.

Значение $h_{нас}$ при установившемся режиме насыщения составляет:

$$h_{нас} = \frac{QK_r - (q_2 - q_1) h_{зап\phi}}{q_3 - q_1}, \quad (V.27)$$

где Q — общий приток воды в корыто, л/м², в течение периода оттаивания (табл. V.14); K_r — коэффициент гидрологического запаса, безразмерная величина (табл. V.15); $q_2 - q_1$ — количество воды в капиллярном состоянии, поглощаемое дренающим слоем толщиной 1 см на площади 1 м², л/м² (табл. V.16); $q_3 - q_1$ — то же, но при свободном состоянии воды (табл. V.16); ϕ — коэффициент заполнения пор водой в капиллярно-насыщенном слое песка (табл. V.17).

Расчетные значения общего Q и удельного количества q свободной воды, поступающей в дренирующий слой при усовершенствованных типах покрытий

Группы грунтов	Приток воды в дренирующий слой в дорожно-климатических зонах для различных типов местности по условиям увлажнения								
	II зона			III зона			IV зона		
	1-й тип	2-й тип	3-й тип	1-й тип	2-й тип	3-й тип	1-й тип	2-й тип	3-й тип
А. Мелкие пески, пески пылеватые, легкие и тяжелые супеси	$\frac{15}{2,0}$	$\frac{25}{3,0}$	$\frac{60}{3,5}$	$\frac{10}{1,5}$	$\frac{20}{2,0}$	$\frac{40}{2,5}$	0	$\frac{7}{0,5}$	$\frac{25}{2,0}$
Б. Суглинки тяжелые, пылеватые глины	$\frac{20}{2,0}$	$\frac{50}{3,0}$	$\frac{90}{4,0}$	$\frac{15}{1,5}$	$\frac{30}{2,0}$	$\frac{50}{2,5}$	0	$\frac{15}{0,5}$	$\frac{30}{2,0}$
В. Пылеватые супеси, пылеватые суглинки, легкие, пылеватые суглинки	$\frac{35}{3,0}$	$\frac{80}{4,0}$	$\frac{130}{5,0}$	$\frac{20}{2,0}$	$\frac{40}{2,5}$	$\frac{60}{3,5}$	0	$\frac{20}{1,5}$	$\frac{40}{2,0}$

Примечания. 1. В числителе приведено общее количество свободной воды Q , л/м², поступающей в дренирующий слой весной в период оттаивания, в знаменателе — ее удельное количество q , л/м²·сут. 2. Для насыпей, возведенных из грунтов группы В высотой более чем требуется СНиП II-Д.5-72, приток q во II зоне принимают 1,5, в III—IV 1 л/м²·сут. 3. При наличии газонов или разделительных полос и нулевым профиле земляного полотна во II зоне расчетные значения Q и q повышают в 1,5 раза для грунтов группы Б и в 1,2 раза — для грунтов группы В. 4. В районах Прибалтики при 2—3-м типах местности по увлажнению и грунтах групп Б и В расчетные значения Q и q увеличивают в 1,25 раза. 5. При трещиноватом покрытии (со средним значением суммарной длины трещин 0,6 м/м² на участке покрытия площадью 20 м² расчетные значения q во II зоне повышают на 1,5 л/(м²·сут). В соответствии с отношением Q/q увеличивают и значения Q , указанные в табл. V.14.6. В местах вогнутых вертикальных кривых значения q и Q удваивают.

Таблица V.15

Расчетные значения K_{II} и K_r

Климатические зоны	Тип местности по характеру увлажнения	Значения K_{II} для грунтов		Значения K_r для пылеватых грунтов
		непылеватых	пылеватых	
II	1	1,5	1,5	1,0/1,0
	2	1,5	1,6	1,2/1,1
	3	1,6	1,7	1,3/1,2
III	1	1,4	1,5	1,0/1,0
	2	1,4	1,5	1,1/1,0
	3	1,5	1,6	1,2/1,1
III	3	—	1,3	1,1/1,0

Примечание. В числителе указаны значения K_r при интенсивности грузового движения, равной 1000—1200 авт/сут на полосу, в знаменателе — при интенсивности менее 1000 авт/сут.

Модуль упругости песка E_1 в зоне свободной воды, т. е. слое насыщения $h_{нас}$ составляет для: мелкого песка $E_1=650—790$ кгс/см², среднего $E_1=800—900$ и крупного $E_1=1000—1100$ кгс/см².

Количество свободной и капиллярной воды, поглощаемое песчаным слоем толщиной 1 см на площади 1 м²

Песок	Эффективный диаметр $d_{эф}$, мм	Водопоглощение песчаного слоя, л, в дорожно-климатических зонах		
		II	III	IV-V
Очень мелкий	0,06—0,07	1,1—1,5	1,6—1,9	2,0—2,3
		0,7—0,9	0,9—1,0	1,2—1,4
Мелкий	0,08—0,13	1,5—2,2	1,0—2,4	2,4—2,6
		1,0—1,4	1,9—1,5	1,5—1,6
Средний	0,14—0,17	1,7—2,4	2,2—2,5	2,6—2,8
		1,1—1,6		
Крупный	>0,17	1,9—2,5	1,5—1,7	1,7—1,8
		1,2—1,7		

Примечания. 1. В числителе указано поглощение песчаным слоем воды в свободном ($q_3 - q_1$) состоянии, в знаменателе — в капиллярном ($q_2 - q_1$).

2. Меньшие значения поглощаемости относятся к 3-му типу местности, большие — к 2-му типу местности по условиям увлажнения.

Таблица V.17

Коэффициент заполнения пор водой в капиллярно-насыщенном слое песка

Песок	Плотность песка ρ , т/м ³	Коэффициент фильтрации K , м/сут	Средние значения ϕ при толщине слоя $h_{зап}$, см						
			10	15	20	25	30	35	45
Мелкий	$\leq 1,75$	1,1—4	0,93	0,88	0,83	0,77	0,70	0,67	0,61
Средний	1,80	4,1—8	0,90	0,85	0,78	0,71	0,65	0,55	—
Крупный	$\geq 1,85$	$\geq 8,1$	0,82	0,70	0,55	0,45	—	—	—

Таблица V.18

Расчетные значения запасной толщины дренирующего слоя

Песок	Модуль упругости E_1 , кгс/см ²	Значение $h_{зап}$, см, при расчете дренирующего слоя по методу	
		осушения продольными трубчатыми дренами	поглощения
Мелкий	800—1000	20	45
Средний	1100—1200	15	30
Крупный	1300—1500	10	25

В формулах (V.26), (V.27) значение $h_{\text{зад}}$ и соответствующий модуль упругости для песков той же крупности принимают по табл. V.18.

При расчете дренирующего слоя по методу осушения¹, если коэффициент фильтрации $K \geq q_p/C$, то толщина его снижается не менее чем на 20—30%. Здесь q_p — расчетное значение удельного притока воды:

$$q_p = q K_r K_{\Pi},$$

где q — удельный приток воды в корыто; K_{Π} — коэффициент пик см. табл. V.15); C — коэффициент увлажнения (безразмерная величина, принимаемая по расчетному графику рис. V.16).

Определив слой насыщения свободной воды $h_{\text{нас}}$ по формуле (V.27), зная проектный поперечный уклон корыта i и длину среднего пути фильтрации l , по расчетному графику (см. рис. V.16) находят значение C . Подставив в формулу $C = q_p/K$ значения q_p и C , находят требуемый коэффициент фильтрации песка K (м/сут), допустимого для устройства дренирующего слоя. При отсутствии исходных данных для расчета минимальное значение K песков при I—II дорожно-климатических зонах принимают: $K \geq 3$ м/сут (в случае $l \leq 3,5$ м) и $K \geq 5$ м/сут при $l \leq 7$ м). Примерные значения коэффициентов фильтрации различного качества песков, установленные в лабораторных условиях, приведены в табл. V.19.

При мелких и к тому же загрязненных песках с коэффициентом фильтрации $K = 2$ м/сут толщину песчаного слоя рассчитывают по методу поглощения, пользуясь формулой (V.26).

Практически значение h_d должно быть не менее h_r (h_r — высота капиллярного поднятия в песке, значения которой для песков различной крупности, в том числе и мелких, приведены в табл. IV.8).

Эффективное осушение дренирующих слоев достигается укладкой по краям корыта в ровики треугольного сечения шириной поверху 0,8 м и глубиной 0,1 м, различных труб диаметром $d = 50 \div 80$ мм (см. § IV.7). Воду из продольных дрен сбрасывают через каждые 250—300 м.

При отсутствии песков, удовлетворяющих изложенным требованиям, а также отсутствии труб необходимо предусматривать устройство теплоизоляционного слоя дорожных одежд (см. § IV.6), когда нет надобности в осушении земляного полотна, либо надлежит устраивать водонепроницаемое основание.

Пример расчета. Автомобильная дорога проходит в полунасыпи-полувыемке во II климатической зоне. Грунт — пылеватая супесь (группа B). Местность по увлажнению — I-го типа. Местные пески мелкие с коэффициентом фильтрации $K = 3$ м/сут. Ширина однокатной проезжей части $B = 7$ м. Поперечный уклон

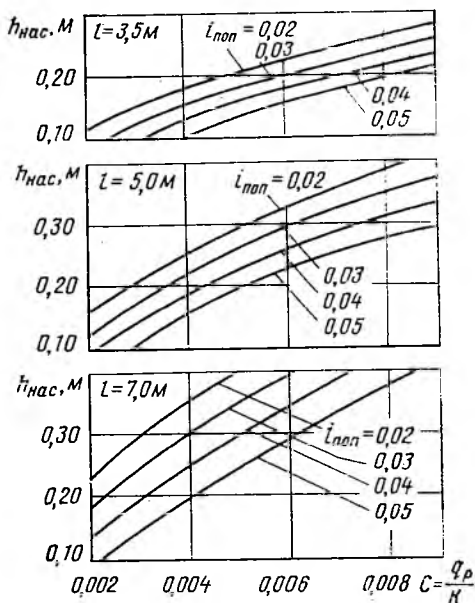


Рис. V.16. Номограмма для расчета дренирующего слоя по методу осушения при пути фильтрации l :

$i_{\text{поп}}$ — поперечный уклон корыта; q_p — расчетное значение удельного притока; м³/сут с 1 м²; K — коэффициент фильтрации песка, м/сут; $h_{\text{нас}}$ — допустимая глубина фильтрационного потока свободной воды в дренирующем слое, м; C — коэффициент увлажнения

¹ Аналитический расчет дренирующих слоев см. в книге проф. А. Я. Тулаева «Расчет и конструкции дренирующих устройств». М., «Высшая школа», 1974, 119 с.

Ориентировочные значения коэффициента фильтрации различных грунтов

Песок	Эффективный диаметр $d_{эф}$, мм	Коэффициент		Песок	Эффективный диаметр $d_{эф}$, мм	Коэффициент	
		неоднородности K_H	фильтрации K_f , м/сут			неоднородности K_H	фильтрации K_f , м/сут
Очень мелкий горный	0,06	2	0,5	Средний горный	0,17	5	6
« « речной	0,06	2	0,8	« речной	0,15	6	8
« « горный	0,07	3,5	1,5	Крупный горный	0,28	6	10
« « речной	0,07	2,5	2	« речной	0,22	5	13
Мелкий горный	0,09	3	3	Гравелистый горный	0,35	8	30
« речной	0,1	3,5	5				
« дюнный	0,08	3	3,5				

Примечание. Значения коэффициента фильтрации определены в лабораторных условиях при коэффициенте требуемого уплотнения $K_0 \geq 1,0$ согласно «Методическим рекомендациям по определению коэффициента фильтрации песков прибором ПКФ Союздорнии» (Минтрансстрой СССР, Союздорнии. М., 1975).

корыта $i=40\%$. Толщина дренирующего слоя из условия прочности при проектном модуле упругости $E_1=1000$ кгс/см² установлена $h_d=0,3$ м.

Требуется проверить, удовлетворяет ли принятая толщина дренирующего слоя условию осушения при устройстве продольных трубчатых дрен.

В соответствии с табл. V.14 для конкретных условий $q=0,003$ м³/сут с 1 м². Максимальный путь фильтрации $B=l=7$ м.

По табл. V.15 коэффициент пика $K_H=1,7$, коэффициент гидрологического запаса $K_r=1,2$. Значит, расчетный приток составляет $q_p=qK_HK_r=0,003 \cdot 1,7 \cdot 1,2=0,0061$ м³/сут на 1 м².

Подставляют значения q_p и K в формулу $C = \frac{q_p}{K} = \frac{0,0061}{3} = 0,002$.

При данном значении C и проектном поперечном уклоне $i=40\%$ по расчетной номограмме (см. рис. V.16) находят расчетное значение $h_{нас}=0,12$ м. При проектном значении модуля $E_1=1000$ кгс/см² для мелкого песка по табл. V.18 $h_{зап}=20$ см.

Тогда расчетная толщина дренирующего слоя из условия осушения может составлять $h_d=h_{нас}+h_{зап}=0,12+0,20=0,32$ м. Из условия же прочности дорожной одежды $h_d=0,3$ м. Таким образом, нет надобности в изменении проектной толщины дренирующего слоя, так как разница в 0,02 м находится в пределах точности расчета.

При предварительных расчетах ограничиваются выбором качества песка по коэффициенту фильтрации.

СТРОИТЕЛЬСТВО АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Глава VI

ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И ПЛАНИРОВАНИЕ РАБОТ

§ VI.1. Организация строительства автомобильных дорог. Проекты организации и производства работ

В строительстве, в том числе и дорожном, применяют два способа ведения работ — подрядный и хозяйственный. Подрядный способ является основным — им выполняют свыше 90% общего объема строительных работ.

Подрядный способ означает, что строительные работы выполняют действующие строительно-монтажные организации на основе договора подряда с организациями-застройщиками. Строительная организация, выступающая в виде подрядчика, располагает определенной материально-технической базой и кадрами соответствующих специальностей и квалификации для выполнения определенных работ. Организация-застройщик, выступающая в виде заказчика, получает для строительства определенного объекта капитальные вложения и является титулодержателем. Взаимоотношения между подрядчиком и заказчиком определены «Правилами о договорах на капитальное строительство»¹.

Хозяйственный способ применяют, когда строительство осуществляет сам застройщик без участия подрядных организаций. Этот способ сейчас применяют преимущественно для выполнения небольших объемов работ. При хозяйственном способе для руководства строительством создают аппарат и организуют строительные подразделения.

Дорожно-строительные организации разделяют:

по виду работ — на дорожно-строительные и мостостроительные, а также и на более специализированные — по производству земляных работ, по устройству оснований и покрытий;

по району деятельности — на линейные республиканские, межобластные (по строительству магистральных автомобильных дорог); областные территориальные (для строительства сети основных дорог); межколхозные, районные (для строительства сельских дорог);

по подчиненности — союзного подчинения (организации Минтрансстроя СССР), республиканского и областного (краевого и автономно-республиканского) подчинения.

В каждой области (крае, автономной республике) имеется областное (краевое, республиканское) производственное управление строительства и эксплуатации автомобильных дорог (автодор), в подчинении которого находятся все низовые дорожные организации.

Дорожно-строительные работы относят к линейно протяженным. Трудности организации дорожных работ состоят в распределении их на значительном протяжении, что требует применения подвижных (лучше самоходных) средств меха-

¹ Утверждены постановлением Совета Министров СССР от 24 декабря 1969 г.

низации, а также создания временных, располагаемых вдоль трассы, производственных предприятий (асфальтобетонных, цементнобетонных, камнедробильных заводов и др.) и сооружений бытового и административного назначения. Кроме того, дорожное строительство находится в большой зависимости от климатических условий, что еще больше усложняет его организацию.

В этой связи качественное и своевременное строительство возможно только при разработке проекта организации работ¹. Для каждого строительного объекта разрабатывают проект организации строительства (ПОС) и проект производства работ (ППР).

Проект организации строительства (ПОС) составляет проектная организация и согласовывает с генеральным подрядчиком. Утверждают ПОС одновременно с техническим проектом.

Проект организации строительства включает: календарный план и линейный календарный график организации строительства; генеральный план строительства с расположением предприятий производственной базы строительства, путей сообщения, станций и пристаней снабжения, складов, баз и т. д.; сведения об объемах подготовительных, строительно-монтажных, заготовительных и транспортных работ с распределением по годам строительства; данные о потребности в дорожно-строительных материалах, оборудовании, машинах, транспорте и т. д.; данные о потребности в строительных кадрах; пояснительную записку.

Проект организации строительства составляют на объект в целом на весь период его строительства. Если строительство продолжается более одного года, намечают объемы основных работ, выполняемые раздельно в каждом году. ПОС используют для составления смет, планирования объемов капиталовложений, планирования подготовительных работ — подготовки кадров, оформления отводов земель, оформления договоров на снабжение материалами, оборудованием и машинами и т. д., а также для определения необходимой производственной мощности строительной организации.

Проект производства работ (ППР) составляет подрядная строительная организация. Утверждает его главный инженер генеральной подрядной строительной организации.

Проект производства работ включает: календарные планы и детальные линейные календарные графики производства работ; генеральный план строительства с уточненным расположением производственных предприятий, постоянных и временных путей сообщения, пунктов снабжения, сетей электроснабжения, водо- и теплоснабжения, складов и т. д.; сведения о конструкциях и объемах возводимых сооружений; детальные сетевые графики по отдельным видам работ и объектам; графики потребности в основных строительных машинах, транспорте и рабочих; перечень, объемы и графики выполнения подготовительных работ; графики поступления на строительство материалов, оборудования и готовых изделий; технологические карты и схемы производства работ, указания по технике безопасности и охране труда; пояснительную записку.

Проект производства работ разрабатывают на весь объект в целом, а также при необходимости на отдельные наиболее сложные его части. При длительном строительстве более одного года проекты производства работ составляют на каждый год в отдельности.

Детальность разработки отдельных документов в проектах производства работ зависит от конкретных условий строительства.

Технологические карты, входящие в состав ППР, являются комплексным нормативным документом по организации и технологии отдельных строительных процессов. Они устанавливают наиболее рациональный для данных условий состав отряда дорожных машин, строительного оборудования, специальных приспособлений и инструментов, рассчитанных на использование их во взаимной увязке с наибольшей производительностью. Технологические карты делят на типовые и рабочие.

Типовые технологические карты содержат типовые решения по организации и технологии наиболее часто повторяющихся рабочих процессов с применением наиболее современных средств механизации работ, прогрессивных

¹ См. «Инструкцию о порядке составления и утверждения проектов организации строительства и проектов производства работ». СН 47-74.

конструкций и способов выполнения работ, рассчитанных на средние условия производства работ.

Рабочие технологические карты разрабатывают для конкретных условий данной дорожно-строительной организации с учетом проектной документации, имеющихся в наличии машин, оборудования и дорожно-строительных материалов.

Рабочие технологические карты являются основным документом, которым руководствуются производители работ, бригады и мастера, осуществляющие эти работы.

Состав типовых технологических карт — единый для всех строительных министерств и ведомств — утвержден Госстроем СССР. В соответствии с ним составляют и рабочие технологические карты.

Технологическая карта содержит технико-экономические показатели и состав нормируемых строительных процессов, схему общей организации строительных работ. При составлении схем и карт необходимо устанавливать такой масштаб, чтобы совмещать все строительные процессы и рабочие операции на одном чертеже. В отдельных случаях прибегают к составлению частных схем-деталей, характеризующих выполнение отдельных рабочих операций, входящих в состав карты, с указанием границ захваток, перемещений машин и рабочих, фронта работ и т. д. При составлении карт необходимо устанавливать такой масштаб, чтобы совмещать все строительные процессы и рабочие операции на одном чертеже. Схему общей организации работ основывают на входящих в состав карты расчетах нормативной потребности в материальных и технических ресурсах, необходимых для выполнения всех рабочих операций с принятой последовательностью.

В технологических картах должны быть указания по организации и технологии выполнения данных рабочих операций со ссылкой на технические условия и нормы, должны быть приведены требования по технике безопасности, а также калькуляции стоимости выполнения работ на принятую единицу измерения и технико-экономические показатели эффективности принятой организации работ (выработка, механизовооруженность и др.).

При разработке ППР производительность механизированных звеньев в смену вычисляют с использованием Единых норм и расценок (ЕНиР)¹ по формуле:

$$П = \frac{T_{см}q}{H_{вр}}, \quad (VI.1)$$

где $T_{см}$ — продолжительность рабочей смены, ч; q — единица измерения (по ЕНиР); $H_{вр}$ — норма времени, ч (по ЕНиР)¹.

При разработке ППР принимают достигнутый уровень производительности труда в данной строительной организации, который не может быть меньшим, чем по ЕНиР.

При вычислении количества машин в отряде, необходимых для выполнения рабочих операций, принимают количество машин, кратное целому числу, допуская увеличение нормативной производительности машин не более 10%.

Для тех работ, на которые отсутствуют данные в ЕНиР, при разработке рабочих технологических схем производительность машин определяют по формуле:

$$П = \frac{60T_{см}QK_{вр}}{t_{ц}}, \quad (VI.2)$$

где Q — объем работ, выполняемых машиной за один цикл; $K_{вр}$ — коэффициент использования машины во времени в течение смены; $t_{ц}$ — продолжительность рабочего цикла машины, мин.

¹ См. «Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы». Сб. 2. Земляные работы. Сб. 17. Дорожные работы.

§ VI.2. Поточный способ производства дорожно-строительных работ

Поточным способом производства работ называют такой, при котором передвижные подразделения постоянного, оптимального для определенных условий состава ведут работы непрерывно и равномерно со сдачей в каждую смену полностью законченного участка дороги определенного протяжения.

Различают частные, специализированные, объектные и комплексные потоки. Частный поток предназначен для выполнения одной рабочей операции — вывозка грунта, послойное его разравнивание, уплотнение грунта и т. д.

Специализированный поток — совокупность частных потоков, объединенных единой системой параметров и схемой потока, а также общей строительной продукцией в виде законченного участка земляного полотна, основания дорожной одежды или покрытия.

Объектный поток — совокупность специализированных потоков, совместной продукцией которых является готовый объект: участок дороги, мост, путепровод, комплекс дорожного ремонтно-строительного управления и т. д.

Комплексный поток — группа организационно связанных объектных потоков, объединенных общей продукцией в виде законченного участка автомобильной дороги со всеми инженерными сооружениями.

Техник-дорожник чаще всего связан с выполнением работ, входящих в специализированный поток, имеющий следующие основные параметры:

период действия потока $T_{\text{пот}}$ — время от начала работы первого звена на первой захватке до окончания работы последнего звена на последней захватке;

период развертывания потока $T_{\text{раз}}$ — время от начала работы первого звена на первой захватке до начала работы последнего звена на первой захватке. В течение этого отрезка времени в специализированный поток постепенно включаются все составляющие его частные потоки;

ритм потока r — продолжительность выполнения работ частного потока на захватке;

скорость потока (интенсивность потока) v — количество готовой продукции, выпускаемой специализированным потоком за единицу времени, измеренное в натуральных показателях (m^3 земляного полотна в смену, m^2 основания или покрытия в смену и т. д.);

технологический перерыв $t_{\text{тех}}$ — перерыв в производстве работ, вызванный технологическими особенностями применяемых материалов (выдерживание бетона, цементогрунта, золотрунта и т. д.);

организационный перерыв $t_{\text{орг}}$ — перерыв между смежными специализированными (частными) потоками, вызванный необходимостью подготовки фронта работ для последующего специализированного (частичного) потока;

захватка частного потока — участок работ, на котором механизированное звено выполняет рабочую операцию. Если рабочие звенья выполняют рабочие операции на каждой захватке в течение смены, то такую захватку называют сменной захваткой частного потока; если в течение полусмены или часа, то — соответственно полусменной или часовой;

захватка (длина) специализированного потока — участок работ, на котором выполняют рабочие операции, объединенные в специализированный поток.

Продолжительность выполнения каждой рабочей операции в специализированном потоке $T_{p.o}$ (в днях) составляет:

$$T_{p.o} = T_{\text{пот}} - T_{\text{раз}}, \quad (\text{VI.3})$$

$$T_{\text{раз}} = \frac{r(n-1)}{m} + t_{\text{тех}} + t_{\text{орг}}, \quad (\text{VI.4})$$

где $T_{\text{пот}}$ — период действия потока; $T_{\text{раз}}$ — период развертывания потока; n — количество частных потоков в специализированном потоке; m — число смен в сутках.

Скорость специализированного (частного) потока (метров в смену) определяют по формуле:

$$v = \frac{1000L}{T_{p.ом}}, \quad (VI.5)$$

где L — длина участка дороги, подлежащая строительству, км.

Существуют два варианта задания на проектирование технологического потока: проектирование специализированного потока исходя из заданного срока строительства (директивного срока); проектирование по заданной мощности строительной организации.

В первом варианте устанавливают состав и оптимальное количество механизированных звеньев для выполнения работ в заданные сроки, во втором — определяют продолжительность действия специализированного потока при работе механизированных звеньев, которыми располагает строительная организация.

Разработка технологического потока по второму варианту на основании имеющихся оптимальных составов рабочих звеньев и машин сводится к определению сроков строительства объекта.

Проектирование потока по первому варианту выполняют в следующей последовательности:

намечают технологическую схему специализированного потока и выбирают основную (ведущую) машину для выполнения наиболее трудоемкой рабочей операции;

устанавливают перечень частных потоков в составе специализированного потока в зависимости от выбранной основной машины. Количество и назначение частных потоков в составе специализированного потока зависят от характера выполняемых работ;

устанавливают необходимость технологических и организационных перерывов между смежными частными потоками и их продолжительностью в сутках; вычисляют по формуле (VI.4) период развертывания специализированного потока;

определяют объемы работ по каждому частному потоку на протяжении дороги, подлежащей строительству, или при равномерном распределении работ — на 1 км дороги;

по заданному сроку строительства определяют даты начала и окончания работы специализированного потока;

вычисляют по формуле (VI.3) продолжительность выполнения работ каждого частного потока;

по формуле (VI.5) определяют требуемую скорость потока для выполнения работ в заданные сроки;

определяют продолжительность действия потока;

подбирают оптимальный состав механизированных звеньев для выполнения каждого частного потока.

Исходные данные для составления плана потока: категория дороги; климатическая зона, определяющая продолжительность действия каждого специализированного потока и технологические условия производства работ; календарные сроки строительства и протяженность дороги; конструкции земляного полотна и дорожной одежды; предполагаемое число смен работы в сутки; намеченные типы машин, автомобилей и оборудования для применения на данном строительстве; заявленные к применению дорожно-строительные материалы, полуфабрикаты изделия и детали. Следует иметь в виду, что поперечный профиль земляного полотна и конструкция дорожной одежды определяют технологию работ, состав отрядов, число захваток и другие организационные элементы потока.

Скорость специализированного потока. Для каждого специализированного потока устанавливают погодные условия.

Для определения дат начала и окончания работы специализированных потоков строят график изменений средней суточной температуры для заданного района строительства. Возможная продолжительность действия потока по климатическим условиям в летний период $T_{пот}$:

$$T_{пот} = T_{клл} - T_{вых} - T_{кл}, \quad (VI.6)$$

где $T_{\text{кал}}$ - количество календарных дней в летнем строительном сезоне; $T_{\text{вых}}$ — количество выходных, которое при двух выходных днях в неделю вычисляется по формуле

$$T_{\text{вых}} = \frac{2T_{\text{кал}}}{7}, \quad (\text{VI.7})$$

$T_{\text{кл}}$ — нерабочие дни (простои) по климатическим условиям.

Количество $T_{\text{кл}}$ в процентах от числа календарных дней может быть принято:

Климатические зоны . . .	I	II	III	IV	V
Количество дождливых дней с осадками, более 5 мм в сутки, % . .	11	8	5	4	3

Примечание. Для гор и предгорий — 7%, для Черноморского побережья — 9%.

После установления продолжительности действия потока по формуле (VI.5) определяют требуемую (оптимальную) скорость потока, обеспечивающую выполнение работ в заданные сроки.

Определение предельных сроков работ специализированного потока. В соответствии с заданными конструкциями земляного полотна и дорожной одежды и необходимыми технологическими процессами для их осуществления устанавливаются необходимое число и вид специализированных отрядов (см. гл. VIII).

Для каждого специализированного отряда, руководствуясь календарной продолжительностью летнего строительного сезона, устанавливают предельные сроки работ по климатическим условиям $A_{\text{к}}$ (см. табл. VII.1 и VIII.1). Учитывая начальные и конечные сроки для каждого вида работ, устанавливают расчетные сроки работ для каждого специализированного потока $A_{\text{р}}$. Так, если в IV дорожно-климатической зоне для строительства песчаного дополнительного слоя основания сроки установлены от 8 марта до 28 ноября, то следует учесть, что устройство асфальтобетонного покрытия должно быть закончено до 10 ноября. Таким образом, сроки строительства нижерасположенных слоев дорожной одежды необходимо сократить против возможных по климатическим условиям.

Следовательно, расчетные сроки $A_{\text{р}}$ начала и окончания работ отдельных специализированных потоков отличаются от сроков по климатическим условиям $A_{\text{к}}$, что следует учитывать при составлении технологических схем.

Определение продолжительности работы специализированных потоков. На основании установленных расчетных сроков работы $A_{\text{р}}$ определяют продолжительность действия каждого специализированного потока в рабочих днях по формуле:

$$T_{\text{раб}} = A_{\text{р}} - (T_{\text{кл}} + T_{\text{рем}}), \quad (\text{VI.8})$$

где $T_{\text{кл}}$ — количество нерабочих дней (простои) по климатическим условиям (дожди и т. п.); $T_{\text{рем}}$ — количество нерабочих дней (простои) для ремонта машин и оборудования.

При назначении $T_{\text{раб}}$ необходимо учитывать условия окончания работ каждым предыдущим технологическим потоком до окончания работ последующим потоком (см. табл. VIII.1).

Определение длины захватки специализированных потоков. Сначала требуется определить расчетную длину захватки для ведущей машины, корректируя длину захватки с учетом более рационального использования других машин комплекта. Затем пересчитывают необходимое количество комплектующих машин специализированного отряда.

Расчетную длину захватки $l_{\text{р}}$ устанавливают на основе определения стоимости строительства 1 м^2 конструктивного слоя дорожной одежды, меняя длину захватки от минимальной до наибольшей $l_{\text{min}} \leq l_{\text{р}} \leq l_{\text{max}}$. За расчетную принимают такую захватку, при которой стоимость 1 м^2 будет наименьшей.

Для расчета необходимо пользоваться формой, приведенной в табл. VI.1. При этом следует рассмотреть четыре-пять различных длин захваток, включая l_{min} и l_{max} .

Определение расчетной длины захватки для данного потока

Перечень машин комплекта	Единица измерения объема работ	Длина захваток, м													
		l_1						l_2 и т. д.							
		Объем работ	Производительность	Количество машино-смен	Количество машин	Стоимость 1 маш-смены	Стоимость машин	Объем работ	Производительность	Количество машино-смен	Количество машин	Стоимость 1 маш-смены	Стоимость машин		

Стоимость 1 м² при данной длине захватки l определяют по формуле:

$$C = \frac{\sum C_{м.см}}{Bl}, \quad (VI.9)$$

где $\sum C_{м.см}$ — суммарная стоимость машино-смен всех машин, входящих в комплект; B — ширина слоя, сооружаемого данным комплектом машин.

По продолжительности действия каждого потока $T_{раб}$ (в рабочих днях) определяют возможную минимальную длину захватки для данного специализированного потока:

$$l_{min} = \frac{L_{д}}{T_{раб} K_{см}}, \quad (VI.10)$$

где $L_{д}$ — протяжение строящегося данным потоком участка земляного полотна, дорожной одежды, м; $K_{см}$ — число рабочих смен в сутки.

Наибольшую возможную длину сменной захватки каждого потока определяют по производительности назначенного для этого потока состава отряда машин.

Выбор механизированных звеньев. Для организации работы по поточному способу необходимо комплекс работ, включаемый в специализированный поток, расчленив на составляющие его рабочие операции (частные потоки), для выполнения которых подобрать механизированные звенья.

При поточном способе строительства автомобильных дорог скорость частных потоков должна быть равна скорости специализированного потока.

При скорости специализированного потока v (м/смену) к концу каждой смены должны быть закончены работы на участке дороги протяженностью l (м), численно равной v . На таких же участках дороги должны быть выполнены рабочие операции каждым механизированным звеном.

Зная скорость потока, определяют объем рабочей операции Q , который механизированное звено должно выполнить в течение рабочей смены.

В первую очередь определяют ведущую машину для выполнения наиболее трудоемкой рабочей операции. Затем подбирают вспомогательные машины для выполнения остальных рабочих операций на участке l .

Количество машин, необходимых для выполнения рабочей операции, определяют по формуле:

$$n = \frac{Q}{P}, \quad (VI.11)$$

где P — производительность машины по ЕНиР; при отсутствии данных в ЕНиР — по расчету.

При $n=1$ машина будет полностью загружена работой в течение смены и равномерно в течение действия потока. При этом выработка на одного рабочего будет наибольшей, а стоимость работ наименьшей. Если $n=2, 3$ и более, это

приведет к уменьшению выработки на одного рабочего и увеличению стоимости строительства. Такое решение допустимо в том случае, если нет более мощной машины, а следовательно, и более производительной или для более мощной машины нельзя создать условия для эффективной работы.

Если $n < 1$, это указывает на то, что при данной скорости потока выбранная машина не полностью загружена работой в течение смены. В этом случае необходимо взять менее мощную машину, которой будет обеспечена полная загрузка. Если отсутствует менее мощная машина, эту задачу следует решать следующими четырьмя способами:

обеспечить полную загрузку машины путем соответствующего увеличения скорости потока, а следовательно, и сокращения сроков строительства. Такое решение возможно применить только при выборе ведущей машины;

поручить звену, имеющему неполную загрузку, выполнение родственных рабочих операций при условии, если эти операции могут быть выполнены одной и той же машиной. Такое решение возможно применить для всех машин, кроме ведущих;

производить работы, имея в потоке машины с неполной загрузкой. Если производительность машины в 2 раза превышает требуемую, то иногда целесообразно для данного звена установить работу в одну смену при двухсменной работе потока;

при большой нагрузке звена иногда целесообразно рабочую операцию выполнять средствами малой механизации.

Только технико-экономическое сопоставление возможных вариантов устранения неполной загрузки механизированных звеньев позволяет найти наиболее правильное решение.

Участок автомобильной дороги, подлежащей строительству, разбивают на сменные захватки.

После того как первое механизированное звено выполнит первую рабочую операцию, оно переходит на вторую захватку, уступая первую захватку второму звену и так далее, пока на первую захватку не придет последнее звено для выполнения последней рабочей операции. С момента, когда все звенья приступят к работе, заканчивается период развертывания потока.

Целесообразно ритм потока принимать равным одной смене. В этом случае механизированное звено получает в свое распоряжение захватку, на которой в течение смены выполняет рабочую операцию. При ритме потока, равном двум сменам, размеры захватки увеличиваются по сравнению со сменными захватками в 2 раза, что создает благоприятные условия для повышения производительности машины, но приводит к увеличению периода развертывания потока. При таком ритме потока рабочую операцию на захватке выполняют два звена: звено первой смены и звено второй смены.

Некоторые дорожно-строительные материалы требуют, чтобы продолжительность выполнения технологических операций не превышала определенного отрезка времени. Так, например, распределение цемента, перемешивание его с грунтом, увлажнение смеси, перемешивание увлажненной цементогрунтовой смеси и уплотнение должны быть закончены на каждой захватке за 5—6 ч. В этом случае участок работ разбивают на захватки такой длины, чтобы суммарное время выполнения всех рабочих операций на захватке от распределения цемента до окончания уплотнения слоя смеси не превышало времени от начала до окончания схватывания цемента, т. е. 5—6 ч.

Длину сменной захватки следует назначать по наибольшей производительности ведущей машины потока. Длина сменной захватки может быть меньше длины, полученной из расчета использования максимальной производительности ведущей машины только в том случае, когда по местным условиям (например, в зависимости от производительности асфальтобетонных и цементнобетонных заводов, расстояний до них от места укладки смесей, вида подъездных путей, наличия и типа автомобилей) не представляется возможным обеспечить наибольшую производительность ведущей машины.

При разработке схем комплексной механизации не обязательно соблюдение единой длины захватки всего комплексного потока. Наоборот, следует стремиться к тому, чтобы наибольшая длина захватки была у впереди идущего звена, а в последующих звеньях, длина захватки постепенно убывала, в пределах отстава-

ния последующих звеньев, допустимого требованиями технологии, или, в крайнем случае, была равна длине предыдущей захватки, т. е.

$$l_1 \geq l_2 \geq l_3 \geq l_4 \dots \geq l_n.$$

Длина последней захватки l_n должна соответствовать скорости потока, обеспечивающей выполнение работ в заданные сроки или полное использование ресурсов замыкающего частного потока. Это позволяет всем звеньям перевыполнять план.

Формы для составления технологических схем работы механизированных комплексных потоков. Исходя из длины комплексного потока, представляющего сумму длин (захваток) специализированных потоков и технологических разрывов между ними, определяют скорость комплексного потока и продолжительность его работы, учитывая при этом установленные директивные сроки строительства дороги.

Технологическую схему составляют и вычерчивают как сумму последовательно работающих специализированных потоков. Для изображения рабочей зоны и применяемых машин принимают поперечный масштаб 1 : 100 или 1 : 200. Длина захваток в горизонтальном направлении (по длине дороги) должна быть равной 2—3-кратной ширине. На основе выбранного масштаба вычерчивают требуемое число захваток для изображения каждого специализированного потока с условными пропусками для технологических разрывов.

Для обеспечения полноты любой технологической схемы комплексного потока и правильности ее изображения необходимо строго руководствоваться формой плана специализированных потоков. Примеры составления технологических схем приведены в гл. VII и VIII (см. рис. VII.10, VIII.1, VIII.2).

При односменной работе потока форма (см. рис. VII.10) предполагает, что все последующие смены, параметры потока и состав рабочих звеньев останутся неизменными. В случае двухсменной работы в сутки, когда во вторую смену изменяются параметры потока или состав звеньев, схема несколько усложняется и форма ее принимает вид, приведенный на рис. VIII.2. Для заполнения формы устанавливают перечень рабочих операций, длину и число захваток. В качестве исходного материала служат таблицы технологической последовательности выполнения рабочего процесса с перечислением рабочих операций и приведенными в них расчетами необходимых ресурсов. Графическое изображение плана потока составляет основу плана потока.

При составлении плана потока на каждой захватке необходимо:

расположить все применяемые машины, строго соблюдая масштаб, принятый для чертежа, в порядке технологической последовательности и направления движения потока;

показать на плане для каждой машины выполняемые ею проходы, которые должны быть пронумерованы. Если число проходов ограничено, они должны быть показаны все; при значительном числе повторяющихся проходов должны быть показаны повторяющиеся циклы (рабочий ход, повороты, обратный ход и установка в рабочее положение на новом месте с указанием общего количества таких циклов или проходов при захватке).

Все машины, выполняющие на захватке работы и разворачивающиеся при обратных продольных проходах, должны пройти всю захватку. В конце захватки необходимо изобразить разворот машины на соседней захватке. Если по технологическим условиям недопустим проезд по соседней захватке, должны быть показаны съезды с земляного полотна для разворота машины.

При расстановке машин и установлении технологической последовательности отдельных рабочих операций учитывают детали, обеспечивающие качество производства работ.

На каждой захватке условной штриховкой или красками изображают поверхность с различной стадией выполнения работ.

Для наглядности перед первой захваткой следует показать поперечный профиль, отражающий уровень работ, с которого начинает этот поток свою деятельность. В конце комплексного потока изображают поперечный профиль с указанием тех работ, какие выполнил данный комплексный поток. Все поперечные профили должны иметь соответствующие размеры.

Графу «Необходимые ресурсы» составляют на основании данных расчета потребного количества машин, материалов и т. д. В этой графе в разделе «Машины» приводят перечень всех машин, применяемых на захватках. При нескольких однотипных машинах каждой из них должен быть придан определенный номер.

Против каждой машины в скобках указывают коэффициент ее использования на данной захватке.

При выполнении нескольких операций на одной захватке и при сложности расчетов по использованию машин на разных захватках одновременно с планом потока, по каждой захватке составляют почасовые графики использования машин с указанием их использования в смену по часам.

При двухсменной работе в случае, если не соблюдается идентичность работ в первой и второй сменах (например, в первую смену звено выполняет работы на двух захватках, а во вторую — не работает, или в первую смену устраняют только нижний слой, а во вторую только верхний слой (асфальтобетонное покрытие и т. п.), составляют графики развертывания и работы потока при двухсменной работе на ряд дней, достаточно характеризующих принятую технологическую схему работ.

§ VI.3. Линейные календарные и сетевые графики

Линейные календарные графики. Поточную организацию строительства автомобильных дорог можно охарактеризовать графиком в плоской системе координат. На таких графиках в условном масштабе откладывают по вертикали время строительства, а по горизонтали протяженность дороги (рис. VI.1).

При составлении линейного календарного графика комплексного потока работы всех специализированных потоков необходимо увязывать между собой так, чтобы обеспечить достаточный фронт для размещения и работы всех средств механизации при наличии непрерывно используемого и вновь возобновляемого задела по работам каждого специализированного потока (кроме завершающего), который играл бы роль резервного фронта на случай каких-либо задержек в работе.

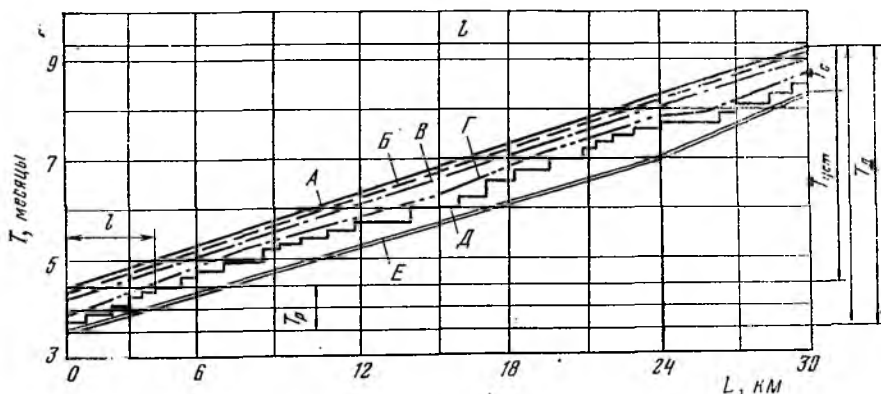


Рис. VI.1. Линейный календарный график комплексного потока по строительству автомобильной дороги:

A — линия потока по устройству покрытия; B — то же, по устройству основания; B' — то же, по вывозке дорожно-строительных материалов для основания; Г — то же, по возведению земляного полотна; Д — то же, по строительству малых искусственных сооружений; E — подготовительные работы; $T_{уст.}$ — период установившегося потока; T_p — период развертывания потока; T_c — период свертывания потока; L — годовая участок потока; l — длина потока (фронт работ); T_d — время действия потока

Графическое изображение потока (см. рис. VI.1) позволяет дать математическое выражение связи его основного параметра (скорости v) с другими параметрами:

$$v = \frac{L}{T_d - t_p}, \quad (\text{VI.12})$$

где L — протяженность участка работы потока, км; T_d — время (продолжительность) действия потока, смены; t_p — продолжительность развертывания потока, смены.

Формула (VI.12) может быть использована для определения скоростей как комплексных, так и отдельных специализированных потоков. Она определяет минимальную скорость потока, которая может быть допущена на строительстве дороги протяженностью L при соблюдении заданной продолжительности строительства T_d .

Сетевые графики. По сравнению с методами планирования и управления, основанными на линейных и площадных графиках, метод сетевого планирования и управления (СПУ) имеет ряд преимуществ. Он позволяет полностью выявить и отразить все взаимозависимые работы: точно рассчитать сроки выполнения работ и потребности в ресурсах; оптимизировать сетевые графики по одному или нескольким критериям; объективно контролировать ход работ и правильно руководить большими комплексами; применять электронно-вычислительные машины (ЭВМ) для расчета и оптимизации сетевых графиков.

Элементы сетевого графика:

р а б о т а — процесс, требующий для его выполнения затрат времени и ресурсов (возведение земляного полотна, устройство дорожного основания, покрытия, искусственных сооружений, перегон машин и т. д.);

о ж и д а н и е — технологический или организационный перерыв между работами, необходимый при выбранной схеме производства работ (например, твердение грунтов, укрепленных вяжущими материалами, твердение цементнобетонных оснований или покрытий); процесс, требующий только затрат времени;

з а в и с и м о с т ь, или «фиктивная работа» — логическая связь, указывающая, что одна работа не может быть начата до окончания другой. Этот момент вводится для отражения правильной взаимосвязи между работами, не требует затрат времени и труда исполнителей;

с о б ы т и е — результат выполнения (факт окончания) одной или нескольких работ, необходимый и достаточный для начала последующих работ;

п р е д ш е с т в у ю щ и е р а б о т ы — работы, выполнение которых является непосредственным условием начала данной работы. В качестве предшествующих принимаются как работы, так и зависимости. Конечное событие предшествующей работы (зависимости) является начальным событием последующих работ;

и с х о д н ы е р а б о т ы сетевого графика — работы, для которых в данный сетевой график не вводятся условия их начала (отсутствуют предшествующие работы);

и с х о д н о е с о б ы т и е сетевого графика — начальное событие исходных работ;

з а в е р ш а ю щ и е р а б о т ы сетевого графика — работы, выполнение которых достигается поставленная цель. Завершающее событие сетевого графика — конечное событие завершающих работ;

п р о д о л ж и т е л ь н о с т ь р а б о т ы — время выполнения данной работы в рабочих днях или в других единицах времени, одинаковых для всех работ данного сетевого графика. Продолжительность работы определяется по действующим нормам с учетом реальной обеспеченности данного объекта средствами механизации фактического численного состава исполнителей, достигнутой производительности труда и других местных условий производства работ;

п у т ь — любая непрерывная последовательность работы и зависимостей в сетевом графике. Продолжительность пути определяется суммой продолжительностей составляющих его работ;

п о л н ы й п у т ь — путь от исходного до завершающего события сетевого графика;

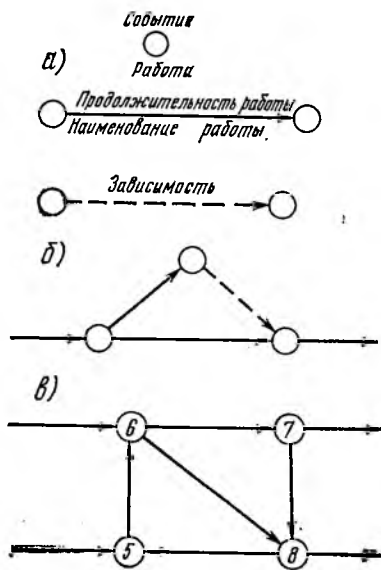


Рис. VI.2. Графическое изображение сетевых графиков:

а — элементы сетевого графика; б — изображение параллельных работ; в — замкнутые контуры

вводятся дополнительные события в зависимости (рис. VI.2, б). В сетевом графике не допускаются замкнутые контуры (рис. VI.2, в), наличие которых свидетельствует об ошибках в построении либо при составлении исходных данных.

После составления сетевой модели рассчитывают следующие основные параметры:

раннее начало работы — самый ранний из возможных сроков начала работ, который обуславливается выполнением всех предшествующих работ: раннее начало работы равно продолжительности максимального пути от исходного события графика до начального события данной работы;

раннее окончание работы — самый ранний из возможных сроков окончания работы;

позднее начало работы — самый поздний срок начала работы, при котором планируемый срок достижения конечной цели не меняется;

позднее окончание работы — самый поздний допустимый срок окончания работы, при котором планируемый срок достижения конечной цели не меняется;

общий резерв времени работы — максимальное количество времени, на которое можно отдалить окончание данной работы за счет увеличения продолжительности или задержки ее начала, не изменяя срока достижения конечной цели (продолжительности критического пути). Численно общий резерв времени работы равен разности между одноименными поздними и ранними параметрами этой работы;

частный резерв времени работы — максимальное количество времени, на которое можно отдалить окончание данной работы за счет увеличения продолжительности или задержки срока ее начала, не изменяя при этом срока раннего начала последующих работ. Численно частный резерв времени работы равен разнице между ранним началом последующих работ и ранним окончанием данной работы.

критический путь — полный путь наибольшей продолжительности. Продолжительность критического пути определяет срок достижения поставленной цели;

подкритический путь — любой путь, продолжительность которого меньше продолжительности критического пути на величину, меньшую периода контроля за ходом выполнения данного сетевого графика;

критическая зона — совокупность работ, резервы времени которых меньше заданной величины.

Работа и ожидание изображаются сплошной стрелкой с указанием над ней продолжительности работ или ожидания и под ней — их наименования. Зависимость (фиктивная работа) изображается пунктирной стрелкой. Событие изображается кружком и нумеруется. Работа, а также ожидание и зависимость шифруются номерами двух ограничивающих событий: начального и конечного (рис. VI.2, а).

При построении сетевого графика необходимо соблюдать следующие основные правила: в сетевом графике не должно быть повторяющихся номеров событий; при наличии параллельных работ, имеющих общие начальное и конечное события, для правильного их изображения в зависимости (рис. VI.2, б). В сетевом графике не допускаются замкнутые контуры (рис. VI.2, в), наличие которых свидетельствует об ошибках в построении либо при составлении исходных данных.

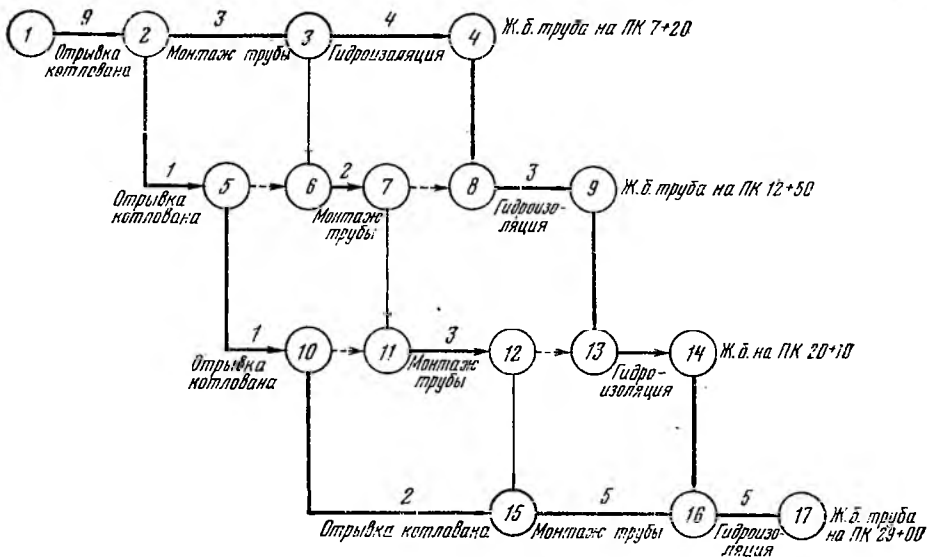


Рис. VI.4. Сетевой график сооружения четырех водопропускных труб

Ресурсные (или организационные) зависимости (связи) между работами отображают переход или переключение исполнителей (бригад, машин, оборудования) с одной работы на другую или с объекта на объект. По существу эти связи могут являться реальными работами, связанными с затратами времени и ресурсов. В отличие от технологических организационные связи изображают сплошными тонкими стрелками (3—6, 7—11, 12—15, на рис. VI.4).

§ VI.4. Планирование работ

Стройфинплан. Стройфинплан — это развернутый годовой план производственно-хозяйственной деятельности подрядной строительной организации. В стройфинплане определяются пути и средства, направленные на выполнение плана, при этом в нем обеспечивается увязка всех показателей плана как количественных, так и качественных.

Количественные показатели отражают количественную характеристику плановых заданий: объем строительно-монтажных работ; сроки ввода в действие объектов строительства; фонд заработной платы; численность рабочих; сумму прибыли; затраты на материалы, машины и механизмы; объемы собственных капитальных вложений и др.

Качественные показатели отражают ресурсы, с которыми должны быть выполнены количественные показатели: себестоимость и рентабельность; производительность труда и средняя заработная плата; удельный расход фонда заработной платы; нормы расхода материалов и др.

Исходными документами для составления плана подрядной строительной организации являются титульные списки.

Стройфинпланы составляют первичные дорожно-строительные организации с годовым объемом строительно-монтажных работ свыше 500 тыс. руб. и имеющие самостоятельный баланс. В организациях с меньшим объемом работ в дополнение к заданию вышестоящей организации составляют только планы технического развития.

Строительные управления на основе плановых заданий в соответствии с титульными списками строек уточняют с заказчиком объемы работ по направлению

Структура стройфинплана

Разделы стройфинплана (формы СФ)	Отделы и службы управления	
	ответственные	участвующие
I. План ввода в действие производственных мощностей и объектов строительного производства	Производственно-технический	Плановый
II. План технического развития	То же	»
III. План работ собственных и арендованных машин	Главный механик	Производственно-технический
IV. План по труду и заработной плате	Плановый	Производственно-технический. Инженер по труду и заработной плате
V. План работы производственных предприятий	Производственно-технический Главный механик	Плановый
VI. План потребности в материальных ресурсах	Производственно-технический	Отдел снабжения
VII. План собственных капитальных вложений	То же	Плановый
VIII. Накладные расходы	Плановый	Главный бухгалтер. Инженер по технике безопасности
IX. Планирование прибыли и себестоимости строительно-монтажных работ	«	—
X. План образования и использования фондов экономического стимулирования	«	Главный бухгалтер
XI. Баланс доходов и расходов (финансовый план)	Главный бухгалтер	Плановый

ям и совместно составляют внутристроечные титульные списки, на основе которых разрабатывают стройфинплан по схеме, приведенной в табл. VI.2 (в соответствии с Методическими рекомендациями Госстроя СССР, 1970 г.).

Основным показателем плана является ввод в действие производственных мощностей. Показатели стройфинплана устанавливаются на год. Важнейшие из них — взвод в действие объектов, фонд заработной платы, уровень производительности труда — устанавливают поквартально.

Документы стройфинплана обосновывают технико-экономическими расчетами с широким использованием прогрессивных нормативов, проектов организаций и производства работ, смет и единичных расценок к ним.

Стройфинплан, приведенный в соответствие с плановыми утвержденными показателями, рассматривается и обсуждается на производственном совещании и утверждается начальником строительного управления. Копия плана направляется в вышестоящую инстанцию. Утвержденный стройфинплан является базой для оперативного планирования.

План технического развития, организационных и хозяйственных мероприятий (оргтехплан). План технического развития и организационно-хозяйственных мероприятий, входящий в состав стройфинплана, представляет годовой план технического и хозяйственного прогресса в данной строительной организации и включает в себя внедрение прогрессивных мероприятий широкого круга.

Оргтехплан предусматривает: конкретные мероприятия по совершенствованию техники, технологии и организации строительного производства, направленные

на повышение производительности труда и снижение себестоимости строительно-монтажных работ; мероприятия, способствующие общему улучшению работы (например, развитие форм социалистического соревнования, внедрение хозяйственного расчета, комплексная поставка материалов, оздоровление условий труда); предложения, по которым выплачиваются премии за создание и внедрение новой техники; мероприятия по рационализации и изобретательству в объеме, соответствующем обязательствам, принятым в коллективном договоре; дополнительные мероприятия по устранению недостатков прошлого периода.

Экономическая эффективность мероприятий, включенных в оргтехплан, определяется на основе отдельных расчетов путем сопоставления затрат на соответствующие работы, производимые с применением запланированных мероприятий и без них. Перед составлением оргтехплана анализируют производственную и хозяйственную работу строительного управления в предшествующем году.

К основным исходным данным для составления оргтехплана также относятся: план ввода в действие объектов и программа строительно-монтажных работ; объемы работ в натуральном выражении; задания вышестоящих организаций по внедрению новой техники; проекты организации строительства и проекты производства работ; задания на снижение себестоимости строительно-монтажных работ и по прибыли; рекомендации вышестоящих организаций по улучшению производственной и хозяйственной деятельности; предложения инженерно-технических работников и рабочих строительного управления по улучшению производственной и технической деятельности, удешевлению строительства и др.

План по труду. Экономическое значение плана по труду состоит в том, что он определяет деятельность строительной организации в направлении всемерного повышения производительности труда, опережающего темпа роста производительности труда по сравнению с темпом роста заработной платы, сокращения численности административно-управленческого персонала, рационального распределения трудовых ресурсов и экономичного использования фонда заработной платы.

В план по труду входят следующие показатели: объем строительно-монтажных работ, выполняемых собственными силами; численность работников; производительность труда в расчете на одного работника, занятого на строительно-монтажных работах и в подсобных производствах; средняя заработная плата одного работника; фонд заработной платы.

Главные управления утверждают строительным управлениям задания по росту производительности труда, средней заработной плате, численности работников и фонд заработной платы.

Организациям, переведенным на новую систему планирования и экономического стимулирования, вышестоящие организации утверждают лишь один показатель по труду — общий фонд заработной платы. Все остальные показатели плана по труду разрабатываются и утверждаются самими строительными организациями.

План по труду составляется на год с распределением по кварталам.

План материально-технического обеспечения. Одним из главнейших условий успешного выполнения плана строительства автомобильных дорог является своевременное и полное обеспечение его всеми необходимыми средствами производства: дорожно-строительными материалами, машинами, оборудованием, инструментами, топливом и смазочными материалами и т. д.

Выполнение строительно-монтажных работ возможно только при комплексном обеспечении их всеми необходимыми материалами в установленные сроки. Нарушение согласованных строителями и поставщиками договоров и графиков поставок материалов приводит к самым тяжелым последствиям: простаивают рабочие, машины, транспорт и в конечном итоге срываются сроки производства работ.

Организация материально-технического снабжения является обязательной составной частью комплексной организации строительства. Все вопросы материально-технического обеспечения должны быть увязаны с мероприятиями по организации строительного процесса и находиться под непрерывным контролем.

При организации строительства необходимо: рассчитать потребность строительства в различных материалах, машинах и других средствах производства;

определить сроки и объемы поставок, источники снабжения; оформить необходимые документы (договоры, наряды, заказы) на получение и транспортирование всех видов поставок в расчетные сроки; организовать доставку выделяемых материалов, машин, оборудования и других материальных ценностей; организовать складское хозяйство, создать запасы сырья годовых материалов, полуфабрикатов; контролировать правильность использования средств производства, добиваясь их экономии, сокращения потерь материалов и снижения всех издержек производства.

В дорожном строительстве различают следующие источники материально-технического снабжения: централизованные поставки продукции предприятий промышленности (машины, цемент, битум, металл, топливо, лесоматериалы и т. д.), планируемые центральными правительственными органами; децентрализованные поставки нерудных каменных материалов и продукции местной промышленности (кирпич, известь, железобетонные изделия), планируемые местными областными и районными плановыми органами; заготовка собственными силами на производственных предприятиях дорожного строительства (камень, песок, гравий из местных карьеров, железобетонные детали и конструкции, изготавливаемые на базах и заводах, принадлежащих дорожно-строительным организациям).

Некоторые виды одних и тех же материалов могут быть отнесены к различным группам в зависимости от качества материала, района строительства и условий их заготовки (лесоматериалы, каменные материалы).

Все материалы разделяют на привозные и местные. К привозным относятся материалы, поступающие на строительство дорог по железной дороге или водным путем, к местным — добываемые или заготавливаемые в районе строительства и доставляемые к месту работ, как правило, автомобильным транспортом.

В зависимости от степени важности и дефицитности средств производства их распределяют: Госплан СССР, Госснаб СССР, госпланы союзных республик, министерства и ведомства, местные организации.

Для осуществления централизованного распределения и сбыта в системе Госснаба СССР имеются главные управления, организованные по территориальному и материальному признакам. Территориальные главные управления расположены в каждой союзной республике и подчиняются Госснабу СССР и совету министров республики. Главные управления, образованные по материальному признаку — Союзглавнефть, Союзглавметалл, Союзглавуголь и т. д., подчинены Госснабу СССР.

В министерствах имеются главные управления по материально-техническому снабжению. Дорожно-строительные организации имеют свои органы снабжения и сбыта.

Обеспечение средствами производства дорожно-строительных организаций осуществляется на основании годовых планов материально-технического снабжения. Эти планы составляют на основании заявок дорожно-строительных организаций, обеспечивающих выполнение заданного плана работ.

Исходными документами для составления расчетов и заявок являются проекты организации строительства и производства работ, а также официально утвержденные нормы расхода материалов на сооружение дорожных конструкций, нормы межремонтных сроков службы и годовые нормы выработки дорожно-строительных и транспортных машин. Обычно используют нормы расхода материалов на 1 млн. руб. сметной стоимости строительства (табл. VI.3). При составлении планов материально-технического снабжения используют также нормы, определяющие величину производственных запасов и незавершенного производства, необходимые для обеспечения бесперебойного строительства при минимальном времени хранения материалов на складах. Учитываются также нормы расхода производственно-эксплуатационных материалов (топлива, электроэнергии, смазочных материалов и т. п.).

Различают следующие составные части производственных запасов: текущий, подготовительный и гарантийный (или страховой).

Текущий запас предусматривает обеспечение работ необходимыми материалами в период между смежными поставками их на дорожное строительство.

Нормы расхода материалов

Материалы	Примерные нормы расхода материалов на 1 млн. руб. стоимости строительства дорог по типам покрытий			
	Цементно- бетонные	Асфальто- бетонные	Черные ще- беночные	Сборные железобе- тонные
<i>Материалы для общестроительных работ</i>				
Битум, т	896	2516	1122	46
Камень бутовый, м ³	280	254	256	145
Песок, м ³	14 422	7892	645	8046
Порошок минеральный, т	34,9	1920	29,9	32,3
Сталь, т	188,1	14,8	14,9	1853
В том числе на:				
сборный бетон и железобетон	10,3	9,4	9,4	1779
монолитный бетон и железобетон	161,7	3,6	3,6	2,1
стальные конструкции	15,9	1,7	1,7	0,9
Цемент, т	8 712	549,5	672,3	5967,4
Щебень и гравий, м ³	28 368	59 150	72 116	48 456
<i>Полуфабрикаты, конструкции и изделия</i>				
Асфальтобетонная смесь, т	204	18 330	186	105
Бетон монолитный армированный, м ³	5,3	4,8	4,8	2,7
Бетон монолитный неармированный, м ³	20 589	596	469	2651
Сборные бетонные конструкции, м ³	221	632	102	58
Сборные железобетонные конструкции, м ³	108	98	98	8230
Щебень и гравий, обработанный органическими вяжущими материалами, т	1619	1013	21 885	14

Примечание. Приведены нормы расхода материалов для строительства автомобильных дорог II—III технических категорий (без искусственных сооружений и зданий службы эксплуатации).

Подготовительный запас должен обеспечить потребности дорожного строительства в период приемки, разгрузки, испытаний, сортировки и других операций с прибывшей партией материала.

Гарантийный запас должен гарантировать равномерное производство работ в случае нарушения графиков поставок материалов.

Величина текущего запаса определяется ритмичностью поставок материалов и обычно равна суточному расходу, умноженному на количество дней между смежными поставками.

Величину подготовительного запаса устанавливают по опыту работы в аналогичных условиях. В большинстве случаев для дорожно-строительных организаций подготовительный запас материалов принимают равным трех-семидневной потребности.

Величину гарантийного запаса назначают, руководствуясь опытом организации снабжения или расчетом исходя из положения, что дополнительные затраты на создание гарантийного запаса не должны превышать убытков от простоев, которые могут возникнуть при наибольших задержках в поставках материалов.

Финансовый план. Этот план представляет собой конкретное выражение перспективы развития строительного производства и финансового хозяйства строительной организации на планируемый период.

В финансовом плане определяются источники и суммы поступления денежных средств и размер затрат. Финансовый план составляется в виде баланса доходов и расходов.

Доходы слагаются из средств, поступающих от сдачи выполненных строительно-монтажных работ, реализации продукции подсобных производств, амортизационных отчислений, выручки от реализации попутной продукции и других источников.

Расходы слагаются из затрат на выполнение строительно-монтажных работ и капитального ремонта, прироста нормативов собственных оборотных средств, затрат на подготовку кадров, на содержание жилищно-коммунального хозяйства, на уплату процентов за банковский кредит и др.

Финансовый план предусматривает финансовые взаимоотношения строительных организаций с заказчиками, бюджетом и вышестоящими организациями. Баланс является документом, определяющим платежи в бюджет. По данным баланса производится перераспределение амортизационных расходов и изъятие излишка собственных оборотных средств.

Финансовые взаимоотношения с бюджетом определяются размером средств, отчисляемых подрядными строительными организациями от получаемых прибылей. У подрядных строительных организаций остается часть прибыли, направляемая на образование фондов экономического стимулирования.

Расчеты по банковскому кредиту осуществляются непосредственно между подрядной строительной организацией и банком.

Оперативное планирование. Исходными данными для разработки оперативных планов являются: графики производства работ; стройфинплан управления; проектно-сметная документация и проекты производства работ по объектам; плано-производственные нормативы затрат труда, заработной платы и материально-технических ресурсов; сведения о состоянии работ на объектах к началу планируемого периода; сведения о наличии трудовых и материально-технических ресурсов на планируемый период.

В порядке оперативного планирования разрабатываются: месячные планы строительного управления, участков, бригад, подсобных производств и прочих хозяйств; недельные или декадные графики производства строительных работ и обеспечения их материально-техническими ресурсами.

Оперативный план содержит все основные показатели оперативного планирования: план ввода объектов в действие и строительно-монтажных работ; план по труду и заработной плате; план потребности в основных строительных материалах и изделиях; план механизации работ.

Порядок разработки месячных оперативных планов следующий. До 10 числа последнего месяца квартала трест устанавливает для входящих в него строительных управлений помесичную разбивку плана по вводу объектов в эксплуатацию и объему работ следующего квартала. Исходя из ожидаемого выполнения показателей за текущий (предшествующий планируемому) месяц, плановых сроков ввода объектов в действие и графиков их строительства строительное управление за 12—15 дней до начала планируемого месяца разрабатывают месячные оперативные планы участков. Разработкой оперативных планов занимаются плановые и производственно-технические отделы строительных управлений при участии производителей работ и мастеров.

При этом производственно-технический отдел совместно с отделом снабжения составляет план потребности в основных строительных материалах и изделиях и план выпуска продукции подсобными производствами; отдел главного механика составляет план потребности и расстановки основных строительных машин и механизмов. Плановый отдел разрабатывает остальные показатели месячных оперативных планов.

С 24 по 26 число оперативные планы строительных управлений находятся на рассмотрении в вышестоящей организации в отношении их соответствия программе строительных работ и плана по труду, соблюдения заданных темпов строительства отдельных объектов и концентрации средств на пусковых и важнейших стройках, реальности и обеспеченности планов материально-техническими и тру-

Продолжительность строительного сезона при производстве земляных работ в

Районы СССР	Дорожно-климатическая зона и ее часть	Сроки производства земляных работ			Количество		
		Дата начала работ	Дата окончания работ	Календарное количество дней	Выходные и праздничные дни	Ремонт и профилак-тика	Простой по организационным причинам
Европейская часть	II (северная)	10.V	10.X	153	22	6	3
	II (южная)	25.IV	20.X	179	27	8	4
	III	20.IV	30.X	183	30	8	5
	IV	1.IV	15.XI	228	36	10	5
	V	25.III	25.XI	245	39	10	6
	Горы и предгорья Черноморское побережье	25.III	20.XI	240	38	10	6
Западная Сибирь	II (северная)	20.V	30.IX	184	19	6	7
	III	5.V	10.X	157	23	7	4
	IV	1.V	10.X	163	25	7	4
	Горы и предгорья	5.V	10.X	157	23	7	4
Восточная Сибирь (южная часть)	I (южная)	20.V	30.IX	133	19	6	3
	II (северная)	25.V	30.IX	128	19	5	4
Дальний Восток	III	10.V	5.X	148	21	6	3
	IV	5.V	10.X	157	23	7	4
	Горы и предгорья (северная)	5.V	5.X	122	22	5	4
	Горы и предгорья (южная)	1.VI	20.IX	111	20	5	3
Дальний Восток	I	20.V	5.X	108	19	4	2
	II (южная)	1.V	15.X	167	26	7	4
	III	15.IV	5.XI	204	31	9	5
	Горы и предгорья	20.V	20.X	158	22	-7	4

довыми ресурсами. При необходимости руководство треста вносит необходимые поправки и принимает меры к перераспределению материалов, механизмов и рабочей силы, увязывает потребность строительных управлений с планами подсобных производств и организаций, непосредственно подчиненных тресту.

Не позднее чем за три дня до начала планируемого месяца месячные оперативные планы с учетом внесенных вышестоящей организацией уточнений и изменений утверждаются руководством строительного управления и доводятся до начальников участков и производителей работ.

Подведение итогов производится по всем показателям оперативных планов в разрезе объектов и участков.

Подведение и оценка итогов работы строительных организаций производится на основе данных первичного учета — для участков и отчетности — для строительного управления, а также сведений о выполнении квартальных заданий по окончании работ по важнейшим конструктивным элементам и отдельным видам работ.

Ввод объектов в действие устанавливается по актам государственной приемочной комиссии.

связных грунтах

нерабочих дней					Принятая сменность работ из условий использования светового дня				Расчетная продолжительность сезона, смен
Внутриобъектные переходы на другие места работ	Простои по атмосферным причинам		Количество дней простоев	Итого нерабочих дней	Количество рабочих дней в строительном сезоне	Из них в марте, октябре, ноябре и декабре	В апреле, мае, июне, июле, августе и сентябре	Средний коэффициент сменности работ	
	Общее количество дождливых дней	Из них падающих на рабочие дни							
2	13	3	10	36	76	—	2	2	150
3	12	2	10	45	108	1	2	1,95	210
4	14	3	11	55	124	1	2	1,85	240
4	9	2	7	54	129	1	2	1,85	240
5	9	2	7	64	164	1	2	1,80	295
5	7	2	5	65	180	1	2	1,80	325
5	17	4	13	72	168	1	2	1,80	300
5	26	6	20	90	200	1	2	1,60	320
3	17	4	13	45	89	—	2	2	180
3	6	1	5	42	115	1	2	1,95	220
3	4	1	3	42	121	1	2	1,95	235
2	16	3	13	40	76	—	2	2	150
3	9	2	7	39	94	—	2	2	190
2	16	3	13	42	86	—	2	2	170
3	3	—	3	37	111	1	2	1,95	215
3	4	1	3	40	117	1	2	1,95	230
2	316	4	12	44	78	1	2	1,95	150
2	36	9	27	57	64	—	2	2	130
1	16	4	12	38	70	1	2	1,95	140
3	20	4	16	56	111	1	2	1,85	205
3	18	4	14	62	142	1	2	1,80	250
3	15	3	12	48	110	1	2	1,80	200

Глава VII

СООРУЖЕНИЕ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

§ VII.1. Состав земляных работ и сроки их выполнения

Сооружение земляного полотна включает следующие процессы: разбивку земляного полотна; устройство временных дорог; очистку полосы в пределах дорожной полосы; удаление растительного грунта с поверхности дорожной полосы и укладку его в штабеля; устройство осушительных и водоотводных канав; разработку грунта в выемке или карьере с использованием его для возведения насыпи; послонное разравнивание грунта и его уплотнение; устройство корыта при нулевом профиле земляного полотна и в выемках; планировку поверхности земляного полотна и его уплотнение; перемещение растительного грунта на откосы земляного полотна и разделительные полосы; укрепительные работы.

Отдельные рабочие процессы могут быть исключены в зависимости от поперечного профиля земляного полотна, природных условий местности и свойств грунтов.

Линейные земляные работы выполняют с учетом продолжительности строительного сезона, т. е. погодно-климатических условий местности (табл. VII.1). Сосредоточенные работы производят большей частью круглогодично¹.

Чтобы удлинить продолжительность периода возможного производства земляных работ, за несколько дней до наступления устойчивой положительной температуры воздуха удаляют снег с дорожной полосы. Но если грунты влажные, характеризующиеся естественной влажностью $W_e \geq 0,8W_T$ (где W_T — нижняя граница их текучести), то нужно нарезать сеть осушительных канав.

§ VII.2. Расчетка дорожной полосы

При расчетке дорожной полосы руководствуются следующими ведомостями технического проекта: дорожной полосы; рубки леса и корчевки пней; строений, подлежащих сносу; переноса линий связи и электропередачи.

Зимой производят валку, трелевку и вывозку леса, пни и кустарник удаляют весной. При мерзлых грунтах процесс корчевки менее эффективен; снижается производительность работ и обрывается часть корней.

Кустарник и мелколесье убирают кусторезами, бульдозерами или корчевателями-собираателями. Деревья, имеющие стволы диаметром более 20 см, предварительно спиливают. Кусторезы срезают на уровне поверхности земли кустарник и деревья со стволами диаметром до 20 см. Рабочая их скорость в среднем составляет 2,5 км/ч при ширине расчищаемой полосы 3,6 м. Бульдозеры, используемые наиболее часто, срезают кустарник при поступательном движении с заглублением ножа отвала на 10—15 см, собирая срезанный кустарник в кучи и удаляя их за пределы дорожной полосы. Продолжительность одного цикла $t_{ц}$ расчетки зависит от длины пути движения бульдозера за пределы полосы и обратного возвращения бульдозера l (м), скорости движения трактора v (м/мин), времени, затрачиваемого на поворот $t_{пов}$ (мин), а также продолжительности сбирания срезанного кустарника в кучи t_0 (мин). Следовательно, $t_{ц} = \frac{l}{v} + t_{пов} + t_0$. Тогда производительность бульдозера составит (га/ч):

$$П = \frac{60LIK_B}{t_{ц}10^4} = \frac{60LIK_B}{(l/v + t_{пов} + t_0)10^4}, \quad (VII.1)$$

где K_B — коэффициент использования рабочего времени, обычно составляющий 0,85; L — длина отвала бульдозера, м.

Время $t_{пов}$ менее 0,5 мин, t_0 зависит от объема срезанного кустарника, собираемого в кучи, и размера отвала бульдозера. Средняя производительность бульдозера на срезке кустарника составляет 0,5 га/ч.

Валуны диаметром до 50 см удаляют корчевателями-собираателями, а диаметром до 1 м — только бульдозером. Если объем валуна не превышает 1,5 м³, применяют трактор с тросом. При большем объеме валуна предварительно его раскалывают наружными накладными взрывами с расходом ВВ в количестве 0,6—1,5 кг/м³ горной породы. При дроблении валунов шпуровыми зарядами расход ВВ снижается в 5—6 раз.

После уборки валунов производят валку деревьев. В зависимости от плотности q и среднего диаметра $d_{ср}$ деревьев лес подразделяют на густой, средний и редкий.

¹ Современные способы производства земляных работ при отрицательной температуре изложены: в учебном пособии В. М. Могилевича «Организация и технология дорожно-строительных работ в зимнее время» (М., «Высшая школа», 1971. 264 с.) и в справочном пособии «Производство земляных работ в зимних условиях» (М., Стройиздат, 1971. 154 с.).

$d_{\text{ср}}$, см	31	24—31	16—23	12—15
q , деревьев/га:				
густой	320	520	850	1400
средний	200	340	500	850
редкий	80	160	300	400

Стволы деревьев диаметром до 30—40 см сваливают бульдозерами, поднимая отвал до возможного максимума. При большем диаметре деревья сваливают при помощи трелевочно-корчевальной лебедки. Если на расчищаемой полосе имеется деловая древесина, то дерево подпиливают на высоте 10—15 см от шейки ствола. Со стороны направленного падения ствола делают два подпила на глубину $(1/3 \div 1/4)d$ (где d — диаметр ствола), а с противоположной — один подпил.

Деревья диаметром до 35—40 см спиливают чаще всего бензомоторными пилами. Реже применяются электрические пилы.

Производительность пил составляет ($\text{м}^3/\text{смену}$):

$$\Pi = 3600K_{\text{в}}TV_{\text{д}}N/qd, \quad (\text{VII.2})$$

где $K_{\text{в}}$ — коэффициент использования пилы по времени (0,25—0,45); T — продолжительность смены, ч; $V_{\text{д}}$ — средний объем спиливаемого дерева, м^3 ; N — средняя мощность, потребляемая на пиление, л. с. ($N=0,3N_{\text{н}}$); $N_{\text{н}}$ — номинальная мощность двигателя пилы, л. с.; q — удельная работа резания, $\text{кгс} \cdot \text{м}/\text{см}^2$; $d_{\text{ср}}$ — диаметр ствола дерева.

Требуемое количество пил равно:

$$n = Q/(\Pi + 1), \quad (\text{VII.3})$$

где Q — объем работ по спиливанию деревьев на залесенном участке трассы, м^3 ; $Q = LB/10^4 qd_{\text{ср}}$; q — густота леса, т. е. количество деревьев на га/ 10^4 , м^2 ; B и L — ширина и длина очищаемой от деревьев полосы, м; I — запасная пила. При диаметре деревьев свыше 35—40 см применяют специальные пилорезы. Ориентировочная производительность бензомоторных пил зимой в среднем 85 деревьев в смену ($d=16 \div 23$ см). Затраты на обрезку сучьев примерно в 1,5 раза больше, чем на спиливание дерева. Трелевку выполняют трелевочными тракторами производительностью ($\text{м}^3/\text{ч}$):

$$\Pi = Q_{\text{н}}n, \quad (\text{VII.4})$$

где $Q_{\text{н}}$ — средняя рейсовая нагрузка (объем воза), м^3 ; n — количество рейсов за

один час; $n = \frac{60K_{\text{в}}}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5}$; t_1 — время чокеровки хлыстов и затягивания их на тележку-прицеп трактора, не превышающее 3 мин; t_2 — время трелевки в пределах дорожной полосы (5 мин); t_3 — время разгрузки (отцепка хлыстов); t_4 — время возвращения порожняком; t_5 — время маневрирования и переключения передачи (0,5 мин).

При средней скорости движения трелевочного трактора $v=2,5$ км/ч, согласно действующим нормам средней рейсовой нагрузки $Q_{\text{н}}=(6+8):2=7$ м^3 и дальности трелевки хлыстов за дорожную полосу на расстояние 65—70 м, $n \approx 29$ рейсов/ч производительность трактора достигает 203 $\text{м}^3/\text{смену}$.

Если высота насыпи более 1,5—2 м, то корни деревьев и кустарника срезают на уровне поверхности земли, оставляя пни высотой до 10—15 см.

Для корчевки и удаления пней чаще всего используют бульдозер. Пни диаметром 40 см корчуют трактором с трелевочно-корчевальной лебедкой. Применяют также и корчеватели-сборители с навесным узким отвалом (длиной 147,5 см), производительностью при мощности двигателя 100 л. с. (пней/ч):

$$\Pi_{\text{к}} = K_{\text{в}}n, \quad (\text{VII.5})$$

где n — количество циклов в час, включающих время на операции: корчевку t_1 , перемещение в кучи и окучивание t_2 , поворот t_3 и движение к пню t_4 , ч; $n \geq 60 : (t_1 + t_2 + t_3 + t_4)$.

Для трактора мощностью 100 л. с. время $t_1 + t_2 + t_3 + t_4 = 1$ мин.

Пни перемещают также корчевателем-собирателем, его производительность (пней/ч) составляет:

$$P_T = K_B n i, \quad (\text{VII.6})$$

где i — количество одновременно перемещаемых пней; $i = L/d_{cp}$; n — количество рейсов в минуту, соответствующее: $n = 60/t_1 + t_2 + t_3 + t_{пов}$; t_1 — время окучивания (по опыту 2 мин); t_2 — время движения корчевателя в загруженном состоянии при дальности перемещения в пределах обычной ширины дорожной полосы (0,9 мин); t_3 — время движения корчевателя на холостом ходу (0,8 мин); $t_{пов}$ — время поворота (0,5 мин); L — длина отвала корчевателя (147,5 см); d_{cp} — средний диаметр пня с учетом корневой системы, см.

При скорости движения в загруженном состоянии $v = 4,5$ км/ч и на холостом ходу $v = 5,5$ км/ч, $d_{cp} = 40$ см и указанных выше значениях t_1 , t_2 , t_3 и $t_{пов}$ суммарная производительность корчевателя не менее $P = (P_K + P_T) : 2 = 50$ пней/ч.

Производительность бульдозера на тракторе мощностью 100 л. с. несколько выше, чем корчевателя-собиравателя, вследствие большей длины отвала.

После корчевки поверхность боковых резервов, грунтовых карьеров, а также мелких выемок очищают от остатков корней деревьев навесным рыхлителем. Производительность рыхлителя при смешанном лесе составляет (га/ч):

$$F = \frac{60K_B l B}{\Sigma t 10^4}, \quad (\text{VII.7})$$

где l — длина очищаемого участка; m ; B — ширина очищаемой полосы за проход рыхлителя ($B = 1,9$ м); Σt — продолжительность цикла, включающего операции: рабочего хода t_1 , поворота в конце участка $t_{пов}$; периодической очистки зубьев от корней t_2 , т. е. $\Sigma t = t_1 + t_{пов} + t_2$, мин.

В соответствии с накопленным опытом $t_{пов} = 0,7$ мин; $t_2 = 1,3$ мин; $t_1 = l/v$ при средней скорости движения рыхлителя $v = 40$ м/мин. Тогда при средней плотности грунтов площадь, очищаемая от корней, $P = 0,33$ га/ч. Если корни удаляют и окучивают бульдозером, то его производительность примерно, на 25% больше, чем на срезке кустарника, из-за более высокой скорости движения.

По окончании расчистки, а иногда и одновременно, в заболоченных районах нарезают сеть осушительных канав, что существенно снижает естественную влажность верхней толщи грунтов. Осушительные канавы предпочтительнее нарезать в зимнее время. Глубина промерзания в заболоченных районах обычно незначительна; например, во II дорожно-климатической зоне — менее 0,2—0,25 м. Поэтому осушительные канавы можно нарезать канавокопателем.

§ VII.3. Разбивка земляного полотна

Разбивка состоит в нанесении и закреплении на местности основных точек поперечного профиля земляного полотна. Разбивку выполняют в соответствии с рабочими чертежами или техно-рабочим проектом: планом, продольным профилем дороги, поперечными профилями насыпей и выемок, ведомостями закрепления трассы и реперов, ведомостями круговых и переходных кривых, а также искусственных сооружений. Во избежание повреждения землеройными и транспортными машинами все основные разбивочные знаки выносят за пределы зоны, на которой ведутся работы, — на обрезы. На участках высоких насыпей и вертикальных кривых рабочие отметки выносят на обрезы не реже чем через 20 м (на выпуклых кривых) и через 10 м (на вогнутых).

Разбивка насыпей. Разбивочную отметку поверхности насыпи по ее оси вычисляют по формуле (рис. VII.1)

$$H_p = \frac{H \gamma_{max} K_0}{\gamma_p}, \quad (\text{VII.8})$$

где H — проектная высота насыпи, см; γ_{max} — плотность скелета грунта насыпи по методу стандартного уплотнения, г/см³; K_0 — требуемый коэффициент уплотнения (см. табл. VII.6); γ_p — плотность грунта в рыхлом состоянии, г/см³.

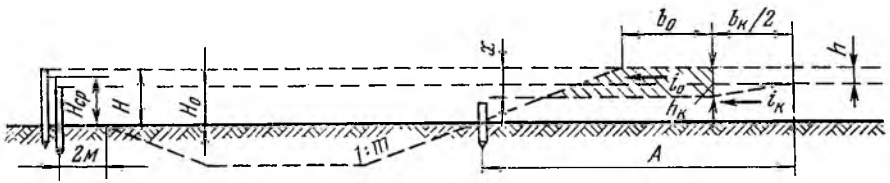


Рис. VII.1. Схема установки кольшков при разбивке насыпи:

H — рабочая отметка насыпи по бровке; $H_{ер}$ — разбивочная рабочая отметка корыта на оси насыпи; H_0 — проектная рабочая отметка дна корыта на оси насыпи; h — толщина дорожной одежды на оси; $h_к$ — высота обочины по кромке проезжей части; $i_к$ — уклон поверхности земляного полотна под дорожной одеждой; i_0 — уклон поверхности обочины; $b_к$ и b_0 — ширина проезжей части и обочины, соответственно

Ориентировочное превышение $H_{ер}$ над H , т. е. запас на осадку при уплотнении, можно принимать по табл. VII.2.

Таблица VII.2

Запас на осадку насыпей

Грунт насыпи	Высота насыпи, м	Запас на осадку, % от высоты насыпи при возведении		
		грейдер-элеваторами	экскаваторами с автомобильными самосвалами	скреперами и бульдозерами
Песок	До 4	4	3	1,5
	4—10	—	2	1
Супесь и суглинок	До 4	12	8	2
	4—10	—	6	1,5
Пылеватый суглинок и глина	До 4	15	12	3
	4—10	—	8	2

Полуширина насыпи по ее подошве равна

$$A = \frac{B}{2} + mhf. \quad (VII.9)$$

При присыпных обочинах на уровне низа дорожной одежды увеличивают ширину насыпи на величину $mх$ вследствие крутизны откоса с заложением $1 : m$, причем понижение бровки насыпи соответствует:

$$x = \frac{h - (i_0 - i_к) b_0}{1 - mi_к}. \quad (VII.10)$$

Разбивка существенно облегчается при применении откосного переносного шаблона, особенно при разбивке насыпей на некрутых косогорах (рис. VII.2).

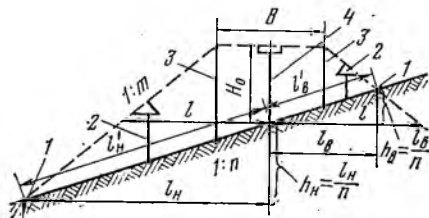


Рис. VII.2. Схема разбивки невысокой насыпи на пологом косогоре:

1 — искомые точки; 2 — передвижной откосный шаблон; 3 — высотные вешки; 4 — визирка

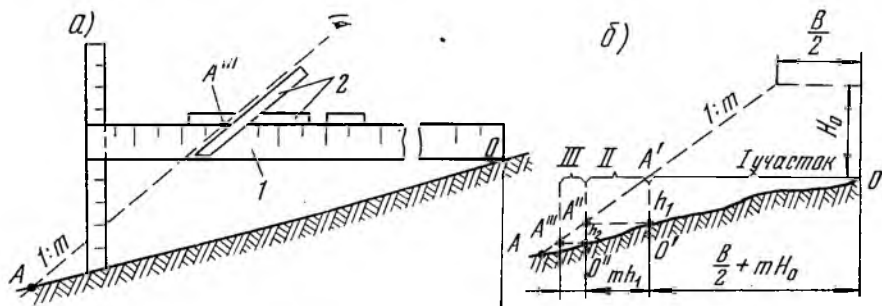


Рис. VII.3. Схема разбивки насыпи на крутом косогоре вниз от ее оси: а — установка откосного лекала для нахождения точки А; б — общая схема разбивки на I, II и III участках; 1 — ватерпасовочная рейка; 2 — две планки, жестко соединенные между собой

На крутых косогорах рекомендуется применять откосное лекало, состоящее из ватерпасовочной рейки длиной 3 м и двух планок, каждая длиной по 0,3—0,4 м, жестко соединенных между собой (рис. VII.3, а).

При разбивке заложения низового откоса насыпи производят ватерпасовку вниз от ее оси. В конце первого участка длиной, равной $\frac{B}{2} + mH_0$, измеряют понижение $A'O'$, равное h_1 (рис. VII.3, б). Затем делают ватерпасовку на втором участке, соответственно равном mh_1 , и измеряют понижение точки O'' относительно точки O' .

В случае очень крутого косогора вынуждены производить ватерпасовку и на третьем участке $O''A'''$ длиной mh_2 . При длине этого участка меньше длины рейки устанавливают откосное лекало так, чтобы верхняя грань откосной планки проходила через точку A''' . Направляя луч зрения по верху откосной планки, устанавливают местоположение подошвы заложения низового откоса насыпи, т. е. точку А.

Верховой откос насыпи разбивают ватерпасовкой вверх от оси насыпи. Аналогично тому, как и прежде, на расстоянии, равном $\frac{B}{2} + mH_0$, устанавливают

положение на местности точки A' с ее превышением над точкой O , равным h_1 (рис. VII.4). Из точки A' производят ватерпасовку в обратную сторону на величину $l_1 = mh_1$ и тем самым находят на местности положение точки A'' . Разность в отметках этой точки относительно точки A' составляет h_2 . Последующие ватерпасовки производят в начале на расстояние $l_2 = mh_2$ до точки A''' и затем снова назад на величину $l_3 = mh_3$.

Если длина данного участка составит менее длины рейки, то ее отмечают на рейке. Тогда от точки A''' перемещают влево откосное лекало на расстояние, равное l_3 . Луч зрения по лекалу и укажет точку А, являющуюся границей подошвы верхнего откоса насыпи.

При отсутствии простейших приспособлений для разбивки насыпей на косогоре с одинаковым поперечным уклоном можно воспользоваться и

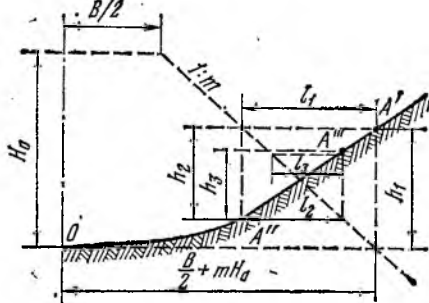


Рис. VII.4. Схема разбивки насыпи вверх от ее оси

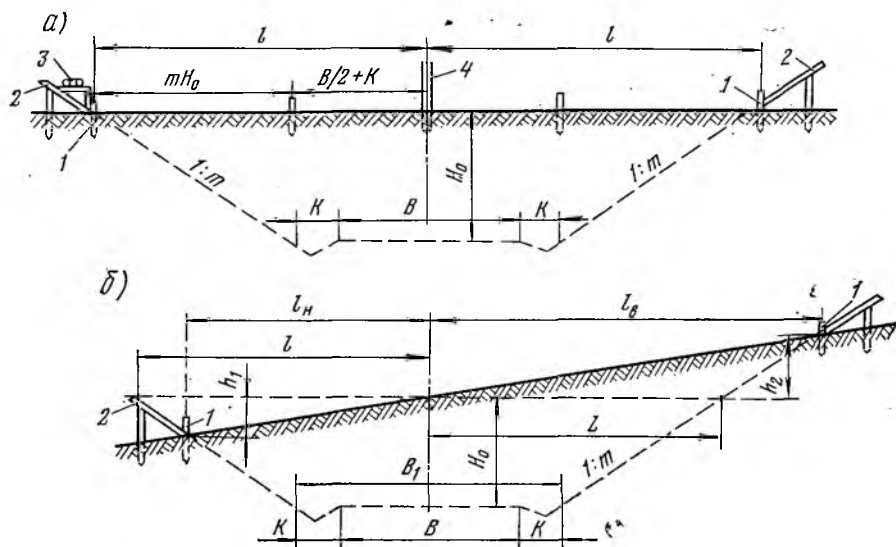


Рис. VII.5. Схема разбивки выемки:

a — на горизонтальном участке; *б* — на косогоре с одинаковым поперечным уклоном; 1 — колышки; 2 — шаблон; 3 — уровень; 4 — веха

аналитическим методом инж. Ф. Л. Малаховича. По этому методу расстояние до заложения верхового откоса насыпи составляет (см. рис. VII.2):

$$l_B = \frac{B/2 + H_0 m}{1/m + 1/n} (1/m). \quad (\text{VII.11})$$

и соответственно низового

$$l_H = B/2 + H_0 m + \frac{(B/2 + H_0 m) 1/n}{1/m - 1/n}, \quad (\text{VII.12})$$

где $1/m$ и $1/n$ — крутизна откоса насыпи и уклон местности, %.

Пример. Высота насыпи $H_0 = 6$ м, ширина поверху $B = 12$ м, крутизна откосов $1:m = 1:2$, или 50%. Поперечный уклон местности $1:n = 1:5$, или 20%. Тогда численные значения l_B и l_H по формулам (VII.11) и (VII.12) составят:

$$l_B = \frac{(6 + 6 \cdot 2) (1/2) 100}{(1/2 + 1/5) 100} = \frac{(6 + 6 \cdot 2) 50}{50 + 20} = 12,8 \text{ м}; \quad l_H = 30 \text{ м}.$$

При этих значениях l_B и l_H соответствующие расстояния l'_B и l'_H на местности по наклонной линии между колышками 1 будут составлять (см. рис. VII.2):

$$l'_B = l_B \left[1 + \frac{(1:n)}{1000} \right] = 12,8 \left(1 + \frac{20}{1000} \right) = 13,05 \text{ м};$$

$$l'_H = l_H \left[1 + \frac{(1:n)}{1000} \right] = 30 \left(1 + \frac{20}{1000} \right) = 30,6 \text{ м}.$$

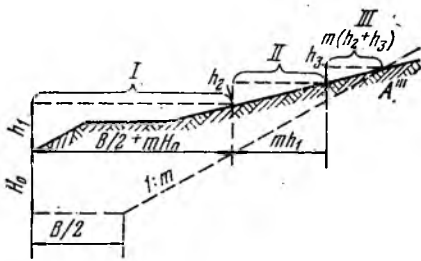


Рис. VII.6. Схема разбивки выемки на косогоре с различным поперечным уклоном

Если поперечный уклон местности указан в проекте, то можно по тем же формулам (VII.11) и (VII.12) рассчитать значения $l_{\text{в}}$ и $l_{\text{н}}$, рассматривая теперь схему, представленную на рис. VII.2, перевернутую на 180° .

На косогоре с различным поперечным уклоном для нахождения местоположения бровок выемок применяют ватерпасовочную рейку с откосным лекалом (см. рис. VII.3, а). При разбивке вверх от оси дороги (рис. VII.6) участки ватерпасовки I, II и III постепенно уменьшаются и последний становится меньше рейки l . Если каждый участок можно перекрывать трехметровой рейкой, тогда общая их длина составит: $(B/2 + mH_0) + (h_1 + h_2 + h_3)m$. Откладывая по рейке значение общей длины по отвесу на поверхности земли, получим точку A''' , расположенную на линии откоса выемки.

Затем при помощи откосного лекала находят точку A , соответствующую бровке нагорного откоса.

Применяя снова ватерпасовку по направлению вниз от оси выемки, находят бровку низового ее откоса.

§ VII.4. Принципы взаиморасположения грунтов в насыпях

Почво-грунты в лесных и лесостепных районах чрезвычайно неоднородны по своим физико-механическим свойствам. Рациональное взаиморасположение грунтов, иногда совершенно различных по физико-механическим свойствам, позволяет исключить в теле насыпей образование висячих горизонтов воды, обеспечить относительно одинаковые плотность и влажность грунтов насыпей, что снижает морозное пучение и предупреждает неравномерные просадки дорожных покрытий, повышает устойчивость и прочность грунтов.

Двухчленное наслоение грунтов, когда толща песка залегает на глинистом грунте, является благоприятным, особенно если мощность слоя хорошо фильтрующего песка $h > h_{\text{к}}$ (где $h_{\text{к}}$ — высота капиллярного поднятия).

При верхней толще пылеватого суглинка, подстилаемого слоем песка, наслоение грунтов неблагоприятное. В районах, где наблюдается промерзание грунта, влажность верхней толщи пылеватого суглинка вследствие льдообразования обычно резко повышается. Наблюдается также и значительное морозное пучение, сопровождаемое в период оттаивания снижением прочности грунтов на 30—50% (по сравнению с летней ее величиной).

Если же толщина нижнего слоя песка, находящегося выше отметки расчетного уровня грунтовых вод, $h \geq h_{\text{к}}$, то влажность пылеватого суглинка может повышаться лишь вследствие подтока влаги в парообразном состоянии и инфильтрации поверхностной воды. В этом случае нижний слой песка выполняет функцию капиллярно-прерывающего слоя (см. гл. IV).

Возможные схемы допустимого наслоения грунтов в теле насыпей представлены на рис. VII.7.

Разбивка выемок. Перед разработкой выемки точки разбивки выносят за пределы поперечного профиля на верхние бровки откосов. На колышках делают затесы или прибивают планки для надписывания пикета или плюса и глубины выемки. Линии верхних бровок выемки, как правило, обозначают бороздкой автогрейдера. Расстояние от оси выемки до бровок l на горизонтальных участках рассчитывают по простейшей формуле: $l = mH_0 + B/2 + K$ (рис. VII.5, а). На косогоре с одинаковым поперечным уклоном заложение верхнего откоса выемки вычисляют по формуле $l_{\text{в}} = B/2 + K + H_0m + h_2m$ и низового: $l_{\text{н}} = B/2 + K + H_0m - h_1m$ (рис. VII.5, б).

Если на участках I-го типа местности по условиям увлажнения в теле насыпей в пределах глубины промерзания уложен слой глины, то он выполняет роль водоупора для инфильтрующейся поверхностной воды. При наличии водонепроницаемого слоя на глубине $0,6—0,75 z_{пр}$ ($z_{пр}$ — глубина промерзания), прикрытого связным грунтом, особенно пылеватой супесью, наблюдается сильно выраженное морозное поднятие дорожных одежд. Однако слой глины, уложенный в нижнюю часть насыпи на сырых и мокрых участках, устраняет приток влаги в верхнюю ее часть.

Супесчаные, суглинистые и глинистые грунты применяют для возведения насыпей при влажности, не превышающей оптимальную более чем на 10% (см. § VII.5). При большей влажности грунты предварительно осушают, либо заменяют на глубину до $0,5—0,7$ м дренирующими грунтами.

Во II и III дорожно-климатических зонах при покрытиях капитального типа на сырых и мокрых участках легкие пылеватые суглинки и тяжелые пылеватые супеси применяют лишь для возведения нижней части насыпей. Верхнюю же

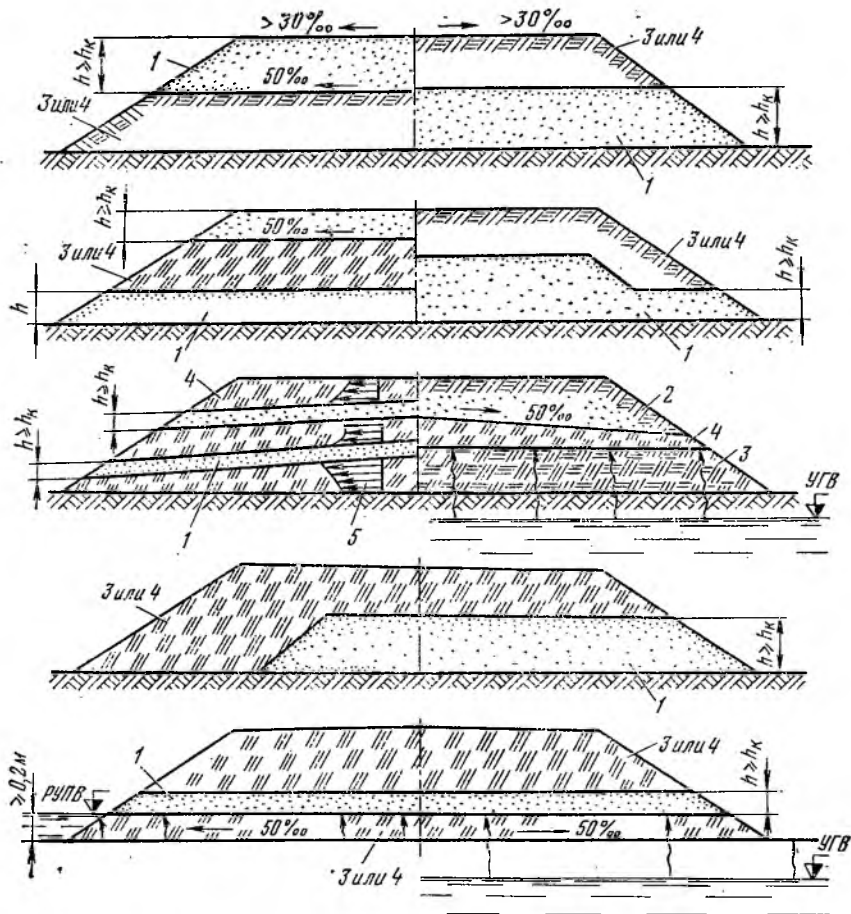


Рис. VII.7. Схема допустимого расположения грунтов в насыпи:

1 — песок; 2 — пылеватая супесь; 3 — суглинок; 4 — глина; 5 — распределение естественной влажности в глинистых грунтах при наличии песчаных прослоек; УГВ — уровень грунтовых вод; РУПВ — расчетный уровень поверхностных вод; h_k — высота капиллярного поднятия

Классификация грунтов по трудности разработки землеройными машинами

Грунты	Группы грунтов при разработке				
	скреперами	бульдозерами	автогрейдерами	экскаваторами одноковшовыми	рейлер-элеваторами
Грунт растительного слоя:					
без корней и галечника с щебнем и гравием	I	I	I	I	I
Глина:					
жирная, мягкая без примесей	II	II	II	II	II
То же, с примесью щебня, гравия или гальки в объеме до 10%	III	III	III	II	—
тяжелая комовая	—	III	—	IV	—
Чернозем и каштановые почвы:					
мягкие	I	I	I	I	II
отвердевшие	II	II	III	II	III
Лёсс:					
мягкий без примесей	I	I	I	I	I
то же, с примесью гравия или гальки	II	I	II	I	—
Песок, в том числе с примесью щебня, гравия или гальки в объеме до 10%	II	II	II	I	III
Песок дюнный и барханный	—	III	III	II	—
Солончак и солонец:					
мягкие	I	I	I	I	—
отвердевшие	II	III	III	III	—
Суглинки:					
легкие и лёссовидные без примесей	I	I	I	I	I
тяжелые, в том числе и с примесью гравия или щебня в объеме до 10%	II	II	II	II	II
Супеси, в том числе и с примесью гальки, щебня в объеме до 10%	II	II	II	I	II

Грунты	Группы грунтов при разработке				
	скреперами	бульдозерами	автогрейдерами	экскаваторами одноковшовыми	грейдер-элеваторами
Торф:					
без корней	I	I	I	I	I
с древесными корнями толщиной до 30 мм	I	I	—	I	—
то же, более 30 мм	—	II	—	II	—
Мерзлые грунты:					
песчаные и супесчаные	—	III	—	II	—
щебень	—	III	—	II	—

Примечания. 1. Аргиллиты, гипс, плотный мел, моренные суглинки (содержащие до 15% валунов весом более 50 кг) и аналогичные горные породы по трудности разработки одноковшовыми экскаваторами относят к V—VI группам. 2. При разработке экскаваторами предварительно разрыхленные грунты относят к группам на одну ниже, чем указано в таблице.

часть насыпей толщиной 1,2 м (при цементнобетонных покрытиях), 1,0 и 0,8 м (при асфальтобетонных покрытиях во II зоне и соответственно в III зоне) отсыпают из непылеватых, преимущественно песчаных и легких супесчаных грунтов. Нижнюю их часть, подверженную постоянному подтоплению, возводят из скальных или крупнообломочных грунтов, крупного или среднего песка, легких супесей с массовой долей более 50% зерен крупнее 0,25 мм и менее 6% частиц диаметром меньше 0,002 мм.

§ VII.5. Основы выбора землеройных машин

Выбор ведущих и комплектующих машин, а также транспортных средств производят с учетом природных условий местности, в том числе и свойств грунтов, объемов земляных работ, сроков их выполнения, рабочих отметок земляного полотна и т. д., т. е. выбор машин определяют многими факторами, главнейшими из которых являются экономические показатели и качество работ. Оптимальное решение этой задачи достигают путем использования современных математических методов и ЭВМ.

При выборе машин большое влияние на их производительность оказывает вид и состояние разрабатываемого грунта, а также дальность его перемещения. По трудности разработки, т. е. по сопротивлению грунтов резанию и разрыхлению землеройные машины классифицируют по группам (табл. VII.3).

Рекомендации по выбору дорожных машин для возведения земляного полотна приведены в табл. VII.4.

Бульдозеры используют для возведения насыпей высотой до 1—1,5 м из боковых резервов или для разработки выемок при перемещении грунта под уклон на расстояние до 100 м. Их применяют также для срезки растительного (плодородного) грунта с поверхности будущих выемок и подошвы-основания насыпей, боковых резервов и перемещения его за зону производства работ с последующим скучиванием. Бульдозеры применяют и при вскрыше карьеров.

Ведущие землеройные и комплектующие машины, а также транспортные средства для сооружения земляного полотна автомобильных дорог

Виды работ и условия их выполнения	Дальность перевозки грунта, м	Рекомендуемые машины и транспортные средства	Рекомендуемые типоразмеры машин при годовом объеме земляных работ на объекте, тыс. м ³							
			50	100	200	500	1000	2000	3000	
Расчистка дорожной полосы до возведения земляного полотна от:										
кустарника и мелко-лесья	—	Кусторезы на гусеничных тракторах класса, тс	10	10	10	10—15	15	15	15	
пней и камней	—	Корчеватели-собиратели на гусеничных тракторах класса, тс	10	10	10	10	10	10	10	
Снятие, перемещение и обвалование растительного (плодородного) слоя почвы со складированием:										
на разделительных полосах	До 50	Бульдозеры на гусеничных тракторах класса, тс	3—5	3—5	5—10	5—10	10—15	10—15	10—15	
	„ 50	Бульдозеры на пневмоколесных тягачах класса, тс	1,5—5	5	5—10	5—10	10—15	10—15	10—15	
на внегуссовых площадках		Бульдозеры на гусеничных тракторах класса, тс, при погрузке и транспортировании грунта:	3—5	3—5	5—10	5—10	10—15	10—15	10—15	

	—	фронтальными погрузчиками грузоподъемностью, т	0,8
	1000— —2000	автомобилями-самосвалами грузоподъемностью, т	3,5—5
Разработка грунта в боковых резервах с перемещением в насыпь при высоте насыпи до 1,5 м и ширине до 15 м	10—15	Автогрейдеры мощностью, л. с.	90—110
	—	Экскаваторы-драглайны с ковшом объемом, м ³	—
Разработка грунта в боковых резервах и мелких выемках с перемещением его в насыпь	До 50	Бульдозеры на гусеничных тракторах класса, тс	3—10
		Бульдозеры на пневмоколесных тягачах класса, тс	3—5
Разработка грунта в выемках и сосредоточенных резервах с перемещением грунта в насыпь на расстояние	100— —500	Скреперы прицепные с ковшом объемом, м ³	До 5
	100— —500	Скреперы прицепные с ковшом объемом, м ³	До 5
	500— —3000	Скреперы полуприцепные и самоходные с ковшом объемом, м ³	9
	3000 и более	Экскаваторы с ковшом объемом, м ³ , при перевозке грунта: автомобилями-самосвалами грузоподъемностью, т	0,3 3,5—5

0,8	0,8—1,5	0,8—1,5	2—4	2—4	2—4
3,5—5	3,5—7	3,5—7	7—12	12—25	12—25
90—110	—	—	—	—	—
—	0,4	0,4	0,8	0,8	0,8
3—10	5—10	10—15	10—15	10—25	10—25
3—5	5—10	5—15	5—15	5—15	5—15
До 8	7—8	7—8	15—25	15—25	15—25
До 8	7—8	7—15	15—25	15—25	15—25
9	9—15	9—25	15—25	15—25	15—25
0,3—0,5	0,3—0,65	0,5—1,25	0,65—1,6	0,65—1,6	0,65—1,6
3,5—5	3,5—7	5—7	5—12	5—12	5—12

Виды работ и условия их выполнения	Дальность перевозки грунта, м	Рекомендуемые машины и транспортные средства
	3000 и более	<p>Бульдозеры на гусеничных тракторах или пневмоколесных тягачах при погрузке и транспортировании грунта:</p> <p>самоходными фронтальными погрузчиками грузоподъемностью, т</p> <p>автомобилями-самосвалами грузоподъемностью, т</p> <p>самоходными фронтальными погрузчиками грузоподъемностью, т</p>
Насыпи подходов к мостам и дамбы на поймах рек	3000 и более	автомобилями-самосвалами грузоподъемностью, т
Рыхление грунтов в резервах и выемках:	До 2000	Землесосные снаряды
III—IV групп	—	Рыхлители на тракторах класса, тс
V группы	—	Рыхлители на тракторах класса, тс
VI—VII групп	—	Буровзрывной способ

Продолжение табл. VII.4

Рекомендуемые типоразмеры машин при годовом объеме земляных работ на объекте, тыс. м³

50	100	200	500	1000	2000	3000
—	—	5—10	10—15	10—15	15—25	15—25
—	—	0,8—1,5	2—4	2—4	2—4	2—4
—	—	5—7	10—12	10—12	12—25	12—25
—	—	3—7	5—7	5—12	7—12	7—12
—	—	12—25	12—25	—	Более 25	—
—	—	—	+	+	+	+
10	10	10	15	15	15	15
15	15	15	25	25	25	25
+	+	+	+	+	+	+

Послойная планировка
грунта при возведении
насыпи, планировка по-
верхности насыпей и вы-
емок:

высотой и глубиной
до 3,5 м

—

Автогрейдеры мощно-
стью, л. с.

90—100

90—100

110—250

110—250

110—250

110—250

110—250

высотой и глубиной
свыше 3,5 м

—

Экскаваторы с телеско-
пической стрелой

+

+

+

+

+

+

+

Уплотнение грунтов в
насыпях:

глинистых слоями
толщиной 30 см

—

Катки кулачковые мас-
сой, т

18

18

18

18

—

—

—

песчаных слоями
толщиной 25—30 см

—

Катки пневмоколесные
с регулируемым давле-
нием в шинах массой, т

25—30

25—30

25—30

25—30

25—30

25—30

25—30

песчаных слоями
толщиной 25—30 см

—

Катки пневмоколесные
секционные с регулируе-
мым давлением в шинах
массой, т

25—30

25—30

25—30

25—30

25—30

25—30

25—30

песчаных и обломоч-
ных слоями толщиной
25—30 см

—

Катки вибрационные
массой, т

3—8

3—8

3—8

3—8

3—8

3—8

3—8

глинистых комкова-
тых слоями толщиной
30 см

—

Катки решетчатые мас-
сой, т

25

25

25

25

25

25

25

Уплотнение грунтов в
стесненных условиях, об-
ломочных грунтов, укла-
дываемых в зимнее вре-
мя, слоями 0,5—0,8 м

—

Самоходные трамбу-
ющие машины с ударной
плитой массой, т

1—1,5

1—1,5

1—1,5

1—1,5

1—1,5

1—1,5

1—1,5

Виды работ и условия их выполнения	Дальность перевозки грунта, м	Рекомендуемые машины и транспортные средства
Уплотнение подводной части насыпей на болотах	—	Трамбующие плиты массой т, подвешенные к стреле экскаватора
Уплотнение откосов насыпей	—	Прицепной вибрационный каток массой до 1 т, подвешенный к стреле экскаватора
	—	Трамбующие плиты массой 1,5—2 т, подвешенные к стреле экскаватора
Укрепление откосов земляного полотна засевом трав:		
гидропосев трав с мульчированием	—	Гидросеялки типа ДЭ-16
планировка с засевом трав	—	Арегат для травосеяния, навешенный на экскаватор
Выторфовывание болот:		
в отвал	10—20	Экскаваторы с уширенно-удлиненными гусеницами с ковшом объемом, м ³

Рекомендуемые типоразмеры машин при годовом объеме земляных работ на объекте, тыс. м³

50	100	200	500	1000	2000	3000
2—5	2—5	2—5	2—5	2—5	2—5	2—5
+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+
—	—	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+
0,4	0,4	0,4—0,8	0,8—1,5	0,8—1,5	0,8—1,5	0,8—1,5

с вывозкой торфа	500 и более	Экскаваторы с уширенно-удлиненными гусеницами с ковшем драглайн объемом, м ³	0,4	0,4	0,4—0,8	0,8—1,5	0,8—1,5	0,8—1,5	0,8—1,5
Устройство для ускорения осадки насыпей на болотах без выторфывания:									
песчаных дрен	—	Комплекты оборудования для устройства вертикальных песчаных дрен с глубиной погружения до, м	—	—	15	15	15	15	15
прорезей глубиной до 3,5 м	—	Траншейный цепной экскаватор с глубиной копания до 3,5 м	—	—	+	+	+	+	+
Прокопка траншей под дрены и коллекторы при ширине траншей от 0,2 до 0,5 м и глубине до 1,6—2,5 м	—	Траншейный цепной экскаватор-дреноукладчик	+	+	+	+	+	+	+
То же, но при ширине траншей более 1,2 м и глубиной 2,5—4 м	—	Экскаватор с обратной лопатой с объемом ковша, м ³ , при транспортировании грунта:	0,65	0,65	0,8—1,5	>1,5	>1,5	>2	>2
		автомобилями-самосвалами грузоподъемностью, т	3,5—5	3,5—5	5—7	10—12	10—12	12—25	12—25

Примечание. Знак «+» указывает на целесообразность применения данной дорожной машины.

Скреперы наиболее эффективны при разработке глинистых грунтов с влажностью, близкой оптимальному ее значению. При разработке грунта в боковых резервах наибольшую производительность достигают при разности отметок верха насыпи — дна резерва до 1,5—2 м. Выемки глубже 0,5 м также разрабатывают скреперами с перемещением грунта в насыпь: прицепными до 500 м и полуприцепными до 3000 м. Самоходные скреперы на пневматических шинах с ковшом объемом свыше 15 м³ применяют при перевозке грунта на расстояние и более 3000 м, если это оправдано технико-экономическими расчетами.

Грейдер-элеваторы применяют в степных равнинных районах при возможности заложения боковых резервов и рабочих отметках насыпи, изменяющейся в пределах, не превышающих 0,2 м; при разработке структурных непереувлажненных грунтов (сероземов, лёссов, черноземов), а также супесей. Длину захватки грейдер-элеватора, работающего круговыми проходами с зарезанием грунта в двусторонних боковых резервах с учетом местных особенностей, принимают не менее 500—600 м.

Одноковшовые экскаваторы применяют при разработке глубоких выемок, грунтовых карьеров и траншей глубиной свыше 2—2,5 м. Выемки разрабатывают с недобором грунта до проектного ее очертания во избежание нарушений естественной его структуры.

Производство земляных работ в районах с заболоченной местностью возможно экскаваторами с уширенно-удлинненными гусеницами в комплексе с автомобилями-самосвалами на шинах низкого давления. Траншеи шириной более 1 м и глубиной свыше 2—2,5 м обычно отрывают экскаватором, оборудованным обратной лопатой.

Скальные, трещиноватые горные породы V—VI групп и мерзлые грунты разрабатывают экскаваторами, оборудованными ковшами активного действия, а при обычных ковшах — предварительно рыхлят буровзрывным способом.

При возведении высоких насыпей и разработке глубоких выемок применяют в различном сочетании несколько видов землеройных машин. Например, в глубокой выемке целесообразно часть ее объема, особенно вблизи нулевых отметок, разрабатывать бульдозерами с продольным перемещением грунта в насыпь, а среднюю часть — скреперами или экскаваторами в комплексе с транспортными средствами. Но возможна разработка верхней части и скреперами, особенно когда они движутся под уклон в наполненном состоянии. Нижнюю же часть выемки с глубиной забоя не менее 3—3,5 м чаще разрабатывают экскаватором, что обеспечивает полное наполнение ковша с «шапкой».

При глубоких выемках с близко залегающими грунтовыми водами, либо при их уширении, когда недопустим перерыв движения, возможно использование экскаватора драглайн в комплексе с транспортными средствами.

При выборе способа производства земляных работ сравнивают основные показатели: приведенные затраты, себестоимость, производительность комплекта машин, выработку на одного рабочего, энергоемкость и металлоемкость на единицу продукции.

Себестоимость работ C (руб/м³) составляет:

$$C = \frac{\sum MC_M K_1 + \sum_{\text{тр}} C_p K_2 + \sum M_{\text{т}} + C_{\text{п}}}{Q}, \quad (\text{VII. 13})$$

где $\sum MC_M$ — сумма произведений количества машино-смен каждого вида машин (M), необходимых для выполнения данного объема работ, на их стоимость (C_M), руб. $\sum_{\text{тр}} C_p$ — сумма произведений, количества человеко-дней рабочих определенного разряда ($\sum_{\text{тр}}$), занятых на выполнении ручных операций, на расчетную ставку соответствующего разряда (C_p), руб.; $\sum M_{\text{т}}$ — стоимость необходимых для выполнения работ материалов, не учитываемая в стоимости машино-смен, руб.; $C_{\text{п}}$ — стоимость подготовительных и вспомогательных работ, не учитываемая в стоимости машино-смен, руб.; K_1 и K_2 — коэффициенты, учитывающие накладные расходы ($K_1 = 1,14 \div 1,18$ и $K_2 = 1,6 \div 1,8$).

Производительность землеройных машин (м³/смену) определяют по формуле

$$\Pi = \frac{TK_{\text{в}}q}{tK_{\text{н}}K_{\text{р}}}, \quad (\text{VII. 14})$$

где T — продолжительность рабочей смены, ч; K_b — коэффициент использования рабочего времени; q — объем грунта, выполняемый землеройной машиной в течение рабочего цикла, м³; K_n — коэффициент, учитывающий конкретные условия объекта строительства; t — расчетная продолжительность рабочего цикла машины, включая время на зарезание грунта, его перемещение и холостое движение, ч; K_p — коэффициент разрыхления грунта.

Объем q зависит от типа землеройной машины, состояния подъездных дорог и дальности перевозки грунта.

Значение q наиболее целесообразно определять непосредственным измерением при хронометраже. Коэффициент K_b почти для всех землеройных машин составляет 0,85—0,90 и только для экскаваторов на пневмоходу с телескопической стрелой повышается до 0,95.

Коэффициент разрыхления K_p грунта зависит от физико-механических свойств и его состояния:

Группа грунтов	I	II	III—IV	V—VI
Значение K_p	1,13	1,20	1,25	1,30

Продолжительность цикла t связана с объемом ковша экскаватора или скрепера, размером отвала бульдозера, погодными условиями, состоянием землевозных путей и дальностью перемещения грунта.

Вынужденные потери рабочего времени в течение смены: неподготовленность фронта работ, переход на новое место работ, фактическое техническое состояние землеройных машин, производственная дисциплина и т. д. учитывают коэффициентом K_n . Данный коэффициент устанавливают при помощи хронометража работ индивидуально для каждого вида машин. Чаще всего величина K_n на линейных земляных работах изменяется от 0,78 до 0,83.

§ VII.6. Уплотнение грунтов

Требования к плотности грунтов. Целью уплотнения является снижение водопроницаемости, набухания, а также морозного пучения и повышение модуля упругости грунта. Грунт как трехфазная система состоит из грунтового скелета, воды и воздуха, т. е.

$$\frac{v}{\delta} + \frac{W\gamma}{100} - \frac{V}{100} = 1, \quad (\text{VII. 15})$$

где γ — объемная масса грунтового скелета, г/см³; δ — плотность минеральных частиц, г/см³; W — влажность грунта, % по массе; V — объем воздуха, который остается в его порах после уплотнения, %.

Отсюда общепринятая характеристика уплотнения грунта — плотность грунта:

$$\gamma = \frac{\delta(1 - V)}{100 + W\delta}. \quad (\text{VII. 16})$$

Значения δ изменяются в узких пределах: для песчаных и супесчаных грунтов $\delta = 2,65 \div 2,55$ г/см³; для глинистых и пылеватых супесчаных грунтов $\delta = 2,68$; для тяжелых суглинистых, тяжелых глинистых $\delta = 2,70$ и только для суглинистых черноземов $\delta = 2,60$ г/см³. Чем больше значение δ и меньше объем V , тем больше плотность грунта. Наибольшая плотность соответствует такой влажности, когда объем воздуха в порах составляет $V = 4 \div 6\%$ (6% для песчаных и супесчаных грунтов, 5% для пылеватых супесчаных, суглинистых и глинистых и 4% для тяжелых суглинистых и пылеватых глин). Но вытеснение воздуха из грунтовых пор и уменьшение толщины гидратных водных пленок связано с действием нагрузки. Влажность, при которой достигается наибольшая плотность грунта γ_{\max} с наименьшей затратой энергии на уплотнение называется оптимальной W_0 . Подставляя в формулу (VII.16) значения δ , V и W_0 , можно вычислить γ_{\max} .

Оптимальная влажность различных грунтов

Грунты	Значения W_0 , %	Грунты	Значения W_0 , %
Крупнообломочные грунты: щебенистые дресвяные Пески: гравелистые крупные средние Пески мелкие и пылеватые, мелкие одномерные		Супеси	$8-14$ $(0,65-0,7)W_T$
	3-5	Супеси пылеватые тяжелые	$16-20$ $(0,6-0,65)W_T$
	5-7	Суглинки легкие	$12-16$ $(0,55-0,6)W_T$
	4-6	Суглинки тяжелые	$16-22$ $(0,55-0,6)W_T$
	6-8	Тяжелые суглинистые черноземы	$20-25$ $0,60W_T$
	7-9	Глины	$20-30$ $(0,46-0,6)W_T$
	8-10		

Значение оптимальной влажности W_0 и максимальной плотности γ_{max} определяют в лабораторных условиях по методу стандартного уплотнения¹. При известном значении нижней границы текучести грунтов W_T оптимальную влажность определяют по табл. VII.5 (см. знаменатель). При отсутствии данных о нижней границе текучести грунтов на стадии разработки ППР можно принимать влажность, приведенную в табл. VII.5 (см. числитель).

Наилучший эффект уплотнения глинистых грунтов достигают при их влажности, изменяющейся в пределах $(0,9 \div 1,1) W_0$, а песчаных и супесчаных при влажности $(0,8 \div 1,1) W_0$.

Требуемая плотность грунта $\gamma_{тр}$, которая должна быть достигнута при сооружении земляного полотна, определяется по формуле

$$\gamma_{тр} = K_0 \gamma_{max}, \quad (VII.17)$$

где K_0 — коэффициент требуемой плотности грунтов в насыпи, установленный действующими нормами (табл. VII.6); γ_{max} — максимальная плотность скелета грунта, установленная по методу стандартного уплотнения.

В связи с тем, что искусственное уплотнение позволяет получить плотность грунта в насыпи больше плотности грунта в выемке или грунтовом карьере, при подсчете объемов земляных работ пользуются коэффициентом относительного уплотнения грунта K_1 (табл. II.7):

$$K_1 = \frac{\gamma_{тр}}{\gamma_n}, \quad (VII.18)$$

где γ_n — плотность грунта в выемке или грунтовом карьере.

В настоящее время для возведения насыпей находят применение отходы промышленности, в частности: горелые породы, пиритовые огарки, различные шлаки, вскрыши флюсовых карьеров и других материалов. Значения K_1 пиритовых огарков и формовочных (иногда называемых и горелыми) песков такое же, как и для супесей или мелких песков. При использовании шлаков можно принимать коэффициент K_1 по табл. VII.7. Но более достоверно определять этот коэффициент опытным путем, так как отходы промышленности чрезвычайно неоднородны по своим физико-механическим свойствам.

¹ Прибор стандартного уплотнения и методика работы описаны в справочниках и инструкциях по сооружению земляного полотна, см., например, «Указания по проектированию земляного полотна железных и автомобильных дорог» СН 449-72. М., Стройиздат, 1973, с. 104—107.

Коэффициент требуемой плотности грунта K_0

Вид земляного полотна	Часть земляного полотна	Глубина расположения слоя от поверхности покрытия, м	Дороги с капитальными покрытиями		Дороги с облегченными и переходными покрытиями	
			Значения K_0 в дорожно-климатических зонах			
			II—III	IV—V	II—III	IV—V
Насыпи	Верхняя	<1,5	1,0—0,98	0,98— —0,95	0,98— —0,95	0,95
	Нижняя неподтапливаемая	1,5— —6,0	0,95	—	—	—
		>6,0	0,98	0,95	0,95	0,95— —0,90
	Нижняя подтапливаемая	1,5— —6,0	0,98— —0,95	0,95	0,95	—
		>6,0	0,98	0,98	0,98	0,95
	Выемки и естественные основания низких насыпей	В зоне сезонного промерзания	<1,2	1,0—0,98	0,98— —0,95	0,98— —0,95
Ниже зоны сезонного промерзания		>1,2	0,95	0,95— —0,92	0,95— —0,92	0,90

Примечания. 1. Для выемок и естественных оснований в IV—V дорожно-климатических зонах глубину расположения слоя следует принимать равной 0,8 м. 2. Большие значения K_0 применяют при цементобетонных покрытиях, а также бетонных и цементно-грунтовых основаниях.

Таблица VII.7

Ориентировочные значения коэффициента относительного уплотнения K_1

Грунты и материалы	Значения K_1 при коэффициенте требуемой плотности K_0	
	1,0	0,95
Пески, супеси, пылеватые суглинки	1,10	1,05
Суглинки, глины	1,05	1,0
Лёссы, лёссовидные грунты и черноземы	1,20	1,15
Каменные материалы при плотности скелета в естественном состоянии:		
1,9—2,2 г/см ³	0,90	0,90
2,2—2,4 »	0,85	0,85
Шлаки:		
топочные	1,35—1,45	1,3—1,4
черной металлургии (отвальные)	1,25—1,35	1,2—1,3

Если насыпи возводят из крупнообломочных грунтов, то их прочность и устойчивость достигаются при следующих условиях: массовой доле фракций размером мельче 2 мм в количестве от 30 до 50%; влажности этих фракций, находящихся в составе крупнообломочного грунта, соответствующей тугопластичной консистенции (около 15—20% по массе); наличии в рассматриваемых грунтах обломков крупнее 350 мм до 15%.

Способы уплотнения грунтов. Уплотняющие машины выбирают в зависимости от вида грунта и его влажности с учетом давления, оказываемого на грунт уплотняющей машиной, соответствующего пределу прочности уплотняемого грунта (табл. VII.8).

Таблица VII.8

Ориентировочные пределы прочности грунтов при укатке и трамбовании

Грунты	Предел прочности, кгс/см ² , при уплотнении	
	катками на пневматических шинах	трамбующими машинами
Пески и супеси	3—4	3—7
Суглинки	4—6	7—12
Тяжелые суглинки	6—8	12—20
Глины	8—10	20—23

Примечания. 1. Значение предела прочности соответствует грунтам с коэффициентом требуемой плотности $K_0=0,95$ при оптимальной влажности. 2. Диаметр ударной части трамбующих машин составляет от 70 до 150 см.

На выбор уплотняющих машин влияет требуемая плотность грунта, необходимая толщина уплотняемого слоя, а также производительность машин и их маневренность.

Необходимую толщину слоя грунта определяют расчетом: при глинистых грунтах и коэффициенте требуемой плотности $K_0=0,95$ толщину слоя уплотнения принимают $h=B$ (где B — наименьший размер в плане рабочего органа уплотняющей машины).

При коэффициенте требуемой плотности $K_0=0,98$ и 1,0 толщину слоя принимают соответственно равной $h=(0,7\div 0,5) B$. При уплотнении песчаных грунтов значения толщины уплотняемого слоя увеличивают на 20—30%. Толщину уплотняемого слоя можно принимать также с учетом накопленного опыта по табл. VII.9.

При необходимости уплотнения грунтов до коэффициента требуемой плотности $K_0>0,98\div 1,0$ уменьшают на половину толщину отсыпаемого слоя по сравнению со значениями, указанными в табл. VII.9.

Катки с гладкими жесткими вальцами применяют для уплотнения преимущественно глинистых и крупнообломочных грунтов. Кулачковые катки полезны для уплотнения связных, особенно комковатых грунтов при соблюдении оптимальных расчетных давлений (p , кгс/см²) на опорную поверхность кулачков:

Грунты при оптимальной влажности	p , кгс/см ²
Супеси тяжелые пылеватые, легкие суглинки	7—15
Суглинки легкие пылеватые, суглинки тяжелые	15—40
» тяжелые пылеватые, глины	40—60

Катки на пневматических шинах — наиболее широко применяемое средство уплотнения глинистых и песчаных грунтов. При уплотнении глинистых грунтов давление в шинах на начальном этапе не должно превышать 2—3 кгс/см², а на заключительном 3—4 кгс/см² (для супесчаных), 6—8 кгс/см² для суглинистых грунтов. При уплотнении песков давление в шинах на всех стадиях уплотнения не должно быть более 2—3 кгс/см². Предварительное уплотнение выпол-

Ориентировочные значения рекомендуемой толщины уплотняемого слоя грунта

Тип уплотняющей машины	Толщина слоя в плотном теле, см, при коэффициенте требуемой плотности			
	0,98	0,98	0,95	0,98
	Связный грунт		Несвязный грунт	
Кулачковый каток массой 9—18 т	20—25	15—20	—	—
Решетчатый каток массой 25 т	35—40	25—30	40—50	35—40
Прицепной каток на пневматических шинах и полуприцепной массой:				
12—15 т	15—20	10—15	25—30	15—20
25—30 »	30—35	25—30	35—40	25—30
45—50 »	40—45	30—35	45—50	35—40
100 »	70—80	45—60	90—100	70—80
Вибрационный каток прицепной массой:				
3 т	—	—	40—50	25—30
6—8 »	—	—	60—70	35—40
10—12 »	—	—	80—100	40—50
Вибрационная плита массой:				
125—250 кг	—	—	20—30	10—15
	—	—	40—50	25—35
Трамбующая плита массой 12—15 т на экскаваторе при высоте падения 5—6 м	250—300	150—200	300—320	200—220
Трамбующая плита массой 2—3 т на экскаваторе при высоте падения 2—3 м	80—90	50—60	100—110	70—80
Трамбующая плита или дизель-трамбовка на базе трактора Т-100	50—60	30—35	60—70	40—45
Виброударная машина с двумя рабочими органами (на Т-100 или Т-130) с массой ударной части вибромолота 150 кг	40—45	25—30	60—65	35—40
Виброударная машина на Т-74 для стесненных мест с массой ударной части вибромолота 680 кг	25—30	15—20	40—45	20—25
Ручная мото- или электро-трамбовка массой 75—150 кг	20—25	10—15	25—30	20—25

няют более легким катком с нагрузкой на колесо в 2 раза меньше, чем на колесо основного более тяжелого катка.

Для уплотнения комковых, мерзлых и глинистых вязких грунтов, применяют решетчатые катки массой свыше 25 т, причем уплотнение крупнообломочных грунтов производят в два этапа: на первом этапе — решетчатыми катками, на втором — катками на пневматических шинах.

Уплотнение трамбованием оправдано в зимних условиях, а также грунтов с ненарушенным сложением, комковатых и крупнообломочных. Применяют трамбование и для доуплотнения существующих насыпей при их реконструкции.

В выемках и нулевых местах просадочные грунты (например, лёссовые) уплотняют тяжелыми трамбуемыми машинами массой 6—15 т. Глубина уплотнения составляет 1,2—1,3 диаметра или наименьшей ширины основания (опорной площадки) трамбовки, либо падающей плиты. Высота сбрасываемой плиты должна быть постоянной, изменяясь в пределах 5—7 м. Требуемое количество ударов по одному следу в зависимости от состояния просадочных грунтов соответствует от 10 до 15.

Скальные горные породы уплотняют преимущественно тяжелыми уплотняющими машинами (решетчатыми катками массой более 40 т, вибрационными массой не менее 6 т, а также трамбуемыми и вибратрамбуемыми машинами с ударным контактным давлением свыше 10 кгс/см²).

Вибрирование применяют для уплотнения крупнообломочных, гравелистых, песчаных и супесчаных грунтов с содержанием глинистых частиц до 5—6%. Наибольшую степень плотности вибрированием достигают при влажности грунтов $W_e = (1,1 \div 1,2) W_o$, что позволяет увеличить толщину уплотняемого слоя на 20—30% (здесь W_o — оптимальная влажность грунта).

Статическое давление виброуплотнителя, необходимое для получения требуемой плотности грунтов оптимальной влажности должно быть не менее для песков 600—1000 кгс/см²; супесчаных грунтов 1500—2000 кгс/см², тяжелых супесей 2500—3000 кгс/см², а для переувлажненных грунтов всего 300—400 кгс/см².

Необходимое количество проходов по одному следу для катков всех типов составляет:

$$A_{уд} = \frac{q f_{ср} n}{h}, \text{ или } n = \frac{A_{уд} h}{q f_{ср}}; \quad (\text{VII. 19})$$

для трамбуемых машин:

$$A_{уд} = \frac{q_0 F n}{h}, \text{ или } n = \frac{A_{уд} h}{q_0 F}, \quad (\text{VII. 20})$$

где $A_{уд}$ — необходимая удельная работа при коэффициенте требуемой плотности $K_0 = 0,95$ равна 2 кгс·см/см³, при $K_0 = 0,98$ $A_{уд} = 4$ и при $K_0 = 1,0$ $A_{уд} = 6$ кгс·см/см³ (для песчаных грунтов значение $A_{уд}$ уменьшается в 1,5 раза); $q = Q/B$ — давление катка (Q — вес катка, а B — ширина рабочего органа); $f_{ср}$ — средний коэффициент сопротивления движению катка ($f_{ср} = 0,08 \div 0,12$); n — необходимое расчетное количество проходов катка (ударов трамбовки) по одному следу для доведения грунта до требуемой плотности K_0 ; h — рекомендуемая толщина уплотняемого слоя; $q_0 = Q/F$ — статическое давление от трамбовки (Q — вес трамбовки, F — площадь опорной плиты); H — высота падения трамбовки.

В соответствии с накопленным опытом ориентировочное количество проходов катка (ударов) по одному следу для глинистых грунтов при коэффициенте требуемой плотности $K_0 = 0,95$ составляет $n = 6 \div 8$, при $K_0 = 0,98$ $n = 10 \div 12$. Для песчаных грунтов $n = 4 \div 6$ ($K_0 = 0,95$) и $n = 6 \div 8$ ($K_0 = 0,98$).

Виброударные машины уплотняют грунт до значения $K_0 = 0,95$ за один проход. Более высокую степень уплотнения достигают при двух-трех проходах по одному следу.

§ VII.7. Планировка земляного полотна и отделочные работы

Для придания земляному полотну правильной формы, отвечающей техническим и эстетическим требованиям, улучшения условий водоотвода и повышения его устойчивости выполняют отделочные работы: планируют откосы, выравнивают бровки, планируют и зачищают дно канав и резервов.

При возведении земляного полотна автомобильных дорог насыпи отсыплют с запасом грунта на откосах 5—10 см, а в выемках откосы не добирают на 10—15 см, чтобы при планировке приходилось лишь срезать грунт, а не досы-

пать. В случае россыпи по откосу растительного грунта для посева трав запас грунта на планировку откосов не предусматривают.

До начала работ по планировке откосов участки земляного полотна должны иметь следующую готовность: насыпи должны быть возведены до отметки низа дорожной одежды, грунт насыпи должен быть уплотнен до требуемого проектом коэффициента уплотнения; выемки должны быть полностью закончены, но без устройства кюветов; откосы насыпей и выемок должны иметь проектные очертания; водоотводные сооружения должны обеспечивать полный отвод поверхностных вод. Перед началом по планировке земляного полотна производят разбивочные работы.

При насыпях высотой и выемок глубиной до 2 м откосы планируют автогрейдером. Если грунты щебенистые, гравийно-галечниковые или твердые глинистые, то для планировки применяют сменное навесное оборудование к трактору типа К-700. По предложению рационализаторов Кировавтодора на рычаги гидросистемы трактора навешивают бульдозерный отвал, а к его боковине крепят грейдерный отвал двумя шарнирами, что позволяет изменять угол положения отвала в плане и по вертикали.

Откосы насыпей высотой и выемок глубиной от 2,5 до 4 м планируют навесным откосопланировщиком на гусеничном тракторе или бульдозером с дополнительным откосопланировщиком. Используют также и экскаватор с телескопической стрелой. Для планировки откосов насыпей высотой и выемок глубиной менее 6 м применяют тракторы с навесным планировочным оборудованием (скребками — одноотвальным или двухотвальным). Производят планировку также экскаватором с телескопической стрелой и обычным ковшом. При большей высоте насыпей или большей глубине выемок применяют экскаватор-драглайн, к ковшу которого прицепляют: скребок для твердых грунтов; планировочную раму трапецеидальной формы для средних и мягких грунтов, швеллер для мягких грунтов или специальный ковш, являющийся сменным навесным оборудованием к экскаватору. Наиболее целесообразно подвешивать к экскаватору двухотвальным планировщик, что способствует повышению производительности. Для планировки можно использовать также ковш экскаватора со сплошной полукруглой режущей кромкой. Но производительность экскаватора с двухотвальным скребком в 2,5 раза больше, чем с ковшом.

Трудоемкость планировки откосов составляет: экскаватором с телескопической стрелой 17,7 чел-ч на 1000 м² с планировкой поверхности; трактором с навесным откосником всего 2,9 чел-ч, т. е. в 6 раз меньше.

Выемки глубже 8—10 м планируют и отделяют, как правило, по индивидуальным проектам.

По окончании планировки грунт на откосах необходимо дополнительно уплотнить.

Пологие откосы (1 : 3—1 : 4) насыпей высотой до 2 м уплотняют катками на пневматических шинах или кулачковыми. Откосы насыпей высотой 2—10 м уплотняют одновальцовым вибрационным катком типа Д-480, подвешенным к стреле экскаватора-драглайна, или специально оборудованным трактором. При большей высоте насыпей откосы уплотняют по мере их возведения по ярусной схеме.

Если на откосах не могут произрастать травосмеси, то их нужно прикрыть слоем растительного грунта толщиной 10 см. При жирных глинах, а также одноразмерных мелких песках толщину растительного грунта увеличивают до 15 см. Ранее снятый растительный грунт распределяют по откосу выемок сверху вниз бульдозером или другой землеройной машиной в зависимости от их глубины. При насыпях высотой до 2 м растительный грунт распределяют по откосам автогрейдером или бульдозером с навесным откосопланировщиком. При более высоких откосах применяют экскаватор-драглайн с планировочной рамой трапецеидальной формы, подвешиваемой к его стреле.

§ VII.8. Укрепление откосов насыпей и выемок

Способ укрепления откосов земляного полотна выбирают в зависимости от вида сооружения и его размеров, рода грунта, климатических особенностей местности, наличия местных материалов. При укреплении затопляемых откосов учиты-

Видовой состав травосмесей и оптимальные нормы высева семян многолетних трав для укрепления откосов земляного полотна

Почва (растительный грунт), наносимая на укрепляемые откосы	Грунты, слагающие откосы земляного полотна	Одинарные нормы высева семян II класса на 100 м ² поверхности откоса, кг												
		Рыхлокустовые злаковые травы						Корневищевые злаковые травы				Бобовые стержнекорневые травы		
		Овсяница луговая	Житняк	Пирей бескорневый или речерия	Райграс высокий	Волосяк спирский	Тимофеевка луговая	Тыпчак	Костер безостый	Овсяница красная	Мятлик луговой	Пирей ползучий	Люцерна	Донник

Нечерноземная зона

Дерново-подзолистая Торф	Глина, суглинок	0,3	—	[0,3]	[0,4]	[0,4]	0,15	—	0,6	0,5	0,3	—	0,1	—	0,1	—
	Песок, супесь	0,4	—	0,5	[0,4]	[0,4]	(0,15)	—	0,7	0,6	0,4	0,7	0,1	0,15	0,15	—
	Глина, суглинок	0,3	—	[0,3]	[0,3]	[0,3]	0,1	—	0,5	0,4	0,2	—	0,1	—	0,1	—
	Песок, супесь	0,4	—	[0,3]	[0,4]	[0,3]	0,15	—	0,6	0,5	0,3	—	0,1	—	0,15	—

Лесостепная зона

Серая лесная Чернозем выщелоченный	Глина, суглинок	0,4	[0,4]	0,3	0,4	0,6	(0,15)	—	0,6	0,6	0,4	0,6	0,1	0,1	0,1	1,0
	Песок, супесь	0,6	[0,4]	0,5	0,5	0,7	(0,15)	—	0,7	0,7	0,3	0,7	0,1	0,1	(0,15)	1,3
	Глина, суглинок	0,4	[0,4]	0,4	0,4	0,6	—	—	0,5	0,5	—	0,5	0,1	0,1	(0,15)	1,0
	Песок, супесь	0,6	0,4	0,5	0,5	0,7	—	—	0,6	0,6	—	0,6	0,1	0,1	—	1,3

Степная зона

Чернозем	Глина, суглинок	—	0,4	0,4	0,4	0,6	—	—	0,6	0,6	—	0,5	0,1	0,1	—	0,9
	Песок, супесь	—	0,4	0,5	(0,6)	0,7	—	—	0,8	0,7	—	0,6	0,15	0,1	—	—
Каштановая	Глина, суглинок	—	0,4	(0,3)	—	(0,6)	—	0,4	0,7	—	—	0,6	0,15	0,1	—	0,8
	Песок, супесь	—	0,4	(0,4)	—	(0,7)	—	0,5	0,8	—	—	0,7	0,15	0,15	—	1,1

Полупустынная и пустынная зоны

Серозем	Глина, суглинок	—	1,0	—	—	—	—	0,6	—	0,6	—	0,5	0,15	0,15	—	1,1
	Песок, супесь	—	1,0	—	—	—	—	0,7	—	0,7	—	0,6	0,15	0,20	—	1,4
Бурая и светло-каштановая	Глина, суглинок	—	0,9	—	—	—	—	0,7	—	0,5	—	0,8	0,15	0,15	—	1,2
	Песок, супесь	—	1,0	—	—	—	—	0,8	—	0,6	—	0,9	0,20	0,20	—	1,5

Примечания. 1. Нормы даны для семян кондиции II класса. При семенах I класса нормы следует уменьшать на 10%, III класса — увеличивать на 20—25%. 2. Нормы приведены для откосов крутизной 1 : 1,5 южной экспозиции. Для откосов северной экспозиции (С, СВ, СЗ) нормы можно уменьшить на 15—20%; нормы трав, рекомендуемые для посева на откосах только южной экспозиции, показаны в квадратных скобках, только северной — в круглых.

няют также продолжительность затопления и скорость течения воды. Основным видом укрепления земляного полотна — механизированный посев многолетних трав.

Наиболее распространенный и экономичный механизированный способ укрепления откосов травосеянием — гидропосев многолетних трав. Для него применяют гидросеялки, смонтированные на шасси автомобилей. В цистернах гидросеялок располагается мешалка. Гидрооборудование включает всасывающую и нагнетательную линии, трехходовые краны и гидрометатель, насос для нагнетания рабочей смеси. Рабочую смесь, состоящую из семян многолетних трав, минеральных удобрений, мульчирующих и пленкообразующих материалов и воды, наносят тонким слоем на откосы земляного полотна.

Перед гидропосевом составляют смеси семян, при этом виды многолетних трав и нормы высева семян подбирают по табл. VII.10.

Нормы расхода смеси минеральных удобрений, состоящей из суперфосфата, селитры и калийных солей на каждые 100 м² укрепляемого откоса должны быть соответственно равны: 3, 6 и 2 кг.

В качестве мульчирующих материалов рекомендуется использовать древесные опилки или торфяную крошку, просеянные через сито с ячейками 10×10 мм, или солому, порубленную размером 3—4 см. В качестве пленкообразующих материалов применяют битумные эмульсии и латексы (марок СКС-65 ГП, СКС-56П, СКН-40ПН). Битумные эмульсии рекомендуется применять прямого типа в соответствии с техническими указаниями по приготовлению и применению дорожных эмульсий ВСН 115-75 Минтрансстроя СССР.

Расход мульчирующих материалов, эмульсий и воды на 1 м² откоса составляет:

Мульчирующие материалы, г:	
опилки	400
солома	200
Пленкообразователи:	
битумная эмульсия, л	1
латекс, г сухого вещества	40
вода, л	4—5

Для создания устойчивого дернового покрова наилучшее время высева многолетних трав — весна и осень. Ориентировочные предельные сроки высева: для северных районов европейской части, Сибири и Дальнего Востока — середина августа, для южных районов Сибири и Урала и центральных районов европейской части — первая декада сентября. Многолетние бобовые травы высевают весной и в первой половине лета. При позднем осеннем посеве высеваются только семена злаковых трав, а бобовые подсевают следующей весной.

При отсутствии гидросеялок посев травосмеси производят лишь в установленные агрономические сроки посевным агрегатом ЦНИИС, подвешенным к стреле крана или экскаватора взамен ковша. Производительность агрегата 4500 м²/смену. Однако приживаемость семян в этом случае значительно меньше, чем при гидропосеве.

Приведенные в табл. VII.10 нормы высева корректируют с учетом годности семян, равной

$$Г = \frac{ЧВ}{100}, \quad (VII.21)$$

где Ч — чистота семян, %; В — их всхожесть, %.

Если чистота или всхожесть семян ниже или выше кондиции семян II класса, подобранную по той же табл. VII.10 норму высева изменяют пропорционально их фактической годности:

$$H_{\Phi} = H_{\tau} \frac{ЧВ}{Ч_{\Phi}В_{\Phi}}, \quad (VII.22)$$

где H_{τ} и H_{Φ} — норма высева семян данного вида трав, соответственно по табл. VII.10 и фактическая; Ч и В — требуемые чистота и всхожесть семян; $Ч_{\Phi}$ и $В_{\Phi}$ — то же, но фактические по заключению контролера семенной лаборатории.

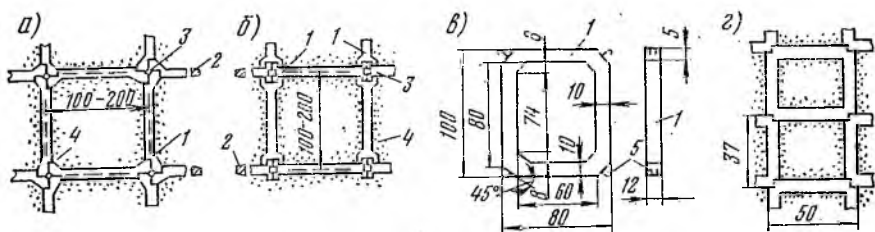


Рис. VII.8. Элементы решетчатых укреплений:

а — решетка из одного сборного элемента; б — из двух элементов; в — рамной конструкции железобетонные элементы; г — сборные бетонные элементы; 1 — сборные железобетонные элементы различной формы и размера; 2 — поперечное сечение элементов; 3 — металлический анкер; 4 — обсев травами и посадка кустарника; 5 — монтажные крюки (одновременно арматура для сопряжения элементов)

Чем выше насыпь и глубже выемка, тем больше должно быть значение H_{ϕ} , что учитывают коэффициентом увеличения нормы высева K_{ϕ} ; его величину ЦНИИС Минтрансстроя рекомендует принимать для всех районов СССР, кроме засушливых районов Казахстана и Средней Азии, по табл. VII.11.

Таблица VII.11

Коэффициент увеличения K_{ϕ} норм высева семян при укреплении неподтапливаемых откосов земляного полотна

Грунты, слагающие откосы	Значение K_{ϕ} при высоте насыпи или глубине выемок, м		
	<3	3—10	>10
Супеси, суглинки, кроме пылеватых, глины, кроме жирных	1	2	2
Супеси и суглинки пылеватые, в том числе и лёссовидные	1	2 (3)	3
Пески, в том числе пылеватые и мелкие речные, жирные глины	1 (2)	2 (3)	3

Примечание. В скобках приведены значения K_{ϕ} для южных районов европейской части СССР.

Укрепление откосов дернованием заключается в укладке на откос для приживания свежесрезанного лугового дерна. Дерн срезают с грунтов, аналогичных грунтам укрепляемого земляного полотна. Размеры срезаемых дернин от $0,2 \times 0,3$ м до $0,3 \times 0,5$ м или в виде рулона шириной 0,25, длиной 2—3 м. Для заготовки и укладки дерна применяют дернорез-укладчик Союздорнии в виде навесного оборудования на экскаваторе ЭО-1621 (Э-153А). На откосе дернины закрепляют кольями-спицами длиной 25—30 см, толщиной 2—2,5 см.

При постоянном или периодическом затоплении откосов водой их укрепляют сборными бетонными или железобетонными элементами. В зависимости от высоты волны принимают размеры плит и оснований под ними. Укладку ведут автокранами, экскаваторами или плитоукладчиками. Плиты укладывают снизу вверх горизонтальными рядами с перевязкой швов и заполнением швов согласно проекту.

Плиты размером $1,0 \times 1,0 \times (0,16—0,2)$ м применяют при высоте волны до 0,7 м. При большей высоте волны размеры плит увеличивают. Мелкими плитами размером $0,4 \times 0,4$ и $0,6 \times 0,6$ м укрепляют конусы искусственных сооружений —

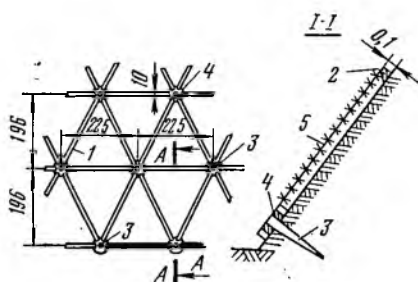


Рис. VII.9. Схема сборных элементов с монтажной плитой:

- 1 — монтажные железобетонные балочки;
2 — сечение балочки; 3 — анкер; 4 — монтажная плита; 5 — обсев травами

Сборные элементы изготавливают также из бетона, но их размер уменьшают в 2—4 раза в зависимости от свойств грунтов и марки бетона (см. рис. VII.8, з). Ячейки между сборными элементами заполняют галечником, рваным камнем крупностью до 150 мм или грунтом, укрепленным различными вяжущими материалами, а также высаживают в них засухоустойчивый кустарник, например шиповник.

§ VII.9. Типовые технологические схемы возведения земляного полотна

Типовые технологические схемы комплексной механизации по возведению земляного полотна автомобильных дорог рассчитаны на применение бульдозеров, скреперов, экскаваторов с перемещением грунта автомобилями-самосвалами.

Исходные данные для приведенных в настоящем параграфе технологических схем: дорога II категории, ширина земляного полотна 15 м; средняя высота насыпей 0,75 м; крутизна откосов 1:3. В каждой технологической схеме даны краткие рекомендации по наиболее рациональной технологии производства земляных работ, выполняемых отдельными машинами, входящими в специализированные отряды. Во всех схемах нормы выработки машин взяты из соответствующих параграфов ЕНиР (Сборник № 2 «Земляные работы», 1969).

Перед началом основных земляных работ должны быть выполнены все подготовительные операции — восстановление и закрепление трассы, очистка дорожной полосы, разбивка земляного полотна, снятие растительного слоя.

Технологические процессы, выполняемые вспомогательными (комплектующими машинами), такие, как снятие растительного слоя, рыхление грунта в резерве, разравнивание и уплотнение грунта, планировочные и отделочные работы описаны в первой схеме по возведению земляного полотна бульдозером. В остальных схемах даны рекомендации по рациональной организации работы только ведущих машин.

Технологическая схема возведения насыпи бульдозером (рис. VII.10, табл. VII.12—VII.15)

Снятие и перемещение растительного грунта. Схему работ при снятии и перемещении растительного грунта выбирают в зависимости от поперечного профиля земляного полотна.

При насыпях, возводимых из привозного грунта, при ширине подошвы насыпи менее 20—25 м применяют одностороннюю схему срезки и перемещения грунта

путепроводов, боковые канавы, когда укрепление засевом трав затруднено или нерационально.

Широкое применение находят решетчатые конструкции из сборных железобетонных элементов (рис. VII.8, VII.9). Элементы длиной от 1 до 2 м применяют диагонального или прямоугольного расположения в конструкции укрепления. Сечение элемента в зависимости от его длины изменяется от 5×10 до 10×20 см.

Решетчатые конструкции крепят к поверхностным слоям грунта металлическими анкерами диаметром $d=20\div 30$ мм. Длину анкеров назначают с учетом сезонной глубины промерзания, свойств грунтов, скорости и высоты волны с набегом паводковых вод (для подтапливаемых откосов и конусов) от 0,5 до 1,5 м.

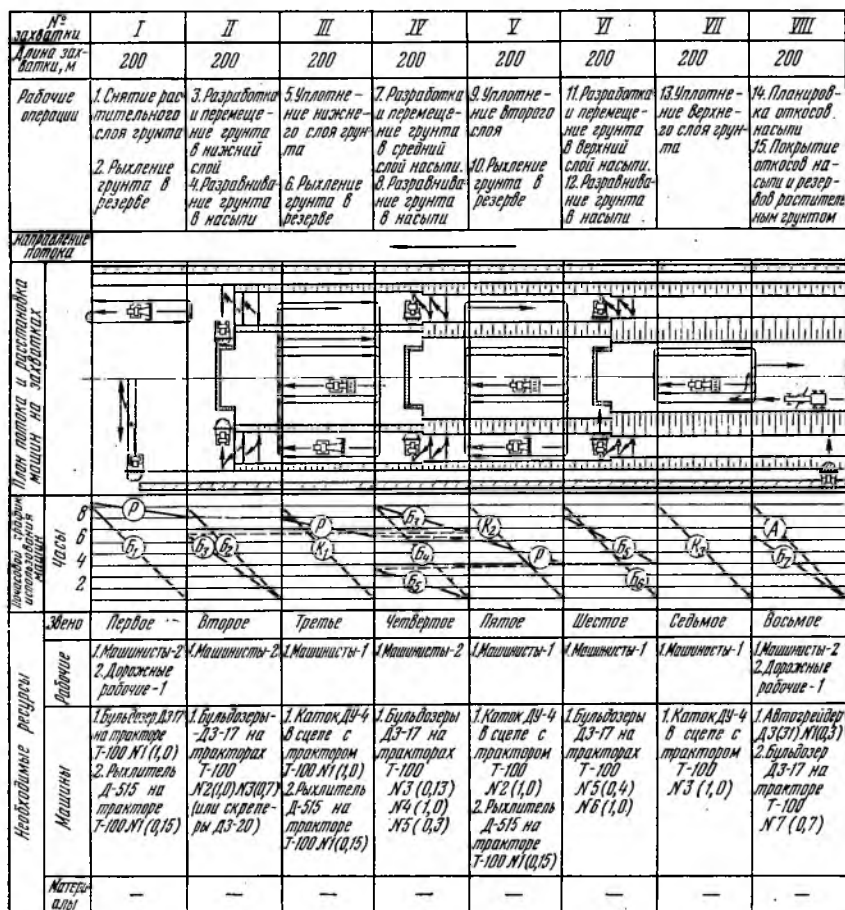


Рис. VII.10. Технологическая схема комплексной механизации по возведению насыпи при использовании в качестве ведущей машины отряда бульдозера ДЗ-17: Р — рыхлитель; Б₁, Б₂, Б₃, . . . , Б₇ — бульдозеры; К₁, К₂, К₃ — катки; А — автогрейдер

(рис. VII.11, а). Бульдозер производит зарезание за 1 проход на всю ширину подошвы насыпи и укладывает растительный слой в продольные валики на расстоянии от будущей подошвы насыпи, обеспечивающем нормальную работу машин, занятых возведением земляного полотна.

Второй, третий, четвертый и т. д. циклы зарезания и перемещения растительного грунта. Бульдозер осуществляет отвалом с перекрытием предыдущего следа на 25—30 см. Задний холостой ход бульдозер выполняет на повышенной скорости.

При насыпях, возводимых из грунта боковых резервов, бульдозер сначала срезает слой с одной стороны от оси дороги, перемещая его за пределы полосы отвода, а затем срезает и перемещает грунт за пределы полосы отвода с другой стороны от оси дороги (рис. VII.11, б).

При значительной толщине растительный слой грунта срезают в несколько приемов по длине поперечной полосы, причем первое зарезание и перемещение

**Технологическая последовательность процессов возведения насыпи
при использовании в качестве ведущей машины бульдозера ДЗ-17
при поперечном перемещении грунта**

№ про- цесса	№ сменной захватки	Источник обоснования норм выработ- ки (ЕНиР)	Технологическая последовательность процессов и расчет объемов работ	Измеритель	Количество работ на 1 км	Производи- тельность в смену	Требуется машинно- смен
1	I	§ 2-1-5, табл. 2	Снятие растительного слоя грунта толщиной 0,1 м бульдозерами ДЗ-17 с перемещением его на расстояние до 20 м за пределы боковых резервов Количество грунта на 1 км $(21,0+18,6 \cdot 2)0,1 \cdot 1000=5820 \text{ м}^2$	м^3	5 820	—	—
2	I	§ 2-1-1, табл. 2	Рыхление грунта II группы в боковых резервах на глубину до 0,2 м рыхлителем Д-515А на тракторе Т-100	м^2 м^3	58 200 5 560	11 500 7 100	5 0,8
3	II	§ 2-1-15, табл. 1	Разработка и перемещение грунта II группы бульдозером ДЗ-17 из боковых резервов в нижний слой насыпи толщиной 0,25 м на среднее расстояние до 15 м. Количество грунта на 1 км $\left(\frac{21,0+19,5}{2}\right) 0,25 \cdot 1,1 \cdot 1000=5560 \text{ м}^3$	»	5 560	890	6,3
4	II	§ 2-1-20, табл. 2	Разравнивание нижнего слоя грунта в насыпи бульдозером ДЗ-17 с перемещением 30% грунта на расстояние до 5 м	»	1 670	1 000	1,7
5	III	§ 2-1-22Б, табл. 6	Уплотнение нижнего слоя грунта толщиной 0,25 м в плотном теле в насыпи катком на пневматических шинах ДУ-4 в сцепе с трактором Т-100 при 10 проходах по одному следу	»	5 560	1 150	5,0
6	III	§ 2-1-1, табл. 2	Разрыхление грунта II группы в боковых резервах на глубину до 0,2 м рыхлителем Д-515А на тракторе Т-100	»	5 560	7 100	0,8
7	IV	§ 2-1-15, табл. 2	Разработка грунта II группы в боковых резервах бульдозером ДЗ-17 и перемещение его во	»	5 160	890	5,8

			второй слой насыпи толщиной 0,25 м на среднее расстояние до 15 м. Количество грунта на 1 км $\left(\frac{19,5+18,0}{2}\right)0,25 \cdot 1,1 \cdot 1000=5160 \text{ м}^3$				
8	IV	§ 2-1-20, табл. 2	Разравнивание второго слоя грунта в насыпи бульдозером ДЗ-17 с перемещением 30% грунта на расстоянии до 5 м	»	1 550	1 000	1,6
9	V	§ 2-1-22Б, табл. 6	Уплотнение второго слоя насыпи катком ДУ-4 в сцепе с трактором Т-100 при 10 проходах по одному следу	м³	5 160	1 160	4,5
10	V	§ 2-1-1, табл. 2	Рыхление грунта в боковых резервах на глубину 0,2 м рыхлителем Д-515А на тракторе Т-100	»	4 740	7 100	0,7
11	VI	§ 2-1-15, табл. 1	Разработка грунта II группы в боковых резервах бульдозером ДЗ-17 и перемещение его в верхний слой насыпи толщиной 0,25 м на расстояние до 15 м. Количество грунта на 1 км: $\left(\frac{18,0+16,5}{2}\right)0,25 \cdot 1,1 \cdot 1000=4740 \text{ м}^3$	»	4 740	890	5,3
12	VI	§ 2-1-09, табл. 2	Разравнивание верхнего слоя грунта в насыпи бульдозером ДЗ-17 с перемещением 30% грунта на расстояние до 5 м	»	1 340	1 000	1,3
13	VII	§ 2-1-11Б, табл. 6	Уплотнение верхнего слоя грунта в насыпи катком ДУ-4 в сцепе с трактором Т-100 при 10 проходах катка по одному следу	»	4 740	960	5,0
14	VIII	§ 2-1-26, табл. 2	Планировка откосов насыпи и боковых резервов автогрейдером ДЗ-31. Количество на 1 км: $0,5 \cdot 2 \cdot 1,5 + 1,25 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 1000=9000 \text{ м}^2$	м²	9 000	34 000	0,3
15	VIII	§ 2-1-26, табл. 2	Планировка верха насыпи и дна резервов автогрейдером ДЗ-31 с приданием дну резервов уклона в сторону от оси дороги $16,5 + 15,6 \cdot 2=47 700 \text{ м}^2$	»	47 700	47 000	1,0
16	VIII	§ 2-1-21, табл. 2	Покрытие откосов насыпи и дна резервов растительным грунтом бульдозером ДЗ-17 с перемещением грунта на среднее расстояние 10 м	м³	5 820	1 700	3,4

Потребность машино-смен на 1 км: бульдозеров ДЗ-17 — 30,4; катков ДУ-4 — 14,5; автогрейдеров ДЗ-31 — 1,3; рыхлителей Д-515А — 2,7; тракторов (к каткам и рыхлителям) Т-100 — 16,7.

Состав машин в отряде

Машины	Количество машин и коэффициент их загрузки	Стоимость одной машины, тыс. руб.	Стоимость всех машин, тыс. руб.	Стоимость машино-смены, руб.	
				одной машины	всех машин
Бульдозеры ДЗ-17	8 (1,0)	7	42,0	34	238
Катки прицепные ДУ-4	3 (1,0)	4,8	14,4	7	21
Автогрейдеры ДЗ-31	1 (0,3)	11,3	11,3	26	26
Рыхлители Д-515А	1 (0,5)	2,1	2,1	3	3
Тракторы Т-100 (к каткам и рыхлителям)	4 (0,8)	4,8	19,2	30	120
Итого	—	—	89,0	—	408

делают на участке, прилегающем к месту его складирования. Независимо от ширины полосы срезки растительного слоя можно применять продольно-поперечную схему (рис. VII.11, в). Универсальный бульдозер продольными (вдоль оси дороги) проходами с установленным под углом к оси движения отвалом срезает слой растительного грунта по всей длине захватки и укладывает его в продольные валики. Затем поперечными проходами, отвалом, установленным под прямым углом к направлению движения, перемещает грунт за пределы полосы срезки. Если объем грунта не может быть перемещен за один проход бульдозера, то его перемещают в поперечном или косом направлении, забирая за один заход столько грунта, сколько в состоянии сдвинуть бульдозер данного типа. Эту схему можно применять и при комплексной работе бульдозера и автогрейдера. В этом случае продольными проходами грунт срезают и перемещают автогрейдером, а в поперечном направлении перемещают бульдозером. При плотном дерновом покрове, срезаемом автогрейдером, растительный слой грунта вспахивают на требуемую глубину многокорпусным плугом.

Рыхление грунта в боковых резервах. Грунты I и II групп разрабатывают без предварительного рыхления. Грунты III и IV групп предварительно разрых-

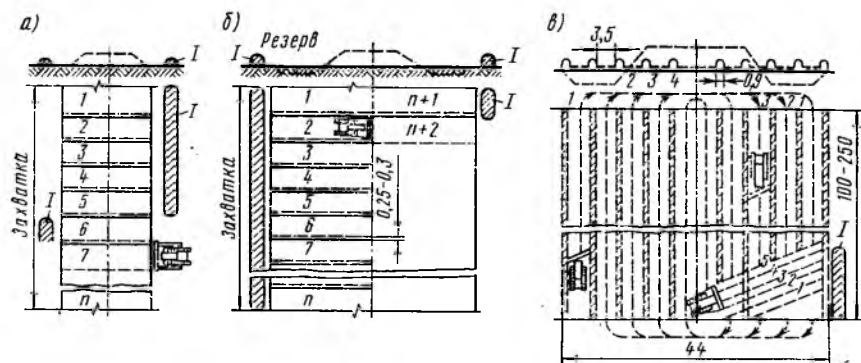


Рис. VII.11. Схемы срезки и перемещения растительного грунта:

а, б — поперечные способы; в — продольно-поперечный способ; I — вал растительного грунта; 1, 2, 3, ... n — проходы бульдозера

Состав бригады рабочих

Рабочие	Количество	Тарифная ставка, руб.	Зарботная плата, руб. в смену
Машинисты 6-го разряда	8	6,47	51,76
» 5-го »	4	5,75	23,00
Рабочие 2-го разряда при машинах	1	4,04	4,04
Итого	13	—	78,80

Примечание. В состав бригады дополнительно входят: один рабочий 2-го разряда, ваяный разбивочными работами, контролем ровности, а также три рабочих 4-го разряда, занятых на ремонте машин.

Таблица VII.15

Основные технико-экономические показатели

№ п/п	Показатели	Количество
I. Общие данные		
1	Расчетная стоимость машин, тыс. руб.	89,0
2	Производительность отряда: в смену, пог. м	200
	в год (при 250 сменах), км	50
3	Количество рабочих, занятых в смену В том числе:	16
	на машинах	12
	при машинах	1
	на ремонте машин	3
4	Основная заработная плата в смену, руб.	94,28
5	Прямые затраты в смену (стоимость эксплуатации машин + заработная плата рабочего при машинах), руб.	391
II. Показатели на 1 км		
6	Прямые затраты, руб.	1955
7	Основная заработная плата рабочих, руб.	471,4
8	Трудовые затраты, чел.-дни	80
9	Накладные расходы [условно-постоянные (10% от суммы прямых затрат) + затраты, зависящие от трудоемкости работ (1 р. 90 к. за 1 чел.-день) + затраты, зависящие от основной заработной платы (15%)], руб.	408,21
10	Плановые накопления (6% от суммы прямых затрат и накладных расходов), руб.	141,78
11	Сопоставимая себестоимость работ (п. 6+9+10), руб.	2505
12	Удельные капиталовложения в машины (п. 1 : п. 2, 6), руб.	1708
13	Приведенные сопоставимые затраты (п. 11+0,12 п. 12), руб.	2710

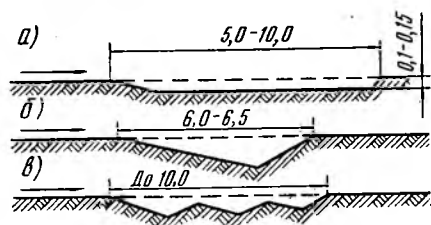


Рис. VII.12. Схемы зарезания грунта бульдозером:

а — прямоугольная; б — клиновья; в — гребенчатая
Стрелкой показано направление движения бульдозера

ляют. Объем разрыхленного грунта не должен превышать сменной производительности звена бульдозеров во избежание пересыхания грунта в сухое время и переувлажнения в дождливую погоду. Рыхление ведут прицепными рыхлителями продольными круговыми проходами трактора на всю длину сменной захватки. В целях увеличения производительности и уменьшения трудоемкости грунт рыхлят бульдозером, оборудованным рыхлительными зубьями.

Разработка грунта в боковых резервах и перемещение его в насыпь бульдозерами. Грунт в боковых резервах наиболее целесообразно разрабатывать бульдозерами по траншейной схеме. Зарезание грунта выполняют, как правило, по клиновидной или гребенчатой схеме. При поперечном уклоне бокового резерва в сторону насыпи зарезание грунта целесообразно производить по прямоугольной схеме (рис. VII.12).

При возведении насыпи (рис. VII.13) вначале за 10 проходов разрабатывают первую полосу грунта в резерве шириной, соответствующей длине ножа бульдозера, на полную его глубину. Затем двумя проходами (проходы 11—12) перемещают грунт из валика, образовавшегося между полосами. После разработки первой полосы грунта разрабатывают в такой же последовательности вторую, третью и т. д. полосы.

Послойное разравнивание грунта в насыпи. Разравнивание каждого слоя грунта в насыпи осуществляют те же бульдозеры, которые возводят насыпь. Разравнивание выполняют по круговой схеме, начиная от оси насыпи к ее бровкам (рис. VII.14). Движение бульдозера необходимо осуществлять на I передаче. Последний проход выполняют задним ходом бульдозера по оси земляного полот-

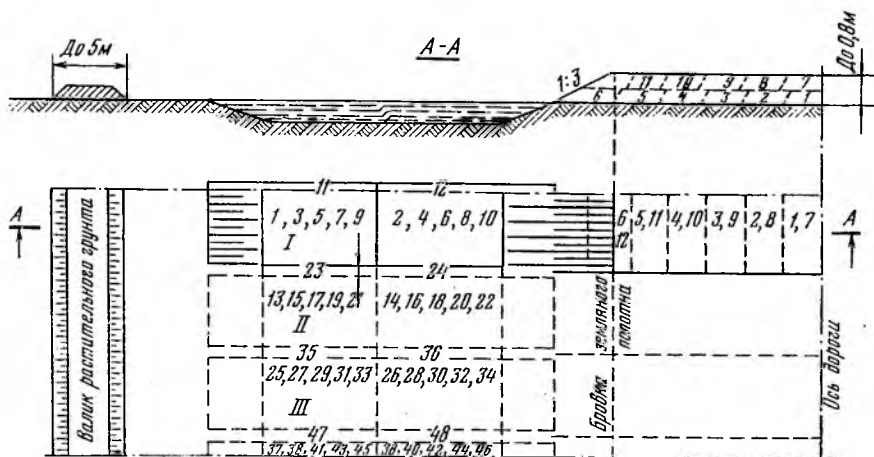


Рис. VII.13. Схема траншейной разработки грунта в боковых резервах с перемещением его в насыпь бульдозером:

I—III — разрабатываемые полосы грунта; 1, 2, 3, ... — последовательность проходов бульдозера

на. В целях экономии времени и улучшения качества разравнивания слоя грунта возможно применение схемы челночного (без разворотов) движения бульдозера.

Послойное уплотнение грунта в насыпи. Толщина слоя отсыпанного грунта, подлежащего уплотнению катками на пневматических шинах, не должна превышать 0,35 м в плотном теле. Движение катка организуют по круговой схеме с обязательным разворотом его за пределами сменной захватки. Первые проходы выполняют от бровки земляного полотна к ее оси (рис. VII.15). Количество проходов катка по одному следу зависит от толщины уплотняемого слоя и вида грунта. Степень уплотнения каждого слоя грунта проверяют лабораторным путем в процессе укатки.

Планировка земляного полотна. Планировку поверхности земляного полотна на захватках длиной не менее 400 м выполняют автогрейдером по челночной схеме с разворотом на концах захватки только одного отвала на 180° при рабочих ходах в обоих направлениях. Планировку поверхности выполняют за три цикла (рис. VII.16).

За первый цикл (проходы 1—6) производят грубую планировку. В процессе выполнения этого цикла срезают бугры и разравнивают впадины, лишний грунт передвигают к оси земляного полотна. За второй цикл (проходы 7—12) окончательно выравнивают верх земляного полотна, поперечному профилю вчерне придают проектное очертание. После этого цикла восстанавливают плановую и высотную разбивку земляного полотна. За третий цикл (проходы 13—17) про-

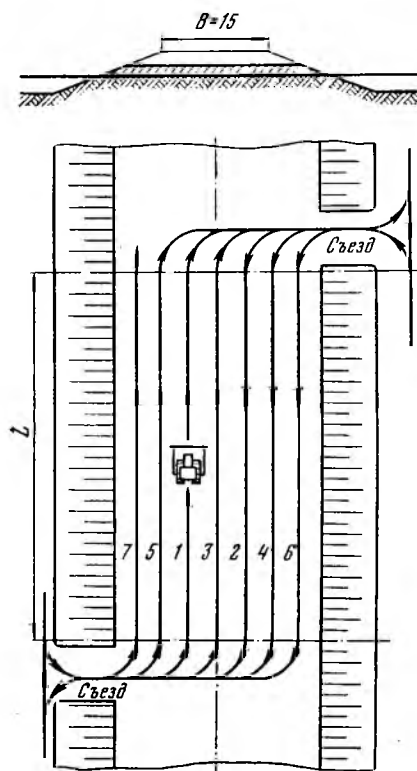


Рис. VII.14. Схема послойного разравнивания грунта в насыпи бульдозером:

n —7 — проходы бульдозера; L — сменная захватка

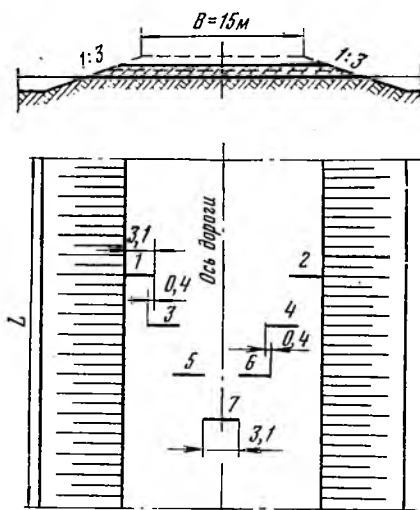
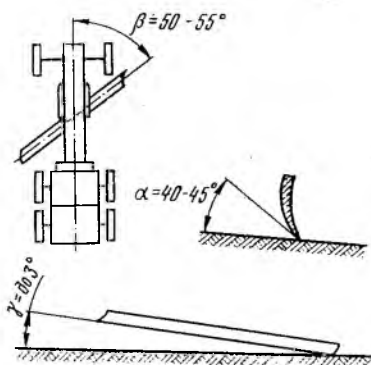
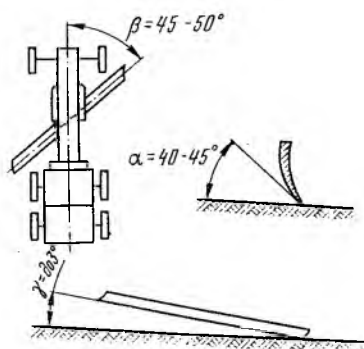
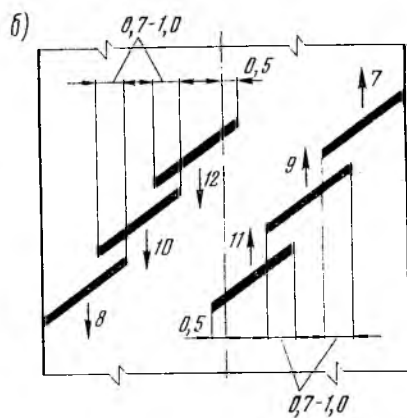
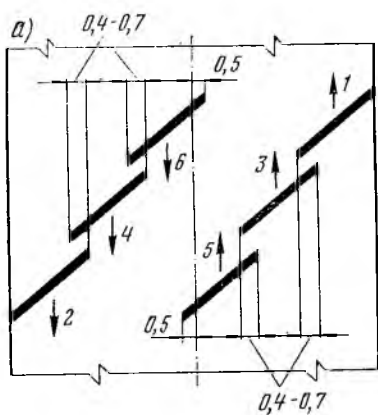


Рис. VII.15. Схема уплотнения земляного полотна прицепным катком на пневматических шинах:

1—7 — проходы катка; L — сменная захватка



изводят окончательную планировку земляного полотна под отметки с удалением лишнего грунта на откосы насыпи.

При работе в первом цикле (см. рис. VII.16, а) отвал автогрейдера устанавливают в рабочее положение с одновременным выносом к бровке за линию задних колес на 80—100 см. Углы установки отвала: угол захвата $\beta=45-50^\circ$, угол наклона γ до 3° , угол резания $\alpha=40-45^\circ$. Проходы 1 и 2 делают, ориентируясь по вешкам и кольшкам разбивки так, чтобы задние колеса проходили примерно в 1 м от бровки, остальные проходы — по следу предыдущего прохода, перекрывая его на 40—70 см. Срезанным грунтом выравнивают углубления и создают поперечный профиль земляного полотна. Работу всех проходов выполняют на II передаче.

При работе во втором цикле (см. рис. VII.16, б) отвал устанавливают в рабочее положение, при котором угол захвата равен $50-55^\circ$, угол наклона — до 3° , угол резания — $40-45^\circ$. Работу выполняют как и при проходах первого цикла, но при меньшей толщине стружки так, чтобы срезанного грунта было достаточно для выравнивания углублений и создания поперечного профиля.

Для третьего цикла работы (см. рис. VII.16, в) отвал автогрейдера устанавливают перпендикулярно оси земляного полотна без наклона (угол захвата 90° при угле резания $45-50^\circ$) и опускают нож на уровень заданной отметки по оси полотна (кольшки высотной разбивки). Выноса отвала в сторону не делают. Неменяя положения отвала, планируют грунт средней частью ножа на III передаче. Последние проходы автогрейдера (см. рис. VII.16, г) производят также на III передаче. При этом отвал устанавливают в рабочее положение (угол захвата

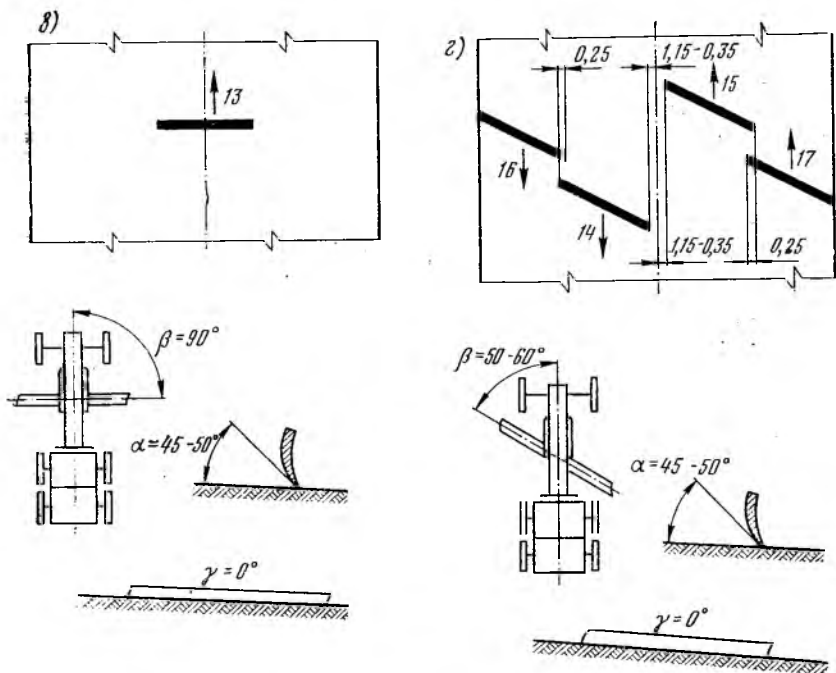


Рис. VII.16. Схемы планировки поверхности земляного полотна автогрейдером и углы установки отвала автогрейдера в рабочее положение: а — при первом цикле (проходы 1—6); б — при втором цикле (проходы 7—12); в — при третьем цикле (проход 13); г — при третьем цикле (проходы 14—17)

50—60°; угол резания 45—50°). Вынос отвала к бровке делают на 80—100 см за линию задних колес.

Наклон ножа делают по уклону заданного поперечного профиля и опускают нож на уровень отметок верха насыпи. Не меняя положения отвала, выполняют окончательную планировку верха насыпи.

Для разворота автогрейдер съезжает с насыпи по съезду и по схеме треугольника делает маневр поворота. Если длина захватки менее 200 м, работают по челночной схеме без разворота отвала с рабочим ходом в одном направлении. В этом случае задний холостой ход следует выполнять на более высокой скорости.

Последовательность планировки автогрейдером откосов земляного полотна и дна и откосов резервов приведена на рис. VII.17. После планировки верха земляного полотна и обочин планируют наружные откосы резервов и в последнюю очередь с целью разравнять срезанный с откосов грунт планируют дно боковых резервов.

Отделочные работы. Отделочные работы осуществляют по мере готовности отдельных участков. Одерновку, как правило, лучше выполнять весной и осенью, но можно выполнять и летом при длительных дождевых периодах или при обеспечении регулярного искусственного полива укрепленных откосов.

В период отделочных работ ликвидируют все временные съезды и въезды. Обочины, как правило, присыпают в процессе устройства дорожной одежды.

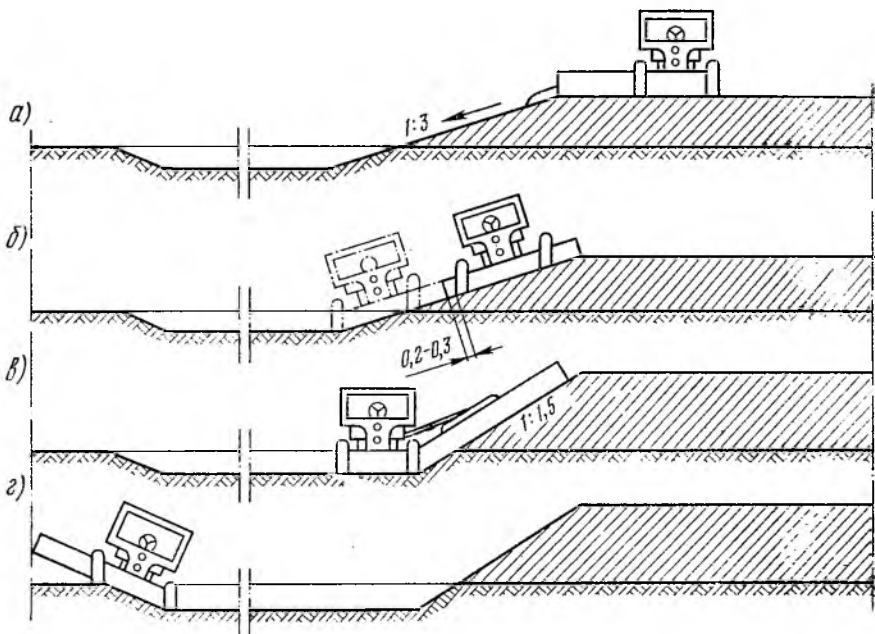


Рис. VII.17. Последовательность планировки земляного полотна и резервов автогрейдером:

а — планировка поверхности земляного полотна; б — планировка откосов земляного полотна крутизной 1:3; в — планировка откосов земляного полотна крутизной 1:1,5; г — планировка внешнего откоса резерва

Технологическая схема возведения насыпи скрепером (табл. VII.16—VII.19)

При разработке грунта скреперами во всех случаях, когда позволяет длина участка, работают по схеме «зигзаг» (рис. VII.18, а). Наиболее рационально применение этой схемы при длине захватки 200 м и более. При сменной захватке менее 200 м работу следует выполнять по схеме «восьмерка» (рис. VII.18, б). По сравнению со схемой по «зигзагу» эта схема снижает производительность скреперов в результате увеличения числа поворотов, происходящих на один рабочий цикл, и некоторого увеличения средней дальности возки.

При длине участка до 100 м работают по схеме «эллипс» (рис. VII.18, в). При наличии двусторонних резервов работу ведут по схеме «спираль» (рис. VII.18, г). Эту схему применяют при ширине насыпи, позволяющей разгружать грунт поперек насыпи, и при разности отметок насыпи и резервов не более 2,5—3 м. На производительность скреперов в значительной степени влияет толщина вырезаемой стружки грунта (табл. VII.20).

При возведении насыпей из боковых резервов большое влияние на производительность скреперов оказывает правильное размещение въездов на насыпь и съездов с нее. Крутизна въездов не должна превышать 200%, а ширина их должна быть не менее 3,5 м. Расстояние между въездами и съездами должно быть от 50 до 100 м. При разности отметок насыпи и резерва до 1 м въезды можно не устраивать. Эффективность скрепера повышается при работе под уклон. В этом случае ковш заполняется быстрее, объем наполнения ковша увеличивается на 15—20% по сравнению с загрузкой на горизонтальном пути.

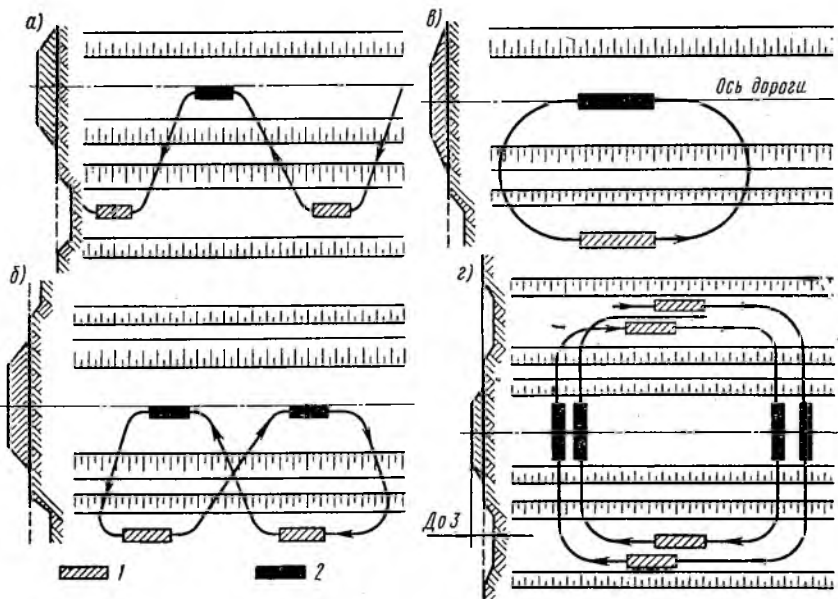


Рис. VII.18. Схемы движения скреперов при разработке грунта и перемещении грунта в насыпь:

а — по «зигзагу»; б — по «восьмерке»; в — по «эллипсу»; г — по «спирали»; 1 — набор грунта; 2 — разгрузка грунта

Таблица VII.16

Технологическая последовательность процессов возведения насыпи при использовании в качестве ведущей машины скрепера ДЗ-20

№ процесса	№ сменной захватки	Источник обоснования норм выработки (ЕНиР)	Описание рабочих процессов и расчет объемов работ	Измеритель	Количество работ на 1 км	Производительность в смену	Требуется машино-смен
1	I	§ 2-1-5, табл. 2	Снятие растительного грунта толщиной 0,1 м бульдозером ДЗ-17 с перемещением его на расстояние до 20 м за пределы резервов. Количество грунта на 1 км: $(21,0 + 18,6 \cdot 2) 0,1 \cdot 1000 = 5820 \text{ м}^2$	м ³	5 820	—	—
				м ²	58 200		
2	I	§ 2-1-1, табл. 2	Рыхление грунта II группы в боковых резервах на глубину до 0,2 м рыхлителем Д-515А на тракторе Т-100	м ³	5 560	7 100	0,8

№ процесса	№ сменной захватки	Источник обоснования норм выработки (ЕНПР)	Описание рабочих процессов и расчет объемов работ	Измеритель	Количество работ на 1 км	Производительность в смену	Требуется машино-смен
3	II	§ 2-1-14А табл. 3	Разработка и перемещение грунта II группы на расстояние до 75 м прицепным скрепером ДЗ-20 из боковых резервов в нижний слой насыпи толщиной 0,25 м. Количество грунта на 1 км $\left(\frac{21,0+19,5}{2} \right) \cdot 0,25 \cdot 1,1 \times$ $\times 1000 = 5560 \text{ м}^3$	»	5 560	480	11,5
4	II	§ 2-1-20, табл. 2	Разравнивание нижнего слоя насыпи бульдозером ДЗ-17 с перемещением 30% грунта на расстояние до 5 м	»	1 670	1 000	1,7
5	III	§ 2-1-22Б, табл. 6	Уплотнение нижнего слоя грунта толщиной 0,25 м в плотном теле в насыпи катком на пневматических шинах ДУ-4 в сцепе с трактором Т-100 при 10 проходах по одному следу	»	5 560	1 150	5,0
6	IV		Процессы 6, 7, 8 и 9 (захватки IV и V) и 10, 11, 12 и 13 (захватки VI и VII) аналогичны процессам 2, 3, 4 и 5. Объем работ для каждого последующего слоя насыпи уменьшается и составляет:				
7	IV		для второго слоя	»	5 160	—	—
8	IV		» третьего »	»	4 740	—	—
9	V				9 000	34 000	0,3
10	VI		Планировка откосов насыпи и боковых резервов автогрейдером ДЗ-31. Количество грунта на 1 км: $0,5 \cdot 2 \cdot 1,5 + 1,25 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 1000 =$ $= 9000 \text{ м}^2$	м ²	9 000	34 000	0,3
11	VI		Планировка верха насыпи и дна резервов автогрейдером ДЗ-31 с приданием дну резервов уклона в сторону от оси дороги. Количество грунта на 1 км: $16,5 + 15,6 \cdot 2 = 47 700 \text{ м}^2$	м ²	47 700	47 700	1,0
12	VI		Покрытие откосов насыпи и дна резервов слоем растительного грунта с помощью бульдозера ДЗ-17 с перемещением грунта на среднее расстояние 10 м	м ³	5 820	1 700	3,4
13	VII						
14	VIII	§ 2-1-26, табл. 2					
15	VIII	§ 2-1-26 табл. 2					
16	IX	§ 2-1-21, табл. 2					

Потребность машино-смен на 1 км: скреперов ДЗ-20 на тракторе Т-100 — 32,0; бульдозеров ДЗ-17 на тракторе Т-100 — 14,5; автогрейдеров ДЗ-31 — 1,3; катков ДУ-4 — 13,4; рыхлителей Д-115А — 2,2; тракторов Т-100 к каткам и рыхлителям — 15,6.

Состав машин в отряде

Машины	Количество машин и коэффициент их загрузки	Стоимость одной машины, тыс. руб.	Стоимость всех машин, тыс. руб.	Стоимость машино-смены, руб.	
				одной машины	всех машин
Бульдозеры ДЗ-17 на тракторе Т-100	3 (1,0)	6	18,0	34	102
Скреперы ДЗ-20 с трактором Т-100	6 (1,0)	4,4+4,8= =9,2	55,2	41	246
Автогрейдер ДЗ-31	1 (0,3)	11,3	11,3	26	26
Катки ДУ-4	3 (0,9)	4,8	14,4	7	21
Рыхлитель Д-515А	1 (0,5)	2,1	2,1	3	3
Тракторы Т-100 к каткам и рыхлителю	4 (0,8)	4,8	19,2	30	120
Итого	—	—	120,2	—	518

Таблица VII.18

Состав бригады рабочих

Рабочие	Количество	Тарифная ставка	Зарботная плата, руб.
Машинисты 6-го разряда	10	6,47	67,40
» 5-го »	3	5,75	17,25
Рабочие 2-го разряда при машинах	1	4,04	4,04
Итого	14	—	85,99

Примечание. В состав бригады дополнительно входят: один рабочий 2-го разряда, занятый разбивочными работами, контролем ровности, а также три рабочих 4-го разряда, занятых на ремонте машин.

Таблица VII.19

Основные технико-экономические показатели

№ п/п	Показатели	Количество
<i>I. Общие данные</i>		
1	Стоимость машин, тыс. руб.	120
2	Производительность отряда: в смену, пог. м	200
	в год (при 250 сменах), км	50
3	Количество рабочих, занятых в смену	18
4	Зарботная плата в смену, руб.	108
5	Прямые затраты в смену, руб. (стоимость эксплуатации машин + зарботная плата рабочих при машинах), руб.	535
<i>II. Показатели на 1 км</i>		
6	Прямые затраты, руб.	2675
7	Зарботная плата рабочих, руб.	540

% п/п	Показатели	Количество
8	Трудовые затраты, чел.-дни	90
9	Накладные расходы [условно-постоянные (10% от прямых затрат) + затраты, зависящие от трудоемкости работ (1,9 руб. на 1 чел.-день) + затраты, зависящие от заработной платы (15%)], руб.	520
10	Плановые накопления (6% от суммы прямых затрат и накладных расходов), руб.	192
11	Сопоставимая себестоимость работ (п. 6+9+10), руб.	3387
12	Удельные капиталовложения в машины (п. 1 : п. 2б), руб.	2440
13	Приведенные сопоставимые затраты (п. 11+0,12·п. 12), руб.	3680

Т а б л и ц а VII.20

Максимально возможная толщина вырезаемой скрепером стружки грунта

Объем ковша скрепера, м³	Мощность трактора, л. с.		Толщина стружки грунта, см			
	тягача	толкача	песка	супеси	суглинка	глины
6	100	80—90	20/30	15/—	12/20	9/14
10	140	100	—/30	20/—	18/25	14/18
15	240	140—180	—/35	25/—	21/30	16/22

Пр и м е ч а н и е. В числителе толщина стружки, вырезаемой без толкача, в знаменателе — с толкачом.

Т а б л и ц а VII.21

Количество толкачей для обслуживания скреперов при зарезании грунта

Дальность перевозки грунта, м	Количество скреперов, обслуживаемых одним толкачом, при емкости ковша скрепера, м³			
	3	4,5—7	8—10	15
200—250	3	4	3	3
300—400	4	4	3	3
400—500	4	4	4	4

При работе в глинистых и пылеватых суглинистых грунтах тягового усилия тягача не хватает. Уменьшать толщину срезаемой стружки нецелесообразно, так как это удлиняет путь набора, увеличивает время цикла. В этих случаях используют тракторы-толкачи с толкающим щитом (табл. VII.21). Буфер толкача должен иметь пружинный амортизатор.

Технологическая схема сооружения земляного полотна экскаватором с перемещением грунта автомобилями-самосвалами (табл. VII.22—VII.25)

До начала разработки грунта в карьере должны быть выполнены работы: по устройству временных землевозных дорог; устройству съездов в забой и выездов из него; обеспечению отвода поверхностных вод от забоя.

Технологическая последовательность процессов возведения насыпей из грунтового карьера при использовании в качестве ведущей машины экскаватора ЭО-4111А с перемещением грунта на среднее расстояние до 2 км автомобилями-самосвалами ЗИЛ-555

№ процессов	№ захватки	Источник обоснования норм выработки (ЕНиР и расчеты)	Технологическая последовательность процессов	Единица измерения	Количество работ на 1 км	Производительность в смену	Потребность машино-смен на 1 км "ч.
1	—	§ 2-1-1, табл. 2	Рыхление грунта II группы на глубину до 0,2 м рыхлителем Д-515А с трактором Т-100	м ³	2 500	7 100	0,4
2	—	§ 2-1-15, табл. 1	Разработка и перемещение за пределы грунтового карьера грунта II группы бульдозером ДЗ-17 в количестве 5% от основного грунта	м ³	2 500	8 900	2,8
3	—	§ 2-1-8А, табл. 3	Разработка грунта II группы экскаватором ЭО-4111А с ковшом емкостью 0,65 м ³ с погрузкой грунта в автомобиль-самосвалы ЗИЛ-555	м ³	50 000	430	116,3
4	I	Расчет (см. табл. VIII.2, п. 10)	Перевозка грунта по грунтовым дорогам на среднее расстояние 2 км автомобилями - самосвалами ЗИЛ-555 с разгрузкой грунта в насыпь. Средняя скорость движения автомобилей-самосвалов — 20 км/ч Средняя плотность грунта — 1,75 т/м ³	м ³	25 000	1 000	25
5	II	§ 2-1-20, табл. 2	Разравнивание каждого слоя грунта в насыпи бульдозером ДЗ-17 слоями толщиной 0,3 м, с перемещением 50% грунта на среднее расстояние 5 м	м ³	2 500	1 000	25
6	II	§ 2-1-22Б, табл. 6	Уплотнение каждого слоя насыпи толщиной до 0,3 м катками ДУ-4, работающими в сцепе с тракторами Т-100, при 10 проходах катка по одному следу	м ³	50 000	1 200	41,7

Потребность машино-смен на 1 км земляного полотна (50 тыс. м³): экскаваторов ЭО-4111А — 116,3; автомобилей-самосвалов ЗИЛ-555 — 1111; бульдозеров ДЗ-17 — 28,2; катков ДУ-4 — 41,2; рыхлителей Д-515А — 0,4; тракторов Т-100 — 42.

Примечание. При изменении объема вскрышных работ, а также дальности перемещения грунта учитывают соответствующее изменение потребного количества рыхлителей, тракторов, бульдозеров, автомобилей-самосвалов.

Состав машин в отряде

Машины	Количество машин и коэффициент их загрузки	Стоимость одной машины, тыс. руб.	Стоимость всех машин, тыс. руб.	Стоимость машино-смены, руб.	
				одной машины	всех машин
Экскаваторы ЭО-4111А	2 (1,0)	12,8	25,6	56	112
Автомобили - самосвалы ЗИЛ-555	20 (1,0)	3,4	68,0	10	200
Бульдозер ДЗ-17 на тракторе Т-100	1 (1,0)	6,0	6,0	30	30
Каток ДУ-4	1 (0,8)	4,8	4,8	6,6	6,6
Рыхлитель Д-515А	1 (0,1)	2,1	2,1	3	3
Трактор Т-100 к катку и рыхлителю	1 (0,9)	4,8	4,8	29	29
Итого	—	—	111,3	—	380,6

Таблица VII.24

Состав бригады рабочих

Рабочие	Количество рабочих	Тарифная ставка, руб.	Заработная плата, рублей в смену
Машинисты 6-го разряда	3	6,47	19,41
» 5-го »	3	5,75	17,25
Водители III класса на ЗИЛ-555	20	5,00	100,00
Рабочие 2-го разряда при машинах	1	4,04	4,04
Итого	27	—	140,70

Примечание. В состав бригады дополнительно входит один рабочий 2-го разряда, занятый разбивочными работами, контролем ровности, и 3 рабочих 4-го разряда, занятых ремонтом машин.

Разработку грунтового карьера экскаватором, оборудованным прямой лопатой, начинают после устройства бульдозером пионерной траншеи, обеспечивающей нормальный набор грунта ковшем. В дальнейшем разработку грунтового карьера (выемки) ведут продольными проходками (рис. VII.19). Для достижения наибольшей производительности экскаватора, оборудованного прямой лопатой, и обеспечения безопасного ведения работ при вывозке грунта автомобилями-самосвалами необходимо соблюдать размеры забоев, приведенные на рис. VII.20 и в табл. VII.26.

Основные технико-экономические показатели

№ п/п	Показатели	Количество
<i>I. Общие показатели</i>		
1	Расчетная стоимость машин, тыс. руб.	111,3
2	Производительность отряда машин: в смену, м ³	860
	в год (при 250 сменах), тыс. м ³	215
3	Количество рабочих, занятых в смену: на машинах	26
	при машинах	1
	на ремонте машин	8
	всего, человек	35
4	Основная заработная плата в смену, руб.	182
5	Прямые затраты в смену, руб.:	
	стоимость эксплуатации машин	380
	заработная плата рабочих при машинах	4
Итого		384
<i>II. Показатели на 1000 м³</i>		
6	Прямые затраты, руб.	444
7	Основная заработная плата рабочих, руб.	212
8	Трудовые затраты, чел.-дни	41
9	Накладные расходы [условно-постоянные (10% от суммы прямых затрат) + затраты, зависящие от трудоемкости работ (1 р. 90 к. на 1 чел.-день) + зависящие от основной заработной платы (15%)], руб.	150
10	Плановые накопления (6% от суммы прямых затрат и накладных расходов), руб.	36
11	Сопоставимая себестоимость работ (п. 6+9+10), руб.	630
12	Удельные капиталовложения в машины (п. 1 : п. 26), руб.	518
13	Приведенные сопоставимые затраты (п. 11+0,12·п. 12), руб.	692

Таблица VII.26

Рекомендуемые размеры забоев

Объем ковша экскаватора, м ³	Расположение транспортных средств							
	в одном уровне			в разных уровнях				
	Расстояние, м, от оси экскаватора до подошвы		Ширина по дну забоя В, м	Расстояние, м, от оси экскаватора до подошвы		Ширина по дну забоя В, м	Радиус разгрузки при наибольшей высоте выгрузки R, м	Наибольшая высота от подошвы забоя до верха борга транспортной машины Н, м
	откоса б	забоя г		откоса б	забоя г			
0,5	4,6	4,8	9,4	2,1	4,8	6,9	6,6	4,1
0,75	5,4	6,3	11,7	2,2	6,3	8,5	7,4	4,8
1,00	5,8	6,4	12,2	2,4	6,4	8,8	7,8	5,0
2,00	7,0	7,4	14,4	4,9	7,4	12,3	10,2	5,5

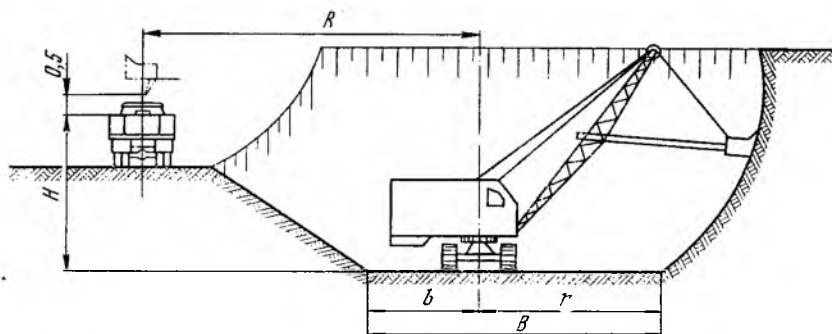


Рис. VII.19. Поперечное сечение экскаваторного забоя при разработке выемок и грунтовых карьеров продольными проходками

Таблица VII.27

Максимальная глубина грунтового забоя при разработке экскаватором с оборудованием драглайн

Объем ковша, м ³	Длина стрелы, м	Глубина забоя, м, при проходе	
		боковым	торцевом
0,4	10,5	4,5—5,5	7—7,5
0,8	10	4,4—5,4	7—7,5
4	13	5,4—5,9	9—10
1,0	12,5	4,5—5,5	7,5
	15	5,5—6,5	9,5
1,5	12,5	5—6	7,5—9,5

При разработке грунтов экскаваторами с оборудованием драглайн наибольшей производительности достигают при угле наклона стрелы к горизонту в 30—45° и глубине забоя, указанной в табл. VII.27.

Максимальный угол поворота стрелы изменяют в пределах 70—180°, если транспортные средства расположены в одном уровне с экскаватором, оборудованным ковшом драглайн.

Для обеспечения производительной и бесперебойной работы транспортных средств подъездные пути прокладывают по кратчайшему расстоянию и содержат в образцовом состоянии.

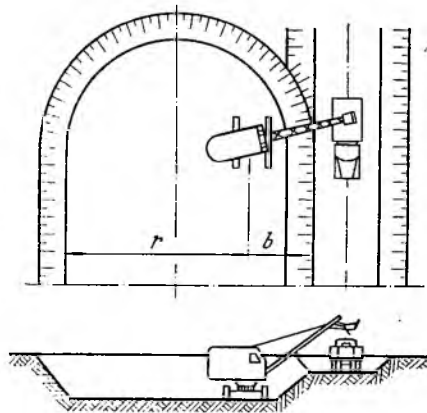


Рис. VII.20. Схема разработки выемки продольными проходками экскаватора, оборудованного прямой лопатой

Послойную отсыпку грунта транспортными средствами ведут на полную ширину слоя, начиная с его краев.

Движение транспортных средств, занятых на вывозке грунта, регулируют по всей ширине отсыпаемого слоя насыпи для обеспечения равномерного его уплотнения.

Для улучшения условий передвижения транспортных средств и обеспечения скорости их движения не менее 30—35 км/ч, слой насыпи систематически планируют.

Увеличения выработки экскаватора достигают увеличением числа циклов в минуту при сокращении среднего угла поворота и совмещением отдельных операций, повышением коэффициента наполнения ковша.

Увеличение выработки экскаватора зависит также от использования сменных ковшей и вида грунта: в рыхлых, сыпучих грунтах пригодны ковши увеличенной емкости.

При выборе транспортных средств для экскаваторных работ соотношение объемов ковша экскаватора и кузова автомобиля должно быть:

$$q_c = (5 \div 7) q_a \gamma,$$

где q_c — грузоподъемность автомобиля-самосвала, т; q_a — объем грунта в ковше экскаватора, м³; γ — плотность грунта, т/м³.

При таком соотношении исключается простой экскаватора и автомобилей-самосвалов.

Глава VIII

СТРОИТЕЛЬСТВО ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

§ VIII.1. Основные положения

В данной главе приведены типовые технологические схемы комплексной механизации на устройство основных типов дорожных оснований и покрытий, на основе которых можно составить аналогичные схемы в зависимости от конкретных условий строительства с учетом продолжительности строительного сезона (табл. VIII.1).

В технологических схемах приняты: ширина основания дорожных одежд — 8 м; ширина покрытий — 7,5 м; толщина дополнительного слоя основания — 20 см, основания — 16 см, покрытий нежесткого типа — 8 см, цементобетонного покрытия — 20 см.

В каждой из приведенных типовых технологических схем даны рекомендации по технологии производства работ, требования, предъявляемые к дорожно-строительным материалам, к качеству строительства, а также рекомендации по продлению сроков строительного сезона и по устройству оснований и покрытий в зимнее время года.

Во всех схемах нормы выработки машин взяты из соответствующих параграфов Единых норм и расценок (ЕНиР) или из Технических норм и расценок (ТНиР) Минтрансстроя, а при отсутствии норм производительность рассчитана по формулам (табл. VIII.2).

Строительство конструктивных слоев дорожных одежд необходимо выполнять в соответствии с требованиями СНиП III-Д.5-73.

При организации строительства дорожных одежд особое внимание обращают на разбивочные работы, строгое соблюдение которых дает возможность значительно улучшить качество выполнения работ дорожными машинами.

Продолжительность строительного сезона при производстве

Дорожно-климатическая зона и ее часть	Строительство дорожных оснований и покрытий переходного и простейшего типов					Строительство асфальтобетонных покрытий				
	Дата начала работ	Дата окончания работ	Календарная продолжительность сезона	Количество нерабочих дней по метеорологическим условиям	Количество календарных дней возможной работы в сезоне	Дата начала работ	Дата окончания работ	Календарная продолжительность сезона	Количество рабочих дней по метеорологическим условиям	Количество календарных дней возможной работы в сезоне
<i>Европейская</i>										
I	10. VI	20. IX	103	10	92	10. VI	15. VIII	67	7	60
II, северная	15. V	10. X	149	12	137	15. V	5. IX	114	15	99
II, южная	27. IV	20. X	177	15	162	27. IV	14. IX	141	22	119
III	23. IV	26. X	187	11	176	23. IV	21. IX	152	20	132
IV	10. IV	5. XI	210	6	204	10. IV	2. X	176	13	163
V	5. IV	10. XI	220	5	215	5. IV	7. X	186	11	175
Горы и предгорья Черноморское побережье	1. IV	20. IX	234	14	220	1. IV	25. X	208	22	186
	2. III	20. XII	294	26	268	2. III	10. XI	254	30	224
<i>Западная</i>										
II, северная	1. V	25. IX	117	14	103	1. VI	31. VIII	92	11	81
III	1. V	10. X	163	7	156	1. V	11. IX	134	18	116
IV	1. V	12. X	165	4	161	1. V	21. IX	144	11	133
Горы и предгорья	10. V	1. X	145	11	134	10. V	10. IX	124	18	106
<i>Восточная</i>										
I, южная	25. V	23. IX	122	6	116	25. V	1. IX	100	11	89
II, северная	30. V	27. IX	121	17	104	30. V	4. IX	98	14	84
III	12. V	5. X	147	3	144	12. V	19. IX	131	13	118
IV	5. V	10. X	159	4	155	5. V	16. IX	135	13	122
Горы и предгорья	8. V	5. X	151	7	144	8. V	8. IX	124	13	111
<i>Дальний</i>										
I	15. V	30. IX	140	17	123	15. V	8. IX	117	21	90
II, южная	25. IV	15. X	174	22	152	25. IV	21. IX	141	24	117

2. III	20. XI	294	26	268	2. III	31. X	244	30	214
<i>Судьбы</i>									
1. VI	23. IX	115	13	102	1. VI	21. VIII	82	11	71
1. V	2. X	155	7	148	1. V	1. IX	124	18	106
1. V	9. X	162	4	158	1. V	11. IX	134	11	123
10. V	30. IX	144	10	134	10. V	31. VIII	124	18	106
<i>Судьбы</i>									
25. V	19. IX	118	5	113	25. V	22. VIII	90	11	79
30. V	12. IX	115	116	99	30. V	25. VIII	88	14	74
12. V	29. IX	141	3	138	12. V	9. IX	121	13	108
5. V	5. X	154	4	150	5. V	6. IX	125	13	112
8. V	29. IX	145	7	138	8. V	29. VIII	114	13	10
<i>Восток</i>									
15. V	26. IX	135	16	119	15. V	29. VIII	107	21	86
25. IV	7. X	166	23	143	25. IV	11. IX	140	28	112

Таблица VIII.1

работ по строительству дорожных одежд

Строительство цементно-бетонных покрытий						Строительство усовершенствованных обле- ченных покрытий													
Дата начала работ			Дата окончания работ			Дата начала работ			Дата окончания работ										
Календарная продолжи- тельность сезона			Количество нерабочих дней по метеорологиче- ским условиям			Календарная продолжи- тельность сезона			Количество нерабочих дней по метеорологиче- ским условиям										
Количество календарных дней возможной работы в сезоне			Количество календарных дней возможной работы в сезоне			Количество календарных дней возможной работы в сезоне			Количество календарных дней возможной работы в сезоне										
10. VI 15. V	19. IX 29. IX	102 138	9 12	93 126	10. VI 15. V	5. VII 25. VII	57 104	7 15	50 89	23. IV 10. IV 5. IV 1. IV	14. X 20. X 24. X 11. XI	175 194 203 225	9 5 9 13	166 189 199 212	23. IV 10. IV 5. IV 1. IV	11. IX 22. IX 27. IX 15. X	142 166 176 198	20 13 11 22	122 153 165 176
27. IV	9. X	166	15	151	27. IV	14. IX	131	22	109										

часть СССР

**Формулы для расчета производительности
дорожно-строительных машин**

№ п/п	Машина	Формула	Принятые обозначения	Значения параметров
1	Автоцементовоз ТЦ-3 (С-853): при работе со смесительной установкой Д-370 или ДС-50 (Д-709)	$П = \frac{T \cdot K_n \cdot q}{\frac{2l}{v} + t_1 + t_2 + t_3}$ (т/смену)	T — продолжительность смены, ч; K_n — коэффициент внутрисменного использования; q — грузоподъемность цементовоза, т; l — дальность возки, км; v — средняя скорость движения, км/ч; t_1 — продолжительность загрузки битума или битумной эмульсии, ч; t_2 — продолжительность подготовки к перегрузке, ч; t_3 — продолжительность перегрузки в бункер смесителя, ч	$T=8,2$ ч; $K_n=0,85$; $q=7$ т; $v=20$ км/ч; $t_1=0,19$ ч; $t_2=0,10$ ч; $t_3=0,14$ ч
	при работе с грунтосмесителем ДС-16 (Д-391)	$П = \frac{T \cdot K_n \cdot q}{\frac{2l}{v} + t_1 + t_2 + t_p}$ (т/смену)	t_p — продолжительность распределения цемента из цементовоза при работе грунтосмесителя, ч	t_p зависит от дозировки цемента
	при работе с распределителем цемента ДС-9 (Д-343Б)	$П = \frac{T \cdot K_n \cdot q}{\frac{2l}{v} + t_1 + t_2 + t_n + t_0}$ (т/смену)	t_n — продолжительность перегрузки в бункер распределителя, ч t_0 — продолжительность ожидания при введении цемента в грунт распределителем ДС-9, ч	$t_n=0,14$ ч; t_0 зависит от дозировки цемента
2	Автобитумовоз ДС-41 (Д-642): при работе со смесительной установкой ДС-50 (Д-709)	$П = \frac{T \cdot K_n \cdot q}{\frac{2l}{v} + t_1 + t_2 + t_3}$ (т/смену)	t_1 — продолжительность загрузки, ч; t_2 — продолжительность подготовки к перекачиванию, ч; t_3 — продолжительность перекачивания, ч	$T=8,2$ ч; $K_n=0,8$; $q=7$ т; $v=20$ км/ч; $t_1=0,4$ ч; $t_2=0,1$ ч; $t_3=0,4$ ч
	при работе с дорожной фрезой ДС-18 (Д-530)	$П = \frac{T \cdot K_n \cdot q}{\frac{2l}{v} + t_1 + t_2 + t_p}$ (т/смену)	t_p — продолжительности распределения битума при работе фрезы, ч	t_p зависит от дозировки вяжущего

№ п/п	Машина	Формула	Принятые обозначения	Значения параметров
	при работе с грунтосмесителем ДС-16 (Д-391)	$\Pi = \frac{T \cdot K_{и} q}{\frac{2l}{v} + t_1 + t_2 + t_{и} + t_0}$ (т/смену)	$t_{и}$ — продолжительность перегрузки, ч; t_0 — продолжительность ожидания при зведении битума или битумной эмульсии в грунт, ч	$t_{и} = 0,4$ t_0 зависит от дозировки вяжущего
3	Поливо-моечная машина ПМ-130: при розливе в грунт	$\Pi = \frac{T \cdot K_{и} q}{\frac{2l}{v} + t_1 + t_2}$ (тыс. л/смену)	t_1 — продолжительность загрузки, ч; t_2 — продолжительность розлива, ч;	$T = 8,2$ ч; $K_{и} = 0,85$; $q = 4$ т; $v = 20$ км/ч; $t_1 = 0,12$ ч; $t_2 = 0,2$ ч
	при работе со смесителем ДС-50 (Д-709) или ДС-16 (Д-391)	$\Pi = \frac{T \cdot K_{и} \cdot q}{\frac{2l}{v} + t_1 + t_c}$ (тыс. л/смену)	t_c — продолжительность слива в бак смесителя, ч	$t_c = 0,27$ ч
	при работе с дорожной фрезой ДС-18 (Д-530)	$\Pi = \frac{T \cdot K_{и} \cdot q}{\frac{2l}{v} + t_1 + t_{ш} + t_p}$ (тыс. л/смену)	$t_{ш}$ — продолжительность присоединения и отсоединения шлангов, ч; t_p — продолжительность розлива воды при работе фрезы, ч	$t_{ш} = 0,15$ ч; t_p зависит от дозировки воды
4	Автогудронатор ДС-39 (Д-640)	$\Pi = \frac{T \cdot K_{и} q}{\frac{2l}{v} + t_1 + t_2 + t_p}$ (тыс. л/смену)	t_1 — время на маневрирование, ч; t_2 — продолжительность загрузки, ч; t_p — продолжительность розлива, ч	$T = 8,2$ ч; $K_{и} = 0,8$; $q = 3,5$ т; $v = 20$ км/ч; $t_1 = 0,13$ ч; $t_2 = 0,30$ ч; $t_p = 0,32$ ч
5	Распределитель цемента ДС-9 (Д-343Б)	$\Pi = \frac{T \cdot K_{и} q}{\frac{a}{v} + t}$ (т/смену)	q — емкость бункера, т; a — длина участка при распределении полного бункера, км; v — рабочая скорость распределителя, км/ч; t — продолжительность загрузки бункера из цементовоза, ч	$T = 8,2$ ч; $K_{и} = 0,8$; $q = 4$ т; t зависит от дозировки цемента; $v = 0,68$ км/ч; $t = 0,14$ ч
6	Смеситель ДС-50 (Д-709) или Д-370	$\Pi = TPK_{и}$ (т/смену)	P — средняя производительность смесителя, т/ч	$T = 8,2$ ч; $K_{и} = 0,8$; $P = 100$ т/ч; (ДС-50)

№ п/п	Машина	Формула	Принятые обозначения	Значения параметров
				$P=50$ т/ч (Д-370)
7	Самоходный универсальный распределитель ДС-54 (Д-724)	$P = TK_n h b v$ (м ³ /смену)	h — толщина рас- пределяемого слоя, м; b — ширина распе- деляемого слоя, м; v — рабочая скорость, м/мин	$T=8,2$ ч; $K=0,8$; $v=2,38$ м/ч (при $h=0,01$ — $0,09$ м) $v=1,9$ м/мин ($h=0,1$ — $0,15$ м)
8	Вибрационный прицепной каток ДУ-14 (Д-480)	$P = \frac{TK_n 1000(B-b)hv}{m}$ (м ³ /смену)	B — ширина полосы уплотнения, м; b — ширина перекрытия смежных полос уплот- нения, м; h — толщи- на слоя уплотнения, м; m — количество проходов по одному следу	$T=8,2$ ч; $K_n=0,85$; $B=1,4$ м; $b=0,1$ м; $h=0,6$ м
9	Самоходный каток на пневматических шинах ДУ-31 (Д-627)	$P = \frac{TK_n l \cdot b}{m \cdot \left[\frac{n_1}{av_1} + \frac{n_2}{av_2} + \frac{n_3}{av_3} \right] \times l + nt}$ (м ² /смену)	l — длина участка, м; b — ширина участ- ка, м; n_1, n_2, n_3 — ко- личество проходов по одному следу при раз- ных скоростях укатки (соответственно $v_1, v_2,$ v_3); a — снижение ско- рости при буксовании; n — общее количество проходов по одному следу; t — время пере- ключения передач, ч; m — число проходов по ширине участка	$T=8,2$ ч; $K_n=0,8$; $a=0,8$; $t=0,001$ ч
10	Автомобиль-самосвал ЗИЛ-555. МАЗ-503Б	$P = \frac{T \cdot K_n q}{\frac{2l}{v} + t}$ (т/смену)	q — грузоподъем- ность автомобиля, т; t — время простоя под погрузкой и разгруз- кой, ч	$T=8,2$ ч; $K_n=0,85$; $q=4,5$ т; (ЗИЛ-555); $q=7$ т; (МАЗ-503Б) $v=20$ км/ч $t=0,2$ ч
11	Механическая щетка Д-154 в сцепе с автомобилем	$P = \frac{TK_n}{\left(\frac{2l}{v} + t \right) n}$ (м ² /смену)	t — время на пово- роты в концах участ- ка, ч; n — количество проходов	$T=8,2$ ч; $K_n=0,85$; $v=8$ км/ч; $t=0,05$ ч

§ VIII.2. Устройство песчаных, гравийных и щебеночных оснований

Песчаные основания (табл. VIII.3—VIII.5). Песок, применяемый для оснований дорожных одежд, должен удовлетворять требованиям ГОСТ 8736—67 и СНиП I-Д.2-70.

При расчете количества песка, необходимого для устройства основания, учитывают величину осадки при уплотнении (табл. VIII.6).

К месту укладки песок транспортируют автомобилями-самосвалами, думп-карами, тракторными тележками, скреперами и другими транспортными средствами.

Для уплотнения песка применяют катки на пневматических шинах, виброкатки и гладкие моторные катки. Песок при уплотнении обязательно должен быть увлажнен. Расход воды принимают с учетом естественной влажности песка в количестве 3—4 л на 1 м² основания. Если при работе катков образуются колеи и песок выдавливается из-под катка или колес, то уменьшают вес катка или уменьшают давление в шинах.

Первоначально скорость движения катков устанавливают до 2 км/ч, а при последующем уплотнении — до 4—6 км/ч. Перекрытия предыдущих проходов катка должно быть не менее чем на 20 см.

Основания из ракушки. При отсутствии песка в отдельных случаях возможно применение ракушки морского или речного происхождения. Средняя плотность ракушки обычно составляет 0,90—1,30 г/см³, содержание зерен крупнее 5 мм — 10—25% по массе. Содержание пылеватых и глинистых частиц обычно ничтожно. При использовании ракушки следует учитывать ее большую уплотняемость и возможность размельчения. Поэтому уплотнять слои из ракушки следует обязательно с поливкой водой, начинать укатку необходимо легкими катками, постепенно увеличивая нагрузку.

Песчано-гравийные и гравийные основания. При устройстве слоев оснований из песчано-гравийных смесей применяют естественные или искусственно приготвенные смеси. Состав смеси выбирают в зависимости от толщины оснований и крупности имеющегося карьерного материала.

Оптимальная смесь может быть составлена из материалов нескольких карьеров или путем добавления недостающих фракций в имеющийся песчано-гравийный материал.

Наибольшая крупность зерен гравия не должна превышать $\frac{1}{3}$ толщины отсыпаемого слоя. При строительстве основания в два слоя в нижний слой следует укладывать более крупный материал, а в верхний — более мелкий.

Для устройства гравийных оснований применяют гравийные материалы, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 8268—74 и СНиП I-Д.2-70. Оптимальную гравийную смесь приготавливают в карьере, вывозят автомобилями-самосвалами к месту производства работ и распределяют слоем заданной толщины с учетом значения коэффициента запаса на уплотнение (см. табл. VIII.6).

При использовании материалов из разных карьеров каждый материал можно распределять послойно непосредственно на дороге и затем перемешивать автогрейдером или другими машинами. Укатку производят от краев уложенного слоя к середине с перекрытием предыдущих полос на 30—40 см за 10—25 проходов катка типа ДУ-29 (Д-624) по одному следу. Необходимое количество проходов устанавливают пробной укаткой.

Скорость движения катка в начале укатки не должна превышать 1,5—2 км/ч, а затем может достигать 6 км/ч.

В процессе уплотнения гравийный материал увлажняют (6—12 л/м²).

Щебеночные основания (табл. VIII.7—VIII.9). Для устройства оснований применяют щебень, отвечающий требованиям ГОСТ 8267—75 и СНиП I-Д.2-70). При расчете количества материала учитывают величину осадки (см. табл. VIII.6).

Для устройства оснований применяют щебень размером 40—70 и 70—120 мм, для расклинивания — размером 5—10, 10—20 и 20—40 мм. Для устройства верхних слоев оснований применяют щебень размером 40—70 мм. Наибольший размер зерен должен быть не более $\frac{1}{3}$ толщины слоя основания.

Щебень для устройства слоя основания вывозят автомобилями-самосвалами ЗИЛ-555 или МАЗ-205 и распределяют самоходными распределителями ДС-54 (Д-724), ДС-8 (Д-337) или автогрейдером.

Технологическая последовательность процессов устройства дополнительного слоя основания из песка автогрейдером ДЗ-31 (ДЗ-557)

№ процесса	№ захватки	Источник обоснования норм выработки	Описание рабочих процессов и расчет объемов работ	Единица измерения	Количество работ на 1 км	Производительность в смену	Потребность машино-смен
1	В карьер	ЕНиР, § 2-1-86 табл. 4	Разработка в карьере песка экскаватором ЭО-4111А (Э-652) с ковшом емкостью 0,8 м ³ с погрузкой песка в автомобили-самосвалы ЗИЛ-555. Потребность песка на 1 км: $1000 \cdot 8,0 \cdot 0,220 \cdot 1,13 \times 1,03 = 1860 \text{ м}^3$	м ³	1860	600	3,1
2	I	Расчет (см. табл. VIII. 2, п. 10)	Подвозка песка на расстоянии 10 км автомобилями-самосвалами ЗИЛ-555 с выгрузкой его на земляное полотно	■	1860	17,4	107,0
3	II	ЕНиР, § 17-1, табл. 2	Разравнивание песка по всей ширине основания автогрейдером ДЗ-31 (Д-557)	м ²	8000	5500	1,5
4	II	Расчет (см. табл. VIII. 2, п. 3), ЕНиР, § 17-20	Подвозка воды на расстоянии 5 км поливочной машиной ПМ-130 с разливом по поверхности песчаного слоя до достижения оптимальной влажности из расчета 4% воды от массы песка. Потребность воды на 1 км — 130 т	т	130	45	2,9
5	II	Расчет (см. табл. VIII.2, п. 9), ЕНиР, § 2-1-22 (ТНиР § Т 1-7)	Уплотнение песчаного слоя катком ДУ-31 (Д-627) за 12 проходов по одному следу; первые два прохода на I передаче; семь проходов на II передаче и последние три — на III передаче	м ²	8000	5700	1,4
6	II	ЕНиР, § 2-1-26, табл. 3	Планировка поверхности основания автогрейдером ДЗ-31 (Д-557)	■	8000	6500—	1,2

Потребность машино-смен на 1 км: экскаваторов ЭО-4111 — 3,1; автомобилей самосвалов ЗИЛ-555 — 107,0; автогрейдеров ДЗ-31 (Д-557) — 2,7; поливочных машин ПМ-130 — 2,9; катков на пневматических шинах ДУ-31 (Д-627) — 1,4.

Таблица VIII.4

Состав машин в отряде

Машины	Количество машин и коэффициент их загрузки	Стоимость машины, тыс. руб.	Стоимость всех машин, тыс. руб.	Стоимость машино-смены, руб.	
				одной машины	всех машин
Экскаватор ЭО-4111	1 (1,0)	12,8	12,8	46	46
Автомобили-самосвалы ЗИЛ-555	20 (1,0)	3,4	68,0	18	360
Автогрейдер ДЗ-31	1 (0,2)	11,3	11,3	24	24
Поливо-моечная машина ПМ-130	1 (0,9)	6,3	6,3	21	21
Пневмокаток ДУ-31	1 (0,7)	21,3	21,3	44,5	44,5
Итого	—	—	119,7	—	495,5

Таблица VIII.5

Состав бригады рабочих

Рабочие	Количество	Тарифная ставка, руб.	Заработная плата в смену, руб.
Машинисты 6-го разряда	2	6,47	12,94
» 5-го »	2	5,75	11,50
Водители III класса на ЗИЛ-555	20	5,00	100,00
» III » » ПМ-130	1	5,00	5,00
Рабочие 2-го разряда при машинах	3	4,04	12,12
Итого	28	—	141,56

Таблица VIII.6

Коэффициент запаса на уплотнение дорожно-строительных материалов

Материалы	Коэффициент запаса на уплотнение
Суглинистый и супесчаный грунты	1,10—1,15
Песчаные грунты	1,10—1,15
Песчано-гравийная смесь	1,25—1,30
Сортовой щебень и гравий	1,25—1,30
Доменный шлаковый щебень	1,40—1,50
Щебеночная и гравийная смесь, обработанные органическими вяжущими	1,35—1,40

Технологическая последовательность процессов
устройства щебеночного основания
самоходным распределителем ДС-54 (Д-724)

№ процесса	№ захватки	Источник обоснования норм выработки	Описание рабочих процессов и расчет объемов работ	Единица измерения	Количество работ на 1 км	Производительность в смену	Потребность машино-смен
1	В карьере	ЕНиР § 2-1-86, табл. 4	Погрузка щебня размером 40—70 мм экскаватором ЭО-4111 (Э-652) с ковшом емкостью 0,8 м ³ в автомобили-самосвалы ЗИЛ-555. Потребность щебня на 1 км: 1000·8,0·0,16·1,3·1,03	м ³	1710	600	2,9
2	I	Расчет (см. табл. VIII. 2, п. 10)	Подвозка щебня на расстояние 10 км автомобилями-самосвалами ЗИЛ-555 с выгрузкой его в бункер распределителя ДС-54 (Д-724). Количество щебня для распределения на ширину 7 м—1500 м ³	·	1500	16,3	92,0
3	I	ЕНиР, § 17-2; расчет (см. табл. VIII. 2, п. 7)	Распределение щебня самоходным распределителем ДС-54 (Д-724) по ширине основания двумя проходами на общую ширину 7,5 м	·	1500	340	4,4
4	II	Расчет (см. табл. VIII. 2, п. 10)	Подвозка щебня на расстояние 10 км автомобилями-самосвалами ЗИЛ-555 с выгрузкой на проезжую часть	·	210	16,3	13,0
5	II	ЕНиР, § 17-1, табл. 2	Количество щебня для распределения на ширину 1 м—210 м ³	·	1000	5300	0,2
6	II	ЕНиР, § 17—26	Разравнивание щебня автогрейдером ДЗ-31 (Д-557) на ширину 1 м	·	8000	390	20,5
7	III	Расчет (см. табл. VIII, 2, п. 3); ЕНиР, § 17-20	Окончательная планировка и отделка основания вручную, проверка профиля по шаблону Подвозка воды поливомоечной машиной ПМ-130 на расстояние 5 км с розливом ее по поверхности щебеночного основания из расчета 6% от массы щебня. Потребность воды на 1 км: 1710·1,6·0,06=164 т	т	164	45	3,6

№ процесса	№ захватки	Источник обоснования норм выработки	Описание рабочих процессов и расчет объемов работ	Единица измерения	Количество работ на 1 км	Производительность в смену	Потребность машино-смен
8	III	ЕНиР, § 17-11	Уплотнение щебня катком ДУ-11А (Д-469А) за 15 проходов по одному следу и катком ДУ-9А (Д-400) за 12 проходов по одному следу	м ²	8000 8000	1000 1420	8,0 5,6
9	В карьере	ЕНиР, § 2-1-7, табл. 4	Погрузка экскаватором ЭО-4111 (Э-652) с ковшом емкостью 0,8 м ³ щебня размером 5—20 мм для расклиновки в автомобили-самосвалы ЗИЛ-555. Потребность на 1 км: из расчета 2 м ³ на 100 м ² поверхности основания — 160 м ³	м ³	160	600	0,3
10	IV	Расчет (табл. VIII. 2, п. 10)	Подвозка щебня на расстояние 10 км автомобилями-самосвалами ЗИЛ-555 с выгрузкой на основание	м ³	160	21,8	7,3
11	IV	ЕНиР, § 17-1, табл. 2.	Разравнивание щебня автогрейдером ДЗ-31 (Д-557)	м ²	8000	3500	2,3
12	IV	Расчет (см. табл. VIII. 2, п. 3); ЕНиР, § 17-20	Подвозка воды поливочной машиной ПМ-130 на расстояние 5 км с разливом ее по поверхности основания из расчета 2% от массы щебня. Потребность воды на 1 км — 55 т	т	55	45	1,2
13	IV	ЕНиР, §17-11	Уплотнение слоя катками ДУ-9А (Д-400) за 10 проходов по одному следу	м ²	8000	1500	5,3

Потребность машино-смен на 1 км: экскаваторов ЭО-4111 — 3,2, автомобилей-самосвалов ЗИЛ-555 — 105,0; самоходных распределителей ДС-54 — 4,4; автогрейдеров ДЗ-31 — 2,5; поливочных машин ПМ-130 — 4,8; самоходных катков ДУ-11А — 8,0; самоходных катков ДУ-9А — 10,9.

После распределения щебня на проезжей части двумя полосами шириной 3,5 или 3,75 м на I передаче (0,15 км/ч) распределителя исправляют края уложенного слоя, заполняют щебнем пространство между полосами и между обочинной и кромкой основания, выравнивают сопряжения полос, убирают лишнюю щебень и заполняют пустоты. После этого проверяют поперечный профиль по шаблону, а ровность поверхности в продольном направлении — трехметровой рейкой. Обнаруженные дефекты исправляют.

Распределение щебня между полосами (при необходимости) производят автогрейдером на II передаче (3,9 км/м). Во избежание загрязнения рассыпанный щебень должен быть уплотнен в течение суток. Уплотнение щебеночного основания выполняют в три этапа.

Состав машин в отряде

Машины	Количество машин и коэффициент их загрузки	Стоимость одной машины, тыс. руб.	Стоимость всех машин, тыс. руб.	Стоимость машино-смены, руб.	
				одной машины	всех машин
Экскаватор ЭО-4111	1 (0,7)	12,8	12,8	45	45
Автомобили-самосвалы ЗИЛ-555	20 (1,0)	3,4	68,0	18	360
Самоходный распределитель ДС-54	1 (0,9)	10,6	10,6	32	32
Автогрейдер ДЗ-31	1 (0,5)	11,3	11,3	24	24
Поливо-моечная машина ПМ-130	1 (0,9)	6,3	6,3	20	20
Самоходный каток ДУ-11А	2 (0,9)	3,5	7,0	21	42
Самоходный каток ДУ-9А	2 (1,0)	4,6	9,2	18	36
Итого	—		124,6	—	559

Таблица VIII.9

Состав бригады рабочих

Рабочие	Количество	Тарифная ставка, руб.	Заработная плата в смену, руб.
Машинисты 6-го разряда	2	6,47	12,94
» 5-го »	7	5,75	40,25
Водители III класса на ЗИЛ-555	20	5,00	100,00
» III » » ПМ-130	1	5,00	5,00
Рабочие при машинах:			
3-го разряда	1	4,55	4,55
2-го »	4	4,04	16,16
Итого	36	—	178,90

Первый этап — обжимка россыпи, обеспечивающая устойчивое положение щебня в слое. Признаками окончания укатки в этот период являются: прекращение волны перед катком массой 5—7 т и отсутствие осадки щебня, заметной на глаз.

На втором этапе достигают необходимой жесткости слоя. На третьем этапе должно быть достигнуто образование плотной коры в верхней части слоя при расклинивании поверхности мелким щебнем. Признаками окончания уплотнения во втором и третьем этапах служат отсутствие подвижности щебня, прекращение образования волн перед катками, отсутствие следа от прохода катка массой 12—15 т. Щебень, положенный на поверхность уплотненного слоя, должен раздавливаться катком.

На каждом этапе для уплотнения щебня применяют катки с характеристиками, приведенными в табл. VIII.10.

Характеристики катков для уплотнения щебня

Щебень	Характеристика катков, применяемых на этапах уплотнения					
	первом		втором		третьем	
	Масса катка, т	Давление	Масса катка, т	Давление	Масса катка, т	Давление
1-го и 2-го классов из изверженных и 1-го класса из метаморфических пород	6	30—40	10—12	65—75	10—18	65—80
	10—16	4—5	16—35	5—6	16—35	6—7
3-го класса из изверженных, 2-го класса из метаморфических и 1—2-го классов из осадочных пород	6	30—40	10—12	45—70	10—12	60—75
	10—16	4—5	16—35	5—6	16—35	6—7
3-го класса из осадочных и метаморфических горных пород	3—5	20—30	6—10	40—45	6—10	45—70
	10	3—4	10—16	4—5	10—16	4—6
4-го класса из осадочных и метаморфических горных пород	3—5	20—30	6—8	30—40	6—8	30—40
	10	3—4	10—16	4—5	10—16	4—5

Примечания. 1. Масса катков указана: в числителе с металлическими вальцами, в знаменателе — катков на пневматических шинах. 2. Давление указано: в числителе линейное давление катка с металлическими пальцами, кг/см; в знаменателе — давление воздуха в шинах пневмокатка, кг/см². 3. Приведенные в таблице характеристики предусматривают применение катков с балластом (большие значения) и без него.

Уплотнение щебня производят самоходными катками с гладкими вальцами массой 5—7 т типа ДУ-11А (Д-469А) и массой 10—12 т типа ДУ-9А (Д-400А) или ДУ-42А (Д-549А). Находят применение и самоходные катки на пневматических шинах.

Укатку щебня начинают от обочины к оси дороги с перекрытием предыдущей прикатанной полосы на $\frac{1}{3}$ ширины вальца. Первые проходы делают со скоростью 1,5—2 км/ч, в конце укатки скорость катка повышают до максимальной, при которой не наблюдается перегрузки двигателя. Количество проходов по одному следу по каждой полосе равно трем-четырем и по мере приближения к оси дороги уменьшается до одного. Достигнув оси дороги, каток возвращается к обочине и повторяет уплотнение в том же порядке.

В случае работы одного катка важно, чтобы в первую очередь были уплотнены края слоя.

Для уплотнения щебня необходимо 10—35 проходов катка по одному следу (меньшее количество — для щебня слабых пород). Окончательное число проходов устанавливают пробной укаткой.

Поливку щебня поливо-мочной машиной ПМ-130 (или КПМ-64, ПМ-10) начинают после первых трех проходов катка и производят ее периодически непосредственно перед укаткой. Норма розлива воды 15—25 л/м² (большие величины для жаркого времени года и щебня слабых пород). Признаком достаточного увлажнения служит влажное состояние нижних граней щебня, лежащих на поверхности основания.

В случае переувлажнения или продолжительных дождей укатку щебня временно прекращают.

Мелкий щебень для расклинивания распределяют на всю ширину проезжей части автогрейдером или навесным распределителем ДС-7 (Д-336), оборудован-

ным на автомобиле ЗИЛ-555. Рассыпанный мелкий щебень дополнительно разметают щетками, смонтированными на автомобиле, или вручную, заполняя пустоты между щебенками верхнего слоя; отдельные дефектные места исправляют вручную.

Мелкий щебень уплотняют от краев к середине тяжелым катком типа ДУ-9А (Д-400) за 10—15 проходов по одному следу при скорости движения катка 5,5 км/ч.

Увлажняют щебень непосредственно перед уплотнением (10—12 л/м²). Обра-зующиеся на поверхности отдельные окатанные щебенки удаляют.

После распределения и уплотнения первой россыпи мелкого щебня распределяют каменную мелочь размером 5—10 мм и уплотняют за четыре—пять проходов катка по одному следу с поливкой водой.

После окончания укатки каменной мелочи на поверхности слоя должна образоваться плотная кора.

Основание из шлакового щебня. Для устройства оснований применяют щебень из шлака размером до 100 мм (для верхних слоев — до 70 мм, для заполнения пустот в верхнем слое — размером до 20 мм). Щебень из шлака должен удовлетворять требованиям ГОСТ 3344—73, 5578—65 и СНиП I-Д.2-70.

Перед распределением шлак увлажняют из расчета 25—30 л/м³ неуплотненного материала.

При уплотнении шлак поливают водой равномерно из расчета 50—60 л/м³ неуплотненного материала. Укатку сначала производят легкими, а затем тяжелыми катками.

Через один-два дня после окончания укатки слой шлакового основания в течение 10—12 дней следует поливать водой из расчета 2—2,5 л/м³.

§ VIII.3. Устройство оснований из укрепленных грунтов

Грунты, укрепленные вяжущими, применяемые для устройства слоев дорожных одежд, должны удовлетворять требованиям «Инструкции по применению грунтов, укрепленных вяжущими материалами, для устройства оснований и покрытий автомобильных дорог и аэродромов» СН 25-74.

Для устройства слоев дорожных одежд из укрепленных грунтов применяют все виды и разновидности крупнообломочных, песчаных и глинистых грунтов. Кроме того, можно применять гравийно-песчаные, щебеночно-песчаные смеси, а также отходы от камнедробления.

В соответствии с Инструкцией СН 25-74 необходимо также учитывать следующие требования:

крупнообломочные грунты, применяемые как в естественном виде, так и в смесях подобранного состава, не должны содержать зерен размером крупнее 40 мм;

при отсутствии в крупнообломочных грунтах зерен размером крупнее 25 мм суммарное количество зерен размером от 2 до 25 мм не должно быть более 70% от массы грунта. Для частиц размером мельче 0,5 мм, входящих в состав крупнообломочных грунтов, число пластичности должно быть не более 12;

жирные глины с числом пластичности более 27 непригодны для укрепления любыми вяжущими материалами;

не допускается применение для устройства оснований и покрытий в III—V дорожно-климатических зонах грунтов, содержащих более 4% и во II—более 2% (по массе) гумусовых веществ.

Малопрочные щебеночные и гравийные материалы, имеющие показатели прочности и износу больше максимально допустимых для 4-го класса прочности (но не более чем на 20%), укрепляют вяжущими и применяют для устройства нижних слоев оснований на дорогах IV—V категорий в III—V дорожно-климатических зонах, при этом указанные грунты не должны содержать зерен крупнее 15 мм.

Вяжущие материалы и добавки различных веществ при комплексном укреплении грунта применяют в зависимости от вида грунта и дорожно-климатической зоны (табл. VIII.11).

**Вязущие материалы и добавки, применяемые при
укреплении грунта**

Грунты	Вязущие материалы и добавки	Дорожно-клима- тические зоны
Крупнообломочные нецементированные грунты, близкие к оптимальному составу, пески гравелистые, крупные и средние разнородные	Портландцемент; битумные эмульсии совместно с цементом или с добавкой извести; золы-уноса; золы-уноса в сочетании с цементом или известью или с добавкой электролитов; жидкие битумы с добавкой активных веществ; каменноугольные дегти с добавкой извести	II, III, IV, V
Крупнообломочные нецементированные грунты неоптимального состава, однородные крупные, средние и мелкие пески	Жидкие битумы и каменноугольные дегти, жидкие нефтяные битумы совместно с цементом	IV, V
Крупнообломочные нецементированные грунты неоптимального состава, однородные крупные, средние и мелкие пески	Портландцемент с добавкой золы-уноса или высокосмолистой сырой нефти или жидкого битума; золы-уноса; золы-уноса в сочетании с цементом или известью или добавкой электролита, битумные эмульсии совместно с цементом или с добавкой извести	II, III, IV, V
Пылеватые пески, различные супеси с числом пластичности менее 3	Битумные эмульсии совместно с карбамидными смолами Жидкие нефтяные битумы совместно с цементом; жидкие битумы с добавкой активных веществ; каменноугольные дегти	II, III IV, V
Пылеватые пески, различные супеси с числом пластичности менее 3	Портландцемент; портландцемент с добавкой золы-уноса или высокосмолистой сырой нефти, или жидкого битума; золы-уноса; золы-уноса в сочетании с цементом или известью, или с добавкой электролитов; битумные эмульсии совместно с цементом или с добавкой извести; жидкие битумы с добавкой активных веществ; дегти с добавкой извести	II, III, IV, V
Супеси, близкие к оптимальному составу, супеси легкие крупные и пылеватые	Битумные эмульсии совместно с карбамидными смолами Жидкие нефтяные битумы совместно с цементом; каменноугольные дегти	II, III IV, V
Супеси, близкие к оптимальному составу, супеси легкие крупные и пылеватые	Портландцемент; портландцемент с добавкой золы-уноса или высокосмолистой сырой нефти, или жидкого битума; битумные эмульсии совместно с цементом или добавкой извести; золы-уноса; золы-уноса в сочетании с известью или цементом или с добавкой электролитов; каменноугольные дегти с добавкой извести	II, III, IV, V
	Жидкие битумы с добавкой активных веществ Жидкие нефтяные битумы совместно с цементом; жидкие битумы и каменноугольные дегти	II, III IV, V

Грунты	Вяжущие материалы и добавки	Дорожно-климатические зоны
Супеси тяжелые пылеватые, суглинки легкие и легкие пылеватые	Портландцемент; портландцемент с добавкой извести или золы-уноса или электролитов; зола-уноса, зола-уноса в сочетании с известью или цементом или с добавкой электролитов; битумные эмульсии совместно с цементом или с добавкой извести; жидкие битумы с добавкой активных веществ; каменноугольные дегти с добавкой извести	II, III, IV, V
Суглинки тяжелые и тяжелые пылеватые	Битумные эмульсии совместно с карбамидными смолами Известь с добавкой электролитов или жидкого стекла Известь или известково-шлаковый цемент; жидкие нефтяные битумы совместно с цементом	II, III III, IV, V IV, V
Глины песчаные и пылеватые с числом пластичности не более 22	Портландцемент; портландцемент с добавкой извести или электролитов, жидкие битумы с добавкой извести и поверхностно-активных веществ Известь с добавкой жидкого стекла или электролитов; известь или известково-шлаковый цемент Жидкие битумы, каменноугольные дегти с добавкой извести	II, III, IV, V III, IV, V IV, V
Глины с числом пластичности до 27	Портландцемент с добавками извести или электролитов; жидкие битумы с добавкой извести и поверхностно-активных веществ Известь с добавкой жидкого стекла или электролитов; известь или известково-шлаковый цемент Известь; известь с добавкой электролитов	III, IV, V III, IV, V III, IV, V

Основания из грунтов, укрепленных неорганическими вяжущими (табл. VIII.12—VIII.14, рис. VIII.1). Неорганические вяжущие, применяемые для укрепления грунтов, и ориентировочный их расход указаны в табл. VIII.15. Длина сменной захватки составляет 120—180 м в зависимости от вида укрепляемого грунта и способа укрепления.

Перед вывозкой грунта верхний слой земляного полотна профилируют автогрейдером за четыре круговых прохода и прикатывают самоходным катком на пневматических шинах за шесть проходов по одному следу. Затем выполняют разбивочные работы—по линии кромок основания забивают колышки через 20 м. При определении количества грунта, подлежащего обработке, необходимо учитывать коэффициент запаса на уплотнение (см. табл. VIII.6). Распределение и разравнивание грунта автогрейдером осуществляют за пять круговых проходов.

При укреплении тяжелых грунтов с числом пластичности более 17 их улучшают минеральными добавками. На подготовленное земляное полотно сначала вывозят добавки, разравнивают их автогрейдером, затем вывозят и разравнивают грунт. Грунт перемешивают с добавками за три-четыре прохода автогрейдера по одному следу и разравнивают с соблюдением поперечного профиля. После разравнивания грунта определяют его влажность и плотность.

Технологическая последовательность процессов устройства основания из суглинистого грунта, укрепленного цементом при использовании дорожной фрезы ДС-18 (Д-530)

№ процесса	№ захватки	Источник обоснования норм выработки	Описание рабочих процессов и расчет объемов работ	Единица измерения	Количество работ на 1 км	Производительность в смену	Потребность машино-смен
1	I	ЕНиР, § 2-1-14, табл. 3	Разработка суглинистого грунта скрепером ДЗ-20 (Д-498) в сцепе с трактором Т-100 с подвозкой грунта на земляное полотно на среднее расстояние 100 м. Потребность грунта на 1 км: $1000 \cdot 8,0 \cdot 0,16 \cdot 1,1 \cdot 1,03 = 1450 \text{ м}^3$	м ³	1 450	530	2,7
2	I	ЕНиР, § 17-1, табл. 2	Распределение и профилирование грунта автогрейдером ДЗ-31 (Д-557) по всей ширине основания	„	8 000	6 500	1,2
3	I	Расчет (см. табл. VIII. 2, п. 9); ТНиР, § Т1-1	Прикатка грунта самоходным пневмокатком ДУ-31 (Д-627) за один-два прохода по одному следу	„	8 000	11 000	0,7
4	II	ЕНиР, § 17-6	Размельчение грунта дорожной фрезой ДС-18 (Д-530) за два прохода по одному следу при движении на II передаче	„	8 000	980	8,1
5	III	Расчет (см. табл. VIII. 2, п. 1)	Подвозка цемента автоцементовозами ТЦ-3 (С-853) на среднее расстояние 20 км из расчета 12% от массы грунта. Потребность цемента на 1 км: $1450 \cdot 2,0 \cdot 0,12 = 350 \text{ т}$	т	350	17,9	19,6
6	III	Расчет (см. табл. VIII. 2, п. 5); ТНиР, § Т1-8	Распределение цемента по поверхности грунта при помощи распределителя цемента ДС-9 (Д-343Б) за четыре прохода по ширине основания	„	350	95	3,7

№ процесса	№ захватки	Источник обоснования норм выработки	Описание рабочих процессов и расчет объемов работ	Единица измерения	Количество работ на 1 км	Производительность в смену	Потребность машино-смен
7	III	Расчет (см. табл. VIII. 2, п. 3)	Подвозка воды на расстояние 5 км поливомоечной машиной ПМ-130 в количестве 8% от массы грунта. Потребность воды на 1 км: $1450 \cdot 2,0 \cdot 0,08 = 230$ т	·	230	18,9	12,2]
8	III	ЕНиР, § 17-6	Перемешивание цемента с грунтом фрезой ДС-18 (Д-530) за один проход по одному следу, увлажнение смеси через распределительную систему фрезы и вторичное перемешивание смеси еще за два прохода по одному следу при движении на III передаче	м ²	8 000	650	12,3
9	III	ЕНиР, § 17-1, табл. 2	Профилирование смеси автогрейдером ДЗ-31 (Д-557) по всей ширине основания	·	8 000	6 500	1,2
10	III	Расчет (см. табл. VIII. 2, п. 9); ТНиР, § Т1-7	Уплотнение смеси самоходным катком ДУ-31 (Д-627) за 12 проходов по одному следу	·	8 000	5 700	1,4
11	III	ЕНиР, § 17-4	Розлив битумной эмульсии по основанию в количестве 1,2 кг/м ² автогудронатором ДС-39 (Д-640). Потребность битумной эмульсии на 1 км: $1000 \cdot 8 \cdot 1,2 = 9,6$ т	т	9,6	3,4	2,8

Потребность машино-смен на 1 км: скреперов ДЗ-20 — 2,7; автогрейдеров ДЗ-31 — 2,4; катков на пневматических шинах ДУ-31 — 2,1; фрез ДС-18 — 20,4; автоцементовозов ТЦ-3 — 19,6; распределителей цемента ДС-9 — 3,7; поливомоечных машин ПМ-130 — 12,2; автогудронаторов ДС-39 — 2,8.

Состав машин в отряде

Машины	Количество машин и коэффициент их загрузки	Стоимость одной машины, тыс. руб.	Стоимость всех машин, тыс. руб.	Стоимость машино-смены, руб.	
				одной машины	всех машин
Фреза ДС-18 на тракторе Т-100	3 (0,9)	11,4	34,2	39,0	117,0
Скрепер ДЗ-20 с трактором Т-100	1 (0,5)	9,2	9,2	36,8	36,8
Автогрейдер ДЗ-31	1 (0,4)	11,3	11,3	24,0	24,0
Самоходный каток на пневматических шинах ДУ-31	1 (0,5)	21,3	21,3	44,5	44,5
Автоцементовоз ТЦ-3	3 (0,9)	6,2	18,6	25,4	76,2
Распределитель цемента ДС-9 с трактором ДТ-54	1 (0,5)	5,8	5,8	9,4	9,4
Поливо-моечная машина ПМ-130	2 (0,8)	6,3	12,6	21,0	42,0
Автогудронатор ДС-39	1 (0,3)	5,0	5,0	29,1	29,1
Итого	—	—	118,0	—	379,0

Таблица VIII.14

Состав бригады рабочих

Рабочие	Количество	Тарифная ставка, руб	Заработная плата в смену, руб.
Машинисты 6-го разряда	5	6,47	32,35
» 5-го »	3	5,75	17,25
Водители III класса на ПМ-130	2	5,00	10,00
» III » автоцементовозах и автогудронаторах	4	5,00	20,00
Рабочие при машинах:			
3-го разряда	2	4,55	9,10
2-го »	2	4,04	8,08
Итого:	18	—	96,78

№ Задачки	I	II	III	IV	
Длина задачки	150	150	150	150	
Рабочие операции	1. Разработка грунта в карьер сдв перемещением грунта на земляное покрытие	2. Распределение и профилирование грунта 3. Прикатка слоя грунта	4. Размельчение грунта	5. Подготовка цемента и воды 6. Введение цемента в грунт 7. Перемешивание грунта с цементом с уплотнением 8. Профилирование слоя грунта 9. Уплотнение слоя грунта 10. Разлив битумной эмульсии	
Направление потока	→				
План потока и разностная шкала на задачках					
Положительный эффект использования машин					
Используемые ресурсы	Звено	Первое	Второе	Третье	Четвертое
	Рабочие	1. Водители - 8 2. Дорожные рабочие - 1	1. Машинисты - 2 2. Дорожные рабочие - 1	1. Машинисты - 2 2. Дорожные рабочие - 1	1. Машинисты - 4 2. Водители - 6 3. Дорожные рабочие - 2
	Машины	1. Автомобили-самосвалы ЗМЛ-555 8	1. Автогрейдер Д3-31 №1 (0,2) 2. Каток самоходный на пневматических шинах ДУ-31 №1 (0,15)	1. Дорожные фрезы ДС-18 №1 (1,0) №2 (0,25)	1. Автоцементовозы ТЦ-3 №3 (0,7) 2. Распределитель цемента ДС-9 №1 (0,5) 3. Дорожные фрезы ДС-18 №2 (0,55); №3 (0,9) 4. Автогрейдер Д3-31 №1 (0,2) 5. Каток самоходный ДУ-31 №1 (0,9) 6. Автоэкскаватор ДС-39 №1 (0,3) 7. Поливо-моечная машина ПМ-130 №1, 2 (0,8)
	Материалы	1. Грунт - 217 м ³	—	—	1. Цемент 52 т 2. вода 35 т 3. Битумная эмульсия 15 т

Рис. VIII.1. Технологическая схема работы механизированного отряда по укреплению грунта цементом:

Ас — автомобили-самосвалы; А — автогрейдер; К — каток; Ф — фреза; Аг — автогудронатор; ПМ — поливо-моечная машина; Р — распределитель цемента; Ц — цементовоз

Глинистые грунты (супеси, суглинки и глины) до введения в них вяжущих материалов размельчают так, чтобы количество комков крупнее 5 мм не превышало 25% от общего объема грунта, в том числе комков крупнее 10 мм — не более 10%. Наилучшего размельчения достигают при влажности грунта в пределах 0,3—0,4 влажности границы текучести и плотности в пределах 0,8—0,9 плотности стандартного уплотнения. По слою грунта, заготовленному для размельчения, движение построенного транспорта не разрешают. Ориентировочное количество проходов фрезы при размельчении различных грунтов приведено в табл. VIII.16. Песчаные и крупнообломочные несцементированные грунты при укреплении не размельчают.

Вяжущие материалы равномерно распределяют по поверхности размельченного грунта с помощью цементораспределителя ДС-9 (Д-343Б). Перемешивают грунт с вяжущими фрезой ДС-18 (Д-530) за два-четыре прохода по одному

Ориентировочный расход неорганических вяжущих при
укреплении грунтов

Грунты	Расход неорганических вяжущих					
	портландцемента, шлакопортландцемента		известни		известково-шлаково- вого цемента	
	для верх- него слоя основания или покры- тия	для нижне- го слоя основания	для верх- него слоя основания или покры- тия	для ниж- него слоя основания	для верх- него слоя основания или покры- тия	для нижне- го слоя основа- ния
Крупнообломочные не- цементированные грун- ты (гравийные, дресвя- ные, щебенистые), а так- же грунтогравийные и грунтощебеночные сме- си, близкие к оптималь- ному составу, пески гра- велистые, крупные и средние (разнозерни- стые) пески	4—8 80—180	3—6 60—120	3—6 60—120	3—4 60—80	—	—
Крупнообломочные не- цементированные грун- ты, грунтощебеночные смеси неоптимального со- става, пески гравели- стые, крупные, средние и мелкие однородные, пылеватые пески	6—12 100—210	4—8 70—140	—	—	—	—
Супеси, близкие к оп- тимальному составу, су- песи легкие крупные, легкие и тяжелые пыле- ватые, суглинки пыле- ватые и непывеватые	8—12 160—240	4—7 80—140	6—8 100—140	4—6 70—100	—	—
Пески разнообразного состава и супеси с чис- лом пластичности менее 3 при добавке золы-уно- са или золошлаковой смеси в количестве 15— 25% от массы смеси	4—7 80—140	3—4 60—80	2—4 35—80	2—3 35—60	—	—
Суглинки тяжелые и тяжелые пылеватые	11—14 200—250	8—12 150—220	7—8 120—150	5—6 80—100	12—15 220—270	8—10 140— —180
Глины песчаные и пы- леватые	13—15 230—270	10—12 180—220	8—10 140—170	6—8 100—140	12—16 220—300	8—11 140— —200

Примечание. Расход вяжущих материалов указан в числителе в % от массы смеси, в знаменателе — в кг/м³.

Количество проходов и рабочие скорости фрезы ДС-18 (Д-530)
при размельчении и перемешивании грунта

Грунт	Коэффициент уплотнения	Количество проходов	Рабочая скорость, м/ч
Пески разного состава	0,90—0,93	—	—
		$\frac{2-3}{-}$	$\frac{240(IV)}{-}$
Супеси и легкие суглинки	0,85—0,90	$\frac{2}{3}$	$\frac{140(II)}{200(III)}$
		—	—
Суглинки тяжелые и глины	0,80—0,90	$\frac{1}{3-4}$	$\frac{100(I)}{200(III)}$
		$\frac{1-2}{-}$	$\frac{140(II)}{-}$
		—	—

Примечание. В числителе приведены количество проходов и рабочая скорость фрезы ДС-18 при размельчении грунта, в знаменателе — при перемешивании грунта. В скобках указана передача, на которой движется трактор.

Таблица VIII.17

Расход воды при работе фрезы ДС-18 (Д-530)

Число зубьев сменной звез- дочки	Расход воды, л, на 1 м ² площади обрабатываемой полосы при скорости движения, км/ч							
	0,105	0,14	0,20	0,24	0,33	0,45	0,61	0,76
16	124	93	65	54	39	29	25	17
22	90	68	47	39	28	21	15	12
24	83	62	43	36	26	19	14	11
26	76	57	40	33	24	18	13	10
29	68	51	36	30	21	16	12	9
32	62	46	32	27	19	14	10	8
35	57	42	30	25	17	13	9	8
39	51	38	27	22	16	12	8	7
43	46	35	24	20	14	11	8	6
47	42	32	22	18	13	10	7	6
52	38	29	20	16	12	9	6	5

следу. Первым проходом перемешивают вязущие с грунтом насухо, последующими — перемешивают увлажненную смесь. Количество вводимой воды рассчитывают с учетом оптимальной влажности грунта, естественной влажности и погодных условий. Настройку дозатора воды фрезы производят на заданную норму в соответствии с табл. VIII.17.

Готовую смесь уплотняют после профилирования ее автогрейдером под шаблон самоходными или прицепными катками на пневматических шинах массой 12—35 т. В качестве тягачей используют колесные тракторы на пневматических шинах. Возможно применение вибрационных катков. Для достижения требуемой плотности (0,98 стандартной плотности) необходимо 12—18 проходов катка по одному следу.

Заключительной операцией является розлив по поверхности готового слоя пленкообразующих материалов — лака помароль ПМ-86 или ПМ-100А из расчета 0,8—1,2 л/м². Применяют также битумные эмульсии (быстро- и среднераспа-

дающиеся) или лак этиноль. При применении битумной эмульсии поверх пленки укладывают термозащитный слой песка толщиной 3—5 см. При отсутствии пленкообразующих материалов уход осуществляют засыпкой слоем песка толщиной 3—5 см и его увлажнением 2—3 раза в сутки из расчета 4—5 л/м².

Все операции — от введения цемента в грунт до ухода за готовым слоем — должны быть выполнены за период, не превышающий 5 ч.

При применении в качестве вяжущих материалов извести технологическая последовательность операций по приготовлению укрепленного грунта аналогична описанной выше.

При комплексном укреплении грунтов добавки солей вводят в виде водного раствора через распределительную систему фрезы ДС-18 (Д-530) при увлажнении смеси. Добавки извести, золы уноса, золошлаковой смеси и самораспадающихся дисперсных шлаков распределяют по поверхности размельченного грунта с помощью распределителя цемента ДС-9 (Д-343Б) до введения в грунт цемента и перемешивают с грунтом за один проход фрезы ДС-18 (Д-530) по одному следу. При дозировке золы-уноса и золошлаковой смеси более 15% от массы грунта эти добавки распределяют за два прохода распределителя цемента по одному следу.

Основания из грунтов, укрепленных органическими вяжущими. Технологическая последовательность производства работ при укреплении грунтов органическими вяжущими с помощью фрезы ДС-18 (Д-530) аналогична технологической последовательности при укреплении грунта цементом (см. табл. VIII.12—VIII.14).

Ориентировочное количество органических вяжущих для укрепления грунтов приведено в табл. VIII.18.

Таблица VIII.18

Ориентировочный расход органических вяжущих при укреплении грунтов различного вида

Грунты	Расход органических вяжущих		
	жидкого нефтяного битума (класса МГиСГ) и жидкого сланцевого битума	битумной эмульсии (по содержанию битума)	каменно-угольного дегтя
Крупнообломочные нецементированные грунты, близкие к оптимальному составу, пески гравелистые, крупные и средней крупности (разнозернистые), супеси, близкие к оптимальному составу	3—5 66—110	3—5 66—110	3—5 66—110
Крупнообломочные нецементированные грунты неоптимального состава, пески гравелистые, крупные, средней крупности и одноразмерные мелкие, супеси пылеватые с числом пластичности менее 3	4—6 88—130	4—6 88—130	4—6 88—130
Супеси легкие пылеватые и тяжелые пылеватые, суглинки легкие и легкие пылеватые.	5—8 110—180	5—7 110—160	6—9 130—200
Суглинки тяжелые и суглинки тяжелые пылеватые, глины песчанистые и пылеватые с числом пластичности не более 22	8—10 180—220	6—7 130—160	8—13 180—286

Примечания. 1. Расход вяжущих указан в числителе в % от массы грунта, в знаменателе — в кг/м³. 2. При использовании в качестве вяжущего нефти расход ее такой же, как и жидкого битума.

Необходимо учитывать, что при увлажнении смеси количество воды должно быть уменьшено на количество добавляемого битума или воды, содержащейся в битумной эмульсии.

Ориентировочные значения влажности грунта при обработке их органическими вяжущими приведены в табл. VIII.19.

Таблица VIII.19

Ориентировочное значение влажности грунта при обработке органическими вяжущими

Грунты	Жидкие битумы и легги с добавкой активных веществ		Битумные эмульсии с добавкой извести	
	Влажность грунта при смешении	Оптимальная влажность смеси при уплотнении	Влажность грунта при смешении	Оптимальная влажность смеси при уплотнении
Крупнообломочные нецементированные грунты, близкие к оптимальному составу, пески гравелистые крупные и средней крупности (разномерные)	2—3	2—4	2—4	3—8
Крупнообломочные нецементированные грунты неоптимального состава, пески гравелистые, крупные и средней крупности (одноразмерные)	3—4	3—5	2—4	5—10
Пески мелкие, мелкие одноразмерные и пылеватые	4—5	5—6	4—6	8—12
Супеси легкие крупные, легкие пылеватые оптимального состава	3—6	4—5	5—7	8—14
Супеси тяжелые пылеватые, суглинки легкие и легкие пылеватые	$\frac{0,2-0,3}{5-7}$	5—8	$\frac{0,3-0,4}{6-9}$	10—16
Суглинки тяжелые и тяжелые пылеватые	$\frac{10-12}{0,3-0,4}$	7—9	$\frac{9-12}{0,35-0,4}$	12—18
Глины песчаные и пылеватые с числом пластичности не более 22	$\frac{12-15}{0,3-0,4}$	9—12	—	—

Примечания. 1. Значения влажности даны в числителе в % от массы грунта или смеси, в знаменателе — в долях от границы текучести грунта, при этом минимальные значения даны для легких разновидностей грунтов, максимальные — для тяжелых. 2. Влажность грунтов при смешении их с жидкими битумами или дегтями без добавки активных веществ или с добавкой поверхностно-активных веществ должна быть меньше указанных значений на 15—20%.

При укреплении грунта органическими вяжущими совместно с добавкой извести последнюю распределяют с помощью распределителя цемента ДС-9 (Д-343Б) и перемешивают за один проход фрезы ДС-18 (Д-530) по одному следу. Последующую обработку грунта органическим вяжущим производят не ранее чем через 12 ч и не позже чем через 24 ч после введения извести в грунт.

Обработку грунта органическими вяжущими (жидким битумом или битумной эмульсией) совместно с цементом при использовании фрезы ДС-18 выполняют в следующей технологической последовательности:

вводят в грунт органическое вяжущее (табл. VIII.20) через дозирочное устройство фрезы ДС-18 (Д-530) за один проход фрезы по одному следу;

Таблица VIII.20

Ориентировочный расход вяжущих и воды при укреплении грунтов органическими вяжущими и цементом

Грунты	Расход битумной эмульсии (по содержанию битума), жидкого нефтяного битума, нефти	Расход цемента		Оптимальная влажность смеси при уплотнении, % от массы смеси
		I класса прочности	II класса прочности	
Крупнообломочные нецементированные грунты, близкие к оптимальному составу, пески гравелистые крупные и средней крупности (разноразмерные), супеси, близкие к оптимальному составу	4—5 88—110	4—7 88—160	3—5 66—110	5—8
	Крупнообломочные нецементированные грунты и пески гравелистые неоптимального состава	4—5 88—110	6—9 130—200	5—7 110—160
Пески крупные, средние, мелкие однородные, пылеватые, супеси легкие, крупные, легкие и тяжелые пылеватые неоптимального состава	5—6 110—130	—	7—10 160—220	6—14

Примечание. Расход вяжущего указан в числителе в % от массы смеси, в знаменателе — в кг/м³.

перемешивают грунт с органическим вяжущим за один-два прохода фрезы по одному следу;

распределяют по поверхности смеси грунта с органическим вяжущим цемент распределителем цемента ДС-9 (Д-343Б) за один проход по одному следу;

перемешивают смесь за два-четыре прохода фрезы по одному следу;

увлажняют смесь до получения оптимальных значений влажности (см. табл. VIII.19) и перемешивают за один проход фрезы по одному следу;

профилируют смесь автогрейдером и укатывают ее катком на пневматических шинах за 5—10 проходов по одному следу;

осуществляют уход путем разлива пленкообразующих материалов из расчета 0,8—1,0 л/м².

Технологическая последовательность работ по укреплению грунтов вяжущими с помощью грунтосмесительной машины ДС-16Б (Д-391Б) аналогична работам с помощью фрезы ДС-18 (Д-530) с той разницей, что операции по размельчению грунта, дозированию вяжущих материалов и перемешиванию их с грунтом грунтосмесительная машина ДС-16Б (Д-391Б) выполняет за один проход (табл. VIII.21—VIII.23). Рабочие скорости машины в зависимости от вида обрабатываемого грунта приведены в табл. VIII.24.

Технологическая последовательность процессов устройства основания из супесчаного грунта, укрепленного жидким битумом при использовании грунтосмесительной машины ДС-16Б (Д-391Б)

№ процесса	№ захватки	Источник обоснования норм выработки	Описание рабочих процессов и расчет объемов работ	Единица измерения	Количество работ на 1 км	Производительность в смену	Потребность машин-смен
1	I	ЕНиР, § 2-1-14, табл. 3	Разработка супесчаного грунта скрепером ДЗ-20 (Д-498) в сцепе с трактором Т-100 с подвозкой его на земляное полотно на среднее расстояние 100 м. Потребность грунта на 1 км: $1000 \cdot 8,0 \cdot 0,16 \cdot 1,1 \cdot 1,03 = 1450 \text{ м}^3$	м ³	1 450	530	2,7
2	I	ЕНиР, § 17-1, табл. 2	Распределение и профилирование грунта автогрейдером ДЗ-31 (Д-557) по всей ширине основания	м ²	8 000	6 500	1,2
3	I	Расчет (см. табл. VIII. 2, п. 3)	Подвозка воды на расстоянии 5 км поливомочной машиной ПМ-130 в количестве 3% от массы грунта с розливом ее по поверхности грунта. Потребность воды на 1 км: $1450 \cdot 2,0 \cdot 0,03 = 87 \text{ т}$	т	87	45	1,9
4	I	Расчет (см. табл. VIII. 2, п. 9);	Прикатка грунта самоходным катком Д-31 (Д-627) за два прохода по одному следу	м ²	8 000	11 000	0,7
5	II	ТНиР § Т1-1 Расчет (см. табл. VIII. 2, п. 4)	Подвозка жидкого битума автобитумовозом ДС-41 (Д-642) на среднее расстояние 20 км в количестве 6% от массы грунта. Потребность в битуме на 1 км: $1450 \cdot 2,0 \cdot 0,06 = 174 \text{ т}$	т	174	10	17,4
6	II	Расчет (см. табл. VIII. 2, п. 2)	Размельчение грунта, дозирование и распределение жидкого битума, перемешивание жидкого битума с грунтом грунтосмесительной машиной ДС-16Б (Д-391Б) за один проход по одному следу и за четыре прохода по ширине основания при движении на II передаче	м ²	8 000	1 600	5,0

№ процесса	№ захватки	Источник обоснования норм выработки	Описание рабочих процессов и расчет объемов работ	Единица измерения	Количество работ на 1 км	Промониторность в смену	Потребность машино-смен
7	II	ЕНиР, § 17-1, табл. 2	Профилирование смеси автогрейдером ДЗ-31 (Д-557) по всей ширине основания	м ²	8000	6 500	1,2
8	II	Расчет (см. табл. VIII.2, п. 9); ТНиР § Т 1-7	Уплотнение смеси самоходным катком ДУ-31 (Д-627) за 12 проходов по одному следу	"	8000	5 700	1,4

Потребность машино-смен на 1 км: скреперов ДЗ-20 — 2,7; автогрейдеров ДЗ-31 — 2,4; поливо-моечных машин ПМ-130 — 1,9; катков на пневматических шинах ДУ-31 — 2,1; автобитумовозов ДС-41 — 17,4; грунтосмесительных машин ДС-16Б — 5,0.

Таблица VIII.22

Состав машин в отряде

Машины	Количество машин и коэффициент их загрузки	Стоимость одной машины, тыс. руб.	Стоимость всех машин, тыс. руб.	Стоимость машино-смены, руб.	
				одной машины	всех машин
Грунтосмесительная машина ДС-16Б	1(1,0)	34,8	34,8	96,0	96,0
Скрепер ДЗ-20 с трактором Т-100	1(0,5)	9,2	9,2	36,8	36,8
Автогрейдер ДЗ-21	1(0,5)	11,3	11,3	24,0	24,0
Поливо-моечная машина ПМ-130	1(0,4)	6,3	6,3	21,0	21,0
Самоходный каток ДУ-31	1(0,4)	21,3	21,3	44,5	44,5
Автобитумовоз ДС-41	4(0,9)	5,8	23,2	19,4	77,6
Итого	—	—	106,1	—	299,9

Длина сменной захватки при работе в супесях и легких суглинках, как правило, составляет 200—250 м, в тяжелых суглинках и глинах — 100—200 м. Для лучшего уплотнения сменную захватку длиной более 150—160 м разбивают на два участка.

Грунтосмесительная машина ДС-16Б для устройства основания шириной 8 м делает четыре прохода, при этом получается четыре полосы укрепленного грунта шириной по 2 м каждая с перекрытием каждой полосы на 20 см.

Профилирование битумогрунтовой смеси выполняют вслед за машиной ДС-16Б автогрейдером за три-четыре прохода. Профиль проверяют шаблоном и рейкой. При работе автогрейдера необходимо следить за качеством поперечных и продольных стыков полос.

Состав бригады рабочих

Рабочие	Количество	Тарифная ставка, руб.	Заработная плата в смену, руб.
Машинисты 6-го разряда	3	6,47	19,41
» 5-го »	2	5,75	11,50
Водители III-го класса на ПМ-130	1	5,00	5,00
» III-го » автобиту- мозовов	4	5,00	20,00
Рабочие при машинах:			
3-го разряда	2	4,55	9,10
2-го »	2	4,04	8,08
Итого	14	—	73,09

Таблица VIII.24

Рабочие скорости грунтосмесительной машины ДС-16Б (Д-391Б)

Грунты	Число пластичности	Коэффициент уплотнения обрабатываемого грунта	Рабочая скорость, м/ч
Пески разного состава и супеси	До 4	0,9—0,93	423(III)
Супеси и легкие суглинки	» 12	0,85—0,90	235(II)
Тяжелые суглинки и песчанистые глины	» 22	0,80—0,90	110(I)

Примечание. В скобках указана передача, на которой движется машина ДС-16Б

Окончательное уплотнение основания до требуемой плотности 0,98 производят самоходными катками на пневматических шинах типа ДУ-31 (Д-627) за 10—12 проходов. Во время уплотнения систематически контролируют плотность укатки и влажность слоя из битумогрунтовой смеси.

В случае укрепления грунтов цементом с использованием грунто-смесительной машины ДС-16Б (Д-391) бак машины заполняют водой из поливомоечных машин и работы проводят аналогичным образом (см. табл. VIII.21—VIII.23).

Укрепление грунтов органическими вяжущими с добавками извести при использовании машины ДС-16Б выполняют в следующей технологической последовательности:

распределяют добавку извести по поверхности грунта с помощью распределителя цемента на всю ширину слоя;

перемешивают грунт с известью фрезой ДС-18 (Д-530) за один проход по одному следу. Влажность при этом не должна превышать значений, приведенных в табл. VIII.19;

уплотняют грунт катками на пневматических шинах до плотности 0,80—0,90 плотности стандартного уплотнения;

обрабатывают грунт по истечении не менее 12 ч и не более 24 ч органическим вяжущим грунтосмесительной машиной ДС-16Б (Д-391) по описанной выше технологии.

Аналогично обрабатывают грунт и при использовании в качестве добавок золы-уноса, золо-шлаковых смесей и извести совместно с золой-уноса или золошлаковой смеси.

Технологическая последовательность процессов устройства основания из песчано-гравийной смеси, укрепленной битумной эмульсией с добавкой цемента, при использовании грунто-смесительной установки ДС-50 (Д-709)

№ процесса	№ захваток	Источник обоснования норм выработки	Описание рабочих процессов и расчет объемов работ	Единица измерения	Количество работ на 1 км	Производительность в смену	Потребность машино-смен
1	В карьере	ЕНиР, § 2-1-15, табл. 2	Разработка грунта в карьере бульдозером ДЗ-17 (Д-492А) с перемещением его к приемному бункеру транспортера на среднее расстояние 50 м. Потребность грунта на 1 км: $1000 \cdot 8 \cdot 0,16 \cdot 1,1 \cdot 1,03 = 1450 \text{ м}^3$	м ³	1450	300	4,8
2	То же	Расчет (см. табл. VIII.2, п. 3)	Подвозка воды на расстояние 5 км поливомочной машиной ПМ-130 в количестве 3% от веса грунта. Потребность воды на 1 км: $1450 \cdot 2,0 \cdot 0,03 = 87 \text{ т}$	т	87	45	1,9
3	"	Расчет (см. табл. VIII.2, п. 1)	Подвозка цемента автоцементовозами ТЦ-3 (С-853) на среднее расстояние 20 км в количестве 5% от веса грунта. Потребность цемента на 1 км: $1450 \cdot 2,0 \cdot 0,05 = 145 \text{ т}$	"	145	17,9	8,1
4	"	Расчет (см. табл. VIII.2, п. 4)	Подвозка битумной эмульсии 50%-ной концентрации автобитумовозами ДС-41 (Д-642) на среднее расстояние 20 км, в количестве 10% от массы грунта. Потребность битумной эмульсии на 1 км: $1450 \cdot 2,0 \cdot 0,10 = 290 \text{ т}$	"	290	14	20,7
5	"	Расчет (см. табл. VIII. 2, п. 6)	Подача грунта по транспортеру в мешалку смесительной установки ДС-50 (Д-709), дозирование цемента и битумной эмульсии, перемешивание компонентов смеси и одновременное увлажнение смеси до оптимальной влажности, выгрузка смеси в накопи-	"	2650	660	4,0

№ процесса	№ захваток	Источник обоснования норм выработки	Описание рабочих процессов и расчет объемов работ	Единица измерения	Количество работ на 1 км	Производительность в смену	Потребность машино-смен
6	I	Расчет (см. табл. VIII. 2, п. 10)	Потребность смеси па 1 км: $1000 \cdot 8 \cdot 0,16 \cdot 2,0 \cdot 1,03 = 2650$ т Подвозка готовой смеси от смесительной установки ДС-50 к месту укладки автомобилями-самосвалами ЗИЛ-555 на среднее расстояние 10 км с выгрузкой в бункер самоходного распределителя ДС-54 (Д-724)	т	2650	17,4	152,0
7	I	Расчет (см. табл. VIII.2, п. 7); ЕНиР § 17—2	Укладка смеси в основание самоходным распределителем ДС-54 (Д-724) и предварительное уплотнение смеси вибробрусом распределителя	м ²	8000	2000	4,0
8	I	Расчет (см. табл. VIII. 2, п. 9)	Уплотнение смеси самоходным катком ДУ-31 (Д-627) за 12 проходов по одному следу	»	8000	5700	1,4
9	I	ЕНиР, § 17-4	Розлив битумной эмульсии по основанию в количестве 1,0 л/м ² автогудронатором ДС-39 (Д-640). Потребность битумной эмульсии на 1 км: $1000 \cdot 8 \cdot 1,0 = 8,0$ т	т	8,0	3,4	2,4

Потребность машино-смен на 1 км: бульдозеров ДЗ-17—4,8; поливомоечных машин ПМ-130—1,9; автоцементовозов ТЦ-3—8,1; автобитумовозов ДС-41—20,7; грунтосмесительных установок ДС-50—4,0; автомобилей-самосвалов ЗИЛ-555—152,0; самоходных катков на пневматических шинах ДУ-31—1,4; автогудронаторов ДС-39—2,4; самоходных распределителей ДС-54—4,0.

Основания из грунтов, укрепленных битумной эмульсией с добавкой цемента. Песчано-гравийную смесь, укрепленную битумной эмульсией с добавкой цемента готовят в грунтосмесительной установке ДС-50 (Д-709). Технологическая последовательность операций при приготовлении смеси и устройстве основания из этой смеси приведена в табл. VIII.25—VIII.27. Укладку укрепленного грунта самоходными распределителями типа ДС-54 (ДС-724) или ДС-8 (Д-337) выполняют по схеме, приведенной в табл. VIII.7.

Распределять и уплотнять смесь из укрепленного грунта, приготовленного в установке, можно также с использованием профилировщика типа ДС-502 (Д-345). В комплекс работ по устройству основания из укрепленного грунта, приготовленного в смесительной установке с использованием профилировщика

ДС-502 (Д-345), входят: установка рельс-форм с подготовкой основания под них; профилирование и уплотнение смеси нижнего слоя; профилирование и уплотнение смеси верхнего слоя; уход за уложенным основанием, снятие рельс-форм и перевозка их к новому месту установки.

Основание устраивают в два слоя. Сначала устраивают нижний слой на участке захватки длиной 20—30 м, а затем верхний слой на этом же участке. В жаркую и ветреную погоду во избежание пересыхания смеси длину участка сокращают до 15—20 м.

Т а б л и ц а VIII.26

Состав машин в отряде

Машины	Количество машин и коэффициент их загрузки	Стоимость одной машины, тыс. руб.	Стоимость всех машин, тыс. руб.	Стоимость машино-смены, руб.	
				одной машины	всех машин
Грунтосмесительная установка ДС-50	1(1,0)	25,0	25,0	55,0	55,0
Бульдозер ДЗ-17	2(0,6)	6,0	12,0	29,0	58,0
Поливо-мочная машина ПМ-130	1(0,5)	6,3	6,3	21,0	21,0
Автоцементовоз ТЦ-3	2(1,1)	6,2	12,4	25,4	50,8
Автобитумовоз ДС-41	5(1,0)	5,8	29,0	19,4	97,0
Автомобиль-самосвал ЗИЛ-555	38(1,0)	3,4	129,2	18,0	684,0
Самоходный каток на пневматических шинах ДУ-31	1(0,4)	21,3	21,3	44,5	44,5
Автогудронатор ДС-39	1(0,6)	5,0	5,0	29,1	29,1
Самоходный распределитель ДС-54	1(1,0)	10,6	10,6	32,0	32,0
Итого	—	—	250,8	—	1071,4

Т а б л и ц а VIII.27

Состав бригады рабочих

Рабочие	Количество	Тарифная ставка, руб.	Заработная плата в смену, руб.
Машинисты 6-го разряда	4	6,47	25,88
» 5-го »	4	5,75	23,00
Водители III класса на ЗИЛ-555 и ПМ-130	39	5,0	195,00
Водители III класса на автобитумовозах и автоцементовозах	8	5,00	40,00
Рабочие при машинах:			
3-го разряда	2	4,55	9,10
2-го »	3	4,04	12,12
Итого	60	—	305,10

Соли, понижающие температуру замерзания

Температура воздуха и грунта, °С	Концентрация растворов солей в цементно-грунтовой смеси (содержание безводных солей), % от массы смеси		
	CaCl ₂	NaCl	K ₂ CO ₃
От -1 до -5	8	9	10
» -5 » -7	13	15	17
» -7 » -10	17	20	19

Для устройства основания из укрепленного грунта толщиной более 18 см применяются рельс-формы высотой 26 см.

Внутренние грани рельс-форм смазывают глиняным раствором или отработанным маслом.

Доставляемую автомобилями-самосвалами смесь выгружают на дно корыта. При ширине слоя 7 м и толщине в плотном теле 13 см нужно выгружать 1 м³ смеси на 1 пог. м. захватки. К месту разгрузки автомобиля-самосвалы передвигаются по готовому земляному полотну. При невозможности заезда таким способом устраивают передвижные переезды из щитов через 20—30 м.

Сначала профилировщиком на III передаче предварительно разравнивают смесь на участке длиной 4—5 м и возвращают профилировщик в исходное положение; затем заполняют места с недостающим количеством смеси вручную и окончательно профилируют смесь проходом профилировщика на III передаче с выключенным вибробрусом. После профилирования на участке длиной 20—30 м уложенную смесь уплотняют профилировщиком на II передаче за один проход с включенным вибробрусом, при этом передняя грань его должна иметь превышение над задней на 5 мм.

Смесь для верхнего слоя выгружают на уплотненный нижний слой, разравнивают и профилируют профилировщиком так же, как при устройстве нижнего слоя. Уплотнение смеси верхнего слоя профилировщиком производят на I передаче за один проход. Рельс-формы снимают не раньше чем через 24 ч после уплотнения смеси.

При отсутствии самоходных распределителей или профилировщика типа ДС-502 (Д-345) смесь из укрепленного грунта распределяют автогрейдером, а уплотняют самоходными пневмокатками.

§ VIII.4. Устройство оснований в зимнее время

В зимнее время устраивают гравийные и щебеночные основания из естественных каменных материалов и из доменных шлаков.

Земляное полотно, на котором устраивают основание в зимнее время, должно быть построено до наступления отрицательной температуры. Перед укладкой материала основания поверхность земляного полотна необходимо очистить от снега и льда. В самом укладываемом материале не должно быть смерзшихся комьев снега и льда.

Гравий или щебень распределяют в соответствии с табл. VIII.7, уплотняют без увлажнения и до смерзания материала. Толщина уплотняемого слоя щебня или гравия должна быть не более 15 см в плотном состоянии. После весеннего оттаивания перед устройством покрытия основание дополнительно уплотняют.

При строительстве в зимнее время оснований из активных доменных шлаков необходимо применять шлак крупностью менее 70 мм. Верхние слои основания можно устраивать на $\frac{2}{3}$ проектной толщины. Досыпку верхнего слоя осно-

вания и уплотнение производят после полного оттаивания основания и просыхания грунта земляного полотна.

Основания из грунтов, укрепленных цементом, устраивают при пониженной температуре от $+5$ до -10°C при соблюдении следующих условий: влажность обрабатываемых грунтов не должна быть более 0,7 значения влажности границы текучести грунта; укрепленный грунт не должен промерзать в процессе его обработки; твердение укрепленного грунта должно происходить при температуре воздуха не ниже -10°C .

При укреплении грунтов при пониженной температуре в грунт вводят добавки солей, понижающих температуру замерзания жидкой фазы смеси (табл. VIII.28).

§ VIII.5. Строительство покрытий из щебня (гравия), обработанного органическими вяжущими

Покртия, устроенные по способу пропитки (табл. VIII.29—VIII.31). В зависимости от толщины обрабатываемого слоя покрытия (или основания) пропитку разделяют на глубокую (нормальную) при толщине обрабатываемого слоя 6,5—8 см; облегченную (полупропитку) при толщине обрабатываемого слоя 4—6 см.

Технологический процесс устройства покрытий и оснований по способу пропитки состоит из подготовительных работ и работ по устройству покрытия.

В состав подготовительных работ входят: приемка основания (см. гл. IX), высотная и плановая разбивка, установка боковых упоров и предварительный розлив вяжущего материала по подготовленной поверхности основания. Для обеспечения ровности краев покрытия устраивают временные или постоянные упоры в виде бордюров, упорных брусев и т. п. Обочины должны быть укреплены и уплотнены.

Предварительный розлив вяжущего производят в количестве 0,8(1) л/м².

Покрытие по способу глубокой пропитки устраивают с применением щебня четырех или трех размеров в зависимости от размеров щебня в первой россыпи. При устройстве покрытия по способу облегченной пропитки используют щебень трех или двух размеров.

Протяженность обрабатываемого участка в зависимости от местных условий принимают 100 или 200 м с тем, чтобы в течение одного дня выполнить весь цикл работ, включающий розлив вяжущего, россыпь по нему щебня и укатку.

Первую россыпь щебня по готовому основанию при глубокой и облегченной пропитках выполняют распределителем типа ДС-54 (Д-724) или ДС-8 (Д-337) на всю ширину проезжей части равномерным слоем с проверкой профиля шаблоном. Количество рассыпаемого щебня зависит от толщины устраиваемого слоя покрытия и коэффициента уплотнения (см. табл. VIII.6). Размер щебня должен составлять не более 0,85—0,95 толщины слоя покрытия. Толщина слоя щебня после уплотнения не должна превышать высоты уплотненных обочин или упоров.

При уплотнении щебень не поливают водой. Укатывают от краев к середине двумя—пятью проходами легких катков (6—8 т) по одному следу, затем четырьмя—пятью проходами тяжелых катков (10—15 т) по одному следу. Укатку заканчивают, когда достигнуто устойчивое положение щебня.

По окончании уплотнения катками первой россыпи щебня производят первый розлив вяжущего материала по одной половине проезжей части или по всей ее ширине в зависимости от нормы разливаемого вяжущего, ширины проезжей части и необходимости пропуска движения. Каждый розлив должен быть равномерным, без пропусков. Пропущенные места должны быть тщательно и осторожно обработаны вяжущим с помощью шланга, имеющегося на распределителе вяжущего, или из леек.

При использовании для глубокой пропитки каменноугольного дегтя или эмульсии после укатки первого слоя щебня перед первым розливом вяжущего рассыпают часть щебня крупностью 10(15)—20(25) мм в количестве 0,4—0,5 м³

Технологическая последовательность процессов устройства покрытия по способу пропитки

№ процесса	№ захватки	Источник обоснования норм выработки	Описание рабочих процессов и расчет объемов работ	Единица измерения	Количество работ на 1 км	Производительность смену	Потребность машино-смен
1	I	ЕНиР, § 17-4 (расчет см. табл. VIII. 2, п. 4)	Подгрунтовка основания розливом жидкого битума или дегтя в количестве 0,8 л/м ² автогудронатором ДС-39 (Д-640) при дальности возки 10 км. Потребность битума: 7500·0,8=6 т	т	6	13,9	0,4
2	I	Расчет (см. табл. VIII. 2, п. 10)	Подвозка щебня крупностью 20—40 мм автомобилями-самосвалами ЗИЛ-555 на расстояние 10 км с выгрузкой в бункер самоходного распределителя ДС-54 (Д-724). Потребность щебня — 4 м ³ на 100 м ²	м ³	300	16,3	18,4
3	I	ЕНиР § 17-2; расчет (см. табл. VIII. 2, п. 7)	Распределение щебня самоходным распределителем ДС-54 (Д-724) слоем 4 см на ширину 7,5 м двумя проходами	·	300	160	1,9
4	I	ЕНиР, § 17-3	Уплотнение щебеночного слоя самоходным катком ДУ-11А (Д-469А) при пяти проходах и самоходным катком ДУ-9А (Д-400 А) при пяти проходах по одному следу	м ²	7500	3000	2,5
5	II	ЕНиР, §17-4	Первый розлив вяжущего в количестве 4 л/м ² автогудронатором ДС-39 (Д-640) при дальности возки 10 км	т	30	13,9	2,2
6	II	Расчет (см. табл. VIII. 2, п. 10)	Подвозка щебня крупностью 10—20мм автомобилями-самосвалами ЗИЛ-555 на расстояние 10 км с выгрузкой в бункер самоходного распределителя ДС-54 (Д-724). Потребность щебня — 3 м ³ на 100 м ²	м ³	225	16,3	13,8
7	II	ЕНиР, § 17-2; расчет (см. табл. VIII. 2, п. 7)	Распределение щебня самоходным распределителем ДС-54 (Д-724) слоем 3 см на ширину 7,5 м двумя проходами	·	225	120	1,8

№ процесса	№ захватки	Источник обоснования норм выработки	Описание рабочих процессов и расчет объемов работ	Единица измерения	Количество работ на 1 км	Производительность в смену	Потребность машино-смен
8	II	ЕНиР, § 17-3	Уплотнение щебеночного слоя самоходными катками ДУ-11А (Д-469А) при пяти проходах и самоходными катками ДУ-9А (Д-400А) при пяти проходах по одному следу	м ²	7500	3000	2,5
9	III	ЕНиР, § 17-4	Второй розлив вяжущего в количестве 2,5 л/м ² автогудронатором ДС-39 (Д-640) при дальности возки 10 км	т	18,7	13,9	1,3
10	III	Расчет (см. табл. VIII. 2, п. 10)	Подвозка щебня крупностью 3(5)—10 мм автомобилями-самосвалами ЗИЛ-555 на расстояние 10 км с выгрузкой в бункер самоходного распределителя ДС-54 (Д-724). Потребность щебня 1,1 м ³ на 100 м ²	м ³	82,5	16,3	5,1
11	III	ЕНиР, § 17-2; расчет (см. табл. VIII. 2, п. 7)	Распределение щебня самоходным распределителем ДС-54 (Д-724) слоем 1 см на ширину 7,5 м двумя проходами	м ²	82,5	35	2,4
12	III	ЕНиР, § 17-3, п. 12а	Уплотнение щебеночного слоя самоходными катками ДУ-11А (Д-469А) при трех проходах и самоходными катками ДУ-9А (Д-400А) при трех проходах по одному следу	м ²	7500	4000	1,8
13	—	—	Уход за покрытием в течение 10 дней звеном рабочих; подметание каменной мелочи, регулирование движения и т. д.	—	—	—	—

Потребность машино-смен на 1 км: автогудронаторов ДС-39—3,9; автомобилей-самосвалов ЗИЛ-555 — 37,3; самоходных распределителей ДС-54 — 6,1; самоходных катков ДУ-11А — 6,8; самоходных катков ДУ-9А—6,9.

на 100 м² для частичного заполнения крупных пор. Вслед за розливом горячего вяжущего по нему немедленно, до его остывания, производят россыпь щебня при использовании четырех размеров 20(25)—40 мм, трех — 10(15)—20(25) мм, двух — 3(5)—10(15) мм.

Вслед за россыпью щебеня немедленно уплотняют. Клинец прочных пород уплотняют тяжелыми катками, а менее прочных сначала легкими, потом тяжелыми. Укатку заканчивают, когда поверхность станет плотной и ровной и под катком не будет происходить движения щебня.

Состав машин в отряде

Машины	Количество машин и коэффициент их загрузки	Стоимость одной машины, тыс. руб.	Стоимость всех машин, тыс. руб.	Стоимость машино-смены, руб.	
				одной машины	всех машин
Автогудронатор ДС-39	1 (0,8)	5,0	5,0	29,1	29,1
Автомобили-самосвалы ЗИЛ-555	8 (0,9)	3,4	27,2	18	144,0
Самоходный распределитель ДС-54	2 (0,8)	10,6	21,2	32	64,0
Самоходные катки ДУ-11А	2 (0,6)	3,5	7,0	21	42,0
»	2 (0,6)	4,6	9,2	18	36,0
ДУ-9А					
Итого	—	—	69,6	—	315,1

Таблица VIII.31

Состав бригады рабочих

Рабочие	Количество	Тарифная ставка, руб.	Зароботная плата в смену, руб.
Машинисты 6-го разряда	2	6,47	12,94
» 5-го »	7	5,75	40,25
Водители III класса на ЗИЛ-555	8	5,00	40,00
» III » автогудронаторах	1	5,00	5,00
Рабочие при машинах:			
3-го разряда	1	4,55	4,55
2-го »	3	4,04	12,12
Итого	22	—	114,86

После окончания уплотнения производят второй розлив вяжущего в заданном количестве и распределяют щебень размером 10(15)—20(25) мм или каменную мелочь размером 3(5)—10(15) мм. При использовании щебня трех размеров рассыпают щебень размером 3(5)—10(15) мм. При этом каменная мелочь должна заполнять все оставшиеся крупные поры. Щебень и каменную мелочь уплотняют тремя-четырьмя проходами катка по одному следу сразу же после россыпи. При уплотнении каменную мелочь продолжают вметать в промежутки между щебнем. Четвертую россыпь щебня или каменной мелочи размером 3(5)—10(15) мм при использовании четырех размеров щебня и последующее его уплотнение выполняют так же, как и при третьей россыпи. После окончания уплотнения покрытия по нему производят одиночную поверхностную обработку (см. § VIII.7). После окончания работ в течение 10—20 дней ведут наблюдение за формированием покрытия, а также уход за ним.

При устройстве покрытий из щебня, обработанного битумом, по принципу расклинки более крупного щебня менее крупными работами производят аналогично уплотнению щебня при пропитке. Нормы расхода приведены в табл. VIII.32. Щебень можно распределять в холодном, теплом и горячем состояниях.

Нормы расхода щебня, обработанного битумом, при устройстве покрытий

Плотность минерального материала, г/см ³	Расход щебня 20(25)—40 мм, кг/м ²		Расход мелкого щебня, 10(15)—20(25) мм, кг/м ²	Расход каменной мелочи 3(5)—10(15) мм, кг/м ²
	при толщине слоя 4 см	при большей толщине слоя прибавлять на каждый сантиметр толщины		
2,5	70—75	18—19	9—11	7—8
2,6	73—78	18—19	9—11	7—8
2,7	75—80	19—20	10—12	7—8
2,8	78—83	20—21	10—12	8—9
2,9	80—85	20—21	11—13	8—9
3,0	83—88	21—22	11—13	8—9
3,1	85—90	22—23	11—14	9—10
3,2	88—93	22—23	11—14	9—10

Покрытия из щебня (гравия), обработанного органическими вяжущими в установке. Укладываемые в горячем (теплом) состоянии щебень и щебеночные (гравийные) смеси, обработанные битумом, должны иметь температуру перед укладкой в покрытие не ниже указанной в табл. VIII.33. Формирование покрытий, уложенных в горячем (теплом) состоянии, заканчивается, в основном, после уплотнения их катками и остывания.

Таблица VIII.33

Температура щебеночных и гравийных смесей, обработанных вяжущими, перед укладкой

Температура воздуха, °С	Температура теплых смесей, °С, обработанных вяжущими				Температура горячих смесей, °С, обработанных вяжущими			
	СГ-40/70, СГ-70/130, СГ-130/200, МГ-40/70, МГ-70/130, МГ-130/200	Д-5, Д-6	Д-7	БНД-200/300	Д-7, ДС-7, ДН-7	БНД-200/300	БНД-130/200	БНД-90/130, БНД-60/90, БНД-40/60
Более +10	50	50	60	70	80	100	120	130
От +5 до +10	60	60	70	80	100	110	130	140
„ 0 „ +5	70	70	80	90	110	120	140	150
„ 0 „ -5	80	80	90	100	120	130	150	160
„ -5 „ -10	90	90	100	110	—	—	—	—
„ -10 „ -15	100	100	110	120	—	—	—	—

Примечание. При применении поверхностно-активных добавок температура смесей с битумами БНД-130/200, БНД-90/130 и БНД-60/90 должна быть в пределах от 120 до 140° С.

Холодные щебеночные (гравийные) смеси и холодный щебень укладывают при положительных температурах воздуха. Формирование покрытий в этом случае зависит от интенсивности движения и условий погоды: с битумами и дегтями — в течение 20—30 дней, с эмульсиями — 7—20 дней.

Обработанную щебеночную (гравийную) смесь доставляют к месту работ в автомобилях-самосвалах. Смеси, укладываемые в горячем и теплом состояниях, доставляют непосредственно после их приготовления. Смеси, укладываемые в холодном состоянии, при необходимости вывозят заранее и складывают

в штабеля. Укладка смесей с прямыми эмульсиями во избежание схватывания смеси должна быть закончена до распада эмульсии. Температура холодных смесей определяется температурой воздуха, при которой допускается их укладка: для холодных смесей с жидкими битумами и дегтями и прямой эмульсией она должна быть не ниже минус 5° С, для смесей, обработанных двумя эмульсиями — обратной и прямой — не ниже минус 10° С.

Перед укладкой смеси подготавливают основание: очищают его от пыли и грязи поливочной машиной и делают подгрунтовку жидким битумом или дегтем (0,8 л/м²) автогудронатором. Смесью укладывают самоходным асфальтоукладчиком или самоходным распределителем щебня.

Нормы расхода смесей приведены в табл. VIII.34 и VIII.35.

Таблица VIII.54

Нормы расхода обработанных вяжущими щебеночных (гравийных) смесей при устройстве нижнего и среднего слоев покрытий

Плотность минерального материала, г/см ³	Расход крупнозернистых смесей [0(5)—40 мм], кг/м ²		Расход среднезернистых [0(5)—20(25) мм] и мелкозернистых [0—10(15) мм] смесей, кг/м ²	
	при толщине слоя 5 см	при большей толщине слоя прибавлять на каждый сантиметр толщины	при толщине слоя 3 см	при большей толщине слоя прибавлять на каждый сантиметр толщины
2,5	100—105	20—22	58—63	19—21
2,6	105—110	21—23	60—65	20—22
2,7	110—115	22—24	63—68	21—23
2,8	115—120	22—24	65—70	22—24
2,9	120—125	23—25	68—73	22—24
3,0	125—130	23—25	70—75	23—25
3,1	130—135	24—26	73—78	24—26
3,2	135—140	25—27	75—80	25—27

Таблица VIII.35

Нормы расхода щебеночных (гравийных) смесей при постройке верхнего слоя покрытий

Плотность минерального материала, г/см ³	Расход крупнозернистых смесей [0(5)—40 мм], кг/м ²		Расход среднезернистых [0—20(25) мм], мелкозернистых [0—10(15) мм] смесей и черных высевок (0—5 мм), кг/м ²	
	при толщине слоя 5 см	при большей толщине слоя прибавлять на каждый сантиметр толщины	при толщине слоя 3 см	при большей толщине слоя прибавлять на каждый сантиметр толщины
2,5	105—110	21—23	60—65	20—22
2,6	110—115	22—24	63—68	21—23
2,7	115—120	22—24	65—70	22—24
2,8	120—125	23—25	68—73	22—24
2,9	125—130	23—25	70—76	23—25
3,0	130—135	24—26	73—78	24—26
3,1	135—140	25—27	75—80	25—27
3,2	135—140	26—28	80—85	25—27

Горячую и теплую крупнозернистые смеси из прочных горных пород уплотняют тяжелыми катками. Среднезернистые, мелкозернистые и песчаные горячие и теплые смеси из прочных пород уплотняют сначала легкими (три—пять проходов по одному следу), а затем тяжелыми (12—20 проходов по одному следу) катками. Укатывают от краев к середине, перекрывая соседнюю полосу на 20—30 см. Уплотнение считается достаточным, когда при проходе тяжелого катка от его задних валцов не остается следа на уплотненном слое.

Щебеночные (гравийные) смеси, обработанные вяжущими, укладываемые в холодном состоянии, укатывают самоходными катками на пневматических шинах (6—10 проходов катка по одному следу в зависимости от массы катка). При отсутствии катков на пневматических шинах холодные щебеночные (гравийные) смеси уплотняют самоходными катками с гладкими вальцами. Горячие, теплые и холодные щебеночные (гравийные) смеси уплотняют также вибрационными катками массой 5 т. Для придания более ровной поверхности после уплотнения катками на пневматических шинах или вибрационными катками делают два-три прохода по одному следу тяжелыми самоходными катками.

Уплотнение щебеночных (гравийных) смесей с прямой эмульсией начинают не раньше чем через 2 ч после их укладки. При этом делают катком массой 5—6 т два-три прохода по одному следу и катком массой 8—10 т — не менее 10 проходов. На уплотненном слое щебеночной (гравийной) смеси, обработанной вяжущими, устраивают слой износа — поверхностную обработку (см. § VIII.7).

§ VIII.6. Строительство асфальтобетонных покрытий

Асфальтобетонные покрытия из горячих смесей (табл. VIII.36—VIII.38, рис. VIII.2) укладывают в сухую погоду при температуре воздуха не ниже +5°С весной и летом и +10°С в осеннее время.

Поверхность основания очищают механической щеткой за один-два прохода по одному следу или поливо-моечной машиной. Перед укладкой асфальтобетонной

Таблица VIII.36

Технологическая последовательность процессов устройства двухслойного асфальтобетонного покрытия

№ процесса	№ захватки	Источник обоснования норм выработки	Описание рабочих процессов и расчет объемов работ	Единица измерения	Количество работ на 1 км	Производительность в смену	Потребность машинно-смен
1	I	Расчет (см. табл. VIII. 2, п. 11)	Очистка поверхности основания от пыли и грязи поливо-моечной машиной ПМ-130 при двух проходах по одному следу	км	1	2,5	0,4
2	I	ЕНиР, § 17-4	Подгрунтовка поверхности основания жидким битумом в количестве 0,8 л/м ² автогудронатором ДС-39 (Д-640) при дальности возки 10 км	т	6	13,9	0,4
3	I	ЕНиР, § 17-10, табл. 1; § 17-29	Установка и перестановка упорных брусьев с укреплением каждого бруса тремя штырями, обрубка стыков с выравниванием краев, смазкой жидким битумом, уборка обрубленных кусков в сторону	—	—	—	—

№ процесса	№ захватки	Источник обоснования норм выработки	Описание рабочих процессов и расчет объемов работ	Единица измерения	Количество работ на 1 км	Продолжительность в смену	Потребность машино-смен
4	I	Расчет (см. табл. VIII.2, п. 10)	Подвозка асфальтобетонной смеси для устройства нижнего слоя автомобилями-самосвалами ЗИЛ-555 на среднее расстояние 10 км с выгрузкой в бункер асфальтоукладчика ДС-1 (Д-150Б). Потребность смеси на 1 км: $1000 \cdot 7,5 \cdot 0,045 \cdot 2,5 \cdot 1,03 = 870$ т	т	870	26,1	33,3
5	I	ЕНиР, § 17-10, табл. 2	Укладка асфальтобетонной смеси асфальтоукладчиком ДС-1 (Д-150Б) слоем шириной 7,5 м за два прохода по ширине покрытия	м ²	7500	3000	2,5
6	I	ЕНиР, § 17-12	Подкатка нижнего слоя асфальтобетонного покрытия самоходным катком ДУ-11А (Д-469А) при четырех проходах по одному следу	—	7500	3000	2,5
7	I	ЕНиР, § 17-10, табл. 1	Проверка поперечного профиля и ровности покрытия через каждые 25 м с помощью 3-метровой рейки	—	—	—	—
8	I	ЕНиР, § 17-12	Укатка нижнего слоя асфальтобетонного покрытия самоходным катком ДУ-9А (Д-400А) при 11 проходах по одному следу	м ²	7500	1250	6,0
9	II	ЕНиР, § 17-10, табл. 1 § 17-29	Установка и перестановка упорных брусьев с укреплением каждого бруса тремя штырями, рубка стыков с выравниванием краев, смазкой жидким битумом, уборка обрубленных кусков в сторону	—	—	—	—
10	II	Расчет (см. табл. VIII.2, п. 10)	Подвозка асфальтобетонной смеси для устройства верхнего слоя автомобилями-самосвалами ЗИЛ-555 на среднее расстояние 10 км с выгрузкой в бункер асфальтоукладчика ДС-1 (Д-150Б). Потребность	т	680	26,1	26,0

№ процесса	№ захвата	Источник обоснования норм выработки	Описание рабочих процессов и расчет объемов работ	Единица измерения	Количество работ на 1 км	Производительность в смену	Потребность машино-смен
11	II	ЕНиР, § 17-10, табл. 2	смеси на 1 км: $1000 \cdot 7,5 \cdot 0,035 \cdot 2,5 \cdot 1,03 = 680$ т Укладка асфальтобетонной смеси асфальтоукладчика ДС-1 (Д-150Б) слоем шириной 7,5 м за два прохода по ширине покрытия	м ²	7500	3000	2,5
12	II	ЕНиР, § 17-12	Подкатка верхнего слоя асфальтобетонного покрытия самоходным катком ДУ-11А при пяти проходах по одному следу	·	7500	3000	2,5
13	II	ЕНиР, § 17-10, табл. 1	Проверка поперечного профиля и ровности покрытия через каждые 25 м с помощью 3-метровой рейки	—	—	—	—
14	II	ЕНиР, § 17-12	Укатка верхнего слоя асфальтобетонного покрытия моторным катком ДУ-9А при 20 проходах по одному следу	м ²	7500	1100	6,8

Потребность машино-смен на 1 км: поливо-моечных машин ПМ-130 — 0,4; автогудронаторов ДС-39 — 0,4; автомобилей-самосвалов ЗИЛ-555 — 59,3; асфальтоукладчиков ДС-1 — 5,0; самоходных катков ДУ-11А — 5,0; самоходных катков ДУ-9А — 12,8.

Таблица VIII.37

Состав машин в отряде

Машины	Количество машин и коэффициент их загрузки	Стоимость одной машины, тыс. руб.	Стоимость всех машин, тыс. руб.	Стоимость машино-смены, руб.	
				одной машины	всех машин
Поливо-моечная машина ПМ-130	1 (0,1)	6,3	6,3	20,0	20,0
Автогудронатор ДС-39	1 (0,1)	5,0	5,0	29,1	29,1
Автомобили-самосвалы ЗИЛ-555	11 (1,0)	3,4	37,4	18,0	198,0
Асфальтоукладчик ДС-1	1 (1,0)	10,8	10,8	36	36,0
Самоходный каток ДУ-11А	1 (1,0)	3,5	3,5	21	21,0
Самоходный каток ДУ-9А	3 (0,6)	4,6	13,8	18	54,0
Итого	—	—	76,8	—	358,1

Состав бригады рабочих

Рабочие	Количество	Тарифная ставка, руб.	Заработная плата в смену, руб.
Машинисты 6-го разряда	1	6,47	6,47
» 5-го »	6	5,75	34,50
Водители III класса на ЗИЛ-555	11	5,00	55,00
» III » ПМ-130 и автогудронаторах	2	5,00	10,00
Рабочие при машинах:			
3-го разряда	2	4,55	9,10
2-го »	3	4,04	12,12
Итого	25	—	127,19

смеси основание должно быть тщательно просушено. За 2—3 ч до начала укладки асфальтобетонной смеси по основанию разливают битум марки СГ-15/25 или МГ-25/40 в количестве 0,5—1 л/м², или битумную эмульсию—0,5—0,6 л/м² (в пересчете на битум).

Для установки брусьев производят разбивку кромок и через 10—15 м забивают стальные штыри, по которым натягивают шнур (проволок). По обозначенной шнуром линии укладывают деревянные или металлические упорные брусья и закрепляют их с внешней стороны Г-образными костылями через 1—1,5 м.

Укладку асфальтобетонной смеси одним асфальтоукладчиком ведут последовательно полосами шириной 3—3,5 м (рис. VIII.3). Для повышения качества работ целесообразно использовать асфальтоукладчики типов ДС-93, ДС-94, ДС-113 и ДС-114.

Длину полос назначают в соответствии с табл. VIII.39. Скорость передвижения асфальтоукладчика устанавливают в зависимости от особенностей смеси, темпа ее подвоза и погоды. Хорошее качество укладки смеси (уплотнение трамбующим брусом, ровная поверхность) обеспечивается при малых скоростях передвижения укладчика.

Сразу после прохода укладчика проверяют толщину слоя, поперечный уклон и ровность поверхности. Дорожные рабочие устраняют дефекты и готовят уложенную смесь к уплотнению самоходными катками: заполняют пустоты или удаляют излишки смеси на краях полосы, обрабатывают сопряжения полос (заделывают швы), исправляют неровности поверхности, задиры, раковины.

Ровность покрытия проверяют сразу после прохода укладчика, а также после одного-двух проходов легкого катка, когда обнаруживаются просадки и неровности. Ровность проверяют трехметровой рейкой, которую укладывают вдоль и поперек полосы. В конце рабочего дня или при перерывах в работе на длительное время делают рабочий шов.

Укладку смеси верхнего слоя желательно вести одновременно двумя асфальтоукладчиками, перемещающимися уступом, на расстоянии не более 30 м друг от друга или широким укладчиком на всю ширину покрытия.

Уплотнение смеси начинают сначала легким или средним катком (четыре-шесть проходов по одному следу при скорости движения 1,5—2 км/ч), а затем тяжелыми катками (число проходов по одному следу не менее 20 для верхнего и 10—20 для нижнего слоя). В прохладную погоду (ниже +15° С) каркасные смеси верхнего слоя можно укатывать сразу тяжелыми катками.

Рис. VIII.2. Технологическая схема работы механизированного отряда по устройству двухслойного асфальтобетонного покрытия:

ПМ — поливо-мочная машина; Аг — автогудронатор; АУ — асфальтоукладчик; Кт — каток тяжелый; Кл — каток легкий

№ участка	Длина участка, м	№ рабочих операций		Место расположения оборудования		Почасовой график использования машин		Необходимые ресурсы	
		№ рабочих операций		План потока и расстановка машин на участках		Почасовой график использования машин		Необходимые ресурсы	
		Первая смена	Вторая смена	2-я смена	1-я смена	1-я смена	2-я смена	2-я смена	1-я смена
I	200	рабочие не производят	1. Выгрузка подвальной смеси осевыми экскаваторами 2. Разлив выгруженной смеси 3. Загрузка цистерн 4. Обрубка стенок	Обрубка Обрубка	Обрубка Обрубка	8 4 2	8 4 2	Машины: 1. экскаваторы 2. автоцистерны 3. цистерны 4. тракторы	Машины: 1. экскаваторы 2. автоцистерны 3. цистерны 4. тракторы
II	200	1. Выгрузка подвальной смеси осевыми экскаваторами 2. Разлив выгруженной смеси 3. Загрузка цистерн 4. Обрубка стенок	5. Смешивание выгруженной смеси осевыми экскаваторами 6. Подогрев выгруженной смеси 7. Распределение смеси 8. Подогрев смеси 9. Укладка смеси с пробурной решёткой	Обрубка Обрубка	Обрубка Обрубка	8 4 2	8 4 2	Машины: 1. экскаваторы 2. автоцистерны 3. цистерны 4. тракторы	Машины: 1. экскаваторы 2. автоцистерны 3. цистерны 4. тракторы
III	200	5. Смешивание выгруженной смеси осевыми экскаваторами 6. Подогрев выгруженной смеси 7. Распределение смеси 8. Подогрев смеси 9. Укладка смеси с пробурной решёткой	8. Доставка цистерн 9. Доставка цистерн 10. Доставка цистерн 11. Доставка цистерн 12. Доставка цистерн 13. Доставка цистерн 14. Доставка цистерн 15. Доставка цистерн	Обрубка Обрубка	Обрубка Обрубка	8 4 2	8 4 2	Машины: 1. экскаваторы 2. автоцистерны 3. цистерны 4. тракторы	Машины: 1. экскаваторы 2. автоцистерны 3. цистерны 4. тракторы
IV	200	10. Доставка цистерн 11. Доставка цистерн 12. Доставка цистерн 13. Доставка цистерн 14. Доставка цистерн 15. Доставка цистерн	Головки покрытые	Обрубка Обрубка	Обрубка Обрубка	8 4 2	8 4 2	Машины: 1. экскаваторы 2. автоцистерны 3. цистерны 4. тракторы	Машины: 1. экскаваторы 2. автоцистерны 3. цистерны 4. тракторы



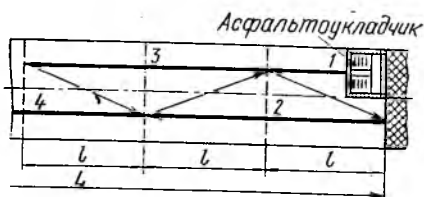


Рис. VIII.3. Схема движения асфальтоукладчика:

L — сменная захватка; l — длина участков укладки. Цифрами обозначен порядок укладки покрытия. Толстыми стрелками показан рабочий ход, тонкими — холостой

При наличии виброкатков после прохода асфальтоукладчика смесь уплотняют виброкатком сначала с выключенным вибратором за два-три прохода по одному следу, а затем с включенным вибратором за три-четыре прохода по одному следу при укатке нижнего слоя и за четыре-шесть проходов — при укатке верхнего слоя.

Окончательное уплотнение и выравнивание поверхности делают тяжелым катком с гладкими вальцами за два-три прохода по одному следу. Уплотнение считается достаточным, если после прохода тяжелого катка не остается следа.

Т а б л и ц а VIII.39

Целесообразная длина полосы укладки горячей асфальтобетонной смеси

Температура воздуха при отсутствии ветра, °С	Длина укладываемой полосы, м, на участках	
	защищенных от ветра, застроенных, лесных, глубоких выемок	открытых
5—10	30—60	25—30
10—15	60—100	30—50
15—25	100—150	50—80
>25	150—200	80—100

Для придания шероховатости асфальтобетонному покрытию в свежеложенный верхний слой втапливают высокопрочный щебень (1—2-го классов) с последующим уплотнением.

§ VIII.7. Устройство слоев износа и защитных слоев

Поверхностная обработка. Поверхностная обработка состоит в том, что по тонкому слою вяжущего материала — битума, битумной эмульсии, битумной мастики, нанесенному на обрабатываемую поверхность, распределяют слой щебня, который прилипает к вяжущему и частично погружается в него (табл. VIII.40—VIII.42). На покрытии образуется коврик, обладающий повышенными фрикционными свойствами. Для поверхностной обработки с применением горячей вязкого битума используют обработанный щебень (табл. VIII.43). Можно использовать и щебень, не обработанный битумом.

При использовании битумных эмульсий отличие от работ с использованием битума состоит в том, что эмульсию, во избежание стекания ее на обочины, разливают на минеральный материал, отсыпанный в количестве 60—70% нормы. После розлива эмульсии распределяют остальное количество минерального материала. Расход 50%-ной эмульсии в зависимости от крупности щебня приведен в табл. VIII.44.

Поверхностную обработку асфальтобетонных покрытий делают преимущественно в летнее время при температуре воздуха не ниже +15°С.

Основными требованиями при выполнении поверхностной обработки являются: точное дозирование вяжущего, точное дозирование и равномерное распределение щебня.

Технологическая последовательность процессов устройства одиночной поверхностной обработки на асфальтобетонном покрытии

№ процесса	№ захватки	Источник обоснования норм выработки	Описание рабочих процессов и расчет объемов работ	Единица измерения	Количество работ на 1 км	Производительность в смену	Потребность машино-смен
1	I	Расчет (см. табл. VIII.2, п. 11)	Очистка поверхности покрытия от пыли и грязи поливо-моечной машиной ПМ-130 при двух проходах по одному следу	км	1	2,5	0,4
2	II	Расчет (см. табл. VIII.2, п. 10)	Подвозка щебня размером 15—25 мм автомобилями - самосвалами ЗИЛ-555 на среднее расстояние 10 км и россыпь щебня распределителем каменной мелочи ДС-7 (Д-336). Потребность щебня 1,8 м ³ на 100 м ²	м ³	135	16,3	8,3
3	II	ЕНиР, § 17-4	Розлив битумной эмульсии в количестве 1,4 л/м ² автогудронатором ДС-39 (Д-640) при дальности возки 10 км. Потребность битумной эмульсии на 1 км: 7500 × 1,4 = 10,5 т	т	10,5	3,4	3,1
4	II	Расчет (см. табл. VIII.2, п. 10), (ТНиР § Т1-10)	Подвозка щебня размером 15—25 мм автомобилями - самосвалами ЗИЛ-555 на среднее расстояние 10 км и россыпь щебня распределителем каменной мелочи ДС-7 (Д-336). Потребность щебня 1,2 м ³ на 100 м ²	м ³	90	16,3	5,5
5	II	ЕНиР, § 17-3	Уплотнение щебня самоходными катками ДУ-9А (Д-400А) при четырех проходах по одному следу	—	7500	4100	1,8
6	II	Повременно	Уход за покрытием звеном рабочих — наметание щебня, регулирование движения и т. д.	—	—	—	—

Потребность машино-смен на 1 км: поливо-моечных машин ПМ-130 — 0,4; автомобилей-самосвалов ЗИЛ-555 — 13,8; автогудронаторов ДС-39 — 3,1; самоходных катков ДУ-9А — 1,8; распределителей ДС-7 — 4,8.

Состав машин в отряде

Машины	Количество машин и коэффициент их загрузки	Стоимость одной машины, тыс. руб.	Стоимость всех машин, тыс. руб.	Стоимость машино-смены, руб.	
				одной машины	всех машин
Поливо-моечная машина ПМ-130	1 (0,1)	6,3	6,3	21,0	21,0
Автомобили-самосвалы ЗИЛ-555	4 (1,0)	3,4	13,6	18,0	72,0
Автогудронатор ДС-39	1 (0,8)	5,0	5,0	29,1	29,1
Распределитель каменной мелочи ДС-7	1 (1,0)	0,5	0,5	1,0	1,0
Самоходный каток ДУ-9А	1 (0,5)	4,6	4,6	18,0	18,0
Итого	—	—	30,0	—	141,1

Таблица VIII.42

Состав бригады рабочих

Рабочие	Количество	Тарифная ставка, руб.	Заработная плата в смену, руб.
Машинисты 5-го разряда	2	5,75	11,5
Водители III класса на ЗИЛ-555	4	5,00	20,0
» III »	2	5,00	10,00
ПМ-130 и автогудронаторах			
Рабочие при машинах 2-го разряда	2	4,04	8,08
Итого	10	—	49,58

Таблица VIII.43

Расход материалов для поверхностной обработки

Крупность щебня, мм	Расход щебня		Расход битума, л/м ²
	кг/м ²	м ³ /100 м ²	
5—15	12—14	0,9—1,1	0,6—0,8
10—15	14—17	1,1—1,2	0,7—0,9
10—20	16—20	1,2—1,4	0,8—1,0
20—25	21—25	1,3—1,5	0,9—1,1

Примечания. 1. Нормы расхода щебня и битума изменяют в зависимости от конкретных условий. 2. При применении необработанного щебня нормы розлива битума повышают на 20—25%.

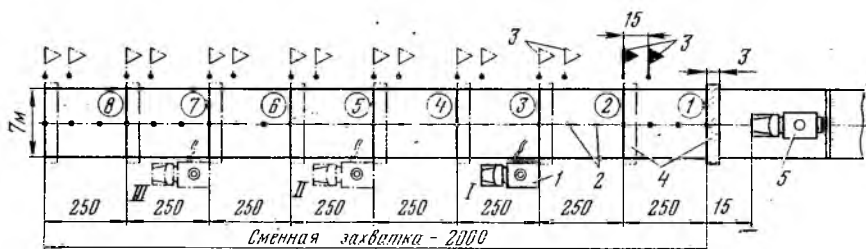


Рис. VIII.4. Схема разбивки сменной захватки на участки розлива битума:

1 — места остановок автоцистерны для заправки автогудронатора битумом (позиции I, II и III); 2 — разбивка оси покрытия (через 25 м); 3 — сигнальные флажки в конце участка розлива; 4 — места расстилки бумаги; 5 — автогудронатор в исходной позиции перед розливом битума.

Цифры в кружках — порядковый номер участка розлива

Для розлива (рис. VIII.4) применяют горячий битум марки БНД-130/200 или БНД-90/130 (последний для IV дорожно-климатической зоны) при температуре битума 150—160°С или быстро распадающуюся эмульсию прямого типа с содержанием 55—60% битума БНД-200/300, БНД-130/200 или БНД-90/130. Заданную норму розлива битума устанавливают по табл. VIII.45.

Таблица VIII.44

Расход эмульсии для поверхностной обработки

Крупность щебня, мм	Расход эмульсии, л/м ²	Крупность щебня, мм	Расход эмульсии, л/м ²
5—15	0,9—1,1	10—20	1,5—1,8
10—15	1,2—1,4	20—25	1,8—2,1

Таблица VIII.45

Расчетные нормы розлива битума автогудронатором ДС-39 (Д-640)

Ширина розлива, м	Расход битума, л/м ² , при движении автомобиля на передачах				Частота вращения насоса, об/мин	Диаметр сопла, мм
	I	II	III	IV		
2,5	9,99/4,5	5,48/2,46	3,05/1,32	1,96/0,88	450/280	6
3	8,33/3,75	4,57/2,05	2,54/1,14	1,63/0,73	450/280	
3,5	7,14/3,21	3,92/1,76	2,18/0,98	1,4 /0,63	450/280	
4	6,25/2,81	3,43/1,54	1,91/0,86	1,22/0,55	450/400	
4,5	5,55/2,5	3,05/1,37	1,69/0,76	1,09/0,49	450/400	6/4
5	4,96/2,23	2,74/1,23	1,52/0,68	0,98/0,44	450/400	
5,5	4,54/2,04	2,67/1,2	1,38/0,62	0,89/0,4	450/400	
6	4,16/1,87	2,29/1,03	1,27/0,57	0,82/0,36	450/400	
6,5	3,84/1,72	2,09/0,94	1,18/0,53	0,76/0,33	450/280	4
7	3,57/1,6	1,96/0,88	1,09/0,49	0,7 /0,31	450/280	

Примечание. В числителе приведены данные при работе автогудронатора на первой передаче коробки отбора мощности, в знаменателе — на второй передаче.

Во время розлива битума вплоть до покрытия его щебнем необходимо принимать меры против загрязнения участка розлива — движение автомобилей должно быть закрыто и переведено на объезды (кроме рабочих машин, подвозящих щебень). Если объезды пыльные, их нужно поливать водой.

Щебень распределяют сразу же за розливом битума с помощью распределителя каменной мелочи ДС-7 (Д-336), который навешивают на задний борт автомобиля-самосвала. При движении автомобиля-самосвала задним ходом по участку со скоростью 4—5 км/ч щебень через щель распределителя рассыпается по разлитому битуму, при этом колеса автомобиля проходят по рассыпанному щебню. По окончании россыпи щебня автомобиль-самосвал возвращают к началу участка россыпи, снимают распределитель и навешивают его на очередной автомобиль. Окончательное распределение щебня слоем в одну щебенку выполняют автомобильной щеткой с доработкой вручную.

После доработки поверхность россыпи должна иметь равномерную, однообразную структуру без пропусков и наслоений. Щебень должен быть распределен слоем в одну щебенку. На поверхности не должно быть жирных пятен и сухих мест с неприлипшим щебнем.

Щебень уплотняют самоходными катками с жесткими вальцами массой 10 т за 4—5 проходов по одному следу. Укатку начинают как только образуется фронт работы катков длиной 30—40 м. Сначала укатку ведут на коротких участках, а затем длину гога катков увеличивают по мере нарастания фронта работ. Проходы катков делают с перекрытием следов на 20—30 см. Скорость движения катков 2—2,5 км/ч для первых двух проходов по одному следу. При последующих проходах скорость катков повышают до 4—5 км/ч.

После устройства поверхностной обработки за ней в течение трех-четырех дней организуют уход. Движение автомобилей открывают не ранее чем через сутки после окончания работ. В процессе эксплуатации в течение первых трех-четырех дней скорость движения автомобилей ограничивают до 40 км/ч.

Поверхностная обработка может быть также двойной и тройной. При двойной и тройной обработке розлив вяжущих, россыпь минеральных материалов и их уплотнение повторяют соответственно два или три раза.

Защитные слои из битумных шламов. В последнее время широкое распространение для устройства поверхностных обработок, для устройства защитных слоев на новых асфальто- и цементобетонных покрытиях, на щебеночных покрытиях или обочинах, обработанных или не обработанных органическими вяжущими, получило применение дорожных литых эмульсионно-минеральных смесей ЛЭМС (битумных шламов), состоящих из дорожного эмульсионного вяжущего (пасты или эмульсии), минерального материала подобранного гранулометрического состава и воды (см. табл. XII.26).

Перед укладкой смеси покрытие очищают от грязи и мусора и подгрунтовывают вручную или с применением автодуронатора разжиженной пастой или эмульсией (60%-ной концентрации) при расходе 0,4—0,6 л/м². Смесь укладывают после просыхания подгрунтовки прицепными распределителями бункерного (емкостью более 500 л) или рамного (менее 500 л) типов. Расход смеси зависит от ее типа и консистенции, вида защитного слоя и состояния покрытия. Ориентировочные значения расхода смеси составляют:

при устройстве замыкающих слоев из смесей типа А (песчаной крупнозернистой, содержащей дробленый песок или его смесь с природным) — 10—12 кг/м²; из смесей типа Б (песчаной крупно- и среднезернистой, содержащей природный песок) — 6—10 кг/м²; из смесей типа В (песчаной мелкозернистой) и типа Г (мастичной, не содержащей песка) — 4—6 кг/м²;

при устройстве заполняющих и закупорочных слоев из смесей типов А, Б — 3—8 кг/м²; типов В, Г — 2—5 кг/м².

Время высыхания смеси составляет 2—8 ч в зависимости от погодных условий. (При влажности 60%, температуре +20°С, скорости ветра 2—3 м/с время высыхания смеси не превышает 3 ч.)

Движение по слою разрешают, если смесь не прилипает к протекторам автомобиля. В течение первых суток скорость движения ограничивают до 40 км/ч, в дальнейшем в течение двух недель скорость ограничивают до 60 км/ч.

На участках, где формирование слоя затруднено (из-за дождей, после холодного времени года) или где действуют большие сдвигающие усилия (перекрестки, остановки общественного транспорта и т. п.), производят уплотнение легкими (массой до 5 т) катками за 5—10 проходов по одному следу.

При двойной обработке покрытия второй слой смеси укладывают после высыхания нижнего слоя.

§ VIII.8. Устройство покрытий с применением органических вяжущих при пониженной положительной и отрицательной температурах воздуха

Основания и покрытия из щебня по способу пропитки или из щебеночных (гравийных) смесей, приготовленных в установке, устраивают в сухую погоду при температуре не ниже $+5^{\circ}\text{C}$ летом и весной и не ниже $+10^{\circ}\text{C}$ — осенью.

Поверхностную обработку следует производить при температуре воздуха не ниже $+15^{\circ}\text{C}$ при использовании битумов и не ниже $+5^{\circ}\text{C}$ при применении битумной эмульсии.

При низких положительных и отрицательных (до -10°C) температурах можно устраивать асфальтобетонное покрытие из горячих и теплых смесей. При этом учитывают следующие особенности производства работ:

покрытие можно устраивать только на основании, построенном и уплотненном до наступления отрицательной температуры;

рекомендуется укладывать только нижний слой асфальтобетонного покрытия; при необходимости устройства двухслойного покрытия нужно организовать работу так, чтобы верхний слой устраивать на свежеложенном нижнем слое до его остывания;

асфальтобетонные смеси применяют с поверхностно-активными веществами и с активированными минеральными порошками;

толщину слоев покрытия увеличивают против проектной на 0,5—1 см; верхний слой должен быть не менее 4 см.

Перед укладкой асфальтобетонной смеси поверхность основания очищают от грязи, снега и льда. Горячая асфальтобетонная смесь на месте укладки должна иметь температуру $150\text{—}160^{\circ}\text{C}$, теплая — $80\text{—}120^{\circ}\text{C}$. При использовании поверхностно-активных веществ и активированных минеральных порошков температура должна быть не выше 150°C .

До начала укладки прогревают форсункой выглаживающую плиту асфальтоукладчика. Для улучшения сопряжения полос смесь укладывают двумя укладчиками. При работе одним укладчиком захватку выбирают такой длины, чтобы новая полоса примыкала к теплой кромке ранее уложенной. При температуре от -5 до -10°C длина захватки не должна превышать 20—25 м.

Уплотнение смеси начинают сразу же за укладкой по всей ширине уложенной полосы только тяжелыми катками массой 10—18 т, уплотняют за 15—20 проходов по одному следу. Вальцы катков подогревают.

§ VIII.9. Строительство цементобетонных покрытий

Монолитные цементобетонные покрытия (табл. VIII.46.—VIII.48). Скоростное строительство цементобетонных покрытий ведут комплектом автоматизированных машин ДС-100 (типа «Автогрейд») со скользящей опалубкой. При отсутствии ДС-100 укладку ведут комплектом машин, подобранных по производительности.

Цементобетонные покрытия укладывают на песчаное основание (см. табл. VIII.3). Рельс-формы устанавливают автокраном и крепят к основанию штырями. Искривление рельс-форм не должно превышать в вертикальной плоскости 2 мм, в горизонтальной — 5 мм. Разность высоты звеньев рельс-форм на стыках не должна превышать 3 мм. Снимают рельс-формы не ранее 18 ч после укладки бетона при температуре $+15^{\circ}\text{C}$ и выше и не ранее 24 ч при температуре ниже $+15^{\circ}\text{C}$.

Технологическая последовательность процессов устройства
цементобетонного покрытия

№ процесса	№ захватки	Источник обоснования выработки	Описание рабочих процессов и расчет объемов работ	Единица измерения	Количество работ на 1 км	Производительность в смену	Потребность машино-смен
1	I	Расчет (см. табл. VIII.2, п. 10)	Подвозка песка для устройства выравнивающего слоя толщиной 5 см автомобилями - самосвалами ЗИЛ-555 на среднее расстояние 10 км. Потребность песка на 1 км: $1000 \cdot 7,5 \cdot 0,05 \cdot 1,5 \cdot 1,03 = 580$ т	т	580	17,4	33,3
2	I	ЕНиР, § 17-1, табл. 2	Разравнивание и планировка песка по всей ширине основания автогрейдером ДЗ-31 (Д-557)	м ²	7500	6500	1,2
3	I	ЕНиР, § 17-20 Расчет (см. табл. VIII.2, п. 3)	Подвозка воды на расстояние 5 км поливомочной машиной ПМ-130 с розливом ее по поверхности слоя до достижения оптимальной влажности из расчета 4% от веса песка. Потребность воды на 1 км: $580 \cdot 0,04 = 23$ т	т	23	19,5	1,2
4	I	ЕНиР, §2-1-22, табл. 3	Уплотнение песчаного слоя катком ДУ-4 (Д-263) в сцепе с трактором Т-100 за шесть проходов по одному следу	м ²	7500	5200	1,4
5	I	ЕНиР, § 17-14	Установка и перестановка рельс-форм автомобильным краном К-61М	м	2000	315	6,4
6	II	ЕНиР, § 17-15	Планирование и уплотнение песчаного выравнивающего слоя профилировщиком ДС-502Б (Д-345Б)	м ²	7500	1400	5,4
7	II	Расчет (см. табл. VIII.2, п. 10)	Подвозка арматуры и штырей автомобилем ЗИЛ-130 на среднее расстояние 15 км	т	11	18,4	0,6
8	II	Расчет (см. табл. VIII.2, п. 10)	Подвозка бетонной смеси автомобилями-самосвалами ЗИЛ-555 на среднее расстояние 10 км с выгрузкой в бункер распределителя ДС-503А (Д-375А). Потребность смеси на 1 км: $1000 \cdot 7,5 \times \times 0,20 \cdot 2,4 \cdot 1,03 = 3700$ т	.	3700	26,1	141,8

№ процесса	№ закладки	Источник обоснования выработки	Описание рабочих процессов и расчет объемов работ	Единица измерения	Количество работ на 1 км	Производительность в смену	Потребность машино-смен
9	II	ЕНиР, § 17-17, табл. 2	Устройство цементно-бетонного покрытия с помощью комплекта машин ДС-503А (Д-375А), ДС-504Б (Д-376Б) и ЭНЦ-3	м ²	7500	970	7,7
10	II	Расчет (см. табл. VIII.2, п. 2)	Подвозка битумной эмульсии автобусом ДС-41 на среднее расстояние 20 км	т	5,25	10	0,5
11	III	ЕНиР, § 17-19	Нарезка продольного шва в свежеложенном бетонном покрытии машиной ДНШС-60МТС	м	1000	410	2,4
12	III	ЕНиР, § 17-14	Снятие рельс-форм автомобильным краном К-61М с погрузкой в транспортные средства	„	2000	330	6,0
13	III	ЕНиР, § 17-18, табл. 2	Нарезка швов сжатия и расширения нарезчиками ДС-506 (Д-432А). Среднее количество на 1 км — 1252 м	„	1252	140	8,9
14	III	ЕНиР, § 17-32	Заполнение швов в покрытии мастикой с предварительной очисткой шва от пыли и грязи сжатым воздухом	„	1252	110	11,4

Потребность машино-смен на 1 км: автомобилей-самосвалов ЗИЛ-555—175,1; автогрейдеров ДЗ-31—1,2; поливо-моющих машин ПМ-130—1,2; катков на пневматических шинах ДУ-4 с трактором Т-100—1,4; автомобильных кранов К-61М—12,4; профилировщиков ДС-502Б—5,4; распределителей ДС-503А—7,7; бетоноотделочных машин ДС-504Б—7,7; машин ЭНЦ-3—7,7; автобусов ДС-41—0,5; нарезчиков швов ДНШС-60—2,4; нарезчиков швов ДС-506—8,9; электростанций ПЭС-100—8,9; битумных котлов Д-124А—11,4; компрессоров ЗИФ-51—11,4.

Поверх песчаного основания расстилают битуминированную бумагу (ТУ 258-52). Бумагу укладывают внахлестку с перекрытием на 5—7 см по ходу движения распределительного бункера. При устройстве неармированного покрытия полосы бумаги склеивают горячим битумом. Целесообразнее вместо битуминированной бумаги укладывать поверх основания обработанный битумом песок слоем 2—3 см в уплотненном состоянии.

На рельс-формах намечают мелом положение шва и по шнуру устанавливают прокладки в швах расширения. Шнур, натянутый между швом расширения ранее уложенного ряда покрытия и меткой на рельс-форме, определяет положение прокладки в плане и по высоте.

Для устройства шва расширения (см. рис. V.12) применяют прокладки из чистообрезных досок мягких пород дерева (сосна, ель). Прокладки устанавливают в проектное положение вместе со штырями. Штыри и прокладки закрепляют по месту установки для предотвращения их смещения при распределении и уплотнении бетонной смеси. Для крепления прокладок и штырей применяют поддерживающие каркасы-корзинки из арматуры диаметром не менее 6 мм. Арматурные каркасы устанавливают с помощью краном с помощью траверсы (рис. VIII.5).

Состав машин в отряде

Машины	Количество машин и коэффициент их загрузки	Стоимость одной машины	Стоимость всех машин, тыс. руб.	Стоимость машиносмены, руб.	
				одной машины	всех машин
Автомобили-самосвалы ЗИЛ-555	29(1,0)	3,4	98,6	18	522
Автогрейдер ДЗ-31	1(0,2)	11,3	11,3	24	24
Поливо-моечная машина ПМ-130	1(0,2)	6,3	6,3	21	21
Каток на пневматических шинах ДУ-4 в сцепе с трактором С-80	1(0,3)	7,5	7,5	18	18
Автомобильный кран К-61М	2(0,9)	11,4	22,8	35	70
Профилировщик ДС-502Б	1(1,0)	8,1	8,1	37	37
Автомобиль ЗИЛ-130	1(0,5)	3,1	3,1	7	7
Бетоноукладчик ДС-503А	1(1,0)	6,1	6,1	25	25
Бетоноотделочная машина ДС-504Б	1(1,0)	8,8	8,8	37	37
Машина ЭНЦ-3	1(0,8)	4,0	4,0	26	26
Нарезчик швов ДНШС-60 МТС	1(0,3)	1,8	1,8	11	11
Нарезчик швов ДС-506	2(1,0)	1,03	2,06	14	28
Электростанция ПЭС-100	2(1,0)	12,4	24,8	25	50
Битумный котел Д-124А	2(1,0)	0,1	0,2	0,7	1,4
Компрессор ЗИФ-51	2(1,0)	1,8	3,6	13,7	27,4
Автобитумовоз ДС-41	1(0,2)	5,8	5,8	19,4	19,4
Итого	—	—	214,9	—	924,2

Таблица VIII.48

Состав бригады рабочих

Рабочие	Количество рабочих	Тарифная ставка, руб.	Заработная плата в смену, руб.
Машинисты 6-го разряда	2	6,47	12,94
» 5-го »	11	5,75	63,25
» 4-го »	7	5,12	35,84
Водители III-го класса на ЗИЛ-555	29	5,00	145,00
» III-го » ПМ-130	1	5,00	5,00
» III-го » автобитумовозах и ЗИЛ-130	2	5,00	10,00
Рабочие при машинах:			
4-го разряда	7	5,12	35,84
3-го »	10	4,55	45,50
2-го »	10	4,04	40,40
Итого	79	—	393,77

Доставленную смесь выгружают в бункер распределителя и укладывают поперечными рядами с перекрытием уложенного ряда на $\frac{1}{3}$ ширины нижнего отверстия бункера. Бетонную смесь около прокладок швов расширения распределяют после установки оси бункера распределителя над прокладкой.

Штыри для швов сжатия устанавливают с помощью шаблона и вибропогружателя (рис. VIII.6). Шаблон укладывают на поверхность бетонной смеси так, чтобы его продольная ось совпала с линией шва (обозначенной на рельс-формах); штыри раскладывают в пазы шаблона и затем вибратором погружают на проектную глубину. Глубину погружения штырей фиксирует опорная плита. С изменением толщины покрытия меняют длину вилок вибропогружателя.

Величину припуска бетонной смеси на уплотнение определяют перед началом работ путем пробных проходов машины. В местах установки прокладок для швов расширения бетонную смесь следует уплотнять с соблюдением следующих правил: до подхода бетоноотделочной машины к шву расширения бетонную смесь с обеих сторон прокладки уплотняют глубинным вибратором, при этом следят за тем, чтобы прокладки и штыри в процессе вибрирования смеси сохраняли проектное положение. Окончательное уплотнение и отделку покрытия выполняют бетоноотделочной машиной. Ровность поверхности покрытия проверяют во всех направлениях трехметровой рейкой.

После окончания отделки поверхности кромку уложенного бетона у рельс-формы закругляют, чтобы избежать образования козырьков, легко обламывающихся при распалубке и дальнейших работах по устройству соседнего ряда.

Швы нарезают в свежеложенном бетоне нарезчиками типа ДНШС-60, которые перемещают вслед за бетоноотделочной машиной на расстояние 5—10 м. Устройство швов начинают сразу после окончания отделки поверхности бетона и не позднее 20—30 мин после прохода бетоноотделочной машины. Нарезку швов полностью заканчивают до начала схватывания бетона. В затвердевшем бетоне швы нарезают нарезчиком швов ДС-506 (Д-432А) при наборе бетоном прочности 80—100 гкс/см².

Швы заполняют мастикой, составы которой приведены в табл. VIII.49.

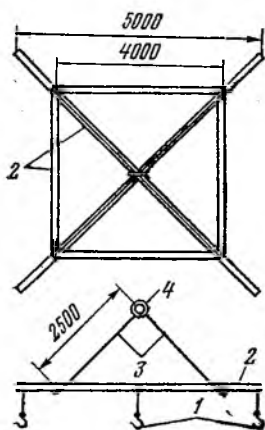


Рис. VIII.5. Траверса для установки арматурных каркасов:

1 — крюки; 2 — рама из угловой стали; 3 — тросы; 4 — рым

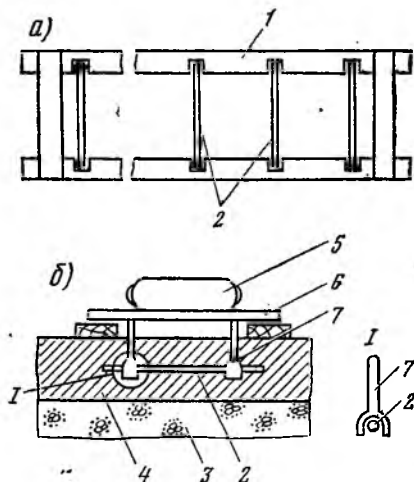


Рис. VIII.6. Схема приспособлений для раскладки и погружения штырей:

а — деревянный шаблон с разложенными штырями; б — положение штыря в конце погружения; 1 — шаблон для раскладки штырей; 2 — штырь; 3 — жестяное основание; 4 — свежеложенный бетон; 5 — поверхностный вибратор; 6 — опорная плита; 7 — вилка вибропогружателя

Составы мастик для заливки швов

Состав	Компоненты	Массовая доля компонентов, %	Температура размягчения мастики по методу «кольцо и шар», °С
1	Битум марки БНД-60/90 или БНД-40/60	60	60—65
	Минеральный порошок	25	
	Асбестовая крошка	10	
	Резиновая крошка	5	
2	Битум марки БНД-60/90 или БНД-40/60	60	70—80
	Минеральный порошок	20	
	Асбестовая крошка	15	
	Резиновая крошка	5	
3	Битум марки БНД-60/90 или БНД-40/60	80	55
	Резиновая крошка	10	
	Минеральный порошок	10	
4	Битум марки БНД-60/90 или БНД-40/60	70	58
	Резиновая крошка	5	
	Минеральный порошок	25	
5	Битум марки БНД-40/60	50	65
	Минеральный порошок	35	
	Асбестовая крошка	10	
	Резиновая крошка	5	

Примечание. Составы 1 и 2 применяют для заливки швов шириной 8—25 мм; составы 3—5 — для швов шириной 6—8 мм.

Уход за бетоном осуществляют либо нанесением защитной водонепроницаемой пленки, либо засыпкой слоем песка (ВСН 35-70). Битумную эмульсию наносят за 2 раза машиной ЭНЦ-3 после окончания всех работ по отделке поверхности покрытия и устройству швов в свежееуложенном бетоне. Первый розлив (50% полной нормы) производят после удаления цементного молока и исчезновения водной пленки с бетонной поверхности. Второй через 15—60 мин (в зависимости от температуры воздуха и скорости ветра). Норма розлива битумной эмульсии должна быть в пределах 0,2—0,5 л/м².

Сборные бетонные покрытия (табл. VIII.50—VIII.52). Для улучшения контакта плит с основанием устраивают выравнивающий слой из пескоцементной смеси толщиной 5—6 см. На очищенное основание завозят автомобилями-самосвалами пескоцементную смесь, приготовленную в смесительной установке. Смесь разгружают на основание и разравнивают автогрейдером за два прохода. Окончательную планировку и профилирование осуществляют при помощи специального трубчатого шаблона, изготовленного из стальных труб диаметром 155—219 мм, который протаскивают по спланированному автогрейдером пескоцементу. Ровность слоя проверяют трехметровой рейкой.

Перед отправкой на место укладки боковые грани плит грунтуют 50%-ным раствором битума в бензине. Перед нанесением грунтового раствора пистолетом-распылителем боковые грани и монтажные скобы очищают от наплывов раствора и грязи. С приобъектного склада плиты доставляют к месту укладки на автомобилях МАЗ-501В или КраЗ-219 и укладывают на обочине в штабеля по четыре плиты вплотную друг к другу.

Перед укладкой плит вдоль кромки покрытия через 10—20 м забивают штыри, по которым натягивают шнур. Разбивку по высоте не делают, но в ходе укладки проверяют нивелиром вертикальные отметки и поперечные уклоны покрытия.

Технологическая последовательность процессов устройства покрытий
из сборных плит типа ПАГ-ХIV

№ процесса	№ захватки	Источник обоснования норм выработки	Описание рабочих процессов и расчет объемов работ	Единица измерения	Количество работ на 1 км	Производительность в смену	Потребность машино-смен
1	I	ЕНиР, № 17-1, табл. 2	Планировка поверхности основания из цементогрунта автогрейдером ДЗ-31 (Д-557) по всей ширине основания	м ²	8 000	6 500	1,2
2	I	Расчет (см. табл. VIII.2, п. 10)	Подвозка пескоцементной смеси на расстояние 10 км автомобилями-самосвалами ЗИЛ-555 с выгрузкой его на основание. Потребность смеси на 1 км: $1000 \cdot 8,0 \cdot 0,05 \times 1,13 \cdot 1,03 = 470 \text{ м}^3$	м ³	470	17,4	27,0
3	I	ЕНиР, § 17-1, табл. 2	Разравнивание и профилирование песка по всей ширине основания автогрейдером ДЗ-31 (Д-557)	м ²	8 000	6 500	1,2
4	II	Расчет (см. табл. VIII.2, п. 10)	Подвозка плит автомобилями ЗИЛ-130 при средней дальности возки 20 км	т	2 200	18,8	117,0
5	II	ТНиР, § Т1-17	Укладка плит, выравнивание основания, стропка и растропка плит, перемещение автокрана К-61М	м ²	8 000	560	14,2
6	III	ТНиР, § Т1-17	Заполнение швов пескоцементной смесью	м	10 000	390	25,6

Потребность машино-смен на 1 км: автогрейдеров ДЗ-1 — 2,4; автомобилей-самосвалов ЗИЛ-555 — 27,0; автокранов К-61М — 14,2; автомобилей ЗИЛ-130 — 117.

Таблица VIII.51

Состав машин в отряде

Машины	Количество машин и коэффициент их загрузки	Стоимость одной машины, тыс. руб.	Стоимость всех машин, тыс. руб.	Стоимость машино-смен, руб.	
				одной машины	всех машин
Автогрейдер ДЗ-31	1(0,4)	11,3	11,3	24	24
Автомобили - самосвалы ЗИЛ-555	5(1,0)	3,4	17,0	18	90
Автокраны К-61М	2(1,0)	11,4	22,8	35	70
Автомобили ЗИЛ-130	20(1,0)	3,1	62,0	7,0	140
Итого	—	—	113,1	—	324

Состав бригады рабочих

Рабочие	Количество рабочих	Тарифная ставка, руб.	Заработная плата в смену, руб.
Машинисты 6-го разряда	2	6,47	12,94
» 5-го »	1	5,75	5,75
Водители III класса на ЗИЛ-555	5	5,00	25,00
» III » » ЗИЛ-130	20	5,00	100,00
Рабочие при машинах:			
3-го разряда	3	4,55	13,65
2-го »	3	4,04	12,12
Итого	34	—	169,46

При односкатном профиле покрытия укладку плит начинают от верхнего края покрытия, при двускатном профиле — от середины покрытия по обе стороны, длинной стороной параллельно оси покрытия.

Плиты укладывают краном К-123 с установкой его на аутригеры. Автокран устанавливают в начале участка посередине полосы и укладывают первый ряд из четырех плит. Затем автокран устанавливают на уложенные плиты и укладывают плиты следующего ряда.

Первую плиту ряда устанавливают вплотную к шнуру. Последующие плиты укладывают рядом с первой таким образом, чтобы между плитами оставался зазор шириной не более 8—12 мм.

Наведенную для установки плиты опускают на 7—10 см над основанием, проверяют ширину продольных и поперечных швов ломиками-шаблонами, затем опускают плиту на основание. Передвигать плиту после ее укладки горизонтально нельзя. Когда плита уложена, контрольную рейку укладывают на ранее уложенную и новую, еще не освобожденную от строп.

Если зазор под рейкой превышает 5 мм, плиту поднимают автокраном, отводят в сторону, после чего гладилками выравнивают основание по отпечатку, оставленному плитой, а затем повторяют укладку вновь. Если зазор под рейкой не превышает 5 мм, плиту расстроповывают и приступают к укладке следующей. После укладки четырех плит кран перемещают на новую стойку.

Когда плиты на всей сменной захватке уложены, их обкатывают груженными автомобилями КраЗ-219 за два-три прохода и проверяют ровность покрытия рейкой. Обкатка должна быть закончена к концу смены.

Устройство цементнобетонных покрытий в зимнее время. Бетонные покрытия, устраиваемые в зимнее время, должны вне зависимости от способа производства работ и температуры воздуха иметь прочность бетона к моменту его замерзания не менее 50% проектной. Вводить в эксплуатацию такие покрытия можно только после полного оттаивания бетона и набора им проектной прочности.

Зимнее бетонирование следует осуществлять способом термоса или электротермоса.

При способе термоса немедленно после отделки покрытия на него укладывают битумнированную бумагу, а затем слой термоизоляционного материала — песка, шлака, опилок (слоем не менее 10 см), соломы или камыша (слоем не менее 5 см). Поверх слоя утеплителя можно уложить снег.

При способе электротермоса бетонную смесь сразу же после укладки подогревают до температуры 45—55°С с помощью переносных накладных электропанелей или электродов (арматурных стрежней), закладываемых в бетон на расстоянии 15—20 см друг от друга и выдерживают под слоем утеплителя до набора бетоном требуемой прочности.

Для обеспечения твердения бетона в зимних условиях применяют добавку хлористого кальция (до 2% от массы цемента) или добавку хлористого натрия

(до 3%) с обязательным введением в бетонную смесь нейтрализованной абиетинновой смолы (0,02—0,03%).

Основание перед укладкой бетонной смеси должно быть освобождено от снега и льда. Верхний слой основания толщиной не менее 10 см должен быть в незамерзшем состоянии. Укладку бетонной смеси на мерзлое основание и при снегопаде не допускают.

Глава IX

ТЕХНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА И ПРИЕМКА В ЭКСПЛУАТАЦИЮ ЗАКОНЧЕННЫХ СТРОИТЕЛЬСТВОМ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

§ IX.1. Управление качеством. Контроль качества различных видов дорожно-строительных работ

Под качеством строительства дорог следует понимать совокупность свойств, которыми должен обладать готовый объект, отвечающий современным требованиям его возведения, эксплуатации и экономики. Уровень качества строительного объекта дороги определяется совокупностью трех факторов: качеством проекта, качеством дорожно-строительных материалов и качеством производства строительно-монтажных работ.

Качество дорожно-строительных материалов, изделий определяется соответствием этих материалов условиям их использования. Необходимые качественные характеристики материалов обуславливаются требованиями проектов, стандартов, технических условий и других нормативных документов.

В соответствии с разработанными основными положениями единой системы аттестации качества продукции (ЕСАКП) аттестация проводится по трем категориям качества — высшей, первой и второй.

К высшей категории относят продукцию, соответствующую высшим достижениям отечественной и зарубежной науки и техники или превосходящую их по своим технико-экономическим показателям. Этой продукции присваивается государственный Знак качества.

Качество производства строительно-монтажных работ в значительной степени определяется их соответствием требованиям Строительных норм и правил (СНиП), которые предусматривают методы, правила и последовательность производства строительно-монтажных работ в зависимости от их характера и значимости. В развитие и дополнение к Строительным нормам и правилам Госстрой СССР, дорожные министерства и ведомства издают технические указания и инструкции по отдельным видам дорожно-строительных работ.

Ответственность за качество строительства дороги и ее сооружений несет производственно-технический персонал строительства — главные инженеры, производители работ, мастера, бригадиры, а также непосредственные исполнители — рабочие.

Различают следующие виды технического контроля за качеством строительства: предварительный, технологический, или пооперационный, промежуточный, по окончании строительства.

Руководство контролем качества возлагается на главного инженера треста или управления, непосредственный контроль качества материалов и производимых работ осуществляют лаборатория и технический отдел.

Контрольные функции заказчика выполняет инспекторский контроль, а в необходимых случаях — авторский надзор проектной организации.

Контроль качества рассматривается как одна из главных управленческих функций, обеспечивающих через определенную систему управления выпуск продукции заданного качества. Управление качеством предусматривает: максимальное использование отраслевых достижений науки и техники; распределение функций между структурными подразделениями, обеспечивающими заданный уровень качества на строительном производстве; автоматизацию управления и контроля

технологических процессов с использованием средств вычислительной техники; принятие управляющих решений на основе современных методов обработки технической информации; получение производственно-технологической информации о ходе технологического процесса всеми производственными службами; составление комплекса нормативно-технологической документации и инструктивных материалов для всех стадий производства; регулярную оценку качества работ и изделий; моральное и материальное стимулирование работающих за достигнутый уровень качества работ, изделий и труда; высокую технико-экономическую эффективность.

Земляное полотно. Контроль плотности. Земляные работы выполняют под контролем лаборатории и специально выделяемого для контроля на месте работ контрольного поста. Геометрические элементы земляного полотна должны соответствовать требованиям, приведенным в табл. IX.1.

Особое внимание уделяют контролю влажности и плотности грунтов земляного полотна.

В полевых условиях для ускоренного приближенного определения влажности и плотности грунтов пользуются плотномером-влажномером Н. П. Ковалева. В настоящее время для контроля плотности применяют радиоизотопные приборы: поверхностные (ПГП-2) и глубинные (ГГП-2) гамма-плотномеры, влажность грунтов определяют нейтронным индикатором влажности (НИВ-2). Техника применения этих приборов изложена во «Временных технических указаниях по контролю влажности и плотности грунтов земляного полотна радиоизотопными методами» (ВСН 22-75. М., «Транспорт», 1976).

Имеется также новый, но более совершенный радиоизотопный прибор «Технолог-К» для измерения влажности и плотности грунтов в поверхностном слое глубиной до 30 см. Прибор основан на отражении (поверхностные измерения без внедрения в объект) или ослабления (глубинные измерения с локальным внедрением в объект) гамма-излучения. При его применении гарантируется радиационная безопасность. Не требуется и специальная подготовка персонала (помимо инструктажа по технике безопасности). Хранить прибор можно в обычных помещениях и на складах. Производительность испытаний — 40—50 измерений плотности и влажности в один час. Объем испытуемого грунта при одном измерении составляет около 0,25 м³. Точность измерения плотности изменяется в зависимости от тщательности тарировки прибора и находится в пределах 0,02—0,05 г/см³. Погрешность измерения влажности составляет 0,6—1%.

Плотность и одновременно влажность проверяют в процессе отсыпки каждого слоя насыпи. Места испытания назначают по оси и в 1,5—2 м от бровок земляного полотна. При ширине земляного полотна свыше 20 м дополнительно проводят испытания и в промежутках между указанными точками.

Количество замеров зависит от требуемой степени надежности. Для дорог I—II категорий (надежность 0,95) в соответствии с теорией надежности коэффициент вариации уплотнения должен быть не более 0,024. В этом случае на каждом отсыпанном слое участка протяжением 200 м при высоте насыпи до 3 м нужно произвести замеры в 14 местах. На дорогах III и более низких категорий (надежность 0,9) коэффициент вариации уплотнения можно повысить до 0,031, что позволяет снизить количество измерений с 14 до 9. Если же высота насыпи свыше 3 м, то длина участка с 200 м уменьшается до 50 м с соблюдением тех же требований к контрольным измерениям влажности и плотности грунтов.

Отклонения от наименьшего требуемого коэффициента плотности K_0 в сторону понижения допускаются не более чем у 10% произведенных испытаний, причем отклонения не должны превышать по абсолютной величине 0,04. Разница между значениями K_0 по поперечному сечению в верхнем слое земляного полотна для дорог с усовершенствованными типами покрытий не должна превышать 0,02.

Перед началом устройства дорожных одежд независимо от поперечного профиля земляного полотна определяют влажность и плотность грунтов на глубину не менее 0,7—0,8 м.

Основания из укрепленных грунтов. Контролю подлежат: степень размельчения и влажность грунта — перед внесением вяжущих материалов; правильность дозировки вяжущих материалов и равномерность перемешивания их с грунтом — в течение всего периода производства работ; влажность смеси перед уплотнением; степень уплотнения слоя укрепленного грунта путем взятия трех проб на

поперечнике через каждые 100 м основания (покрытия); качество смесей — сравнением физико-механических свойств образцов, изготовленных в лабораторных и производственных условиях (берется одна проба на 200—250 м³ смеси или на 100 м основания или покрытия).

Щебеночные, гравийные, шлаковые основания (покрытия). На каждом километре построенного основания (покрытия) подлежат проверке: качество материалов — наружным осмотром и лабораторными испытаниями; тщательность планировки поверхности — трехметровой металлической рейкой; соответствие фактических поперечных уклонов проектным шаблонам (проверку ведут через каждые 100 м основания или покрытия); толщина слоя — измерением ее по оси на расстоянии 1 м от края основания (покрытия) в трех поперечниках каждого построенного километра; качество уплотнения — проходами тяжелого самоходного катка массой 10—12 т на отсутствие видимых следов от вальца и на раздавливание щебенки, брошенной под ведущие вальцы, или универсальным радиоактивным плотномером.

Основания и покрытия из щебня (гравия), обработанного органическими вяжущими. При поверхностной обработке и устройстве покрытия по способу пропитки проверяют: качество и норму расхода материалов, равномерность розлива органических вяжущих материалов (в новых автоудроноаторах эта операция выполняется автоматически), их температуру. При поверхностной обработке важно обеспечить своевременность россыпи минеральных материалов после розлива вяжущих.

При устройстве оснований (покрытий) способом смещения на дороге проверяют: постоянство объема валика заготовленного минерального материала, состав готовой смеси, ее качество и толщину укладываемого слоя. Качество смеси проверяют визуально и лабораторными испытаниями образцов.

При приготовлении смесей в грунтосмесительной установке качество смесей проверяют так же, как и асфальтобетонных.

При устройстве покрытий из горячих и теплых смесей проверяют температуру поступающей на дорогу смеси, контролируют соответствие технологии производства работ технологии, рекомендуемой для данных погодных условий.

При устройстве оснований (покрытий) по способу пропитки проверяют степень уплотнения контрольными проходами самоходного катка массой 15—18 т. При проходах не должно быть смещения щебенки, не должны образовываться волны перед ведущими вальцами.

Коэффициент уплотнения покрытий из горячих и теплых смесей через 10 сут после укладки должен быть не менее 0,98, а холодных через 30 сут — не менее 0,96.

Асфальтобетонные покрытия. На АБЗ проверяют качество каждой поступившей партии органических и минеральных материалов в соответствии с государственными стандартами и техническими условиями.

При приготовлении смеси контролируют правильность и точность дозирования минеральных и органических вяжущих материалов; влажность минеральных материалов, сцепление битума с поверхностью щебня и песка, температурный режим приготовления смеси и качество готовой смеси. Температурный режим приготовления смеси проверяют для каждого замеса. Качество перемешивания и однородность смеси проверяют отбором проб не реже 2 раз в смену на каждый состав смеси.

Смесь с АБЗ доставляют в автомобилях-самосвалах, которые перед загрузкой должны быть очищены, а внутренние стенки и днище кузова хорошо смазаны. Время доставки регламентировано в зависимости от температуры воздуха (см. СНиП III-Д.5-73).

Перед укладкой смеси на основание необходимо проверить качество его подготовки: ровность, плотность, чистоту. В процессе укладки проверяют температуру смеси при укладке и уплотнении, ровность и толщину уложенного слоя, качество и достаточность уплотнения, качество сопряжения кромок полос, соблюдение проектного поперечного профиля.

При контроле качества готового покрытия проверяют: толщину слоев, степень уплотнения катками и движением автомобилей, сцепление слоев между собой и с основанием, коэффициент сцепления шин автомобиля с поверхностью покрытия.

Степень уплотнения определяют контрольными вырубками, контрольными проходами тяжелого катка, радиоактивными универсальными плотномерами типа комбинированного плотмера «Технолог-К» и прибором по методу «бегущей волны» («Удар-3М»). Коэффициент уплотнения покрытий из горячих и теплых смесей для верхнего слоя через 10 сут после устройства покрытия должен быть не менее: для смесей типов А и Б—0,99; типов В, Г, Д—0,98; для нижнего слоя — не менее 0,98. Водонасыщенность асфальтобетона должна быть для образца, вырубленного из покрытия, для смеси А—2—5%; Б—2—3%; В—2—4%; Г—2,5—4%; Д—2—3,5% по объему.

Коэффициент уплотнения покрытий из холодных смесей определяют после уплотнения их движением автомобилей в течение 30 сут. Его значение должно быть не менее 0,96.

Документация, которую ведут при контроле качества устройства покрытий: журналы приготовления замесов, контроля температуры битума, лабораторного контроля качества готовой смеси, укладки смеси в покрытие и укатки покрытия по слоям; паспорта смеси на каждый отправляемый с АБЗ автомобиль-самосвал.

Цементобетонные монолитные покрытия (основания). На ЦБЗ проверяют: качество и точность дозирования компонентов смеси, состав, подвижность, однородность и жесткость смеси, соблюдение технологического режима приготовления смеси.

Продолжительность транспортирования смеси до места укладки не должна превышать 1—2 ч с момента ее приготовления.

На месте укладки проверяют правильность установки арматуры и прокладок швов расширения и сжатия; правильность установки рельс-форм в плане и по высоте покрытия (основания); поперечные уклоны — в процессе производства работ на каждые 100 м дороги; толщину готового покрытия — визуальным осмотром и испытанием кернов, которые берут в количестве 3—5 шт. на 1 км.

Прочность и однородность бетона в готовом покрытии проверяют отбором и испытанием кернов диаметром 130 мм и больше или ультра-звуковым импульсным методом.

Состояние поверхности покрытия проверяют тщательным визуальным осмотром или с использованием контрольных приборов, основанных на неразрушающих методах контроля. При осмотре фиксируют наличие или отсутствие неровностей, раковин, наплывов, слоистости, бетона, трещин, правильность устройства и разделки швов, качество отделки краев покрытия.

§ IX.2. Приемка работ

Различают две стадии приемки работ: промежуточную и окончательную — при сдаче в эксплуатацию законченных объектов и комплексов. При промежуточных приемках работ от бригады качество их оценивает мастер или производитель работ во время закрытия наряда с участием бригадира.

В приемке работ, включая скрытые, принимает участие производитель работ совместно с представителем технического надзора (технической инспекции) заказчика, а при сложных работах и представителем авторского надзора — проектной организации.

Приемку скрытых работ с оформленными актами производят после выполнения следующих видов работ: устройства водоотвода и дренажей, укрепления русел у водоотводных сооружений; возведения и уплотнения земляного полотна и подготовки его поверхности для устройства дорожной одежды; установки рельс-форм, элементов швов; установки и натяжения контрольных проволок при устройстве цементобетонных покрытий автоматизированными комплектами машин.

При приемке скрытых работ оценивают качество работ, соответствие рабочим чертежам и требованиям Строительных норм и правил.

Документами, фиксирующими качество работ, являются журналы производства работ; на скрытые работы — акты освидетельствования скрытых работ.

Приемка в эксплуатацию законченных строительством автомобильных дорог осуществляется в соответствии с действующим законодательством СССР, основными положениями СНиП III-Д.5-73 и ВСН 19-74 («Правила приемки работ при

строительстве, капитальном и среднем ремонте автомобильных дорог». М., «Транспорт», 1975).

При сдаче в эксплуатацию оценку работ подготавливает рабочая комиссия по результатам оценки конструктивных элементов, образующих сооружение. Выносит оценку государственная приемочная комиссия на основе оценок важных объектов, входящих в комплекс принимаемого сооружения. В состав государственной приемочной комиссии входят представители дорожно-эксплуатационной службы и Государственной автомобильной инспекции.

При приемке освидетельствуют работы в натуре, проводят контрольные замеры, проверяют результаты производственных и лабораторных испытаний строительных материалов и контрольных образцов, записи в журналах производства работ. При необходимости проводят дополнительные испытания.

Документация, предъявляемая строительной организацией при сдаче выполненных работ: исполнительные чертежи сдаваемых конструктивных элементов дороги; журналы производства работ; акты освидетельствования скрытых работ; акты о производстве геодезическо-маркшейдерской разметки (разбивки); журналы лабораторного контроля производства работ и акты испытаний строительных материалов и контрольных образцов.

Приемка автомобильной дороги в эксплуатацию оформляется актом (см. СНиП III-Д.5-73).

В табл. IX.1 даны допуски на различные виды дорожных работ по готовым объектам и их элементам.

Таблица IX.1

Допуски на различные виды дорожных работ

Работы	Отклонения (±)
<i>1. Вынос проекта на местность</i>	
Относительная разность между длиной трассы по проектным материалам и при выносе трассы на местности (или по двум промерам):	
в равнинной местности	1/1000
» горной »	1/500
Невязка в сумме измеренных горизонтальных углов хода при <i>n</i> измеренных углов, мин	$\sqrt{2}$
Допустимая невязка нивелирного хода на участке длиной <i>L</i> км:	
при передаче абсолютных отметок, производимых двойным нивелированием	50 \sqrt{L} мм
в остальных случаях	100 \sqrt{L} мм
<i>2. Земляное полотно</i>	
Высотные отметки продольного профиля	5 см
Сужение земляного полотна между осью и бровкой	-10 »
Увеличение крутизны откоса	+10%
Поперечные размеры боковых, нагорных и других канав (по дну)	5 см

Работы	Отклонения (±)
Глубина канав (при условии обеспечения стока)	5 см
Поперечные размеры дренажей	5 »
Продольные уклоны дренажей	10%
Ширина насыпных берм	20 см
Толщина слоя растительного грунта	20%
Уменьшение от требуемого коэффициента уплотнения по абсолютной величине (не более чем у 10% образцов)	0,04
Разница между значениями коэффициента уплотнения по длине поперечного сечения в верхнем слое земляного полотна для дорог с усовершенствованными покрытиями	0,02
Толщина слоя укрепления обочин и откосов земляного полотна	10%
<i>3. Устройство дополнительных слоев основания (морозозащитных, изолирующих, дренирующих и др.).</i>	
Ширина слоя	—10 см
Толщина »	—10%
Поперечный уклон слоя	0,005
<i>4. Основания и покрытия из грунтов, гравийно-песчаных и щебеночно-песчаных смесей, укрепленных органическими и неорганическими вяжущими материалами</i>	
Ширина основания под покрытия капитального типа	—10 см
Ширина покрытия	—10 »
Толщина слоя	—10%
Высотные отметки по оси	5 см
Поперечный уклон	0,005
Допускаемый просвет под трехметровой рейкой	10 мм
<i>5. Мостовые</i>	
Ширина покрытия	—5 см
Толщина слоя покрытия	—20%
Поперечный уклон покрытия	0,005
Допускаемый просвет под трехметровой рейкой	15 мм
<i>6. Щебеночные, гравийные, шлаковые основания и покрытия</i>	
Ширина основания под покрытие капитального типа	—10 см
Ширина покрытия	—10 »
Толщина слоя	10%, но не более
Поперечный уклон	20 мм
Допускаемый просвет под трехметровой рейкой	0,005
	15 мм

Работы	Отклонения (\pm)
7. Покрытия и основания из щебня (гравия), обработанного органическими вяжущими	
Ширина основания	-10 см
» покрытия	-10 »
Толщина слоя покрытия (основания)	-10%
Высотные отметки по оси	5 см
Поперечный уклон покрытия (основания)	0,005
Допускаемый просвет под трехметровой рейкой	5 мм
8. Покрытия из асфальтобетона	
Ширина покрытия	-10 см
Толщина »	-10%
Высотные отметки по оси	5 см
Поперечный уклон покрытия	0,005
Допускаемый просвет под трехметровой рейкой	5 мм
9. Цементнобетонные покрытия	
Ширина покрытия	-5 см
Толщина »	-10 мм
Высотные отметки по оси	5 см
Поперечный уклон покрытия	0,005
Допускаемый просвет под трехметровой рейкой	5 мм
Наибольшая разница в уровне поверхности в швах моновитных покрытий	3 »
Допускаемое превышение граней смежных плит сборных цементнобетонных покрытий:	
для дорог III категории и выше	3 »
для остальных категорий дорог	5 »
10. Водопропускные трубы	
Длина фундамента секций сборных труб	+15; -0 мм
Относительное смещение смежных звеньев труб (при отсутствии участков застоя воды)	10 мм
Отметка верха трубы	-20; +10 мм
Зазор между звеньями труб	-20; +10 мм
Длина звена трубы	0; -10 мм
Толщина стенки трубы	$\pm 0,05$ толщины стенки, но не более 10 мм
Остальные размеры	± 10 мм

Примечания. 1. Величины допускаемых отклонений являются максимальными и должны составлять не более 10% от общего числа промеров соответствующего элемента или параметра. 2. Допустимые отклонения, относящиеся к размерам, по ширине могут быть повышены, но не более чем в 2 раза по сравнению с указанными для соответствующего конструктивного слоя. 3. Алгебраическая разность отклонений высотных отметок по оси проезжей части соседних точек, отстоящих одна от другой на расстоянии 10 м не должна превышать: для асфальтобетонных покрытий 3 см; для цементнобетонных 2 см. 4. Превышение граней смежных плит сборных цементнобетонных покрытий сверх величин, установленных в таблице, допускается в единичных случаях и могут составлять не более 5% общего числа промеров, при этом максимальная величина их не должна быть более 5 мм для дорог III категории и более 7 мм для остальных категорий дорог.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Глава X.

ОРГАНИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ

§ X.1. Методы оценки степени обеспечения безопасности движения на дорогах

Для оценки относительной опасности движения по проектируемым и существующим дорогам и выявления опасных мест на дорогах применяют методы, предложенные проф. В. Ф. Бабковым: метод коэффициентов безопасности, метод коэффициентов аварийности.

Метод коэффициентов безопасности. Коэффициентом безопасности называют отношение максимальной скорости движения, обеспечиваемой тем или иным участком дороги к максимально возможной скорости въезда на этот участок автомобилем (рис. X.1).

Участки дорог оценивают по опасности для движения исходя из следующих значений коэффициентов безопасности:

Коэффициент безопасности	$\leq 0,4$	0,4—0,6	0,6—0,8	$\geq 0,8$
Характеристика участка дороги	очень опасный	опасный	мало опасный	практически неопасный

В проектах новых дорог недопустимы участки со значениями коэффициента безопасности менее 0,8.

При разработке проектов реконструкции и капитального ремонта автомобильной дороги следует перепроектировать участки со значениями коэффициентов безопасности менее 0,6.

Метод коэффициентов аварийности. Степень опасности участка дороги характеризуется итоговым коэффициентом аварийности, который представляет собой произведение частных коэффициентов, учитывающих влияние отдельных элементов плана и профиля

$$K_{\text{итог}} = K_1 K_2 \dots K_{17}, \quad (\text{X.1})$$

где коэффициенты K_1, K_2, \dots, K_{17} — отношение количества дорожно-транспортных происшествий на участке при той или иной величине элемента плана и профиля к количеству происшествий на эталонном горизонтальном прямом участке дороги с проезжей частью шириной 7,5 м, шероховатым покрытием и укрепленными обочинами.

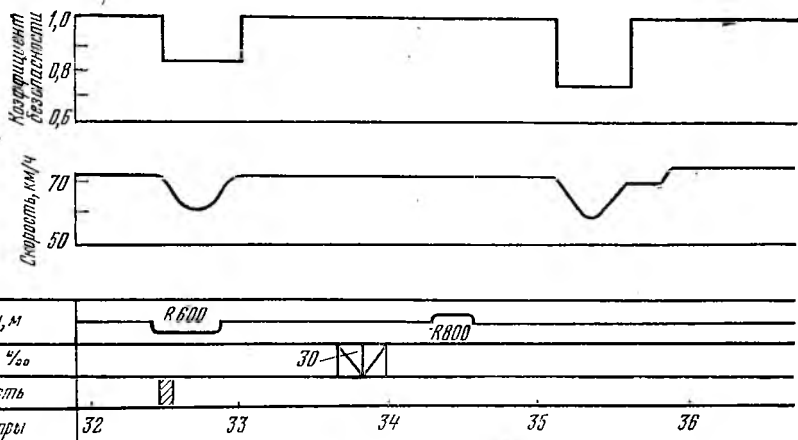


Рис. X.1. Пример линейного графика коэффициентов безопасности

Частные коэффициенты аварийности имеют следующие значения:

Интенсивность движения, авт./сут	500	1000	3 000	5 000	7 000	9 000	11 000	13 000	15 000	20 000
K_1	4,0	0,6	0,75	1,00	1,30	1,70	1,80	1,5	1,0	0,60
Ширина проезжей части	6	7	7,5	9	10,5	14—15 без разделительной полосы	14 и более с разделительной полосой			
K_2 при укрепленных обочинах	1,35	1,05	1,00	0,8	0,7	0,6	0,5			
K_2 при неукрепленных обочинах	2,5	1,75	1,5	1,0	0,9	0,8	0,7			
Ширина обочины, м	0,5	1,5	2,0	3,0	4,0					
K_3	2,2	1,4	1,2	1,0	0,8					
Продольный уклон, ‰	20	30	50	70	80					
K_4	1,0	1,25	2,5	2,8	3,0					
Радиус кривых в плане, м	100	150	200—300	400—600	1000—2000	≥2000				
K_5	5,4	4,0	2,25	1,6	1,25	1,0				
Видимость, м	50	100	150	200	250	350	400	500 и более		
K_6 в плане	3,6	3,0	2,7	2,25	2,0	1,45	1,2	1,0		
K_6 в профиле	5,0	4,0	3,4	2,5	2,4	2,0	1,4	1,0		
Ширина проезжей части мостов по отношению к проезжей части дороги	Меньше на 1 м	Равна	Шире на 1 м	Шире на 2 м	Равна ширине земляного полотна					
K_7	6,0	3,0	2,0	1,5	1,0					
Длина прямых участков, км	3,0	5,0	10	15	20	25 и более				
K_8	1,0	1,1	1,4	1,6	1,9	2,0				
Тип пересечения с примыкающей дорогой	В разных уровнях	Кольцевые пересечения	В одном уровне при интенсивности движения на пересекаемой дороге, % от суммарной на двух дорогах							
K_9	0,35	0,70	≤10 1,5	10—20 3,0	≥20 4,0					

Интенсивность движения по основной дороге на пересечении в одном уровне, авт./сут		1 600—3 500	3 500—5 000	5 000—7 000 и более	
K_{10}		2,0	3,0	4,0	
Видимость пересечения в одном уровне с примыкающей дороги, м	≥ 60	60—40	40—30	30—20	< 20
K_{11}	1,0	1,1	1,65	2,5	5,0
Число полос движения на проезжей части	2	3 без разметки	3 с разметкой	4 без разделительной полосы	4 и более с разделительной полосой
K_{12}	1,0	1,5	0,9	0,8	0,65
Расстояние проезжей части от застройки, м, и ее характеристика	Более 50, населенный пункт с одной стороны	50—20, населенный пункт с одной стороны, имеются тротуары	50—20*, населенный пункт с двух сторон, имеются тротуары и полосы местного движения	20—10*, населенный пункт с двух сторон имеются тротуары и полосы местного движения	
K_{13}	1,0	1,25	2,5	5,0	
Расстояние проезжей части от застройки, м, и ее характеристика	10* и менее, полосы для местного движения отсутствуют, имеются тротуары	10* и менее, полосы для местного движения отсутствуют, имеются тротуары	10* и менее, полосы для местного движения и тротуары отсутствуют		
K_{13}	7,5	7,5	10,0		
Длина населенного пункта, км	0,5	1	2	3	5
K_{14}	1	1,2	1,7	2,2	2,7
Участки, примыкающие к населенным пунктам на расстоянии от него, м	0—200	200—600	600—1000		
K_{15}	2,0	1,5	1,2		
Характеристика покрытий	Скользкое, покрытое грязью	Скользкое	Чистое, сухое	Щероховатое	Очень шероховатое
Величина коэффициентов сцепления	0,2—0,3	0,4	0,6	0,7	0,75
K_{16}	2,5	2,0	1,3	1,0	0,75
Ширина разделительной полосы, м	1	2	3	5	10
K_{17}	2,5	2,0	1,5	1	0,5
				15	0,4

* Если при данных характеристиках застройки населенный пункт находится с одной стороны от дороги, значения частных коэффициентов берутся вдвое меньшими.

При назначении частных коэффициентов аварийности для разных участков их значение не интерполируют, а принимают ближайшее.

При определении величины коэффициента K_5 необходимо вводить поправку на наличие виражей. Для этого при оценке степени безопасности движения следует исходить из величин эквивалентных радиусов кривых, допускающих движение с той же скоростью, что и рассматриваемые кривые, но имеющие уклон виража, равный уклону проезжей части на прямых участках. Величину эквивалентных радиусов определяют из выражения

$$R_{\text{экв}} = \frac{\varphi_{\text{кр}} \pm i_{\text{кр}}}{\varphi_{\text{пр}} + i_{\text{пр}}} R_{\text{кр}}, \quad (\text{X.2})$$

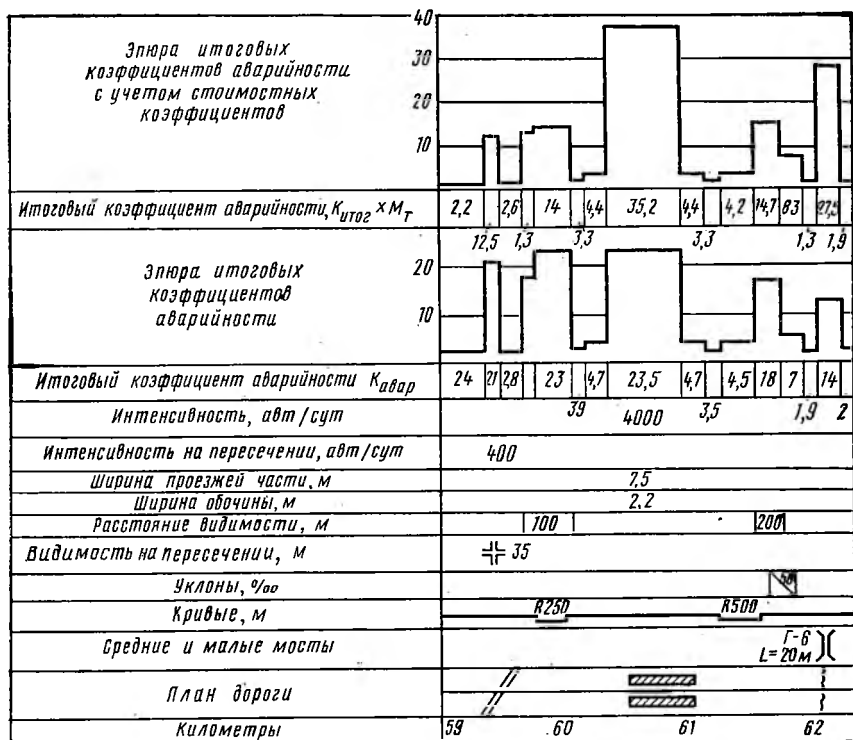


Рис. X.2. Пример линейного графика коэффициентов аварийности

где R — радиус, м; ϕ — коэффициент поперечной силы, при расчетах на устойчивость, принимаемый равным коэффициенту поперечного сцепления (примерно 0,6 коэффициента продольного сцепления); i — поперечный уклон в доля единицы. Индекс «кр» относится к рассматриваемой кривой, а индекс «пр» — к характеристике проезжей части на прилегающем участке.

Для определения итоговых коэффициентов аварийности строят линейный график (рис. X.2), на который наносят сжатый план и профиль дороги с выделением на них всех элементов, от которых зависит безопасность движения и для которых имеются (см. стр. 241, 242) частные коэффициенты аварийности (продольные уклоны, вертикальные кривые, кривые в плане, мосты, населенные пункты, пересекающие дороги и др.).

В графике фиксируют по отдельным перегонам среднюю интенсивность движения по данным учетов, проводимых дорожными организациями или специальными изыскательскими партиями, а для проектируемых дорог — перспективную интенсивность движения.

В проектах новых дорог следует перепроектировать участки, для которых итоговый коэффициент аварийности превышает 15—20. В проектах реконструкции или капитального ремонта дорог в условиях холмистого рельефа предусматривают перестройку участков с коэффициентами аварийности более 25—40 в зависимости от местных условий.

При коэффициенте аварийности более 10—20 наносят разметку проезжей части, запрещающую обгон с выездом на полосу встречного движения. При коэффициентах аварийности более 20—40 устанавливают знаки запрещения обгона и ограничения скорости.

§ X.2. Выявление наиболее опасных участков дорог и установление очередности их улучшения

Если величины коэффициента аварийности на смежных участках отличаются сравнительно мало, а возможности быстрого улучшения всей дороги ограничены, особенно при стадийности реконструкции, очень важно правильно установить очередность перестройки опасных участков. Для этой цели необходимо дополнительно учитывать тяжесть дорожно-транспортных происшествий при построении графиков коэффициентов аварийности. Предлагается вводить к частным коэффициентам аварийности коэффициенты тяжести, или стоимостные коэффициенты, учитывающие возможные потери народного хозяйства от дорожно-транспортных происшествий [4].

За единицу дополнительных стоимостных коэффициентов принята средняя величина потерь народного хозяйства от одного дорожно-транспортного происшествия на горизонтальном прямом участке дороги с ровным сухим покрытием шириной 7,5 м и укрепленными обочинами. Остальные коэффициенты вычислены на основании данных о средних потерях от одного дорожно-транспортного происшествия при различных дорожных условиях. Значения коэффициентов тяжести приведены в табл. X.1.

Таблица X.1

Коэффициенты, учитывающие тяжесть дорожно-транспортных происшествий

Учитываемые факторы	Средние значения коэффициентов тяжести m	Учитываемые факторы	Средние значения коэффициентов тяжести m
Ширина проезжей части, м:		Видимость в плане и профиле, м:	
4,5	0,7	менее 250	0,7
6,0	1,2	более 250	1,0
7—7,5	1,0	Мосты и путепроводы	2,1
9,0	1,4	Пересечения в одном уровне	0,8
10,5	1,2	Пересечения в разных уровнях	0,95
14,0	1,0	Населенные пункты	1,6
15 и более с разделительной полосой	0,9	Число полос движения:	
Ширина обочин, м:		2	1,1
менее 2,5	0,85	3	1,3
более 2,5	1,0	4	1,0
Продольный уклон, ‰:		Наличие деревьев, опор путепровода на обочинах и разделительной полосе	1,5
более 30	1,25		
менее 30	1,0		
Радиусы кривых в плане, м:			
менее 350	0,9		
более 350	1,0		

При выполнении практических расчетов для установления очередности улучшения участков дороги строят линейный график итогового коэффициента тяжести M_T , равного произведению частных коэффициентов, приведенных в табл. X.1 (см. рис. X.2):

$$M_T = m_1 m_2 \dots m_{11}, \quad (X.3)$$

где m_1, m_2, \dots, m_{11} — коэффициенты тяжести — дополнительные стоимостные коэффициенты, учитывающие влияние отдельных элементов плана и профиля на возможные потери народного хозяйства от одного дорожно-транспортного происшествия (см. табл. X.2).

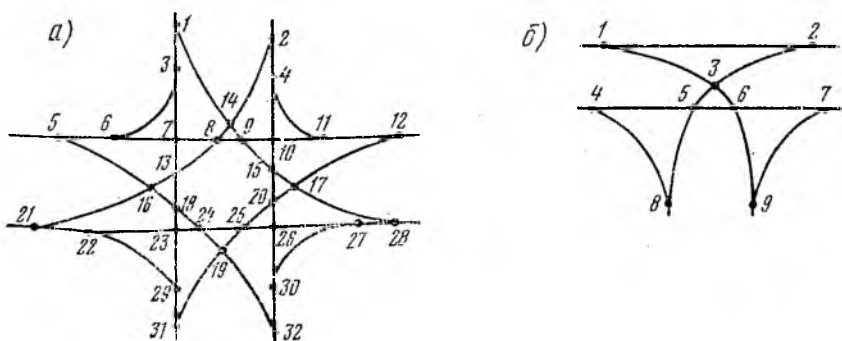


Рис. X.3. Схема конфликтных точек на пересечении в одном уровне:
 а — пересечение; б — примыкание

Поправку к итоговым коэффициентам аварийности вводят при значениях $K_{\text{итог}}$ больше 15. Для полной оценки степени опасности движения по дороге перемножают итоговый коэффициент аварийности и итоговый коэффициент тяжести

$$K'_{\text{итог}} = K_{\text{итог}} M_T. \quad (X.4)$$

§ X.3. Оценка безопасности движения на пересечениях

Степень безопасности движения на пересечениях в одном уровне зависит от направления и интенсивности пересекающихся потоков движения, числа точек пересечения, разветвлений и слияний потоков — «конфликтных точек», а также от расстояния между ними (рис. X.3).

Чем большее количество автомобилей проходит через конфликтную точку, тем более вероятны ошибки водителей, приводящие к возникновению происшествий.

Опасность каждой конфликтной точки оценивается по величине относительной аварийности (количеству дорожно-транспортных происшествий на 10 млн. прошедших автомобилей), которую определяют по формуле

$$q_i = K_i M_i N_i \frac{25}{K_r} 10^{-7}, \quad (X.5)$$

где M_i , N_i — интенсивности движения пересекающихся в данной конфликтной точке потоков, авт./сут; K_i — относительная аварийность конфликтной точки; принимается согласно табл. X.2; K_r — коэффициент годовой неравномерности движения; для европейской части РСФСР он может быть принят согласно табл. X.3, для других областей — по данным изысканий и обследований дорог.

Степень опасности пересечения оценивается показателем безопасности движения K_a , характеризующим количество происшествий на 10 млн. автомобилей, прошедших через пересечение:

$$K_a = \frac{G 10^7 K_r}{(M + N) 25}, \quad (X.6)$$

где $G = \sum_{i=1}^{i=n} q_i$ — количество происшествий на пересечении за 1 год; n — число

конфликтных точек на пересечении; M — суммарная интенсивность на главной дороге, авт./сут; N — то же, для второстепенной дороги; K_r — коэффициент годовой неравномерности движения; принимается согласно табл. X.3

Относительная аварийность конфликтной точки

Условия и направление движения автомобилей	Характеристика пересечения	Значение коэффициента относительной аварийности K_l	
		необорудованное пересечение	канализированное пересечение

Для автомобилей, движущихся в прямом направлении

Слияние потоков. Правый поворот	$R < 15$ м	0,0250	0,0200
	$R = 15$ м	0,0040	0,0020
	$R \geq 15$ м, переходные кривые	0,0008	0,0008
	$R > 15$ м, переходные кривые, переходно-скоростные полосы	0,0003	0,0003
Слияние потоков. Левый поворот	$R < 10$ м	0,0320*	0,0022*
	$10 < R \leq 25$ м	0,0025*	0,0017*
	$10 < R \leq 25$ м, переходно-скоростные полосы	0,0005	0,0005
Пересечение потоков	$0 < \alpha < 30^\circ$	0,0080	0,0040
	$30 \leq \alpha < 50^\circ$	0,0050	0,0025
	$50 \leq \alpha < 75^\circ$	0,0036	0,0018
	$75 \leq \alpha < 90^\circ$	0,0056	0,0028
	$90 \leq \alpha < 120^\circ$	0,0120	0,0060
	$120 \leq \alpha < 150^\circ$	0,0210	0,0105
Разделение потоков. Правый поворот	$150 \leq \alpha \leq 180^\circ$	0,0350	0,0175
	$R < 15$ м	0,0200	0,0200
	$R = 15$ м	0,0060	0,0060
	$R \geq 15$ м, переходные кривые	0,0005	0,0005
Разделение потоков. Левый поворот	$R > 15$ м, переходные кривые, переходно-скоростные полосы	0,0001	0,0001
	$R < 10$ м	0,0300	0,0300
	$10 < R \leq 25$ м	0,0040	0,0025
	$10 < R \leq 25$ м, переходно-скоростные полосы	0,0010	0,0010

Для поворачивающих автомобилей

Разделение двух потоков	—	0,0015	0,0010
Пересечение двух левоповоротных потоков	—	0,0020	0,0005
Слияние двух поворачивающих потоков	—	0,0025	0,0012

* Для определения K_l в этих случаях данные таблицы нужно умножить на коэффициент k_α , зависящий от угла α , при котором сливаются потоки:

α , град	до 30	40	50—75	90	120	150	180
k_α	1,8	1,2	1,0	1,2	1,9	2,1	3,4

Коэффициент месячной неравномерности интенсивности движения в течение года

Месяцы года	Значения K_{Γ} при среднесуточной интенсивности движения, авт./сут			
	до 1000	1000—2000	2000—6000	более 6000
I	0,0815	0,0800	0,051	0,0510
II	0,0860	0,0660	0,055	0,0585
III	0,0860	0,0714	0,055	0,0670
IV	0,0800	0,0750	0,069	0,0790
V	0,0800	0,0850	0,075	0,0850
VI	0,0860	0,0714	0,0860	0,0855
VII	0,0816	0,0784	0,1160	0,1000
VIII	0,0875	0,0850	0,1230	0,1320
IX	0,0900	0,1100	0,1130	0,1080
X	0,0840	0,096	0,0870	0,0890
XI	0,0715	0,085	0,0834	0,0800
XII	0,0775	0,079	0,0760	0,0780

Величина показателя безопасности движения K_a характеризует степень обеспечения безопасности движения на пересечении:

Показатель безопасности движения K_a	менее 3	3,1—8,0	8,1—12	более 12
Опасность пересечения	неопасное	мало-опасное	опасное	очень опасное

На вновь проектируемых дорогах показатель безопасности на пересечениях в одном уровне не должен превышать 8.

При высокой интенсивности поворачивающих налево потоков автомобилей и числе пересекающихся дорог более четырех наиболее целесообразно устраивать кольцевые пересечения, опасность движения по которым в 2—2,5 раза меньше, чем по крестообразным, из-за отсутствия пересечения транспортных потоков. Значения коэффициентов относительной аварийности для кольцевых пересечений приведены в табл. X.4.

Безопасность движения на пересечениях в разных уровнях зависит от интенсивности потоков автомобилей, проходящих через конфликтные точки, число и степень опасности которых определяются схемой развязки. На полных развязках в разных уровнях пересечения потоков движения исключаются и в конфликтных точках происходят только маневры слияния и разветвления.

Опасность пересечения в разных уровнях оценивают по уравнению (X.5), подставляя для конфликтных точек слияния и разделения транспортных потоков значения коэффициентов относительной аварийности, приведенные в табл. X.5.

При оценке безопасности движения в разных уровнях на пересечениях неполного типа коэффициенты относительной аварийности принимают: для конфликтных точек в результате пересечения транспортных потоков в одном уровне по табл. X.2; при оценке точек слияния и разделения потоков — по табл. X.5. На проектируемых пересечениях в разных уровнях значение K_a должно быть не более 5 на 10 млн. автомобилей.

§ X.4. Определение пропускной способности и загрузки дорог движением

При непрерывном росте интенсивности движения на дорогах большое значение приобретает оценка возможности пропуска по ним потоков автомобилей высокой плотности, а также оценка эффективности выбранных средств регули-

Таблица X.4

Коэффициенты относительной аварийности для кольцевых пересечений

Характеристика маневра	Величина коэффициента относительной аварийности при радиусе внутренней кромки кольца, м								
	15	20	25	30	40	50	60	80	100 и более
Слияние потоков:									
на многополосном кольце ($R=15$ м)	0,0040	0,0030	0,0022	0,0018	0,0013	0,0010	0,0008	0,0005	0,0003
на однополосном кольце при радиусе съезда менее 15 м	0,0040	0,0030	0,0022	0,0015	0,0010	0,0007	0,0005	0,0004	0,0004
то же, более 15 м	0,0040	0,0025	0,0013	0,0010	0,0007	0,0005	0,0004	0,0003	0,0003
Разделение потоков:									
на многополосном кольце ($R=15$ м)	0,0028	0,0020	0,0014	0,0012	0,0009	0,0007	0,0005	0,00035	0,0002
на однополосном кольце при радиусе съезда менее 15 м	0,0028	0,0020	0,0014	0,0010	0,0007	0,0006	0,0005	0,0004	0,0003
то же, более 15 м	0,0016	0,00012	0,0010	0,0007	0,0005	0,0004	0,0003	0,0002	0,0002
Переплетение потоков на многополосном кольце	—	—	—	0,0016	0,0013	0,0010	0,0008	0,0007	0,0006

рования. Для оценки пропускной способности в реальных условиях используют результаты измерения скоростей движения одиночных автомобилей и максимальной плотности потока. Пропускную способность полосы движения вычисляют по формуле [7]

$$P = \gamma v_{св} q_{\max}, \quad (X.7)$$

где γ — коэффициент, зависящий от числа полос движения; для двухполосных дорог $\gamma=0,19$; для трехполосных $\gamma=0,20$; для многополосных дорог $\gamma=0,23$; $v_{св}$ — скорость движения одиночных автомобилей на рассматриваемом элементе дороги; q_{\max} — максимальная плотность, авт./км.

Методика оценки пропускной способности основана на использовании коэффициентов снижения пропускной способности по мере ухудшения условий движения. Величину коэффициентов снижения пропускной способности ψ определяют как отношение пропускной способности P рассматриваемого элемента дороги к пропускной способности P_{\max} участка дороги с особо благоприятными условиями движения, т. е.

$$\psi = P/P_{\max}. \quad (X.8)$$

Коэффициенты относительной аварийности для пересечений в разных уровнях

Тип съезда	Вид взаимодействия потоков в конфликтной точке	Параметры съездов и характер движения	Величина относительной аварийности (Количество происшествий на 10 млн. авт.).	
			Переходно-скоростные полосы отсутствуют	Переходно-скоростные полосы имеются
Левоповоротные съезды пересечения «клеверный лист»	Слияние	$R=30\div 45$ м, переходная кривая	0,00065	0,00035
		$R=45\div 60$ м, переходная кривая	0,0003	0,0002
	Разделение	$R>60$ м, переходная кривая	0,0002	0,0001
		$R=30\div 45$ м, переходная кривая	0,0019	0,0001
Правоповоротные и левоповоротные полупрямые съезды	Слияние	$R=45\div 60$ м, переходная кривая	0,00025	0,00015
		$R>60$ м, переходная кривая	0,0002	0,0001
	Разделение	$R=45\div 60$ м, переходная кривая рассчитана на постоянную скорость	0,0005	0,0003
		$R=60\div 120$ м, тормозная переходная кривая	0,00035	0,0002
		$R>125$ м, переходная кривая рассчитана на постоянную скорость	0,00025	0,00015
		Разделение двух второстепенных поворачивающих потоков в процессе движения по съезду	0,0002	0,00015
Полупрямые левоповоротные съезды	Слияние	Слияние двух второстепенных поворачивающих потоков в процессе движения по съезду	0,00015	0,0001

Примечание. При отсутствии переходной кривой величина относительной аварийности принимается в 1,5 раза большей.

Максимальная пропускная способность P_{\max} соответствует следующим дорожным условиям и составу потока автомобилей: наличие прямолинейного участка дорог без пересечений большого протяжения; ширина полосы движения — 3,75 м; сухое покрытие имеет высокую ровность и шероховатость; транспортный поток состоит только из легковых автомобилей; отсутствуют какие-либо препятствия на обочинах, вызывающие снижение скорости; погодные условия благоприятные.

Пропускную способность при совместном влиянии различных факторов рассчитывают по формуле (для приведенных легковых автомобилей):

$$P = \psi P_{\max}, \quad (\text{X.9})$$

где P — пропускная способность в конкретных дорожных условиях, авт/ч; P_{\max} — максимальная пропускная способность, авт/ч; ψ — итоговый коэффициент снижения пропускной способности.

При расчетах принимают следующие величины максимальной пропускной способности P_{\max} (для легковых автомобилей): двухполосные дороги — 2200 авт/ч (в оба направления); трехполосные дороги — 4000 авт/ч (в оба направления); дороги, имеющие четыре и более полос движения, с разделительной полосой — 1900 авт/ч и без разделительной полосы — 1700 авт/ч (по одной полосе).

Величину итогового коэффициента снижения пропускной способности ψ определяют:

при сочетании не более четырех любых факторов

$$\psi = \psi_1 \psi_2 \dots \psi_{13}, \quad (\text{X.10})$$

где $\psi_1, \psi_2, \dots, \psi_{13}$ — частные коэффициенты снижения пропускной способности, отражающие влияние различных элементов дороги на пропускную способность. Значения этих коэффициентов приведены в табл. X.6—X.18;

при сочетании более четырех факторов

$$\psi = (0,5 + 0,037b + 0,4513S + 0,0046R - 0,0053p - 0,0038i + 0,0007c + 0,00118 \cdot v_{\text{огр}}) \psi_9 \dots \psi_{13}, \quad (\text{X.11})$$

где b — ширина полосы движения (от 3,0 до 3,75 м); S — расстояние видимости (от 0,045 до 0,4 км, при $S > 0,4$ произведение $0,4513 S$ принимается равным 0,18052); R — радиус кривых (от 0,01 до 5 км); p — количество тяжелых автомобилей в потоке (от 0 до 30%); i — уклоны (от 0 до 60‰); c — расстояние до боковых препятствий (от 0 до 10 м); $v_{\text{огр}}$ — ограничение скорости (от 20 до 90 км/ч).

Таблица X.6

Коэффициент ψ_1

Ширина полосы движения, м	Значения ψ_1	
	на двухполосных дорогах	на многополосных дорогах
$\leq 3,0$	0,85	0,90
3,5	0,97	0,96
$\geq 3,75$	1,0	1,0

Таблица X.7

Коэффициент ψ_2

Расстояние от кромки проезжей части до боковых препятствий, м	Значения ψ_2 при ширине полосы движения, м		
	3,75	3,50	3,00
2,5	1,0	1,0	0,98
2,0	0,99	0,99	0,95
1,5	0,97	0,95	0,94
1,0	0,95	0,90	0,87
0,5	0,92	0,83	0,80
0,0	0,85	0,78	0,75

Коэффициент ψ_3

Количество авто- поездов в потоке автомобилей, %	Значения ψ_3 при количестве легких и средних грузовых автомо- билей в потоке, %				
	10	20	50	60	70
1	0,99	0,98	0,94	0,90	0,86
5	0,97	0,96	0,91	0,88	0,84
10	0,95	0,93	0,88	0,85	0,81
15	0,92	0,90	0,85	0,82	0,78
20	0,90	0,87	0,82	0,79	0,76
25	0,87	0,84	0,79	0,76	0,73
30	0,84	0,81	0,76	0,72	0,70

Примечание. Коэффициент ψ_3 на подъемах не учитывается, так как состав дви-
жения учтен при определении коэффициента ψ_4 .

Коэффициент ψ_4

Продольный уклон, %	Длина поль- емя, м	Значения ψ_4 при количестве автопоездов в потоке, %				Продольный уклон, %	Длина поль- емя, м	Значения ψ_4 при количестве автопоездов в потоке, %			
		2	5	10	15			2	5	10	15
20	200	0,98	0,97	0,94	0,89	50	200	0,90	0,85	0,80	0,74
	500	0,97	0,94	0,92	0,87		500	0,86	0,80	0,75	0,70
	800	0,96	0,92	0,90	0,84		800	0,82	0,76	0,71	0,64
30	200	0,96	0,95	0,93	0,86	60	200	0,83	0,77	0,70	0,63
	500	0,95	0,93	0,91	0,83		500	0,77	0,71	0,64	0,55
	800	0,93	0,90	0,88	0,80		800	0,70	0,63	0,53	0,47
40	200	0,93	0,90	0,86	0,80	70	200	0,75	0,63	0,60	0,55
	500	0,91	0,88	0,83	0,76		300	0,63	0,55	0,48	0,41
	800	0,88	0,85	0,80	0,72						

Таблица X.10

Коэффициент ψ_5

Расстояние видимости, м	Значение ψ_5
<50	0,68
50—100	0,73
100—150	0,84
150—200	0,90
250—300	0,98
>300	1,0

Таблица X.11

Коэффициент ψ_6

Радиус кривых в плане, м	Значение ψ_6
<100	0,85
100—250	0,90
250—450	0,96
450—600	0,99
>600	1,0

Таблица X.12

Коэффициент ψ_7

Ограничение скорости до- рожными зна- ками, км/ч	Значение ψ_7
10	0,44
20	0,76
30	0,88
40	0,96
50	0,98
60	1,0

Таблица X.13

Коэффициент ψ_8

Количество автомобилей, поворачивающих налево, ψ_8	Необорудованное пересечение			Частично оборудованное пересечение (с островками без переходно-скоростных полос)			Полностью канализированное пересечение		
	Значение ψ_8 при ширине проезжей части основной дороги, м								
	7,0	7,5	10,5	7,0	7,5	10,5	7,0	7,5	10,5
0	0,97/0,94	0,98/0,95	1,00	1,0/0,98	1,0/0,99	1,0/1,0	1,0	1,0	1,0
20	0,85/0,82	0,87/0,83	0,92	0,97/0,96	0,98/0,97	1,0/0,99	1,0	1,0	1,0
40	0,73/0,70	0,75/0,71	0,83	0,93/0,91	0,94/0,92	0,97	1,0	1,0	1,0
60	0,60/0,50	0,62/0,58	0,75	0,87/0,84	0,88/0,85	0,93	1,0	1,0	1,0
80	0,45/0,41	0,47/0,41	0,72	0,87/0,84	0,88/0,85	0,92	0,97/0,95	0,98/0,97	0,98

Примечание. В числителе приведены значения ψ_8 для Т-образных пересечений, в знаменателе — для четырехсторонних.

Таблица X.14

Коэффициент ψ_9

Состояние обочины	ψ_9
Укрепленные обочины с тем же покрытием, как и на проезжей части	1,0
Обочины, укрепленные щебнем	0,99
Обочины, укрепленные засевом трав	0,95
Неукрепленные обочины в сухом состоянии	0,90
Скользкие, покрытые грязью обочины	0,45

Таблица X.15

Коэффициент ψ_{10}

Тип покрытия	Значение ψ_{10}
Шероховатое асфальтобетонное, цементобетонное, черное щебеночное	1,0
Сборное бетонное покрытие	0,98
Асфальтобетонное покрытие без поверхностной обработки	0,87
Булыжная мостовая	0,42
Грунтовая дорога без пыли, сухая	0,90
То же, размокшая	0,1—0,3

Таблица X.16

Коэффициент ψ_{11}

Тип сооружения	Значение ψ_{11}
Площадки отдыха, бензозаправочные станции или остановочные площадки с полным отделением от проезжей части основной дороги и наличием специальной полосы для въезда	1,0
То же, при наличии только отгона ширины	0,98
» » отсутствии полосы и отгона	0,80
» без отделения от основной проезжей части	0,64

Коэффициент ψ_{12}

Вид разметки проезжей части	Значение ψ_{12}
Краевая и осевая разметки	1,05
Осевая разметка	1,02
Разметка полос на подъемах с дополнительной полосой	1,50
То же, на четырехполосной дороге	1,23
» » трехполосной »	1,30
Двойная осевая разметка	1,12

Таблица X.18

Коэффициент ψ_{cj}

Транспортные средства	Значение ψ_{cj}	Транспортные средства	Значение ψ_{cj}
Легковые автомобили	1,0	Автопоезда грузоподъем-	
Мотоциклы и мопеды	0,5	ностью:	
Грузовые автомобили	1,5	до 6 т	3,0
грузоподъемностью:		12 »	3,5
до 2 т	1,5	20 »	4,0
5 »	2,0	30 »	5,0
8 »	2,5	свыше 30 »	6,0
14 »	3,5	Автобусы	3,5
свыше 14 т	4,5		

Коэффициент ψ_{13} учитывает влияние дорожных знаков на пропускную способность дороги. При установке знака «Ограничение скорости» $\psi_{13} \approx \psi_7$; при установке указателей полос движения $\psi_{13} = 1,1$.

Приведение различных транспортных средств к легковым автомобилям производится с помощью коэффициента ψ_{cj} .

Промежуточные значения коэффициентов, приведенных в табл. X.6—X.18, определяют путем интерполяции.

При расчете по формуле (X.9) на участках подъемов с продольным уклоном до 20% учитывают все коэффициенты, с продольным уклоном более 20% не учитывают коэффициент ψ .

Каждый элемент дороги, вызывающий снижение пропускной способности, имеет зону влияния, в пределах которой изменяются режим движения потоков автомобилей и пропускная способность. При построении графика изменения пропускной способности нужно учитывать следующую протяженность зон влияния в каждую сторону от рассматриваемого элемента:

Населенные пункты	300 м
Участки подъемов длиной до 200 м	350 »
То же, больше 200 м	650 »
Кривые в плане радиусом больше 600 м	100 »
То же, меньше 600 м	250 »
Участки с ограниченной видимостью меньше 100 м	150 »
То же, 100—350 м	100 »
» больше 350 м	50 »
Пересечения в одном уровне	600 »

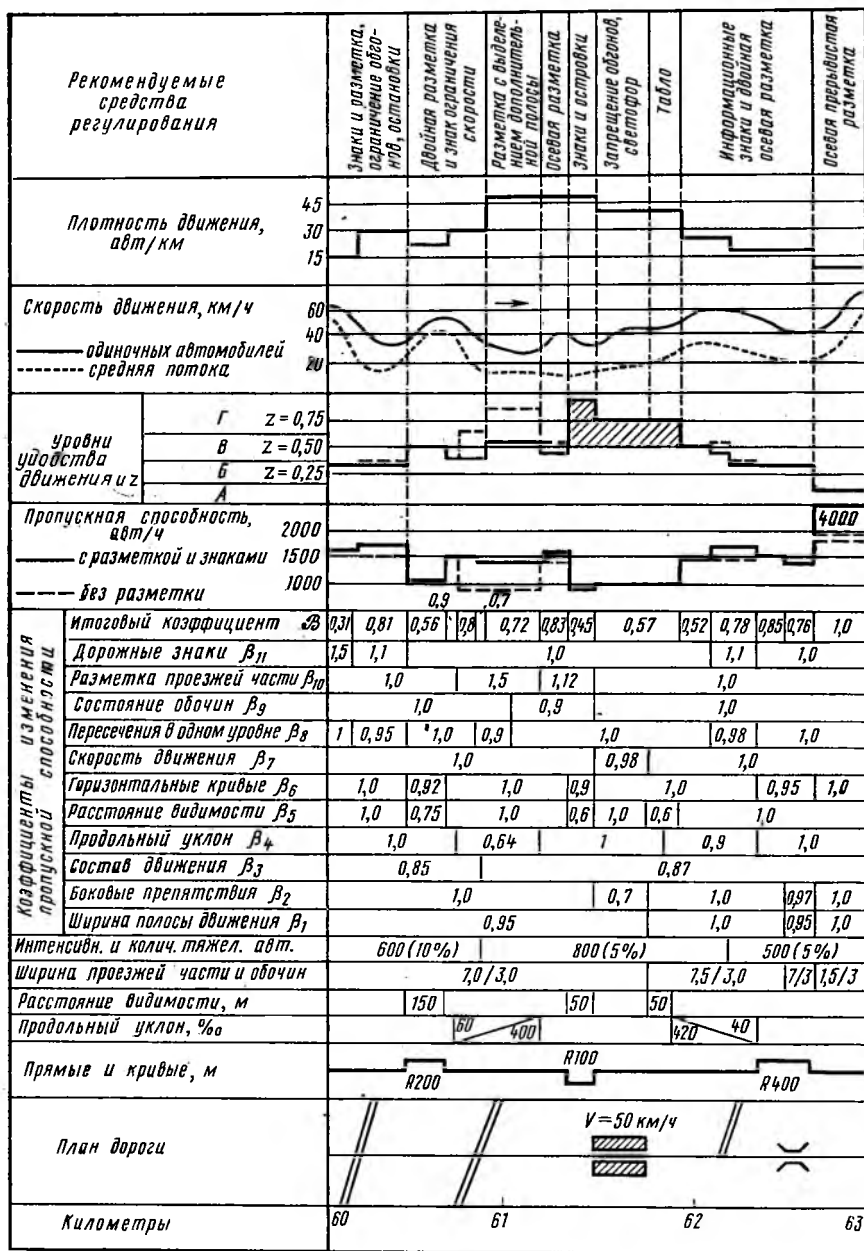


Рис. X.4. Пример линейного графика пропускной способности и коэффициентов загрузки дороги движением

Графики изменения пропускной способности вдоль дорог строят в следующем порядке: выделяют однородные элементы дороги и зоны их влияния; выписывают значения частных коэффициентов снижения пропускной способности; вычисляют величину пропускной способности по формуле (X.9); вычисляют величину пропускной способности в физическом количестве автомобилей с учетом фактического состава потока автомобилей с использованием коэффициентов, приведенных в табл. X.6—X.18; строят график изменения пропускной способности вдоль дороги (рис. X.4).

Величину пропускной способности P_{ϕ} в физическом количестве автомобилей с учетом того, что по формулам (X.10) и (X.11) величина пропускной способности получается в количественном исчислении легковых автомобилей в единицу времени, определяют по формуле

$$P_{\phi} = \frac{P}{\sum \psi_{c_j} \eta_j}, \quad (X.12)$$

где η_j — количество (в долях единицы) транспортных средств различных типов; ψ_{c_j} — величины коэффициентов приведения соответственно для легковых автомобилей, мотоциклов и мопедов, грузовых автомобилей, автопоездов и автобусов (см. табл. X.18).

Над графиком пропускной способности строят график изменения коэффициентов загрузки (z) каждого участка дороги (см. рис X.4). Величину коэффициента загрузки определяют как отношение интенсивности движения N (расчетной или существующей) к пропускной способности P , выраженной в физических единицах, т. е. $z = N/P$.

При разработке проектов новых дорог следует пересматривать (в первую очередь, с точки зрения увеличения числа полос движения) участки, где величина коэффициента загрузки z превышает 0,65, а при разработке проектов реконструкции $z \geq 0,75$.

Для окончательного выбора мероприятий по улучшению условий движения график изменения пропускной способности анализируют совместно с графиком коэффициентов аварийности и коэффициентов безопасности.

§ X.5. Обустройство дороги

Для обеспечения безопасности и удобств движения автомобильная дорога должна быть должным образом обустроена, т. е. иметь разнообразные устройства, сооружения и здания, предназначенные для обеспечения безопасности движения, обслуживания проезжающих автомобилей, водителей и пассажиров. В табл. X.19 приведен перечень необходимого вида обустройства дороги.

§ X.6. Мероприятия по организации и повышению безопасности движения

Средства и методы организации движения являются обязательной составной частью проекта любой дороги. Их выбирают в соответствии с рекомендациями табл. X.20.

Дорожные знаки устанавливают в соответствии с категорией дороги, транспортно-эксплуатационными характеристиками отдельных участков и принятой схемой организации движения пешеходных и транспортных потоков на основе учета требований ГОСТ 10807—71.

Работу по проектированию расстановки знаков выполняют в несколько этапов:

I этап. Обеспечение зрительного ориентирования и информации водителя о своем маршруте следования и расположении зон обслуживания движения.

II этап. Анализ состояния опасных участков дороги (населенные пункты, пересечения, мосты, тоннели, железнодорожные переезды, горизонтальные и вертикальные кривые; сужения, подъемы, спуски, прямые участки, придорожные

Обустройство автомобильных дорог

Назначение	Виды сооружений и устройств	Организация, отвечающая за работу сооружений
Дорожное обслуживание	<p>Линейные дорожные комплексы: служебные и жилые здания дорожной службы</p> <p>Озеленение дороги</p> <p>Снегозащитные устройства: деревянные решетчатые щиты, бетонные заборы</p> <p>Противолавинные, противоселевые, противооползневые и другие сооружения; подпорные стенки, селеводы, галереи, дренажные и водоотводные комплексы</p>	Дорожная служба
		Дорожная служба, колхозы и совхозы, на территории которых расположены дороги
		Дорожная служба
		То же
Организация и регулирование движения	<p>Пункты службы организации движения (СОД). Связь (телефонная, радио): служебная, общего пользования</p> <p>Знаки указательные (в соответствии с ГОСТ 10807—71); разметка направляющая</p> <p>Посты ГАИ</p>	»
		»
Повышение безопасности движения		Государственная автомобильная инспекция (ГАИ)
		Дорожная служба и ГАИ
	<p>Дорожные знаки (в соответствии с ГОСТ 10807—71); автоматическая сигнализация и многопозиционные знаки, посты с пультами управления; разметка (в соответствии с ГОСТ 13508—74)</p> <p>Освещение дороги: светильники, трансформаторные подстанции и др.</p> <p>Ограждения направляющие, отклоняющие, удерживающие, противоослепляющие; направляющие столбики, надолбы, парапеты, зеленые полосы</p> <p>Пешеходные дорожки и тротуары (в соответствии с ВСН 25-76)</p> <p>Велосипедные дорожки (в соответствии с ВСН 25-76)</p> <p>Связь телефонная: колонки с телефонами</p> <p>Связь сигнальная: колонки с сигнальными вызывными кнопками</p> <p>Медицинская помощь: медпункты, больницы</p> <p>Пункты для машин по ликвидации последствий ДТП</p>	Дорожная служба
		То же
		Дорожная служба; в населенных пунктах исполкомы местных Советов
		Дорожная служба
		То же
		Дорожная служба, ГАИ
		Министерство здравоохранения РСФСР*
		Дорожная служба, Министерство автомобильного транспорта РСФСР*

Назначение	Виды сооружений и устройств	Организация, отвечающая за работу сооружений
Обслуживание проезжающих (водителей, пассажиров, туристов и др.)	<p>Места отдыха: кратковременные (оборудованные площадки для отдыха — столы, скамьи, вода, мусоросборники, туалеты); долговременные — общежития для водителей</p> <p>гостиницы</p> <p>мотели, кемпинги</p> <p>Пункты питания: буфеты, кафе, столовые, рестораны</p> <p>Магазины и ларьки: продовольственные, промтоварные, сувениров</p> <p>Места ожидания: автобусные павильоны (через 1,5; 3—5 км) автостанции, автовокзалы</p>	<p>Дорожная служба</p> <p>Министерство автомобильного транспорта РСФСР *</p> <p>Министерство жилищно-коммунального хозяйства РСФСР *</p> <p>Центральный совет по туризму и экскурсиям при ВЦСПС</p> <p>Роспотребсоюз *</p> <p>Министерство торговли РСФСР *</p> <p>Дорожная служба</p> <p>Министерство автомобильного транспорта РСФСР *</p> <p>Главнефтеснаб РСФСР *</p>
Обслуживание транспортных средств	<p>Заправочные станции (АЗС) односторонние и двусторонние, с числом заправок в сутки 250—1000, при расстоянии не менее 30—80 км друг от друга</p> <p>Станции технического обслуживания на 5—7 и 10 постов, через 50—200 км при интенсивности движения свыше 7000 авт/сут</p> <p>Моечные, смотровые эстакады и ямы</p> <p>Грузовые автостанции при суточном грузообороте более 150 т; перецепные пункты через 200—250 км</p> <p>Площадки для стоянок, открытые</p>	<p>Министерство автомобильного транспорта РСФСР *</p> <p>Дорожная служба</p> <p>Министерство автомобильного транспорта РСФСР *</p> <p>Дорожная служба</p>
Элементы художественного оформления дороги	<p>Декоративное озеленение: регулярные посадки, ландшафтно-групповые смешанные. Заповедные места; памятные исторические места; малые архитектурные формы; площадки отдыха</p>	<p>То же</p> <p>»</p>

* На территории РСФСР; на территории других республик соответствующие республиканские министерства и ведомства.

Средства регулирования движения

Уровень удобства	Коэффициент загрузки движением $z = \frac{N}{P}$	Условия движения	Основная причина происшествий	Средства регулирования	Расположение знаков и указателей
А	0,2	Свободные	Превышение скорости, потеря управления, невнимательность водителя	Разметка проезжей части, предупреждающие дорожные знаки, направляющие устройства, шумовые полосы	Сбоку, с одной стороны дороги
Б	0,2—0,5	Наличие групп и паек автомобилей, много обгонов,	Неправильный обгон	Знаки и разметка, ограничивающие и предупреждающие об изменениях дорожных условий, световые информационные указатели скоростей, многопозиционные знаки	Сбоку от дороги с дублированием на противоположной стороне дороги
В	0,5—0,75	Обгоны затруднены	Недооценка водителями скорости впереди идущего автомобиля	Разметка проезжей части, дублируемая знаками, и различные знаки, островки, светофоры, многопозиционные знаки	Сборку от дороги с дублированием на встречной стороне дороги, около крупных пересечений над проезжей частью
Г	0,75—1,0	Сплошной поток	Несоблюдение безопасной дистанции движения	Знаки, рекомендуемые интервалы движения, автоматические системы регулирования, меняющие режим работы; световые табло с указанием скоростей и полос движения; знаки, дублирующие разметку	Над проезжей частью над каждой полосой движения с установкой дублирующих указателей и знаков сбоку от дороги; основные указатели должны освещаться

Примечание. N — интенсивность движения, авт/ч; P — пропускная способность дороги, авт/ч

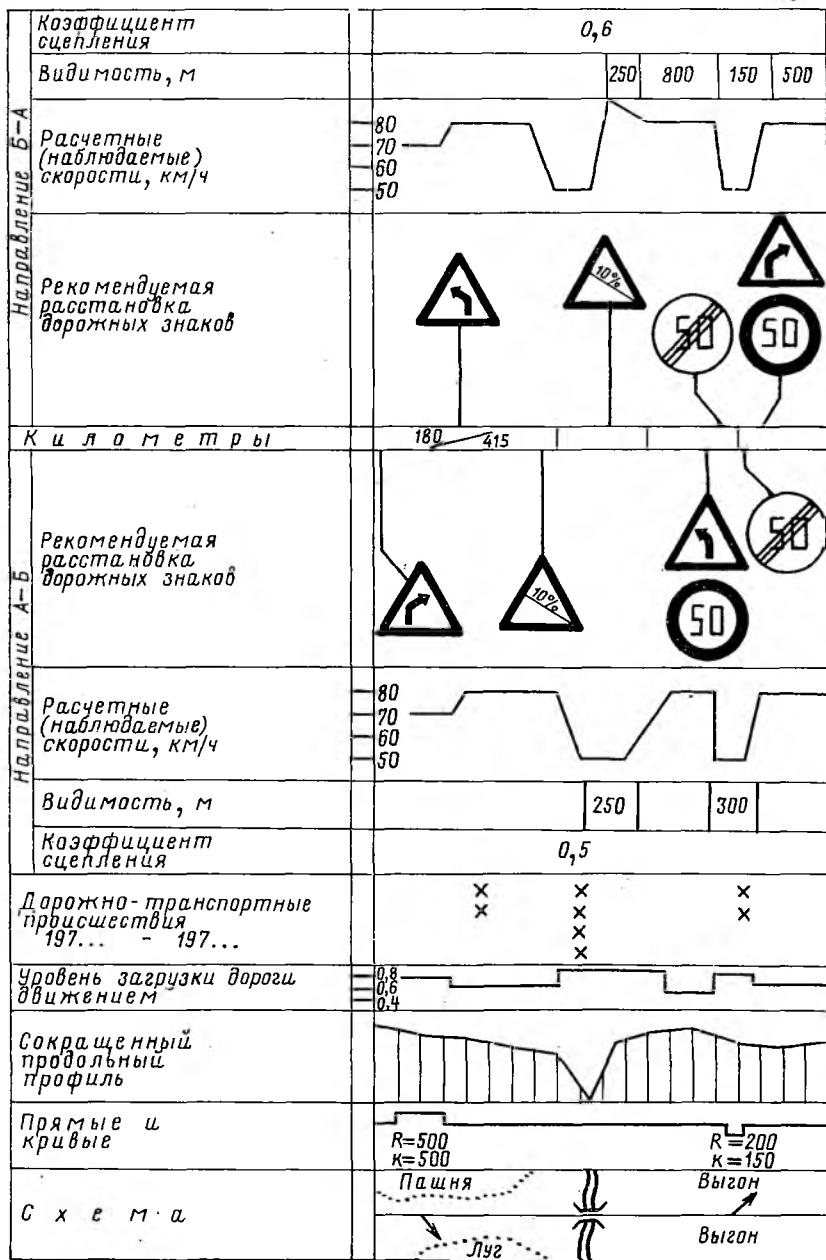


Рис. X.5. Линейный график расстановки знаков

комплексы обслуживания, площадки отдыха, места оживленного пешеходного движения) и проверка соответствия их транспортно-эксплуатационных характеристик требованиям безопасности и удобства движения в различное время суток и года.

III этап. Уточнение видов знаков и мест их расположения на сопряжениях опасных зон. Изыскание возможностей уменьшения числа знаков без ущерба для безопасности движения. Оценка необходимости введения ограничений максимальных и минимальных скоростей на всей дороге или в отдельных зонах. Окончательное уточнение размеров знаков, устранение противоречивых знаков.

При проектировании составляют линейный график расстановки дорожных знаков (рис. X.5).

При анализе участков дорог особое внимание уделяют установке знаков в следующих конфликтных зонах:

в зонах оживленного пешеходного и велосипедного движения вдоль проезжей части или поперек нее;

в зонах, где часто происходит изменение скорости движения или маневры автомобилей; на автобусных остановках, в местах кратковременной остановки и длительной стоянки автомобилей; на участках, где часто происходят обгоны и смена полос движения; в зонах пересечения, разветвления и переплетения транспортных потоков, разворота автомобилей и изменения траекторий движения; в зонах, в которых резко изменяется скорость свободного движения автомобилей (коэффициент безопасности менее 0,8); в зонах, где резко уменьшается скорость потоков автомобилей из-за повышенной плотности движения или появления медленно движущихся тракторов, гужевых повозок, сельскохозяйственных машин;

в зонах, в которых ширина проезжей части, число полос, габариты высоты или допустимые нагрузки от веса автомобилей меньше, чем на предшествующих участках;

в зонах с ограниченной видимостью в плане и профиле;

в зонах, в которых в различное время года возникают густые туманы, гололед, сильный боковой ветер, неровности покрытия, появляется опасность падения камней, выхода животных на дорогу;

в зонах со светофорным регулированием и односторонним движением.

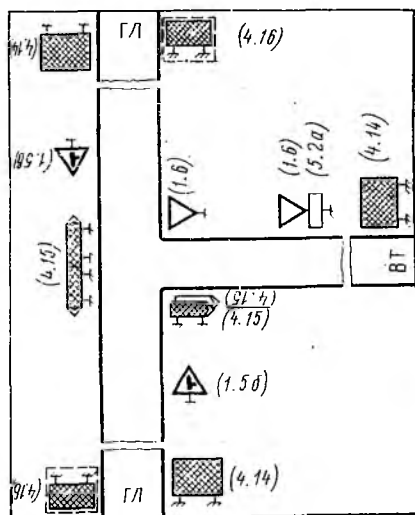


Рис. X.6. Схема расстановки знаков на Т-образном примыкании

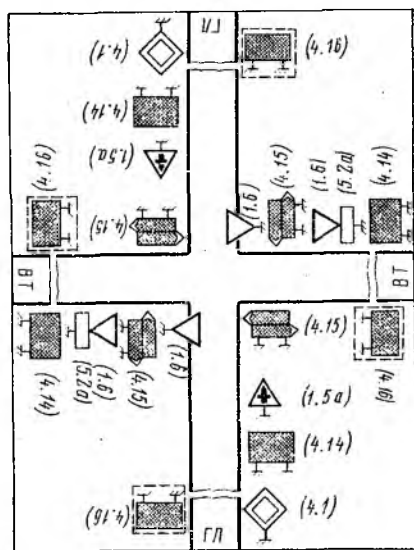


Рис. X.7. Схема расстановки знаков на пересечении дорог в одном уровне

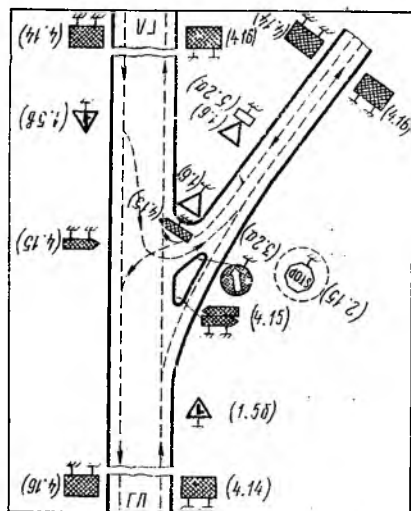


Рис. X.8. Схема расстановки знаков на У-образном примыкании дорог

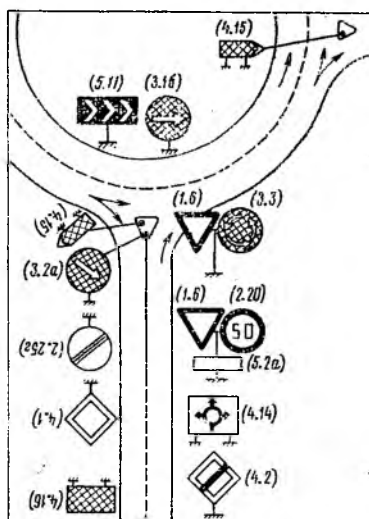


Рис. X.9. Схема расстановки знаков на кольцевом пересечении

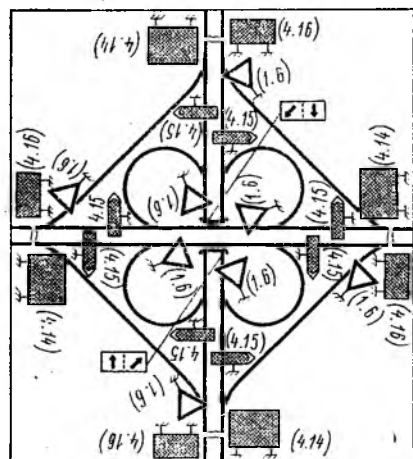


Рис. X.10. Схема расстановки знаков на пересечениях в разных уровнях типа «клеверный лист»

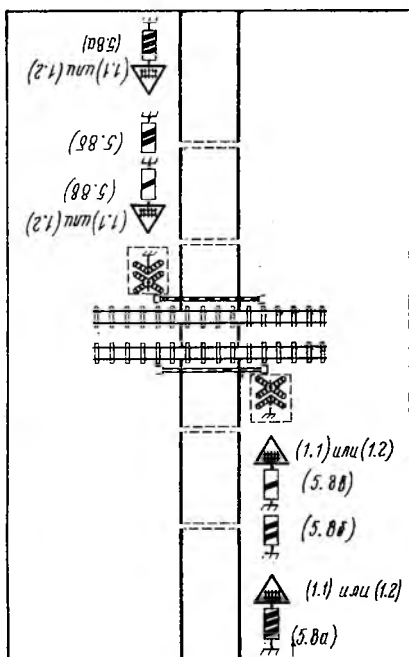


Рис. X.11. Схема расстановки знаков на железнодорожном переезде

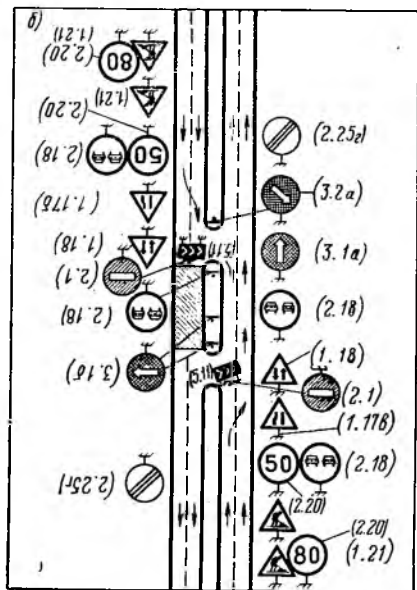
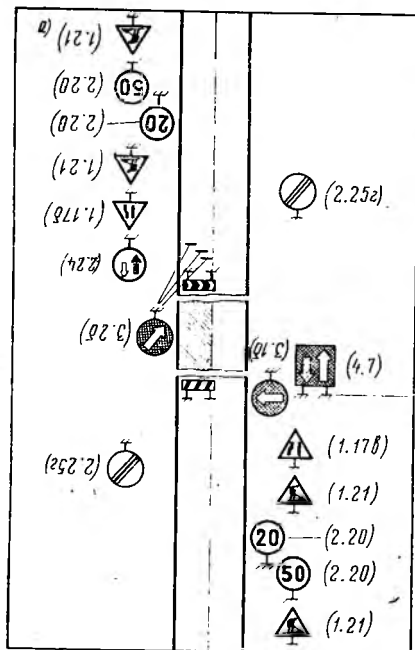


Рис. X.12. Схема расстановки знаков в зоне ремонтных работ:
 а — на двухполосных дорогах; б — на четырехполосных дорогах

Примеры расстановки знаков в характерных дорожных условиях показаны на рис. X.6—X.12.

Наряду с дорожными знаками важное место в обеспечении безопасности и удобства движения занимают разметка проезжей части, ограждения и направляющие столбики.

Разметка проезжей части ориентирует водителя в направлении движения, помогает водителю выбрать правильное положение автомобиля на проезжей части многополосных дорог (рис. X.13, X.14). Основные требования к разметке проезжей части изложены в ГОСТ 13508—74 и в «Указаниях по разметке автомобильных дорог» ВСН 23-75 (Минавтодор РСФСР).

Установка ограждений позволяет избежать или снизить тяжесть последствий дорожно-транспортных происшествий, вызванных потерей управления автомобилем или наездом на препятствие.

Ограждения рекомендуются (см. СНиП П-Д.5-72) устанавливать на дорогах I, II и III (при интенсивности более 2000 авт/сут) категорий при высоте насыпи 3 м и более и с наружной стороны кривых в плане с малыми радиусами при высоте насыпи более 2 м.

Высоту ограждений принимают не менее 0,8 м и устанавливают на расстоянии не менее 0,5 м от бровки земляного полотна. Жесткие металлические, железобетонные ограждения устанавливают в местах, где необходимо удержать автомобиль (например, на мостах). Тросовые ограждения не рекомендуются устанавливать на мостах, у пешеходных зон, у подпорных стенок (рис. X.15). Их целесообразно располагать на снеготаносимых участках дорог. В районах, богатых лесом, могут применяться деревянные ограждения.

Важным элементом ограждения является его концевая часть (рис. X.16), которая не должна наносить повреждения автомобилю при наезде.

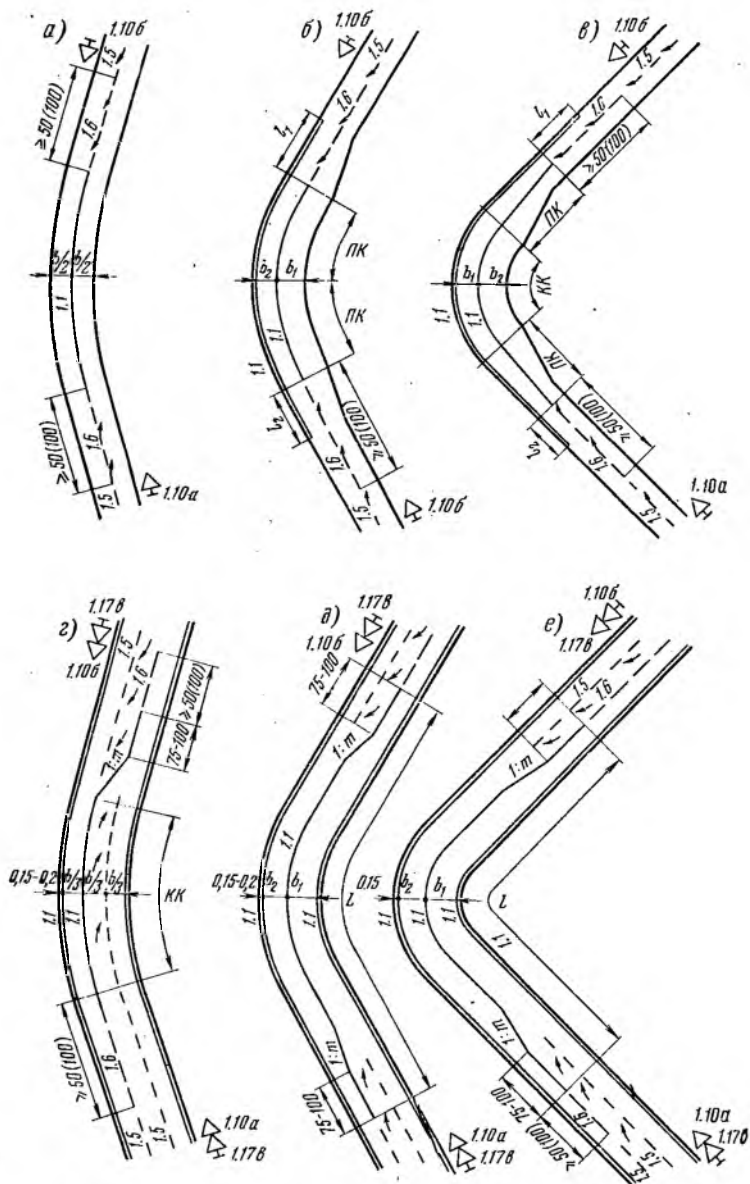


Рис. X.13. Разметка проезжей части на кривых в плане двухполосных (а, б, в) и трехполосных (г, д, е) дорог:

а и г — радиус кривой более 600 м; б и д — радиус кривой 50—600 м; в и е — радиус кривой менее 50 м; КК — круговая кривая; ПК — переходная кривая

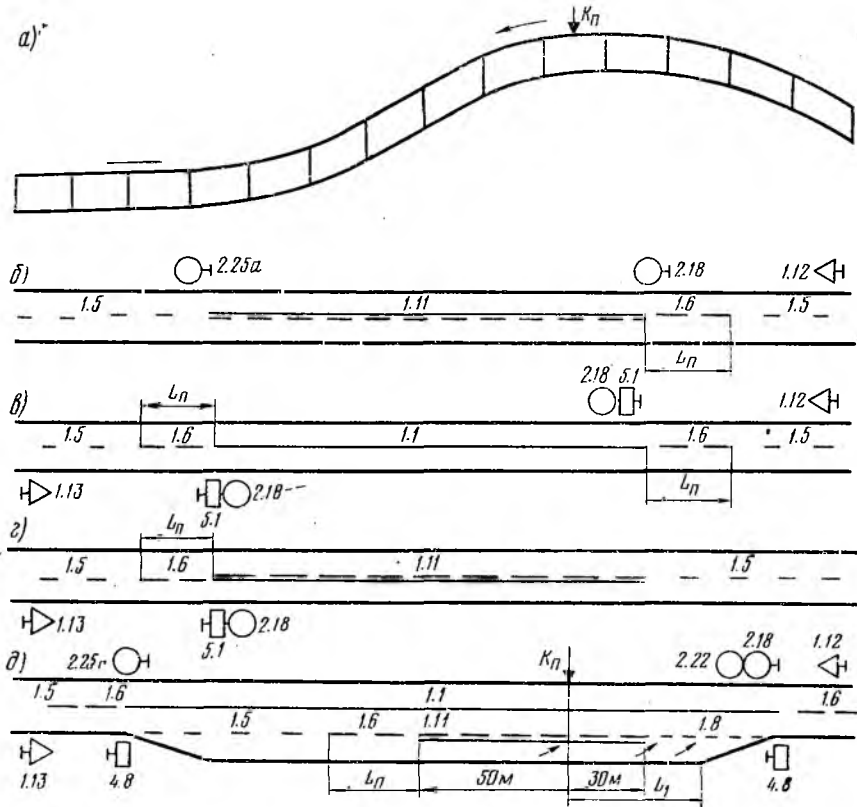


Рис. X.14. Разметка проезжей части на участках подъемов:

а — продольный профиль; *б* — при длине подъема более 200 м; *в* — при длине подъема менее 200 м; *г* — при преобладающей интенсивности движения на спуск; *д* — при наличии до-
полнительной полосы на подъеме

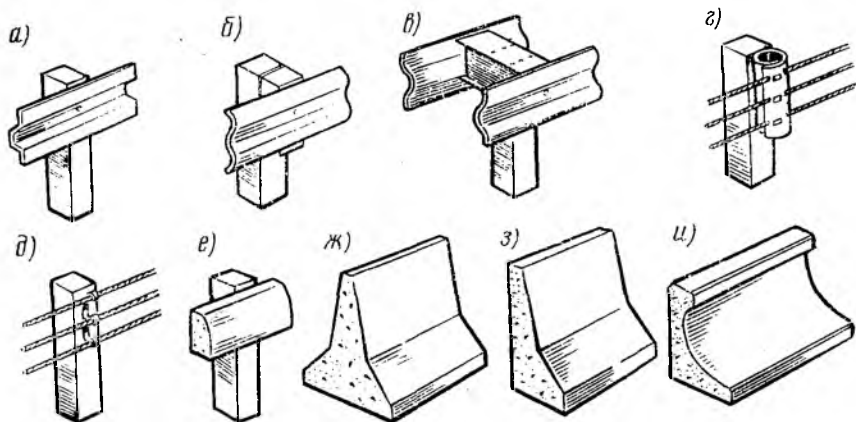


Рис. X.15. Конструкции ограждений на автомобильных дорогах:

а, б, в — из стальных профилированных планок; *г, д* — из тросов (в снегозаносимых районах); *е* — из железобетонных балок; *ж, з, и* — парапетного типа

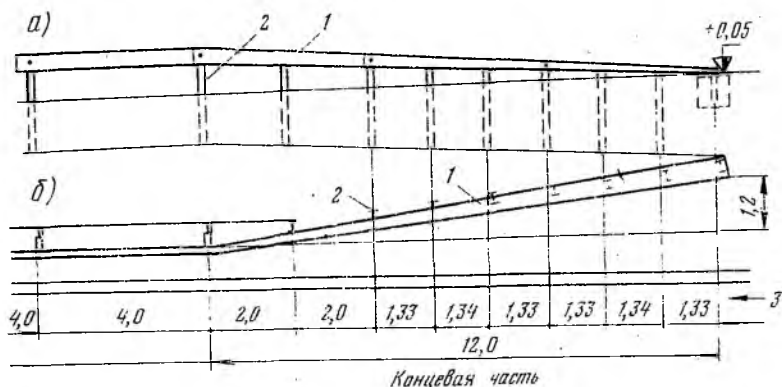


Рис. X.16. Способ закрепления концевой части ограждения из стальных профилированных планок:

а — вид сбоку; б — вид сверху; 1 — планка; 2 — опора; 3 — направление движения автомобиля

Эффективным средством ориентирования водителей в направлении дороги являются направляющие столбики (рис. X.17), роль которых в настоящее время на дорогах выполняют железобетонные тумбы, устанавливаемые вдоль опасных участков дорог. Назначение направляющих столбиков — ориентировать водителей, а не выполнять роль ограждения, предназначенного для удержания автомобиля. Поэтому эти столбики конструктивно должны быть легко ломающимися при наезде автомобиля и наносящими повреждения автомобилю. С учетом этого изготовление тумб из железобетона является недопустимым.

Расстояние между направляющими столбиками на прямых участках дорог принимают 50 м, на кривых в плане это расстояние принимают в зависимости от величины радиуса кривой: 25 м (при $R > 1500$ м), 15 м (при $R = 400 \div 1000$ м) и 5—10 м (при $R = 60 \div 400$ м).

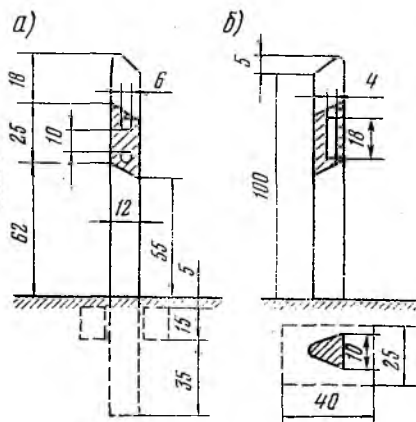


Рис. X.17. Общий вид направляющих столбиков:

а — левого; б — правого

Глава XI

СОДЕРЖАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

§ XI.1. Деформация и разрушения дорожных покрытий и одежд

Под действием колес автомобилей и природных факторов, особенно если этому сопутствуют и ошибки при проектировании, строительстве и эксплуатации дорог, возникают постепенно нарастающие деформации и разрушения покрытий (табл. XI.1), переходящие в разрушения дорожных одежд (табл. XI.2), в зависимости от размеров которых необходимы соответствующие ремонты.

Деформации и разрушения дорожных покрытий

Деформации и разрушения	Основные факторы, вызывавшие образование деформаций или разрушений
Накаты (волны)	Возникают в результате сдвигов излишне пластичного материала, особенно в жаркую погоду, в местах торможения
Вмятины	Рельефные отпечатки от колес автомобилей, остающиеся в жаркую погоду на излишне пластичном материале
Впадины	Углубления округлой формы, происходящие в местах недостаточно уплотненных или с некачественным материалом
Мелкие колен	Продольные деформации на полосах наката за счет доуплотнения недостаточно уплотненного материала покрытия, перемещения пластичного материала, неудовлетворительного зернового состава смеси и др.
Смещение плит	Изменение уровня соседних плит бетонного покрытия по линии швов за счет неоднородности и недостаточной устойчивости основания
Выступы	На покрытиях переходного типа выступают по мере износа крупные зерна щебня и гравия за счет неоднородного зернового состава
Выпескивание трещин и швов	На цементобетонных покрытиях происходят из-за неудовлетворительного заполнения швов и из-за пустот, образовавшихся под покрытием при укладке его на песчаном слое
Излишки вяжущего	Выход на поверхность излишнего слишком пластичного вяжущего в жаркую погоду при неправильном подборе состава материала покрытия
Отдельные трещины — искривленные (зарубины), расходящиеся (параболические), прямолинейные, поперечные и продольные	В жестких покрытиях возникают из-за неморозоустойчивости материала покрытия, температурных деформаций, отсутствия связи с основанием, в местах резкого торможения, при отсутствии упора со стороны обочин и т. п.
Сдвиги	В жестких покрытиях появляются в результате необеспеченности перемещения плит по основанию при температурных изменениях, недостаточной и неоднородной прочности оснований, в местах примыкания к грунтовой обочине и др.
Сдвиги	Перемещение покрытия по основанию при отсутствии связи между ними, с отрывом сдвинутого покрытия и образованием трещины
Сетка трещин	Разделение покрытия множеством трещин на мелкие куски при недостаточной жесткости основания, особенно при перенасыщении его водой и при пучинообразованиях
Растрескивание	Разделение трещинами покрытия на крупные куски (более 40 см в стороне), происходящее при отсутствии сцепления с основанием, разрушении нижних слоев, подвижности материала нижнего слоя покрытия и др.
Перелом	Трещина, разделяющая цементнобетонную плиту на две части
Окальвание шва и кромок	Откол края цементобетонной плиты у шва или кромок за счет нагрузки, проходящей в этом ослабленном месте

Деформации и разрушения	Основные факторы, вызвавшие образование деформаций или разрушений
Износ (истирание)-- равномерный и не- равномерный	Основной вид разрушения дорожного покрытия в результате воздействия колес автомобиля при сжатии покрышки и ее проскальзывании по покрытию; повышенный износ по качеству материала; неравномерный усиленный износ при проходе автомобилей на шинах с шипами
Шлифование	Выглаживание покрытия колесами автомобилей до образования гладкой и скользкой поверхности; происходит на покрытиях, имеющих в своем составе минеральные зерна легко и быстро шлифующихся горных пород
Шелушение	Поверхностное разрушение покрытий за счет отделения тонких пленок при недостаточно морозостойком и пористом материале покрытия; особенно свойственно цементобетонным покрытиям
Выкрашивание	Последующая стадия разрушения после шелушения, при которой от покрытия отделяются минеральные зерна
Гребенка	Волнистость на гравийных покрытиях в результате выбивания зерен и образования поперечных углублений и возвышений
Выбоины	Углубления в покрытии с резко выраженными краями, образовавшиеся в результате выбивания материала при ударах колес автомобилей, в местах ослабленных и с некачественными материалами
Отслаивание	Места, где материал нежесткого покрытия не имеет достаточной связи между слоями, а при жестких покрытиях расслаивается в результате различного температурного воздействия по толщине
Катун	Отделение (вырывание) зерен минерального материала из щебеночного покрытия при ослаблении сцепления, отслоении вяжущего, низком качестве смеси и др.

К факторам, вызывающим деформации и разрушения дорожных покрытий и одежды, относят:

при проектировании — неточный учет роста нагрузок и интенсивности движения; неправильное конструирование и расчет; завышенная оценка качества дорожно-строительных материалов; неточный учет природных факторов;

при строительстве — применение неоднородных и несоответствующего качества материалов; недостаточное уплотнение земляного полотна и слоев дорожной одежды; недостатки производства работ; широкое использование допусков;

при эксплуатации — несвоевременная очистка покрытий от пыли и грязи; несвоевременный ремонт; пропуск повышенных нагрузок и недопустимых транспортных средств; неудовлетворительный водоотвод.

§ XI.2. Классификация дорожно-ремонтных работ.

Межремонтные сроки

Классификация работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог предусматривает разделение работ на следующие виды:

содержание — работы по систематическому уходу за дорогой, дорожными сооружениями и полосой отвода в целях поддержания их в надлежащем порядке в течение всего года;

Деформации и разрушения дорожных одежд

Деформации и разрушения	Основные факторы, вызывавшие образование деформаций или разрушений
Просадки	Впадины на нежестких дорожных одеждах с пологими склонами в результате местных осадок недоуплотненного грунта земляного полотна
Трещины	Сквозные трещины на всю толщину дорожной одежды, преимущественно поперечные, в результате резких изменений положительной температуры воздуха на отрицательную
Пучинные деформации	В виде изменений поперечного профиля при пучинообразовании и образовании на покрытии местных неровностей
Пучинные разрушения	Разрушение дорожной одежды в весенний период, доходящее до полного перемешивания разрушенного материала одежды с разжиженным грунтом земляного полотна под воздействием колес автомобиля
Потеря прочности	Происходит постепенно под влиянием непрерывного повторяющегося воздействия колес автомобилей и природных факторов, выражается в качественном изменении материалов, снижающих свою прочность при окальвании и измельчении, ослаблении связей, повышении жесткости вяжущего и др., что приводит к увеличению прогиба под расчетной нагрузкой до недопустимых размеров
Проломы	Длинные прорезы по полосам наката колес, происходят на одеждах переходного типа при недостаточной прочности их или при проходе слишком тяжелых автомобилей, особенно при переувлажнении земляного полотна и дорожной одежды
Сетка трещин	В результате недостаточной прочности дорожной одежды, особенно жесткого типа, при слабом земляном полотне

текущий ремонт — работы по предупреждению и исправлению мелких повреждений дороги и ее сооружений, проводимые в течение всего года на всем протяжении дороги;

средний ремонт — работы по периодическому возмещению слоя износа дорожного покрытия и улучшению транспортно-эксплуатационных качеств дороги и дорожных сооружений; проводят, как правило, на отдельных участках (перегонах) дороги в соответствии с установленными межремонтными сроками;

капитальный ремонт — работы, при которых производят смену изношенных конструкций и деталей или замену их на более прочные и экономичные, улучшающие транспортно-эксплуатационные характеристики ремонтируемых сооружений, обеспечивающие повышение технических нормативов дорог и увеличение прочности дорожных одежд и сооружений в пределах норм, соответствующих технической категории, установленной для данной дороги.

Период в годах от сдачи дороги в эксплуатацию до капитального или среднего ремонта, а также период между указанными ремонтами называют соответственно межремонтными сроками службы дорожной одежды при капитальном или дорожном покрытии при среднем ремонтах.

Возможна также оценка межремонтного срока по работоспособности, т. е. по количеству брутто тонн автомобилей с грузами, прошедших по дороге, после которого необходимо проведение ремонта.

Работоспособность дорог

Покрyтия	Работоспособность, млн. т брутто	
	полная	частная
Цементобетонные	80	20
Асфальтобетонные:		
на цементобетонном и щебеночном основаниях	40	10
на булыжной мостовой	25	6
Обработанные органическими вяжущими:		
щебеночные	7,5	2,5
гравийные	5,0	2,0
Гравийные необработанные	0,8—1,2	0,4—0,6
Грунтовые, обработанные битумом	0,6—0,8	0,2—0,3

В табл. XI.3 приведены величины работоспособности до проведения среднего (частная работоспособность) и капитального (полная работоспособность) ремонта, предложенные проф. А. К. Вируля.

При планировании ассигнований на капитальный и средний ремонты руководствуются межремонтными сроками службы, устанавливаемыми соответствующими директивными документами. Ориентировочные значения межремонтных сроков приведены в табл. XI. 4.

Т а б л и ц а X I 4

Межремонтные сроки

Покрyтия	Межремонтные сроки, лет	
	Средний ремонт	Капитальный ремонт
Цементобетонные	10	30
Асфальтобетонные	6	18
Усовершенствованные облегченные	4	12
Щебеночные	3	9
Мостовые булыжные	3	16
Гравийные	3	9
Грунтовые улучшенные	—	3

Установление срока среднего ремонта. Средний ремонт проводят после износа покрытия на величину H_0 , предназначенную на износ (табл. XI.5); срок среднего ремонта определяют по формуле

$$T_{\text{ср.р}} = \frac{H_0}{h},$$

где h — средний износ покрытия за один год, мм; H_0 — толщина покрытия, предназначенная на износ, мм.

Величину износа определяют износомерами в местах, где предварительно при устройстве покрытия были установлены реперы. Значение h можно определить также по формуле

$$h = a + bB', \quad (\text{XI.1})$$

где a — износ за счет природных факторов, мм (см. табл. XI.5); b — износ при грузонапряженности в 1 млн. т брутто, мм (см. табл. XI.5); B' — грузонапряженность движения в год, млн. т брутто.

Т а б л и ц а XI.5

Значение величин H_0 , a и b

Покрытия	a , мм	b , мм/млн. т брутто	H_0 , мм
Асфальтобетонные	0,4—0,6	0,25—0,55	10—20
Щебеночные, обработанные органическими вяжущими	1,3—2,7	3,5—5,5	20—30
Гравийные, обработанные органическими вяжущими	1,4—2,8	4,0—6,0	30—40
Щебеночные, не обработанные вяжущими, из щебня 1—2-го классов	4,5—5,5	15—20	40—50
То же, 3—4-го классов	5,5—6,5	19—25	50—60
Гравийные, не обработанные вяжущими, из гравийных материалов 1—2-го классов	3,0—4,0	15—22	50—60
То же, 3—4-го классов	4,0—6,0	20—30	60—80

Примечание. Средние значения принимают для дорог в III дорожно-климатической зоне в условиях умеренного увлажнения; нижние пределы — для дорог в IV—V зонах, верхние пределы — для дорог в условиях избыточного увлажнения во II дорожно-климатической зоне.

Выражая грузонапряженность через интенсивность движения N (авт./сут), получим следующее выражение для величины износа покрытия за год:

$$h = a + a b N,$$

где α — коэффициент для перевода грузонапряженности в интенсивность; $B' = \alpha N$ ($\alpha \approx 0,001$).

Установление срока капитального ремонта. Необходимость капитального ремонта возникает, когда прочность дорожной одежды становится недостаточной для проходящего по ней движения. Д-р техн. наук М. Б. Корсунский предложил теоретическое определение межремонтного срока при капитальном ремонте;

для дорожных одежд капитального типа, предназначенных для работы в стадии лишь обратимых деформаций

$$T_{к.р.} = 1 + \frac{K_{пр}^{(n)}/K_{пр}^{(n)}}{C + m \lg q}; \quad (\text{XI.3})$$

для дорожных одежд, работающих в упруго-вязко-пластической стадии

$$T_{к.р.} = 1 + \left(\frac{1,1K_{пр}^{(n)}}{nK_{пр}^{(n)}} - 1 \right) \frac{\lg 6\gamma N_1}{\lg q}. \quad (\text{XI.4})$$

Здесь $K_{пр}^{(n)}$ и $K_{пр}^{(n)}$ — коэффициенты прочности — первоначальный при вводе дороги в эксплуатацию и наименьший, когда требуется усиление дорожной одежды (см. § XI.3); C — коэффициент, учитывающий постепенное снижение проч-

ности одежды, вызванное воздействием повторяющихся нагрузок (измельченные материалы, трещины и т. п.) и природных факторов (полимеризация вяжущего, морозные воздействия и т. п.); для одежд с асфальтобетонными покрытиями, по предложению М. Б. Корсунского, $C \approx 0,004$; m — коэффициент, учитывающий повторяющееся многократное воздействие автомобилей (для асфальтобетонных покрытий $m = 0,16$); γ — коэффициент, учитывающий повторяемость прохода колес автомобилей в зависимости от числа полос движения; n — коэффициент, учитывающий ухудшение состояния одежды в процессе длительной эксплуатации; примерно равен 1,07.

§ XI.3. Техничко-экономические показатели эксплуатации

Для оценки состояния дороги и ее сооружений, степени ее совершенства и удовлетворения требованиям автомобильного транспорта в отношении безопасности и удобств для движения применяют технико-экономические показатели.

Ежегодно весной и осенью производят подробный осмотр дороги и всех сооружений. Цель весеннего осмотра — установление изменений, произошедших за зимний период. Весна является для большинства районов расчетным периодом для оценки прочности дорожных одежд и других сооружений. Поэтому весной тщательно осматривают и испытывают дорожные одежды и другие сооружения для определения степени их прочности, износа и т. п. Результаты учитывают и на основании их составляют ведомость дефектов (неправильно называемую «дефектной ведомостью»), и определяют величины технико-экономических показателей. Это позволяет сравнить изменение состояния сооружений с тем, которое было предусмотрено проектом и осуществлено при строительстве.

Технико-экономические показатели (ТЭП) имеют различное назначение (табл. XI.6): I группа — для оценки технического состояния дороги и степени пригодности ее для выполнения своих функций; II группа — для оценки степени безопасности движения по дороге; III группа — для оценки дороги в отношении обеспечения ее обустройством нужд проезжающих (пассажиры и водители) и предоставления им необходимых удобств; IV группа — для оценки дороги в отношении обслуживания автомобильного транспорта и обеспечения его нужд и соответствия дороги той категории, к которой она отнесена.

Таблица XI.6

Технико-экономические показатели эксплуатации

Показатели	Формулы для определения ТЭП при оценке			
	проекта	построенной дороги	работ дорожной службы	фактического состояния дороги
<i>I. Оценка технического состояния дороги</i>				
Коэффициент службы $K_{сл}$	$K_{сл}^{пр} = \frac{v_{пр}}{v_p}$	$K_{сл}^{стр} = \frac{v_{стр}}{v_{пр}}$	$K_{сл}^{экс} = \frac{v_{ф}}{v_{стр}}$	$K_{сл}^{\phi} = \frac{v_{ф}}{v_p}$
Коэффициент про- езжаемости $K_{п}$	$K_{п}^{пр} = \frac{m_{пр}}{m_p}$	$K_{п}^{стр} = \frac{m_{стр}}{m_{пр}}$	$K_{п}^{экс} = \frac{m_{ф}}{m_{стр}}$	$K_{п}^{\phi} = \frac{m_{ф}}{m_p}$
Коэффициент скользкости $K_{ск}$	$K_{ск}^{пр} = \frac{\varphi_{пр}}{\varphi_p}$	$K_{ск}^{стр} = \frac{\varphi_{стр}}{\varphi_{пр}}$	$K_{ск}^{экс} = \frac{\varphi_{стр}}{\varphi_{стр}}$	$K_{ск}^{\phi} = \frac{\varphi_{ф}}{\varphi_p}$
Коэффициент изно- шенности $K_{изн}$	—	—	$K_{изн}^{экс} = \frac{h}{H_0}$	$K_{изн}^{\phi} = \frac{h}{H_0}$
Коэффициент проч- ности $K_{пр}$	$K_{пр}^{пр} = \frac{E_{пр}}{E_p}$	$K_{пр}^{стр} = \frac{E_{стр}}{E_{пр}}$	$K_{пр}^{экс} = \frac{E_{ф}}{E_{стр}}$	$K_{пр}^{\phi} = \frac{E_{ф}}{E_p}$

Показатели	Формулы для определения ТЭП при оценке			
	проекта	постройной дороги	работ дорожной службы	фактического состояния дороги

II. Оценка безопасности движения

Коэффициент безопасности $K_{без}$	$K_{без}^{пр} = \frac{B_{пр}}{B_p}$	$K_{без}^{стр} = \frac{B_{стр}}{B_{пр}}$	$K_{без}^{экс} = \frac{B_{ср}}{B_{стр}}$	$K_{без}^ф = \frac{B_ф}{B_p}$
Коэффициент аварийности $K_{ав}$	$K_{ав}^{пр} = \frac{A_{пр}}{A_p}$	$K_{ав}^{стр} = \frac{A_{стр}}{A_{пр}}$	$K_{ав}^{экс} = \frac{A_ф}{A_{стр}}$	$K_{ав}^ф = \frac{A_ф}{A_p}$

III. Оценка обслуживания автомобильного транспорта

Коэффициент обслуживания подвижного состава $K_{об}$	$K_{об}^{пр} = \frac{T_{пр}}{T_p}$	$K_{об}^{стр} = \frac{T_{стр}}{T_{пр}}$	$K_{об}^{экс} = \frac{T_ф}{T_{стр}}$	$K_{об}^ф = \frac{T_ф}{T_p}$
Коэффициент обеспечения автомобилей топливом $K_{запр}$	$K_{запр}^{пр} = \frac{З_{пр}}{З_p}$	$K_{запр}^{стр} = \frac{З_{стр}}{З_{пр}}$	$K_{запр}^{экс} = \frac{З_ф}{З_{стр}}$	$K_{запр}^ф = \frac{З_ф}{З_p}$
Коэффициент интенсивности $K_{инт}$	$K_{инт}^{пр} = \frac{N_{пр}}{N_p}$	—	$K_{инт}^{экс} = \frac{N_ф}{N_{пр}}$	$K_{инт}^ф = \frac{N_ф}{N_p}$

IV. Оценка обслуживания проезжающих (водителей и пассажиров)

Коэффициент обеспечения пассажиров автобусов местами для ожидания $K_{авт}$	$K_{авт}^{пр} = \frac{a_{пр}}{a_p}$	$K_{авт}^{стр} = \frac{a_{стр}}{a_{пр}}$	$K_{авт}^{экс} = \frac{a_ф}{a_{стр}}$	$K_{авт}^ф = \frac{a_ф}{a_p}$
Коэффициент обслуживания пассажиров дальнего следования $K_{си}$	$K_{си}^{пр} = \frac{\Pi_{пр}}{\Pi_p}$	$K_{си}^{стр} = \frac{\Pi_{стр}}{\Pi_{пр}}$	$K_{си}^{экс} = \frac{\Pi_ф}{\Pi_{стр}}$	$K_{си}^ф = \frac{\Pi_ф}{\Pi_p}$
Коэффициент обеспечения площадками для стоянок и отдыха $K_{отд}$	$K_{отд}^{пр} = \frac{O_{пр}}{O_p}$	$K_{отд}^{стр} = \frac{O_{стр}}{O_{пр}}$	$K_{отд}^{экс} = \frac{O_ф}{O_{стр}}$	$K_{отд}^ф = \frac{O_ф}{O_p}$
Коэффициент санитарно-гигиенического обслуживания $K_{сан}$	$K_{сан}^{пр} = \frac{C_{пр}}{C_p}$	$K_{сан}^{стр} = \frac{C_{стр}}{C_{пр}}$	$K_{сан}^{экс} = \frac{C_ф}{C_{стр}}$	$K_{сан}^ф = \frac{C_ф}{C_p}$

Примечание. В табл. XI.6 приняты обозначения: v — скорость движения, км/ч; m — показатель толчка; см/км; ϕ — коэффициент сцепления шин с дорожным покрытием; h — средний износ за год, мм; H_0 — допустимая величина износа, мм; E — модуль упругости дорожной одежды, кгс/см²; B — коэффициент безопасности и A — коэффициент аварийности, определяемые по частным коэффициентам в соответствии с «Указаниями по организации и обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах» ВСН 25-76 (Минавтодор РСФСР); T — пропускная способность устройств по обслуживанию автомобилей (станций обслуживания, заправочных, мастерских) в расчете на 1000 км дороги; a — число павильонов и станций для ожидания пассажирами автобусов на 1000 км дороги; Π — число пассажиров, водителей и сопровождающего персонала, проезжающих по дороге в сутки; O — пропускная способность в сутки бытовых устройств для принятия пищи и отдыха в расчете на 1000 км дороги; C — пропускная способность санитарно-гигиенических устройств (туалетов, душевых и т. п.) в сутки из расчета на 1000 км дороги.

Индексы обозначают: «пр» — значения, принятые в проекте; «р» — расчетные значения для данной дороги; «стр» — значения, определяемые при сдаче дороги в эксплуатацию после реконструкции, строительства или ремонта; «ф» — фактические значения показателя; «экс» — значения, определяемые для оценки работы дорожной эксплуатационной службы.

Для уточнения состояния дороги по сравнению с проектом, при сдаче дороги в эксплуатацию и при нахождении дороги в эксплуатации определяют соответствующие коэффициенты, произведение которых дает величину оценки фактического состояния дороги на основании проведенного осмотра по отношению к требуемому расчетному, т. е.

$$\frac{K^{пр}}{K^p} \cdot \frac{K^{стр}}{K^{пр}} \cdot \frac{K^{экс}}{K^{стр}} \cdot \frac{K^ф}{K^{экс}} = \frac{K^ф}{K^p}$$

Вид ремонтных работ назначают с учетом величин технико-экономических показателей, определяемых в весенний и осенний периоды. Предельные величины показателей, характеризующих необходимость проведения ремонтных работ, приведены в табл. XI.7.

Т а б л и ц а XI.7

Технико-экономические показатели при назначении дорожно-ремонтных работ

Вид работ	Значения коэффициентов					
	службы $K_{сл}$	проезжаемости $K_{п}$	скользкости $K_{ск}$	изношенности $K_{изн}$	прочности $K_{пр}$	интенсивности $K_{инт}$
Содержание	<0,8	≤1,0	>0,5	<1	>1	<1
Текущий ремонт	<0,8	>1	<0,5	<1	>1	<1
Средний »	<1	>1	<0,5	>1	≥1	<1
Капитальный ремонт:			φ <0,4			
дорожные одежды	<1	>1	<0,5	>1	<0,95	<1
в стадии обратимых деформаций						
облегченные усовершенствованные, работающие в упруго-вязко-пластической стадии	<1	>1	<0,5	>1	≤0,8	<1
то же, переходного типа покрытия при интенсивном накоплении деформаций	<1	>1	<0,5	>1	≤0,7	<1

По внешнему состоянию дорожного покрытия и по проведенным определениям шероховатости, ровности покрытия и прочности дорожной одежды определяют вид ремонтных работ (рис. XI.1).

§ XI.4. Содержание автомобильных дорог

Виды работ по содержанию установлены классификацией дорожно-ремонтных работ в зависимости от сезона их проведения (табл. XI.8).

Очистку проезжей части от пыли и грязи производят специализированными поливо-мочными и подметально-уборочными машинами (см. гл. XIII). Эти же машины используют для обеспыливания водой покрытий переходного типа. Для эффективности обеспыливания применяют солевые растворы и хлориды.

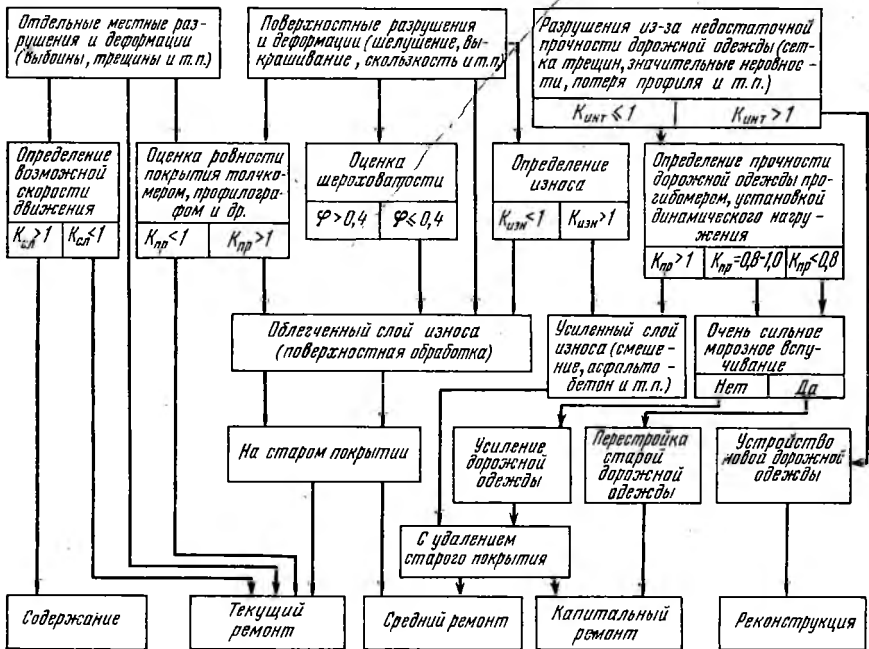


Рис. XI.1. Схема для назначения ремонтных работ

Таблица XI.8

Перечень работ по содержанию дорог

Элементы автомобильной дороги	Работы, проводимые при содержании
Земляное полотно и водоотвод	<p>Планировка обочин и откосов насыпей и выемок без подсыпки грунта с уборкой небольших оползней, обвалов, селевых выносов.</p> <p>Пропуск воды по канавам и другим водоотводным сооружениям с очисткой их в отдельных местах от ила, снега или льда.</p> <p>Уход за резервами, отвалами, защитными и укрепительными сооружениями, окашивание травы и вырубка кустарника на обочинах, откосах и обрезках, содержание в чистоте полосы отвода, утюжка и при необходимости профилировка летних и тракторных путей.</p>
Дорожные покрытия	<p>Установка, разборка и ремонт снегозащитных заборов, щитов, плетней и других снегозащитных устройств</p> <p>Систематическая очистка дорожных покрытий от пыли, грязи, снега и льда, уборка катунa и обеспыливание.</p> <p>Устранение гололедицы и скользкости проезжей части дорог путем посыпки их противогололедными материалами.</p>

Элементы автомобильной дороги	Работы, проводимые при содержании
Искусственные сооружения	<p>Уход за пучинистыми и слабыми участками дорог (временное ограждение и регулирование движения, закрытие щитами, досками и другими материалами, а также уборка их по миновании надобности), открытие и заделка воздушных воронок. Утюжка гравийных, грунтовых дорог и тракторных путей</p> <p>Очистка мостов, труб, русел от грязи, наносов, снега и льда, окальвание льда у опор, свайных кустов и ледорезов, закрытие осенью и открытие весной отверстий малых мостов и труб.</p> <p>Пропуск ледохода, паводковых вод, предупредительные работы по защите дорог и сооружений от наводнений, наледей, заторов, лесных и степных пожаров</p> <p>Содержание и обслуживание паромных переправ и наплавных мостов.</p> <p>Разводка и наводка наплавных разводных мостов, загрузка и разгрузка низководных мостов.</p>
Линейные здания и подсобные сооружения	<p>Сборка и разборка временных (сезонных) переправ и мостов, оборудование и содержание ледовых переправ</p> <p>Систематический уход за линейными зданиями, надворными постройками и подсобными сооружениями, содержание в чистоте и порядке дворов, усадеб и подъездов к зданиям дорожной службы</p> <p>Окраска и побелка знаков, ограждений, уход за элементами архитектурного оформления дорог, содержание в чистоте и порядке остановок автобусов, площадок отдыха, беседок, автопавильонов и других сооружений.</p> <p>Нанесение разметки в виде направляющих и разделительных линий на проезжей части дорог.</p> <p>Уход и наблюдение за исправностью устройств для освещения дорог и сооружений</p>
Обстановка и благоустройство дорог	<p>Озеленение дорог (посадка снегозащитных и декоративных насаждений, уход за ними, устройство питомников). Зимнее содержание дорог (изготовление постоянной снегозащиты, снегоочистка). Освещение дорог и дорожных сооружений. Учет движения и другие наблюдения, необходимые для правильной организации службы по ремонту и содержанию дорог. Технический учет (паспортизация) и инвентаризация дорог и дорожных сооружений. Сторожевая и пожарная охрана дорог и дорожных сооружений.</p>
Дорога в целом	

Озеленение на автомобильных дорогах создают для защиты дороги от снежных заносов (снегозащитное озеленение), от песчаных заносов (пескозащитное озеленение), для укрепления грунтовых откосов (противоэрозийное озеленение), а также для архитектурно-художественного оформления (декоративное озеленение).

Снегозащитные посадки рассчитывают на полное задержание снегоприноса. При назначении их следует предусматривать наименьшее занятие земель, пригодных для сельского хозяйства, с учетом использования этих посадок как источника плодов, ягод и технического сырья, но не в ущерб прямому назначению насаждений.

Параметры снегозащитных насаждений

Расчетный объем снегопереноса, м ³ /пог. м дороги	Расстояние от бровки земляного полотна до лесонасаждений, м	Ширина полос земель для лесонасаждений, м	Число рядов кустарников и деревьев в полосе
10—25	15—25*	4	2
50	30	9	4
65	40	12	6
100	50	14	6—8
125	60	17	6—8
150	65	19	6—8
200	70	22	8—10

* Меньшие расстояния для дорог IV—V, большие значения для дорог I—III категорий.

Таблица XI.10

Параметры снегозащитных насаждений, принятые в Казахской ССР

Объем снегоприноса, м ³ /м	Число полос	Наименьшие ширины полос, м	Расстояние, м		
			от бровки земляного полотна до первой полосы	между полосами	общее от бровки до крайнего ряда
200—400	3	12—18	60	60—80	248
400—600	4	12—18	60	60—80	320
Свыше 600	5	12—18	60	60—80	404

В зависимости от расчетного объема снегоприноса (от 200 м³/пог. м) назначают ширину лесных полос и расстояние от бровки земляного полотна (табл. XI.9). Ширину полос земель для снегозадерживающих лесонасаждений при снегоприносе более 200 м³/м дороги определяют проектом или используют нормы, принятые в союзных республиках, например Казахской ССР (табл. XI.10).

Для укрепления песков высаживают сосну и другие растения, произрастающие на песках, в зависимости от района расположения дороги. Откосы укрепляют засеваем трав, реже полосами дерна, посадкой кустарника (ива, шелюга и др.).

На снегозаносимых участках декоративные посадки смешанного типа одновременно выполняют снегозащитные функции. На участках, не заносимых снегом, осуществляют рядовые и ландшафтно-групповые посадки.

Породы и виды древесно-кустарниковых растений назначают, руководствуясь табл. XI.11 с учетом лесорастительных условий каждого участка, а также биологических, хозяйственных и специфических снегозадерживающих свойств кустарников и деревьев.

Уход за зелеными насаждениями требует регулярного осмотра, удаления засохших ветвей, кустарников и деревьев, производства рубок ухода для улучшения снегозадерживающей способности и борьбы с сорняками. Для борьбы с сорными травами применяют гербициды, разделяемые на сплошного действия, угнетающие, и выборочного действия для удаления определенного вида сорняков. Химическая промышленность выпускает многочисленные виды препаратов (табл. XI.12).

Виды кустарников и деревьев для лесных посадок

Кустарниковые и древесные породы	Зоны				
	лесная	лесо- степная	степная	сухо- степная	полу- пустынная
<i>Низкие кустарники</i>					
Смородина черная и красная	+	+	+	—	—
» золотистая	+	+	+	+	—
Вишня степная	—	+	+	+	—
Шиповник	+	+	+	+	—
Спирея средняя и рябино- листная	+	+	+	+	—
Дерево сибирский	+	+	—	—	—
» красный	—	—	+	+	—
Жимолость татарская	+	+	+	+	+
<i>Высокие кустарники</i>					
Можжевельник обыкновен- ный	+	+	—	—	—
Можжевельник виргинский	—	—	+	+	—
Алыча	—	—	+	+	—
Акация желтая	+	+	+	+	+
» белая	+	+	+	+	—
Ива пурпурная	+	+	—	—	—
Ирга	+	+	+	+	—
Вишня обыкновенная	—	+	+	—	—
» магалебская	—	—	+	+	—
Лох узколистный	—	+	+	+	+
Облепиха	+	+	+	+	—
Сирень	+	+	+	—	—
Скумпия	—	—	+	+	—
Гордовина	—	+	+	—	—
Клен татарский	+	+	+	+	—
Тамариск	—	—	—	+	+
Лещина	+	+	—	—	—
Калина	+	+	—	—	—
<i>Низкокронные деревья</i>					
Абрикос	—	—	+	+	—
Берест	—	+	+	+	+
Вяз обыкновенный	+	+	+	+	—
Груша	—	+	+	+	—
Ильм (е)	—	+	+	+	—
Шелковица белая	—	—	+	+	—
Клен ясенелистный	+	+	+	+	—
» полевой	—	—	+	+	—
Рябина	+	+	+	+	—
Яблоня	+	+	+	+	—
<i>Высококронные деревья</i>					
Ель обыкновенная	+	+	—	—	—
Сосна »	+	+	+	+	—
Береза бородавчатая	+	+	+	—	—
Тополь канадский и бальза- мический	+	+	+	+	+

Кустарниковые и древесные породы	Зоны				
	лесная	лесо- степная	степная	сухо- степная	полу- пустынная
Тополь белый	—	—	+	+	+
Ива белая	+	+	+	+	+
Дуб черешчатый (е)	+	+	+	+	—
Вяз мелколистный	—	—	+	+	+

Примечание. Знак «+» указывает пригодность породы для данной зоны, знак «—» непригодность, буквой (е) показана пригодность только для европейской части СССР.

Таблица XI.12

Основные виды гербицидов

Препарат	Способ применения	Норма расхода, кг/га
Атразин	В виде суспензии для опрыскивания почвы до схода сорняков. При опрыскивании уже взошедших растений действие его слабее	10—15
Дилапон	В виде водного раствора для опрыскивания растущих сорняков при их высоте 10—20 см	30—40
Монурон	В виде водного раствора для опрыскивания почвы до схода сорняков	20—40
Симазин	В виде суспензии для опрыскивания почвы до схода сорняков	15—20
Сульфат аммония	В виде водного раствора для опрыскивания нежелательной травянистой и древесно-кустарниковой растительности; является гербицидом общестребительного действия	300—500
ТХА (трихлорacetат натрия)	В виде водного раствора для опрыскивания почвы и эффективного подавления как однолетних, так и многолетних сорняков; сохраняет в почве свои токсические свойства до четырех месяцев	100—120
Фенурон	В виде водного раствора для опрыскивания почвы до схода сорняков	20—40
Хлораты	Для обработки почвы и сорняков водным раствором и в виде порошка; имеет общестребительное действие	200—300

Защита дорог от снега является основным комплексом работ по содержанию в зимний период для обеспечения бесперебойного движения по дорогам. Выпадение снега из атмосферы колеблется в зависимости от района расположения дороги. Наибольшее количество снега приносят метели, разновидности которых приведены в табл. XI.13. Периоды с метелями колеблются от нескольких дней на юге СССР и до 200 дней и более в северных районах. В табл. XI.14 приведены объемы снегоприноса в различных районах СССР. Для каждого характерного участка дороги необходимо, проверяя практическими замерами, устанавливать теоретически предполагаемый объем снегоприноса Q , с учетом интенсивности переноса снега.

Виды метелей

Наименование метелей	Характер метелей	Природные условия	Снеговые отложения
Снегопад	Спокойное выпадение снега	Отсутствие ветра	Снеговые отложения небольшой высоты
Верховая метель	Выпадение снега с переносом его ветром	Ветер со скоростью 2—3 м/с	Снеговые отложения за один снегопад в отдельных местах высотой 20—30 см (в горах до 1 м)
Поземка	Перемещение ранее выпавшего снега по поверхности снежного покрова	Ветер при скорости более 4—5 м/с	Снеговые отложения у препятствий
Низовая метель	Перенос ранее выпавшего снега с поднятием его на высоту нескольких метров	Ветер при скорости более 5 м/с	Снеговые отложения в неглубоких выемках и на невысоких насыпях
Двойная метель	Выпадение снега в сочетании с переносом его как при поземке или низовой метели	Снегопад и ветер при скорости более 5 м/с	Мощные отложения в местах, задерживающих перемещение снега; в равнинных местах главный фактор, определяющий размеры снегоприноса
Буран	Выпадение снега с переносом его на дальние расстояния	Вид двойной метели при большом морозе и ветре со скоростью более 20 м/с	Большие отложения снега в отдельных местах в степных районах
Пурга	Выпадение и перенос снега, облепляющего сооружения и здания	При температуре, близкой к 0° С, и скорости ветра более 20 м/с	В равнинных открытых местностях большие отложения у зданий и сооружений

Твердый расход метели или интенсивность переноса снега [г/(см·мин)]:

$$q = cv_{\phi}^3. \quad (XI.5)$$

Снегопринос ветрами одного направления в течение одной метели (м³/м дороги):

$$Q_m = 0,012qt \sin \alpha. \quad (XI.6)$$

В формулах (XI.5), (XI.6): $c=0,012$ — переводной коэффициент, учитывающий различную размерность входящих в формулу членов; v_{ϕ} — скорость ветра на флюгере метеорологической станции, м/с; t — продолжительность метели с твердым расходом q , ч; α — угол между направлением ветра и осью дороги, град

Общий объем снегоприноса с одной стороны дороги за зиму при метелях со скоростью ветра более 4—5 м/с принимают наибольший за десятилетний период как сумму расходов метелей

$$Q_3 = \sum Q_m. \quad (XI.7)$$

**Районирование СССР по условиям снегоборьбы
(по А. А. Кунгурцеву)**

Краткая характеристика района в отношении рельефа и географических зон	Примерная площадь района, % от общей площади СССР	Объемы снегоприноса со стороны господствующих ветров, м ³ /пог. м	
		наибольшие	исключительные в отдельных случаях
Арктика, тундра	9,0	600—15 000	2000—3000
Степи Казахстана и тундры Кольского полуострова	1,4	400—600	800—1200
Степи Казахстана и юго-востока европейской территории СССР	1,8	300—400	До 500
Степи Казахстана, лесотундра от Белого моря до Якутской АССР, лесостепи юго-восточной части европейской территории СССР, полупустыни Казахстана	4,1	200—300	„ 450
Лесотундра Якутской АССР и Камчатки, лесостепи и степи восточной половины европейской территории СССР	7,0	150—200	„ 300
Лесостепи БССР, РСФСР и КазССР; степи РСФСР и КазССР, полупустыни и пустыни КазССР, горные районы для участков, где лавины не опасны	26,5	100—150	„ 200
Лесостепи и степи РСФСР и УССР, полупустыни и пустыни юго-востока европейской территории СССР и КазССР	8,3	75—100	„ 170
Леса РСФСР и лесостепи Дальнего Востока	19,3	50—75	„ 125
Леса УССР, БССР, РСФСР; лесостепи и степи УССР и юго-востока европейской части РСФСР	15,0	До 50	„ 100
Леса Дальнего Востока и УССР; лесостепи и степи УССР	2,5	„ 25	„ 50

Автомобильные дороги должны быть защищены от снежных заносов. Выбор типа снегозадерживающих устройств в каждом конкретном случае обосновывают разработкой вариантов со сравнением их технико-экономических показателей и увязкой с мероприятиями по задержанию снега на полях, проводимыми сельскохозяйственными организациями.

Защиту от снежных заносов не предусматривают:

при расчетном годовом снегоприносе менее 25 м³/м дороги, расположенной на орошаемых или осушенных землях, пашне, земельных участках, занятых многолетними плодовыми насаждениями и виноградниками;

при расчетном годовом снегоприносе менее 10 м³/м дороги, расположенной на остальных землях;

в выемках глубиной более 8,5 м при расчетном годовом снегоприносе до 100 м³/м дороги;

в насыпях при возвышении бровки земляного полотна над расчетным уровнем снегового покрова на величину (при расчетной вероятности превышения 5%) не менее 0,8 м для дорог I категории; 0,6 м для дорог II, III категорий и 0,5 м для дорог IV, V категорий.

Для повышения незаносимости дорог снегом выемки глубиной до 1 м раскрывают или разделяют под насыпь, выемки глубиной от 1 до 5 м проектируют с пологими откосами (от 1:4 до 1:6).

На заносимых участках дорог, располагаемых на орошаемых или осушаемых землях, пашне, земельных участках, занятых многолетними плодовыми насаждениями и виноградниками, защиту от снежных заносов предусматривают: устройством насыпи указанной выше высоты, за исключением участков дорог, на которых по условиям рельефа не представляется возможным отсыпать такую насыпь; на дорогах I—III категорий — переносными щитами, а также постоянными заборами или снегозащитными насаждениями; на дорогах IV—V категорий — временными защитными устройствами (переносными щитами, снеговыми валами, траншеями).

Защиту дорог от снежных заносов на участках, располагаемых на землях государственного лесного фонда, покрытых лесом, в случае намечаемого проведения рубок обеспечивают сохранением с обеих сторон дороги лесных полос шириной по 250 м (считая от оси дороги).

Снегозащитные устройства по принципу действия разделяют на снегозадерживающие и снегопередвигающие.

Снегозадерживающие устройства снижают скорость снеговетрового потока и вызывают около них выпадение снега; расположенные на необходимом расстоянии от дороги (не ближе 10—20 м) эти защиты не допускают приноса снега к дороге. По конструкции их разделяют на временные и постоянные. Устройства временного типа — щитовые и снеговые.

Переносные решетчатые щиты устанавливают вдоль дороги, привязывая их к кольям, забитым в землю; по мере заноса их снегом щиты переставляют на собранный вал снега. Недосток щитовой защиты — небольшой срок службы щитов (3—5 лет), расход лесных материалов и большая трудоемкость (преимущественно ручные работы).

Снеговые защиты создают из снеговых валов, стен из снеговых кирпичей и обледенелого снега, столбов и траншей. Наиболее эффективны и экономичны снеговые траншеи, устраиваемые в снеговом слое проходами бульдозеров, плужных снегоочистителей, тракторов с прицепными треугольниками.

К постоянного типа защитам, в первую очередь, относят зеленые насаждения, а также деревянные и бетонные заборы. Наиболее эффективны и меньше всего нарушают природные условия местности зеленые насаждения. Целесообразно на снегозаносимых участках на примыкающих к дороге полосах создавать сады с фруктовыми деревьями и ягодными кустарниками. Достаточно широкие полосы, занятые садами, могут вместить весь объем приносимого снега.

Снегозащитные заборы рекомендуют проектировать высотой не менее 3 м из расчета на задержание наибольшего расчетного годового объема снега обеспеченностью один раз в 15 лет, а в сильнозаносимых местностях малонаселенных районов — один раз в 20 лет. Ширину полос земель с каждой стороны дороги для одного ряда снегозащитных постоянных заборов принимают 4 м.

Постоянные заборы располагают на расстоянии, равном 12—15-кратной высоте забора от бровки откоса выемки в месте ее наибольшей глубины, а при

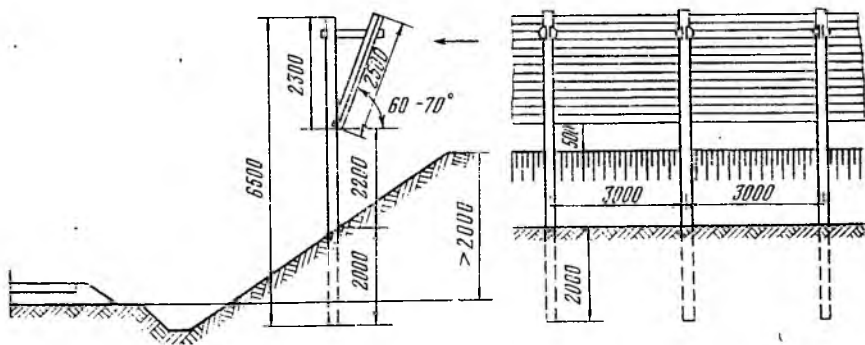


Рис. XI.2. Деревянный снегопередвигающий забор с надоткосным наклонным сплошным щитом, предназначенный для продувания выемки

расположении дороги в насыпи — от бровки земляного полотна; при необходимости (обоснованной расчетом) устройства второго ряда забора его располагают на расстоянии от первого ряда, равном 22—24-кратной высоте забора. Постоянные заборы сооружают с разрывами для проезда транспортных средств и сельскохозяйственной техники в местах, согласованных с землепользователями.

Деревянные заборы не выдерживают весеннего таящего снега; срок службы их около 5—6 лет. Получают применение заборы из сборных железобетонных элементов, а также заборы на бетонных столбах с подъемными деревянными щитами.

Т а б л и ц а X I . 1 5

Снегозащитные устройства

Тип снегозащитного устройства	Высота, м	Снегозадерживающая способность		Сравнительная стоимость	Характерные особенности	
		м ³ /м	сравнительная			
<i>Временного типа</i>						
Снеговые траншеи	0,8	16	0,6—0,7	1	Полная механизация, нет необходимости в лесных материалах	
Снеговые валы и стенки	0,5—0,8	6—8	0,6—0,7	1,5		
Переносные плавающие щиты: в один ряд при одной установке то же, при пяти перестановках в два ряда	2	20	0,7—0,75	5	Значительная трудоемкость работ и расход лесных материалов при небольшом сроке службы щитов (около 5 лет)	
	2	100—120	0,8—0,9	7		
	2	120—150	0,8—0,9	8		
<i>Постоянного типа</i>						
Каменные стены	2—2,5	50—60	0,8—0,9	50	В горных районах из местного камня Большой расход материалов, не выдерживают мокрого снега	
Снегозадерживающие деревянные заборы	5—6 1	200	0,9	25		
Сборные снегозадерживающие заборы	5—6	200	0,9	40	Наименьшее занятие земельной территории; снижение расхода материала при щитах системы Тагиева	
Снегозащитные насаждения:	одна полоса	5	25—100	0,9	30 40 50 60	Действенность защиты зависит от числа рядов деревьев и их подбора, ухода за ними и расстояний от дороги и между рядами (см. табл. XI.9)
	две полосы	5	200	1,0		
	три »	5	400	1,0		
	четыре »	5	600	1,0		

Снегопередающие устройства — заборы и посадки — в результате сужения отверстия в защите ускоряют прохождение снеговетрового потока и даже способствуют переносу снега через дорожное полотно. Снегопередающие заборы ставят вблизи дороги, на откосах выемок и в других местах, в которых возможны отложения снега. Снеговетровой поток пронесется через отверстие внизу глухого забора или через разреженные посадки деревьев, увеличивает свою скорость и не допускает отложения снега (рис. XI.2). Характеристика снегозащитных устройств приведена в табл. XI.15.

Гололед на дорогах в виде обледенения покрытия, снижающего коэффициент сцепления до 0,1—0,08, происходит при приближении температуры воздуха к 0°С и влажности его более 95%. Для борьбы с гололедом наиболее подверженные ему цементобетонные покрытия подвергают предварительной обработке (гидрофобизации) с применением кремнийорганических и других препаратов.

Для повышения шероховатости обледенелых покрытий применяют: россыпь песка, шлака или высевок; россыпь минеральных материалов с добавкой хлористого натрия (40 кг/м³); россыпь хлоридов (поваренной соли, хлористого кальция и др.) до снегопада и по обледенелому покрытию (20—200 г/м²); розлив горячего соляного раствора (рассола); распределение химических препаратов с ингибиторами (не допускающими коррозии металла). Виды препаратов и расход их приведены в табл. XI.16. Противогололедные материалы распределяют разбрасывателями КСА-3, КДМ-130 и ПР-53.

Снегоочистка необходима для удаления снега, выпадающего из атмосферы и принесенного на дорогу при неполной снегозадерживающей способности снеговой защиты. Подлежит уборке с проезжей части (м³/м):

$$Q_y = B\gamma h_{c.n} + Q_3(1 - a),$$

где B — ширина дорожного полотна между бровки, м; γ — плотность снега; $h_{c.n}$ — высота снежного покрова в данной местности или количество выпадаемого снега по данным метеостанций, м³/м²; Q_3 — снегопринос за зиму, м³/м дороги; a — снегозадерживающая способность защиты.

Снегоочистка должна начинаться немедленно с началом снегопада или метели. Снег, попадающий на проезжую часть, снижает скорость движения; при слое рыхлого снега на покрытии более 20—25 см движение автомобилей становится невозможным. С усовершенствованных покрытий снег убирают полностью; на покрытиях переходных и простейших типов возможно оставление слоя снега толщиной до 1 см. В зависимости от размеров снежных заносов назначают способ борьбы и выбирают снегоочистительные машины (табл. XI.17).

Пропуск ледохода требует специальных работ у деревянных мостов, мостов с деревянными и недостаточно устойчивыми опорами. Для облегчения пропуска льда с обеих сторон моста разрушают ледяной покров для образования майны.

При взрывном способе во льду делают лунки с применением льдобуров, закладывают в них преимущественно подо льдом заряды ВВ и взрывают их. Примерный расход ВВ приведен в табл. XI.18.

При химико-глицеринном способе самолетами распределяют по территории будущей майны примерно за месяц до ледохода сначала хлоридный материал (хлористый кальций, хлористый натрий и др.) в количестве около 100—150 г/м², затем черный порошок (угольную пыль, торф и т. п.) в количестве 200—500 г/м². Перед ледоходом ослабленный ледяной покров с лодок разбивают баграми и пешнями.

Пропуск паводка включает работы по надзору за участками, на которых, по паспортным данным, были случаи затопления земляного полотна и проезжей части.

Откосы земляного полотна дополнительно укрепляют каменными материалами, бетонными плитами и т. п. В местах возможного перелива через дорогу заготавливают мешки с песком и обваловывают опасные участки. Легкие деревянные мосты заглубляют во избежание поднятия их паводковыми водами. После окончания паводка очищают все дорожные сооружения, приводят их в порядок, наводят наплавные и низководные мосты, восстанавливают паромные переправы.

Основные противогололедные материалы

Противогололедные материалы	Температура, при которой эффективна, °С	Температура воздуха, °С				Ингибиторы, добавляемые к противогололедным материалам
		-5	-10	-15	ниже -20	
		Нормы расхода материала при толщине льда 1 мм, г/м ²				
<i>Твердые кристаллические</i>						
Хлористый натрий: техническая поваренная соль	-15	20	40	70	—	Однозамещенный фосфат натрия; (массовая доля 2—3%); двухзамещенный фосфат натрия (5—7%); суперфосфат (3%), гранулированный суперфосфат (3—5%) Суперфосфат (5—7%); гексаметафосфат натрия (1—2%) Материал ингибирован при производстве
соль сильвинитовых отвалов	-12	25	50	—	—	
Хлористый кальций чешуируванный	-35	30	60	80	100	
Хлористый кальций фосфатированный (ХКФ)	-35	35	65	90	100	
Смесь хлористого натрия (92%) и хлористого кальция (8%)	-20	25	50	75	—	
<i>Жидкие</i>						
Растворы хлорид-натриевые (природные рассолы, искусственные, пластовые воды соляных озер, отходы производства)	-10	120	200	—	—	Однозамещенный фосфат натрия (0,5—1%) или двухзамещенный фосфат натрия (2—3%)
Обогащенные рассолы	-10	100	150	—	—	Однозамещенный фосфат натрия (1%)
Растворы хлористого кальция (32—38% ной концентрации)	-12	100	150	—	—	Гексаметафосфат натрия (0,5—1%); двойной суперфосфат (2—3%)

1. Примечания. 1. При толщине льда более 1 мм — противогололедные материалы применяют повторно. 2. Чешуируванный хлористый кальций или ХКФ применяют при температуре не ниже -35° С, делая при необходимости повторные распределения.

Пучинистые участки требуют принятия специальных мер. На участках с заниженным земляным полотном из пылеватых и пучинистых грунтов в районах повышенного увлажнения, отмеченных по паспортным данным как пучинистые, проводят комплекс мероприятий: тщательный отвод паводковых и талых вод; ускорение просушивания земляного полотна; прорывку воздушных во-

Способы снегоочистки

Вид снегоочистки	Предельная плотность снега, г/см ³	Предельная толщина слоя снега, м	Возможная скорость движения снегоочистителей в работе, км/ч	Примениемые машины
Патрульная	0,3	0,3	30—80	Одноотвальные автомобильные снегоочистители
	0,4	0,4	30—40	
Усиленная	0,6	1,0	3—5	Двухотвальные автомобильные снегоочистители Тракторные снегоочистители
Уборка сосредоточенных масс снега:				
снеговые отложения	0,5—0,6	1,0—2,0	0,5—2,0	Роторные снегоочистители
снеговые валы	0,7	—	0,5—1,0	То же, совместно с автогрейдерами
обвалы и лавины	0,3—0,6	Не ограничена	—	Экскаваторы, бульдозеры

Таблица XI.18

Средний расход взрывных материалов при пропуске ледохода

Длина моста по настилу, м	Средний расход на 1 пог. м моста			
	взрывчатого вещества, кг	электродетонаторов или капсюлей-детонаторов, шт.	огнепроводного шнура, м	электропровода, м
20—40	3	1,5	1	8
40—60	4	2	1,5	10
60—100	6	3	2	15
100—150	8	4	3	20
150—200	10	5	4	25
200—300	15	7,5	5	35

ронок; пропаривание донника; заготовку предохранительных материалов (песок, шлак и др.); россыпь по слабой дорожной одежде слоя 10—20 см сыпучих материалов; укрытие дорожной одежды деревянными щитами, металлическими сетками для распределения давления от колес автомобилей на большую площадь; перевод движения на объезд на участках, где это возможно; организацию круглосуточных дежурств, установку шлагбаумов, ограждений, предупредительных и других знаков.

При недостаточности приведенных мероприятий временно ограничивают движение грузовых автомобилей большей грузоподъемности, чем может выдержать дорожная одежда (по решениям дорожных министерств и постановлениям областных, краевых Советов и автономнореспубликанских советов министров).

После окончания таяния донника и просыхания земляного полотна и дорожной одежды засыпают воздушные воронки, снимают ограждения и ограничительные знаки.

§ XI.5. Текущий ремонт автомобильных дорог

Работы по текущему ремонту определены перечнем, приведенным в табл. XI.19. Работы по текущему ремонту покрытий (табл. XI.20) разделяют на три группы с учетом состояния проезжей части:

1. Устранение поверхностных деформаций и разрушений (шелушение, выкрашивание, излишняя пластичность, потеря профиля и т. п.) в целях улучшения проезжаемости (при $K_n < 1$) и повышения безопасности движения (устранение скользкости и повышение шероховатости покрытий при коэффициенте сцепления $\phi \leq 0,4$).

Таблица XI.19

Перечень работ по текущему ремонту

Элементы автомобильной дороги	Работы, проводимые при текущем ремонте
Земляное полотно и водоотвод	<p>Исправление отдельных мелких повреждений земляного полотна, водоотвода, резервов, защитных, укрепительных и регуляционных сооружений. Частичная планировка откосов насыпей и выемок с засевом травой.</p> <p>Подсыпка, срезка и планировка обочин на отдельных участках</p>
Дорожные одежды	<p>Ремонт и заполнение швов в цементобетонных покрытиях. Заделка ям, трещин, выбоин, колея, исправление просадок, кромок, бордюров на всех типах покрытий, восстановление шероховатости поверхности усовершенствованных покрытий.</p> <p>Россыпь высевок и мелкого гравия по щебеночным и гравийным покрытиям, включая обработанные битумом и дегтевыми материалами.</p> <p>Обеспыливание дорог хлористым кальцием, дегтем, битумом и другими материалами.</p>
Искусственные сооружения	<p>Исправление профиля гравийных и грунтовых дорог на отдельных участках без введения добавок</p> <p>Исправление небольших повреждений отдельных элементов сооружений (перил, настилов и т. п.) Ремонт каменной кладки, штукатурки, частичная смена заклепок, окраска металлических элементов мостов.</p> <p>Замена и исправление проездных и переходных мостов через канавы.</p>
Линейные здания и подсобные сооружения	<p>Исправление небольших повреждений наплавных мостов, паромных переправ и причальных устройств.</p> <p>Исправление штукатурки и конопатки, окраска, побелка, вставка стекол, ремонт перегородок, стен, полов, потолков, кровли, перекрытий, окон, дверей, печей, колодцев, водопроводной и канализационной сети, линии связи с частичной заменой отдельных элементов</p>
Обстановка и благоустройство дорог	<p>Установка недостающих знаков и ограждений в единичных случаях, исправление повреждений, окраска и замена отдельных неисправностей дорожных знаков и ограждений.</p> <p>Исправление отдельных повреждений и неисправностей, элементов архитектурного оформления и благоустройства дорог</p>

Основные данные по текущему ремонту дорожных покрытий

Способы работ, основные операции	Необходимые материалы	Применяемые машины и оборудование
<i>I. Устранение поверхностных деформаций и разрушений</i>		
1. Поверхностная обработка: очистка от пыли и грязи; розлив вяжущего; распределение мелкого минерального материала; прикатка	Минеральный дробленый материал 1-го, 2-го класса крупностью 10—15 или 15—20 мм; битум марки БНД 90/130—130/200 с добавкой поливинилхлорида 1,5—8%, расход битума 0,5—0,7 л/м ² ; битумная эмульсия, расход 1—1,2 л/м ²	Поливо-моечная или поливо-подметальная машина; автогудронатор; распределитель минерального материала (типов Д-336, СК-1, РКМ-1 и др.) легкий или средний самоходный каток
2. Розлив литой эмульсионно-минеральной смеси (шлама)	Расход шлама 4—12 кг/м ²	Распределитель шлама (типа РД-902)

II. Устранение отдельных деформаций и разрушений

<p>Покрытия переходного типа:</p> <p>подготовка пневмомолотками ремонтируемого места; очистка его; обмазка стенок и дна вяжущим; заполнение минеральным материалом или смесью; укатка</p>	<p>Минеральный материал, аналогичный находящемуся в покрытии, но мельче по крупности; разжиженное органическое вяжущее или эмульсия; холодная минеральная смесь, обработанная вяжущими (взамен необработанного минерального материала)</p>	<p>Компрессор с пневмомолотками; передвижной котел для битума; автомобиль-самосвал для минерального материала или холодной смеси; самоходный каток</p>
<p>Облегченные усовершенствованные покрытия:</p> <p>подготовка пневмомолотками ремонтируемого места; очистка его; обмазка стенок и дна вяжущим; заполнение минеральным материалом, обработанным вяжущим, или холодной асфальтобетонной смесью</p>	<p>Разжиженное вяжущее; обработанный вяжущим минеральный материал крупностью (0—15)—(0—20) мм или холодная асфальтобетонная смесь</p>	<p>Компрессор с пневмомолотками; котел передвижной для вяжущего или гудронатор; автомобиль-самосвал для материала; легкий или средний самоходный каток</p>
<p>Асфальтобетонные покрытия:</p> <p>подготовка ремонтируемого места разогревом инфракрасными лучами; разрыхление разогретого асфальтобетона; добавка новой горячей</p>	<p>Асфальтобетонная горячая (теплая) смесь, аналогичная примененной в покрытии</p>	<p>Установка инфракрасного облучения с газовым нагревом или с электронагревом; термос для смеси; автомобиль-самосвал или ремонтер; легкий каток</p>

Способы работ, основные операции	Необходимые материалы	Применяемые машины и оборудование
<p>(теплой) смеси; разравнивание смеси; уплотнение</p> <p>Цементобетонные покрытия:</p> <p>образование углубления опиливанием краев; окальвание отпиленного бетона и очистка; обработка ремонтируемого места раствором соляной кислоты; промывка водой; вместо обработки соляной кислотой и промывки водой — выжигание поверхности горелками; обмазка стенок и дна углубления клеем; заполнение полимерцементобетонной или песчаной смесью; уплотнение вибраторами; уход</p>	<p>Полимерцементный клей (0,15—0,25 кг/м²), цементобетонная или песчаная смесь с добавкой полимерных материалов — эпоксидной смолы ЭД5, ЭД6 (0,8—1,5 кг/м²) или воднорастворимого полимера ВРП-1 (0,035% от массы цемента)</p>	<p>Растворомешалка или бетономешалка; емкость для приготовления клея; плоскостной вибратор; алмазная пила; автомобиль-самосвал с минеральными материалами для бетона или раствора</p>

III. Заполнение трещин и швов

<p>Очистка трещин и швов от пыли и грязи (продувание, промывка, выковыривание); заполнение их мастикой или разжиженным битумом с минеральным порошком; присыпка мелким минеральным материалом</p>	<p>Битум БНД-90/130, 130/200; минеральный порошок (желательно резиновая или асбестовая крошка) для добавки в битум; минеральный материал крупностью 5—10 мм, обработанный битумом (1,5—2%)</p>	<p>Самоходная или прицепная установка, предназначенная для заполнения трещин и швов</p>
---	--	---

2. Устранение отдельных деформаций и разрушений с восполнением материала покрытий (заделка выбоин, впадин, просядок, пучин и т. п.).

3. Заполнение трещин и швов в покрытиях в целях повышения удобства для движения и предупреждения дальнейших разрушений вдоль трещин и швов.

Технология производства работ по текущему ремонту различна для разных типов покрытий и зависит от вида устраняемых деформаций и разрушений, применяемых материалов и машин и других факторов. В качестве примера приведена технология применительно к асфальтобетонным покрытиям.

Для заполнения трещин применяют разжиженный холодный или горячий битум БНД-90/130, БНД-130/200 (при температуре 160—170° С). Для разрушенных трещин шириной 20 см и более применяют песчаную асфальтобетонную смесь. Края трещин перед заполнением смесью промазывают битумом. В качестве заполнителя для трещин используют вязкие битумы в смеси с минеральными порошками (резиновой, асбестовой крошкой, молотым известняком), называемые мастиками. Для заливки трещин применяют ручные и механизированные заливщики. Перед заполнением ремонтируемым материалом трещины очищают от пыли и грязи. Самоходные механизированные заливщики трещин,

имеющие в составе оборудования компрессорную установку, позволяющую очищать трещины сжатым воздухом от компрессора.

Для очистки и разделки трещин используют установку ДЭ-10 с бензовоздушным газоструйным инструментом.

Ремонт разрушенных мест и ликвидацию выбоин и других разрушений на покрытии производят после предварительной очистки от пыли и грязи ремонтируемого места. На покрытии мелом отмечают контуры ремонтируемого места. При этом действующие правила требуют, чтобы контур был ограничен линиями, перпендикулярными или параллельными оси покрытия (при ремонте цементбетонных покрытий стремятся контур образовать плавными закругленными линиями). При применении отбойных молотков, работающих от передвижного компрессора, по намеченному контуру делают углубление; отрубленные материалы удаляют. Более целесообразно применение разогревателя с инфракрасным облучением; в этом случае разогретый материал может быть тут же использован в смеси с новой смесью.

В первом случае очищенную поверхность промазывают слоем жидкого битума или битумной эмульсии. Во втором — поверхность разогретого материала слегка взрыхляют скребком, придают ей шероховатость. После такой подготовки ремонтируемое место заполняют асфальтобетонной смесью. В зависимости от глубины и площади ремонтируемого места смесь распределяют вручную из бункера ремонтера или специальными раскладчиками смеси ЭД-30 и ЭД-1М. Уложенную смесь уплотняют ручными катками, входящими в состав ремонтеров. Если размеры ремонтируемых карт превышают 15 м², уплотнение ведут самоходными катками массой 5—10 т. Места соединения старого покрытия с новым слоем материала на поверхности заглаживают утюгами или прогревают линейкой-разогревателем.

В качестве примера на рис. XI.3 приведена технологическая схема ремонта асфальтобетонного покрытия с применением ремонтера, основанного на принципе разогрева ремонтируемого места.

Для текущего ремонта асфальтобетонных покрытий предварительно устанавливают длину захватки, количество захваток на 1 км.

Длину захватки определяют с учетом рассредоточенности ремонтируемых мест и общих площадей деформаций и разрушений. Возможный объем ремонта при одной заправке машины определяют как частное от деления запаса перевозимого материала на величину расхода материала, используемого при ремонте с учетом толщины ремонтируемого покрытия и требуемой плотности материала.

Когда размеры карт превышают 25 м², подбирают отряд машин, обеспечивающий более высокую производительность работ. Длину захватки потока рассчитывают исходя из производительности ведущей машины в отряде.

Производительность ремонтеров

$$П = \frac{T_{см}}{T_L + T_3} M, \quad (XI.8)$$

где $T_{см}$ — продолжительность смены, ч; T_L — продолжительность перевозки смеси от АБЗ к месту работ и движения обратно, ч; T_3 — время загрузки ремонтера на АБЗ (25—30 мин); M — длина захватки при одной заправке машины, м.

Длину сменной захватки и производительность ремонтера можно определить по номограмме (рис. XI.4).

§ XI.6. Средний ремонт автомобильных дорог

В соответствии с номенклатурой работ по среднему ремонту (табл. XI.21) назначают организацию-исполнителя. При объемах работ, доступных к выполнению организациями дорожно-эксплуатационной службы, их выполняют соответствующие подразделения в порядке хозрасчетных работ. При больших объемах работ выполнение их на основе подрядных договоров передают специализированным строительным организациям.

№ Захватки	I	I	I	I	I
Длина захватки, м	120	120	120	120	120
Рабочие операции	1. Очистка ремонтируемого места сдуванием воздухом 2. Разметка контуром	3. Разогрев карты 4. Киридка разогретой поверхности	5. Укладка смеси	6. Уплотнение уложенной смеси	7. Прогрев соединения старого покрытия с новым слоем
Направление потока	← 120 м				
План потока и расстановки на машин					
	Исполнители	1. Водитель - 1 2. Машинист - 5 разр. - 1 3. Дорожные рабочие - 3 разр. - 2 4. Дорожные рабочие - 4 разр. - 2			
Машины	I. Дорожный ремонтёр 5320 с рабочим оборудованием: 1. Электростанция - 1 2. Компрессор О-3ВБ-1 3. Разогреватель с горелками инфракрасного излучения-3 4. Битумный котел - 1 (ёмкость - 450л) 5. Виброкаток - 1 (масса - 135кг) 6. Ручная тележка - 2 (ёмкость 0,1м³) 7. Автокран - 1 (грузоподъёмность - 400кг) 8. Бункер для материала (ёмкость бункера - 3м³, количество отсеков - 8) 9. Линейка-разогреватель				
Материалы	Запас перевозимой асфальтобетонной смеси ≈ 6т Возможный объём ремонта - 100м² (при одной заправке ремонтёра, $h_{\text{рем.}} = 6\text{см}$). Смесь асфальтобетонная среднезернистая				

Рис. XI.3. Технологическая схема текущего ремонта асфальтобетонного покрытия с применением ремонтёра

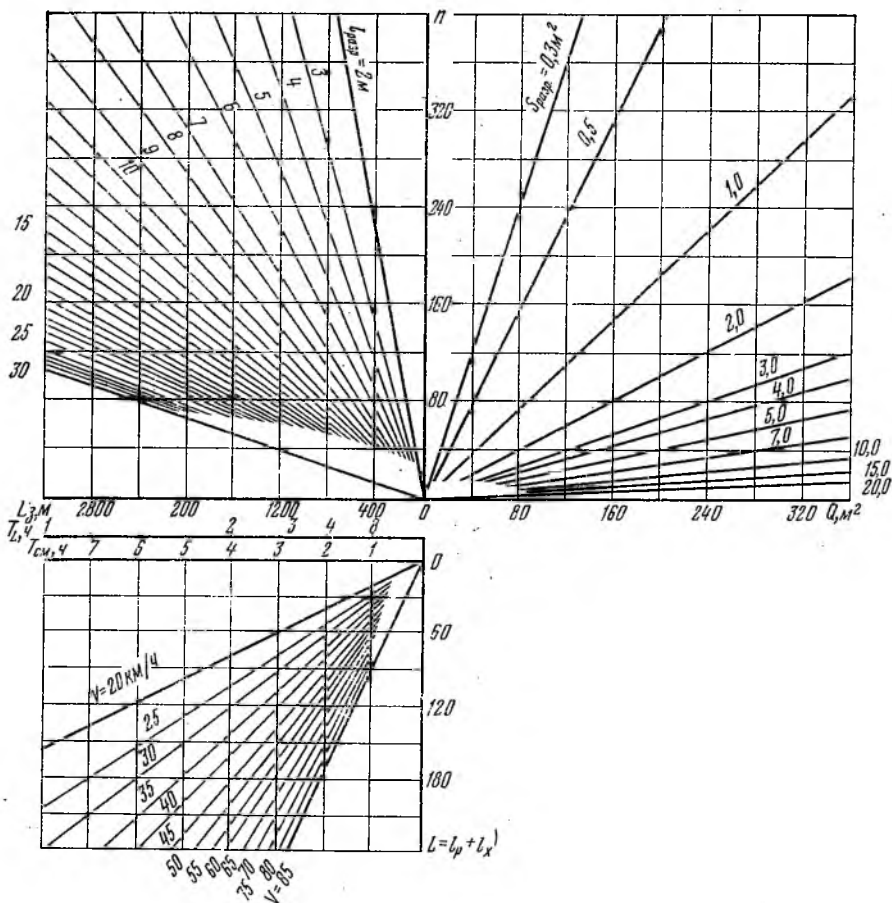


Рис. XI.4. Номограмма для определения длины захватки и сменной производительности ремонтников:

L_z — длина сменной захватки, м; $l_{\text{раз}}$ — среднее расстояние между разрушениями, м; $S_{\text{раз}}$ — площадь разрушений; n — количество мест, отремонтированных при одной заправке материалами; Q — объем работ, выполняемый ремонтником при одной заправке материалами, м²; L — дальность перевозки смеси от АБЗ (l_p) к месту работ и обратный путь (l_x), км; T_L — продолжительность перевозки смеси от АБЗ к месту работ и движения обратно; v — скорость движения, км/ч; $T_{\text{см}}$ — продолжительность смены, ч

Организация и технология работ по среднему ремонту соответствуют работам по новому строительству соответствующих типов покрытий. Организация работ осложняется необходимостью не создавать затруднений для движения. При проведении ремонтов следует ограждать места работ и организовывать движение в соответствии с указаниями инструкции ВСН 179-73.

При проведении среднего ремонта устраивают слои износа, перечисленные в табл. XI.22.

На рис. XI.5 приведена технологическая схема усиления покрытия слоем асфальтобетонной смеси. Толщину слоя усиления можно определить согласно действующим Методическим указаниям по оценке прочности и расчету усилений нежестких дорожных одежд (Гипродорнии, 1974).

№ захватки	I	II	III	IV
Длина захватки	430	430 (L < 600)	L > 400	430 (L < 600)
Рабочие операции	1. Очистка покрытия	1. Подвоз и разлив битума 2. Подвоз асфальтобетонной смеси и выгрузка в бункер укладчика 3. Распределение асфальтобетонной смеси 4. Предварительное уплотнение 5. Окончательное уплотнение	6. Очистка покрытия	1. Подвоз и разлив битума 2. Подвоз асфальтобетонной смеси 3. Распределение асфальтобетонной смеси 10. Разогрев места соединения слоев усиления 11. Предварительное уплотнение 12. Окончательное уплотнение
Направление потока	←	←	←	←
План потока и расстановка машин				
Исполнители	2-й проход 1. Водитель - 1	2. Машинист автогудронатора 5-го разр - 1 3. То же 6-го разр - 1 4. Машинисты катков 4-го разр - 1 То же 5-го разр - 2 5. Водители автомобилей-самосвалов	5. асф/бетонщики 1-го разр - 1 5-го разр - 1 4-го разр - 1 6. Дорожные рабочие - 2-го разр - 2 4	1. Водитель - 1 2. Машинист автогудронатора 5-го разр - 1 7. То же, асфальтоукладчика - 6-го разр - 1 8. Машинисты катков - 4-го разр - 1 9. То же 5-го разр - 1 3. Асфальтобетонщики 4-го разр - 1 1-го разр - 2 10. Дорожные рабочие - 2-го разр - 2
Машины	1. Комбинированная дорожная машина КДМ-130-1	2. Автогудронатор - 1 (ДС-39) - (0,03) 3. Асфальтоукладчик - 1 (Д-150Б) - (0,5) 4. Каток ДУ-1-1 (0,52) 5-6. Каток ДУ-9-2 (0,62)	1. Комбинированная дорожная машина	2. Автогудронатор - 1 (ДС-39) - (0,03) 7. Асфальтоукладчик - 1 (Д-150Б) - (0,5) 8. Каток - (ДУ-1) - 1 (0,62) 9-10. Каток (ДУ-9) - 2 (0,62) 11. Линейка-разогреватель - 2 (0,7)
Материалы	—	1. Асфальтобетонная смесь - 198 т (среднезернистая) 2. Битумная эмульсия 60% - 600 л (норма разлива 0,4 л/м ² (битум-БНД-40/60))	—	1. Асфальтобетонная смесь (среднезернистая) - 198 т 2. Битумная эмульсия 60% - 600 л (норма разлива 0,4 л/м ² (битум БНД-40/60)). Устройство слоев усиления следует производить после укладки бортовых каннел и укрепления обочин

Рис. XI.5. Технологическая схема усиления дорожной одежды слоем асфальтобетонной смеси (толщина 6 см)

Перечень работ по среднему ремонту

Элементы автомобильной дороги	Работы, проводимые при среднем ремонте
Земляное полотно и водоотвод	<p>Сплошная прочистка водоотводных канав, исправление повреждений и уменьшение крутизны откосов насыпей и выемок, исправление неисправностей дренажных, защитных и укрепительных устройств, водоотводных сооружений, подводящих и отводящих русел у мостов и труб; засев травами откосов земляного полотна и резервов с проведением необходимых агротехнических мероприятий по созданию устойчивого дернового покрова. Подсыпка, срезка, планировка и укрепление обочин</p>
Дорожные одежды	<p>Устройство поверхностных обработок на всех типах покрытий. Восстановление изношенных верхних слоев асфальтобетонных покрытий и укладка их вновь на отдельных участках; обеспечение в необходимых случаях шероховатости покрытий независимо от межремонтных сроков. Замена, поднятие или выравнивание отдельных плит цементобетонных покрытий. Восстановление профиля щебеночных и гравийных покрытий, а также грунтовых улучшенных дорог с добавлением материалов в количестве до 500 м³ на 1 км дороги в среднем; улучшение проезжей части вяжущими и обеспыливающими материалами. Перемощение отдельных участков мостовых с заменой основания. Восстановление профиля и улучшение проезжей части грунтовых дорог щебнем, гравием, шлаком, цементом, битумом и другими материалами. Сплошное профилирование грунтовых дорог, подьемка небольших по протяжению участков земляного полотна на сырых или снегозаносимых местах. Устройство виражей на опасных для движения кривых</p>
Искусственные сооружения	<p>Замена деревянных мостов, труб и путепроводов длиной до 42 м на постоянные, а также постройка вновь деревянных мостов и путепроводов длиной до 42 м. Исправление отдельных дефектов и повреждений мостов. Окраска, антисептирование и штукатурка элементов мостов. Замена отдельных звеньев и оголовков труб, исправление изоляции и стыков. Ремонт подпорных стен, защитных, укрепительных и регуляционных сооружений, галерей и навесов, а также замена их отдельных элементов</p>
Линейные здания и подсобные сооружения	<p>Устранение повреждений зданий и подсобных сооружений при стоимости работ не свыше 30% от их первоначальной стоимости</p>
Обстановка и благоустройство дорог	<p>Устройство тротуаров на участках длиной не более 500 м. Установка вновь и восстановление дорожных знаков, обстановка дороги и ограждений на отдельных участках (перегонах) дорог. Оформление и благоустройство отдельных развязок, площадок отдыха и достопримечательных мест. Ремонт съездов и перездов, летних и тракторных путей</p>

Применяемые типы слоев износа

Ремонтируемое покрытие	Слой износа
Цементнобетонное и асфальтобетонное	Одиночная или двойная поверхностная обработка. Слой асфальтобетона (ВСН 93-73). Литая эмульсионно-минеральная смесь (шлам). Слой износа по типу «щебень в обойме» (втопленный)
Покрытие, построенное по способу пропитки и полупропитки	Одиночная или двойная поверхностная обработка. Пропитка. Полупропитка (использование материалов старого покрытия)
То же, по способу смешения на дороге	Одиночная или двойная поверхностная обработка. Старый слой с добавкой новых материалов смешением на дороге
То же, по способу смешения в установке	Одиночная или двойная поверхностная обработка. Слой из материала, приготовленного смешением в установке. Слой асфальтобетона (ВСН 93-73)
Гравийное	Усиленный слой гравийного материала (ВСН 7-72). Смешение на дороге с использованием материала покрытия и добавкой нового материала
Щебеночное	Усиленный слой щебеночного материала. Одиночная или двойная поверхностная обработка. Полупропитка
Булыжная мостовая	Двойная или тройная поверхностная обработка. Пропитка. Асфальтобетонный слой с предварительным выравниванием мостовой асфальтобетонной смесью (ВСН 93-73)
Грунтовое, укрепленное вяжущими или минеральными материалами	Одиночная или двойная поверхностная обработка. Обработка смешением на дороге с добавкой нового супесчаного грунта или минерального материала

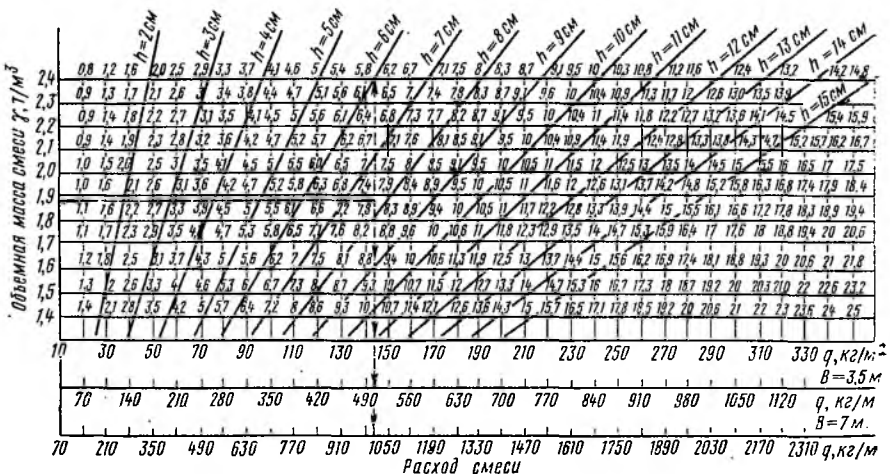


Рис. XI.6. Номограмма для определения нормы расхода асфальтобетонной смеси. Плотность асфальтобетонной смеси: песчаной $\gamma_{\max} = 2,31 \text{ т/м}^3$; мелкозернистой — $\gamma_{\max} = 2,40 \text{ т/м}^3$; среднезернистой — $\gamma_{\max} = 2,10 \text{ т/м}^3$; крупнозернистой — $\gamma_{\max} = 2,0 \text{ т/м}^3$

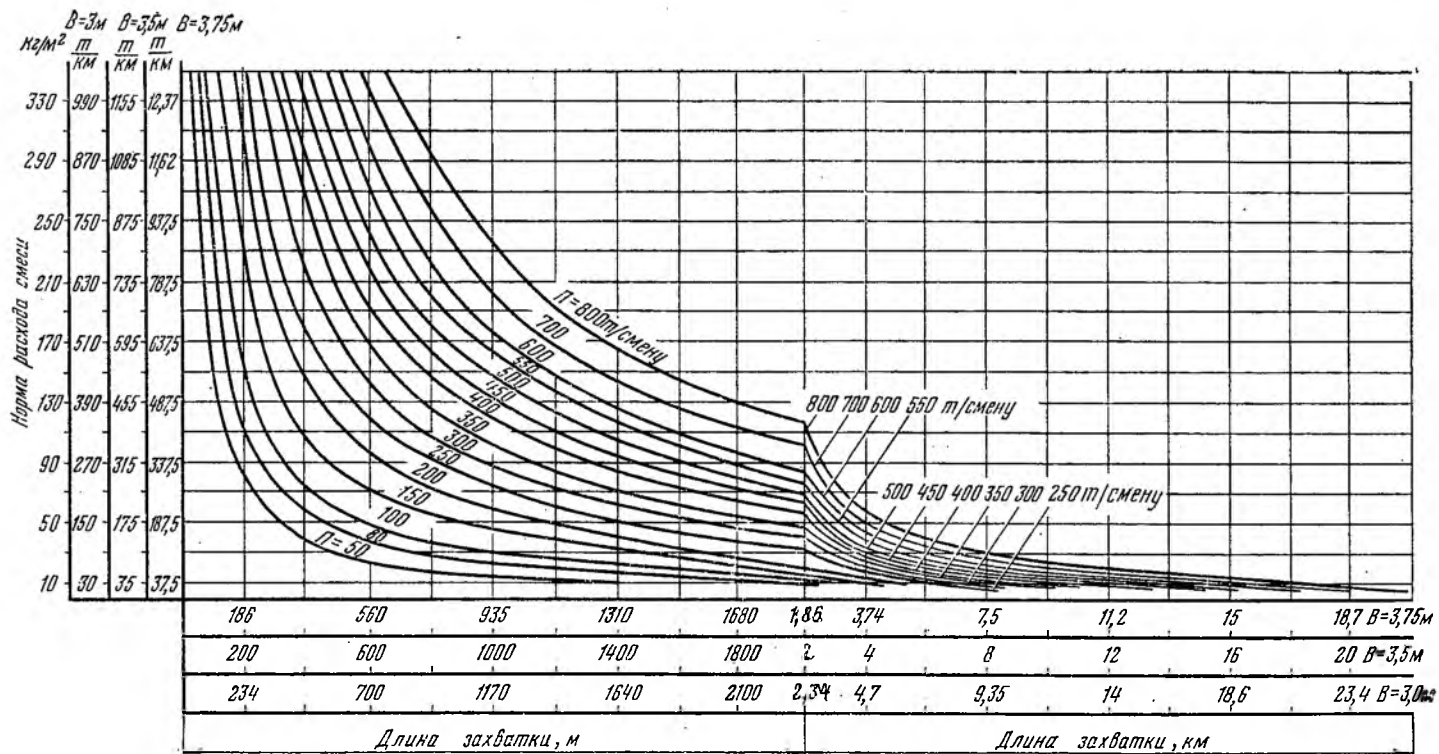


Рис. XI.7. Номограмма для определения длины сменной захватки:
 Π — производительность АБЗ, т/смену; B — ширина укладываемой полосы, м

При ремонте асфальтобетонных покрытий длину сменной захватки принимают из условий обеспеченности асфальтобетонной смесью, т. е. с учетом производительности АБЗ:

$$L = \frac{Q1000}{bq}, \quad (XI.9)$$

где Q — сменная производительность смесительных установок, т; b — ширина покрытия, м; q — норма расхода смеси, кг/м².

Норму расхода смеси q определяют по номограмме на рис. XI.6 с учетом толщины укладываемого слоя и плотности смеси до и после уплотнения. Плотность смеси каждого вида определяют на АБЗ до укладки в слой усиления. Наибольшей плотности каждого вида смеси, полученной в лаборатории, соответствует наименьшая толщина слоя после уплотнения в слоях усиления. По номограмме определяют наименьшие нормы расхода материалов каждого вида. После того как определены нормы расхода смеси на 1 м² и на 1 км, вычисляют по формуле (XI.9) и определяют по номограмме на рис. XI.7 длину сменной захватки комплекта с учетом производительности АБЗ.

§ XI.7. Капитальный ремонт автомобильных дорог

К капитальному ремонту относят работы по повышению прочности дорожных одежд и ремонту всех дорожных сооружений, при которых производят замену изношенных конструкций и деталей на более прочные и экономичные, а также работы по изменению геометрических элементов дороги с доведением их до норм, определяемых категорией ремонтируемой дороги (табл. XI.23).

В результате капитального ремонта улучшаются транспортно-эксплуатационные характеристики дороги (коэффициенты службы и скользкости становятся выше единицы) и повышаются ее технические нормативы, но в пределах норм, установленных СНиП II-Д.5-72 для той категории автомобильных дорог, к которой отнесена ремонтируемая дорога. При капитальном ремонте заменяют все элементы, срок которых находится в пределах межремонтного срока для капитального ремонта, однако не подлежат замене конструкции, срок которых на данном участке не превысил установленных для них сроков службы, в основном это большие капитальные мосты, элементы зданий и др.

Капитальный ремонт назначают, когда прочность дорожной одежды становится недостаточной ($K_{пр} < 0,8—1,0$), выполняя его комплексно, одновременно по всем сооружениям или элементам дороги на протяжении ремонтируемой дороги.

При проведении капитального ремонта сооружают дорожные одежды, конструкции которых устанавливают по ВСН 46-72 и ВСН 36-72 с учетом использования старых одежд как оснований или материалов старых одежд после их переработки и улучшения. Организацию работ по строительству новых одежд при капитальном ремонте осуществляют по общим правилам, руководствуясь указаниями СНиП III-Д.2-72. При капитальном ремонте в соответствии с ВСН 179-73 движение, как правило, переводят на объезд и работы осуществляют без движения по ремонтируемой проезжей части.

Таблица XI.23

Перечень работ по капитальному ремонту

Элементы автомобильных дорог	Работы, проводимые при капитальном ремонте
Земляное полотно и водоотвод	Исправление и оздоровление земляного полотна с доведением его геометрических параметров до норм, определяемых установленной технической категорией дороги (уширение, подъемка, замена грунтов, обеспечение видимости, увеличение радиусов закруглений, смягчение продольных уклонов, устройство вертикальных кривых и виражей), спрямление дороги (в пределах до 25% от общего ее протяжения).

Элементы автомобильных дорог	Работы, производимые при капитальном ремонте
Дорожные одежды	<p>Ликвидация пучинистых, оползневых и отвальных участков, устройство дренажей, изолирующих прослоев и других работ, обеспечивающих устойчивость земляного полотна. Восстановление и перестройка существующих, а также постройка вновь необходимых водоотводных устройств, берегозащитных и противоэрозионных сооружений.</p> <p>Устройство развязок в одном уровне при пересечении дорог, уширений для автобусных остановок, площадок для стоянки автомобилей вне проезжей части дорог</p> <p>Усиление (утолщение), уширение (не более чем на одну полосу движения) дорожных одежд в качестве оснований, а также устройство дорожных одежд вновь на перестраиваемых участках в пределах норм, установленных для технической категории, присвоенной ремонтируемой дороге; устройство дорожных одежд на транспортных развязках, автобусных остановках, площадках для стоянки автомобилей вне проезжей части дорог. Устройство вновь и перестройка асфальтобетонных покрытий на старых цементнобетонных дорогах. Сплошное леремощение мостовых с полной или частичной заменой песчаного основания. Устройство бордюров и укрепительных полос по краям усовершенствованных покрытий из монолитного или сборного бетона, штучных камней и других материалов</p>
Искусственные сооружения	<p>Перестройка полностью или частично деревянных мостов и путепроводов на постоянные при их длине до 126 м.</p> <p>Усиление деревянных, железобетонных, каменных и стальных мостов длиной более 42 м с доведением габаритов и расчетных нагрузок до норм, соответствующих технической категории, присвоенной данной дороге.</p> <p>Постройка вновь, перестройка и усиление существующих наплавных мостов и паромных переправ.</p> <p>Замена лотков, бродов, паромных переправ, железнодорожных переездов и наплавных мостов постоянными и деревянными мостами и путепроводами при длине их не свыше 126 м.</p> <p>Устройство и восстановление подпорных стен, защитных, укрепительных и регуляционных сооружений. Восстановление, перестройка и устройство тоннелей, защитных галерей и навесов на горных дорогах, а также замена деревянных галерей и навесов постоянными при длине их до 150 м</p>

Элементы автомобильных дорог	Работы проводимые при капитальном ремонте
<p>Линейные здания и подсобные сооружения</p>	<p>Внутренняя перепланировка зданий в пределах наружных стен.</p> <p>Исправление дефектов и повреждений зданий с заменой до 40% материалов стен и перекрытий; замена деревянных фундаментов на постоянные.</p> <p>Устройство центрального отопления, водоснабжения, газификации, канализации, электроосвещения и присоединение к существующим сетям, газопроводам и линиям связи.</p> <p>Устройство надворных построек, оград, дворовое и приусадебное благоустройство стоимостью не более 25% стоимости существующих зданий; постройка временных зданий и подсобных сооружений при ежегодных затратах, не превышающих 5% от годового объема работ по капитальному ремонту</p>
<p>Обстановка и благоустройство дорог</p>	<p>Архитектурное оформление и благоустройство дорог на целых перегонах, устройство автобусных остановочных пунктов, автопавильонов, автостанций, бензоколонок, площадок отдыха, островков безопасности, пешеходных переходов, тротуаров в населенных пунктах, ограждений опасных мест.</p> <p>Устройство новых съездов и переездов, подъездных дорог к зданиям дорожной службы, а также к достопримечательным местам при длине подъездов не свыше 100 м, устройство летних и тракторных путей, устройство сигнализации регулирования движения на пересечениях автомобильных дорог между собой и с железными дорогами, оборудование электроосвещением отдельных участков дорог, мостов и паромных переправ, сооружение дорожной телефонной связи, устройство и оборудование пунктов по учету движения, водомерных постов и других устройств, необходимых для изучения состояния дороги или ее отдельных элементов.</p> <p>Восстановление и устройство вновь дорожных знаков и всей обстановки автомобильной дороги, приведение в порядок дорожной полосы</p>

§ XI.8. Реконструкция автомобильных дорог

Реконструкция — перестройка всей дороги (а не отдельных ее элементов) по нормам СНиП II-Д.5-72 для более высокой категории чем та, к которой отнесена дорога или какой соответствуют по расчетной скорости ее геометрические элементы (план дороги, продольный и поперечный профили).

Необходимость реконструкции дороги возникает в следующих случаях:

фактическая интенсивность движения по дороге превышает установленную нормами СНиП II-Д.5-72 для дорог той категории, к которой отнесена данная дорога;

среднегодовая скорость движения по дороге ниже возможной для данной категории дороги;

пропускная способность дороги не обеспечена с возможной среднегодовой скоростью;

число дорожно-транспортных происшествий превышает среднее количество, наблюдаемое на дорогах данной категории;

состояние дорожных сооружений по их прочности, устойчивости и удовлетворению требованиям движения оценено как неудовлетворительное.

При реконструкции дороги основными работами являются:

на участках, требующих улучшения геометрических элементов — строительство новой дороги (новое земляное полотно с проезжей частью и всеми обустройствами) по нормам, рекомендуемым СНиП II-Д.5-72; в целях бесперебойного пропуска существующего движения следует строительство новой дороги осуществлять в стороне от старой с использованием последней в последующем для летнего пути, стоянок и т. п.;

на участках, где сохраняются старые геометрические элементы: а) при недостаточной ширине земляного полотна — расширение и перестройка дорожной одежды с усилением земляного полотна; б) при необходимости уширения и тем более подъема земляного полотна — выполнение этих работ с постройкой новой дорожной одежды на поднятом земляном полотне; современное обустройство дороги в целях повышения безопасности и удобств движения.

ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, МАШИНЫ, ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ

ГЛАВА XII

ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

§ XII.1. Общие сведения о дорожно-строительных материалах

Дорожно-строительные материалы разделяют на следующие группы:

минеральные материалы, к которым относят все горные массивные (скальные) породы, служащие исходным сырьем для получения полуфабрикатов (щебеночных, кусковых, плитных); рыхлые горные породы (песок, гравийные материалы) и смеси из них; шлаковые материалы; минеральные отходы промышленности;

вяжущие материалы, обладающие вяжущими свойствами и способные объединять дробленые и сыпучие минеральные материалы в монолит; разделяют на органические и минеральные вяжущие;

смеси минеральных материалов с различными вяжущими и со специальными добавками;

лесные материалы, получаемые при переработке срубленных деревьев;

материалы из пластических масс, содержащие в качестве важной составной части синтетические смолообразные высокомолекулярные вещества (полимеры) и обладающие пластичностью на определенных этапах их производства;

прочие менее применяемые материалы на дорожных работах.

В табл. XII.1 приведены для всех основных материалов способы хранения, нормы убыли и потерь.

§ XII.2. Минеральные каменные материалы

По геологическому происхождению (генезису) горные породы разделяются на три основные группы с подгруппами:

I. Изверженные (магматические) — первичные;

А. Глубинные (интрузивные) — граниты, сиениты, диориты, габбро и др.

Б. Излившиеся (эффузивные) — диабазы, порфиры, базальты, туфовые лавы и др.

II. Осадочные — вторичные:

А. Механические, обломочные отложения: 1) рыхлые — валуны, щебень, гравий, песок; 2) сцементированные — песчаники, конгломераты, брекчии.

Б. Органогенные и химические образования — различные известняки, доломиты, магнезиты, гипс, ангидрит.

III. Метаморфические (видоизмененные) — гнейс, мраморы, кварциты.

Щебеночные материалы. Щебень, получаемый дроблением в зависимости от исходной горной породы (табл. XII.2), относят к определенной группе, по проч-

Способы хранения материалов и нормы убыли и потерь

Материалы	Тип склада и способ хранения	Единица измерения	Количество на 1 м ²	Высота укладки, м	Нормы естественной убыли и потерь при складских операциях и перевозке, %					
					при хранении на складе	при железнодорожных перевозках	при перевозках автомобилями	при погрузке	при выгрузке	
Битум	Наливом, хранилища под крышей	т	0,6—1,0	0,6—1,0	2	0,1	0,1	0,5	0,5	
Бензин и другие виды жидкого топлива	В бочках, полуподземные склады	"	0,45—0,7	1,2—1,8	—	Цистерны 0,15—0,34; бочки—0,1	0,1—0,15	—	—	
Гравийные материалы	Открытый, штабеля на настиле с подпорной стенкой.	м ³	1,5—2	1,5—2	0,5	1,35	1,30	0,4	0,2	
		т	2,6—3,4							
		"	3—4	5—6	0,5	1,35	1,3	0,4	0,2	
Железобетонные детали	То же, на механизированном складе	м ³	5,2—6,8	2—1,2	0	0	0	0	0	
	Открытые штабеля на подкладках	м ³	0,3—0,4							
Камень	Штабеля, навалом Механизированные склады, навалом	м ³	1	1,5	0	0,27	0,25	0,25	0,2	
		т	1,6							
		"	3—4	3,5	0	0,27	0,25	0,25	0,2	
			4—8							
Кирпич строительный	Клетки по 250 шт. на открытых складах	шт.	700	1,5	0,15	0,5	0,5	0,5	1,0	
		тыс.	3,4—2,6							
Краски, лаки	Банки и ящики в закрытых складах	т	1—2	2	0,1	0,18	0,1	—	—	
Кровельные материалы	Рулоны в штабелях под навесом	рулон	3—3,5	2	0	0	0	0	0	
		т	0,8—1,0							
Лес круглый	Открытые штабеля	м ³	1,6—2,4	2,3	0	0—9	0	0	0	
		т	1—1,4							

Материалы	Тип склада и способ хранения	Единица измерения
Лес пиленый	Открытые штабеля, на подкладках	м ³
Метизы (болты, гвозди в ящиках)	Закрытые склады	т
Песок	Открытые штабеля	м ³
Смазочные материалы	В бочках, полуподземные склады	т
Сталь листовая кровельная	В пачках в закрытых складах	•
Холодный асфальтобетон	Штабель под навесом или закрытый	•
Цемент и минеральный порошок	Россыпью, навалом в закрытом складе	•
	То же, в механизированном складе	•
Швеллеры, рельсы	В таре	•
	Открытые склады, укладка полка на полку	•
Щебеночные материалы (крупнее 20 мм)	Конусные штабеля на механизированных складах	м ³
То же, мелкие сорта	То же	т
		•

Продолжение табл. XII.1

Количество на 1 м ³	Высота укладки, м	Нормы естественной убыли и потерь при склад- ских операциях и перевозке, %				
		при хране- нии на складе	при железно- дорожных перевозках	при пере- возках автомоби- лями	при по- грузке	при вы- грузке
1,7—2,55	2,3	0	0—9	0	0	0
1—1,5 3,2—4	2	0	0	0	0	0
1,5—2	2—2,5	3	1,35	1,35	0,4	0,2
2,6—3,4 0,65—0,8	1,4	0,1—0,25	0,1—0,4	0,1	—	—
4—4,5	1	0	0	0	0	0
—	1,5—2	0,1	0,1	0,043 на 1 км пробега	0,5	0,5
2—2,8	1,5—2	0,1	1,2	1,35	0,25	0,25
12	10	0	1,2	1,2	0,10	0,15
2—3 0,7—1,0	2 0,6	0,1 0	0,7 0	0,7 0	0,15 0	0,15 0
3—4	5—6	0,75	1,35	1,35	1,4	1,4
5—6,5						
3—4	5—6	1,50	1,35	1,35	1,4	1,4
5—6,5						

ности к определенному классу. Щебень должен иметь форму, приближающуюся к тетраэдру или кубу. В соответствии с ГОСТ 8267-75 щебеночные материалы разделяют на сорта по крупности и на марки по прочности на износ (И-I, -II, -III, -IV, -V), при сжатии в цилиндре (от 200 до 1200) и по морозостойкости (Мрз 15, 25, 50, 100, 150, 200 и 300). По крупности щебеночные материалы разделяют на сорта, приведенные в табл. XII.3.

Таблица XII.2

Классификация щебня из естественного камня по прочности

Группы горных пород	Горные породы	Класс прочности щебня	Марка щебня по дробимости его при сжатии (раздавливании) в цилиндре в водонасыщенном состоянии	Марка щебня по износу (потери в массе при испытании в полочном барабане %, не более)
I	Изверженные интрузивные (глубинные) и эффузивные (излившиеся) породы: граниты, сиениты, диориты, габбро, базальты, андезиты, трахиты и др.	1	1200	И-I(25)
		2	1000	И-II(35)
		3	800	И-III(45)
		4	600	И-IV(55)
II	Метаморфические породы: кристаллические сланцы (гнейсы и др.), кварциты, амфиболиты	1	1200	И-I(25)
		2	1000	И-II(35)
		3	800	И-III(45)
		4	600	И-IV(55)
III	Осадочные карбонатные породы: известняки, доломиты	1	1000	И-I(30)
		2	800	И-II(40)
		3	600	И-III(50)
		4	300	И-IV(60)
IV	Осадочные породы: песчаники, туфы, туфобрекчии, брекчии, конгломераты	1	1000	И-I(25)
		2	800	И-II(35)
		3	600	И-III(45)
		4	300	И-IV(55)

Примечание. Марка щебня по дробимости его при сжатии (раздавливании) в цилиндре в водонасыщенном состоянии представляет собой предел прочности при сжатии, кгс/см².

Таблица XII.3

Сорта щебня по крупности

Щебень	Размер щебня, мм
Сортовой: основные стандартные сорта допускаемые по соглашению	5—10; 10—20; 20—40; 40—70 3—10; 10—15; 5—15; 15—20; крупнее 70
Рядовой: крупный	3 (5)—70
средний	3 (5)—40

Массовая доля в щебне зерен слабых и выветрелых пород, зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы, а также пылеватых илстых и глинистых частиц не должна превышать количества, приведенного в табл. XII.4. Массовая доля в щебне глины в комках не должна превышать 0,25%.

Таблица XII.4

Допускаемое содержание в щебне зерен слабых и выветрелых пород, пластинчатой и игловатой формы, пылевидных, илстых и глинистых частиц

Назначение щебня	Массовая доля зерен слабых и выветрелых пород, % не более	Массовая доля зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы, % не более	Массовая доля пылевидных, илстых и глинистых частиц, % не более, в щебне	
			из осадочных карбонатных пород	из изверженных, метаморфических и остальных осадочных пород
Асфальтобетонные покрытия, верхний слой:				
многощебенная смесь (щебня 50—65%)	10	15	2	1
среднещебенная » (щебня 35—50%)	10	25	2	1
малощебенная » (щебня 20—35%)	10	35	2	1
Асфальтобетонные покрытия, нижний слой	15	—	2	1
Цементобетонные покрытия и основания:				
однослойные и верхние слои двухслойных покрытий	7	25	2	2
нижние слои двухслойных покрытий и оснований	10	—	3	1
Покрытия из щебня, обработанного органическими вяжущими:				
верхний слой	10	15	3	2
нижний »	15	25	4	3
Основания из щебня, обработанного органическими вяжущими	15	35	4	3
Основания дорожных одежд из необработанного щебня	10	25	2	2
Основания дорожных одежд из щебеночного материала, обработанного битумом, цементом или другими минеральными вяжущими	15	—	3	1

Щебень по группе, классу по прочности и морозостойкости для различных конструктивных слоев дорожной одежды должен отвечать требованиям, приведенным в табл. XII.5.

Щебень, полученный дроблением гравия или валунного камня, должен содержать не менее 20% дробленых зерен; содержание в нем зерен слабых и выветрелых пород, пластинчатой и игловатой формы, пылеватоглинистых частиц должно соответствовать нормам табл. XII.5. Щебень из гравия подразделяют на классы в соответствии с классификацией, приведенной в табл. XII.6.

Классы горных пород щебеночных материалов для дорожных одежд

Назначение щебеночного материала	Класс по прочности для групп пород				Показатель морозостойкости Мрз для климатических условий					
	I	II	III	IV	суровых	умеренных	мягких			
Асфальтобетонные покрытия из горячего и теплого асфальтобетона:										
марки I, смесь типа А	1	1	1	—	50/25	50/25	25/15			
то же, типа Б	1	1	1	—						
» типа В	2	2	2	1						
марки II, смесь типа А	2	2	1	—						
то же, типа Б	2	2	2	2						
» типа В	3	3	3	3						
марки III, смесь типа Б	3	3	2	2						
то же, типа В	3	3	3	3						
марки IV, смесь типа Б	3	3	3	3						
то же, типа Вх	4	4	4	4						
Асфальтобетонные покрытия из холодного асфальтобетона:										
марки I, смесь типа Бх	2	2	2	2				50	50	25
то же, типа Вх	3	3	3	3						
марки II, смесь типа Бх	3	3	2	2						
то же, типа Вх	4	4	3	3						
то же, типа Вх	4	4	3	3	25	25	15			
Цементобетонные покрытия и основания:										
однослойные и верхние слои двухслойных	1—2	1—2	1—2	1—2	150(100)	100(50)	50(25)			
нижние слои двухслойных	1—3	1—3	1—3	1—3	50	50	25			
» »	1—4	1—4	1—4	1—4	50	50(25)	25(15)			
Основания из стандартного щебня:										
дороги I—III категорий	1—2	1—2	1—2	1—2	50	25	15			
» » IV—V »	1—3	1—3	1—3	1—3	25	15	15			
Основания из крупного щебня (70—120 мм):										
дороги I—III категорий		1—3			50	25	15			
» » IV—V »		1—4								
Основания из щебня, обработанного вяжущими материалами:										
дороги I—III категорий		1—4			50	25	15			
» » IV—V »		1—4			25	15	15			
Поверхностная обработка:										
дороги I—III категорий	1	1	—	1	50	50	25			
» » IV—V »		1—2			25	25	15—25			
Облегченные усовершенствованные покрытия		1—3			25	25	15			

Примечания: 1. Суровые климатические условия характеризуются среднемесячной температурой наиболее холодного месяца в году ниже -15°C , умеренные — от -5 до -15°C , мягкие до -5°C . 2. Показатели морозостойкости соответствуют требованиям ГОСТ 8267—75. 3344—73 и 5578—65. 3. Для асфальтобетонных покрытий морозостойкость указана в числителе для верхнего слоя, в знаменателе — для нижнего. 4. Для цементобетонных покрытий и оснований морозостойкость щебня приведена для дорог I и II категорий, в скобках — для дорог III категории.

Классификация щебня из гравия по прочности

Петрографическая характеристика щебня из гравия	Класс прочности щебня из гравия	Марка щебня из гравия по дробности его при сжатии (раздавливании) в цилиндре	Марка щебня из гравия по износу (истираемости) в полочном барабане
Зерна средне- и мелкокристаллические изверженных, метаморфических пород, мраморовидных кристаллических или скрытокристаллических известняков, кварцевых песчаников или смесь этих пород	1	Др. 8	И-20
Зерна крупнокристаллических изверженных, метаморфических пород, известняков, песчаников или смесь этих пород	2	Др. 12	И-30
Зерна изверженных, метаморфических пород, известняков, песчаников с признаками выветривания или смесь этих пород	3	Др. 16	И-45
Зерна изверженных, метаморфических пород, известняков, песчаников с явно выраженными признаками выветривания или смесь этих пород	4	Др. 20	И-55

Примечания: 1. Марки щебня из гравия по дробности и износу (истираемости) устанавливают по ГОСТ 10260—74. 2. Класс прочности щебня из гравия в случае несоответствия показателей дробности и износа устанавливают по наименьшему из них.

Гравийные материалы. Гравием называют зерна рыхлой (обломочной) горной породы размером 5—120 мм, получаемые из природных гравийно-песчаных месторождений. При этом различают: карьерный гравийный материал — рыхлую горную породу, от которой отделен валунный камень (крупнее 120 мм), содержащую в различных соотношениях гравийные и песчаные зерна и пылеватые и глинистые частицы, при условии, что массовая доля зерен и частиц мельче 3 мм не более 30%; гравийно-песчаный материал — карьерный гравийный материал с массовой долей песка (мельче 3 мм) более 30%, но не более 50%; рядовой гравийный материал — карьерный материал, у которого отделены зерна и частицы мельче 3(5) мм; сортовой гравий — полученный при прогροхотке рядового гравия через набор сит с отверстиями 10, 15, 20, 25 и 40 мм для получения различных сортов по крупности для образования необходимых смесей (табл. XII.7).

Таблица XII.7

Сорта гравия по крупности

Сорт гравия	Размер сит с круглыми отверстиями, не задерживающими зерен, мм	Размер сит с круглыми отверстиями, задерживающими зерна, мм
Очень крупный	120	70
Крупный	70	40
Средний	40	25
Мелкий	25	15
Очень мелкий	15	10
Гравийная мелочь	10	3(5)

Гравий, как правило, не применяют в дорожных конструкциях без подбора по зерновому составу и добавок песчаных и более мелких пылеватых частиц. Одни гравийные зерна служат для оценки гравийных материалов по прочности и установления их класса и марки (табл. XII.8).

Таблица XII.8

Классификация гравия по прочности

Петрографическая характеристика гравия	Класс прочности гравия	Марка гравия по дробимости его при сжатии (раздавливании) в цилиндре	Марка гравия по износу (истираемости) в полощочном барабане
Зерна средне- и мелкокристаллических изверженных, метаморфических пород, мраморовидных кристаллических или скрытокристаллических известняков, кварцевых песчаников или смесь этих пород	1	Др.8	И-20
Зерна крупнокристаллических изверженных, метаморфических пород, известняков, песчаников или смесь этих пород	2	Др.12	И-30
Зерна изверженных, метаморфических пород, известняков, песчаников с признаками выветривания или смесь этих пород	3	Др.16	И-45
Зерна изверженных, метаморфических пород, известняков, песчаников с явно выраженными признаками выветривания или смесь этих пород	4	Др.20	И-55

Примечания: 1. Марки гравия по дробимости и износу (истираемости) устанавливаются по ГОСТ 8268—71, 2. Класс прочности гравия в случае несоответствия показателей дробимости и износа устанавливают по наименьшему из них.

Смесь различной крупности гравийных и песчаных зерен и пылеватых и глинистых частиц, отвечающая требованиям наибольшей плотности или устойчивости в переувлажненном состоянии, называют оптимальной гравийной смесью. Оптимальные смеси могут быть как природные, так и приготовленные. Различают смеси для гравийных покрытий (табл. XII.9), оснований и дополнительных слоев оснований (табл. XII.10). Для покрытий, обработанных вяжущими материалами, подбор состава смеси производят в лаборатории.

Таблица XII.9

Зерновой состав гравийной (щебеночной) и гравийно-песчаной (щебеночно-песчаной) смесей для необработанных покрытий

Номер смеси	Массовая доля, частиц, %, проходящих через сито с отверстиями, мм						
	40	20	10	5	2,5	0,63	Мельче 0,05
1	100	60—80	45—65	30—55	20—45	15—35	7—20
2	—	80—95	65—90	50—75	35—65	20—45	8—25
3	—	—	90—100	70—85	45—75	25—55	8—25

Примечания. 1. Граница текучести частиц мельче 0,63 мм должна быть не более 25, а число пластичности — не более 6. 2. Для избыточно увлажненных районов содержание частиц размером мельче 0,05 мм следует принимать по меньшему значению, а для сухих районов — по большему. 3. Требования табл. XII.9 распространяются на гравий 1—2-го классов. Для гравия 3—4-го классов зерновой состав должен определяться после предварительного испытания на сжатие в стальном цилиндре при давлении 150 кгс/см².

Зерновой состав гравийной (щебеночной) и гравийно-песчаной (щебеночно-песчаной) смесей для необработанных оснований и подстилающих слоев

Назначение смеси	Номер смеси	Массовая доля частиц, %, проходящих через сито с отверстиями, мм							
		70	40	20	10	5	2,5	0,63	менее 0,05
Для оснований	1	100	40—60	20—40	20—35	15—25	10—15	5—10	0—3
	2	100	60—80	40—60	35—50	20—35	15—25	5—15	0—5
Для подстилающих слоев (взамен песка)	1	100	80—90	60—80	35—75	25—60	15—50	10—30	0—3
	2	—	95—100	90—100	60—90	30—70	20—55	15—40	0—3

Примечания. 1. Требования табл. XII.10 распространяются на гравий 1—2-го классов. Для гравия 3—4-го классов зерновой состав необходимо определять после испытания на сжатие в стальном цилиндре при давлении 150 кгс/см². 2. Если гравий не удовлетворяет требованиям табл. XII.10, следует обогатить его зернами недостающей крупности или укрепить цементом, битумом, дегтем, эмульсиями или комбинированным способом (цементом и битумом) с соблюдением технических требований, указанных в специальных инструкциях.

Таблица XII.11

Классы гравийных материалов для дорожных одежд

Назначение гравийного материала	Классы материала для дорог категорий					Показатель морозостойкости Мрз для климатических условий		
	I	II	III	IV	V	суровых	умеренных	мягких
Цементобетонные покрытия и основания: однослойные и верхние слои двухслойных	1—2	—	—	—	—	150 (100)	100 (50)	50 (25)
	1—3	—	—	—	—	100 (50)	50 (50)	25 (25)
нижние слои двухслойных покрытий основания	1—3	1—3	1—4	—	—	50	50	25
Асфальтобетонные покрытия и основания из горячего и теплого асфальтобетона IV марки: смесь типа Б			Др. 16		—	25	25	15
			Др. 24		—			
То же из холодного асфальтобетона II марки: смесь типа Бх			Др. 12		—	25	15—25	До 15
			Др. 16		—			
Основания из необработанного гравийного материала	—	—	—	1—3	1—4	25	15	15
Основания из гравийных материалов, обработанных минеральными вяжущими		1—3		1—4		25	25	До 15

Примечания: 1. Характеристику климатических условий — см. примечание 1 к табл. XII.5. 2. Показатели морозостойкости соответствуют ГОСТ 8268—74. 3. Для цементно-бетонных покрытий и оснований морозостойкость гравия приведена для дорог I и II категорий, в скобках — для дорог III категории.

Назначение гравийных смесей для всех типов покрытий и оснований, в зависимости от класса гравия, категории дороги и климатических условий, производят по нормам табл. XII.11.

Для ускорения уплотнения и повышения несущей способности слоев дорожной одежды из гравийных материалов, содержащих более 50% окатанных зерен, необходимо добавить щебня или щебня из гравия в количестве 20—30% по массе. Массовая доля водорастворимых солей в гравийных (щебеночных) смесях, обрабатываемых органическими вяжущими материалами, не должна превышать указанных в табл. XII.12.

Таблица XII.12

Содержание водорастворимых солей в гравийных (щебеночных) смесях

Вяжущие	Преобладающие зерна гравия	Массовая доля водорастворимых солей (кроме гипса), %, не более	В том числе, %, не более			Массовая доля гипса, %, не более
			NaCl (хлористый натрий)	Na ₂ SO ₄ , MgSO ₄ (сернокислый натрий и магний)	Na ₂ CO ₃ , NaHCO ₃ (углекислый и двууглекислый натрий)	
Жидкие битумы и дегти	Карбонатные (известняковые, доломитовые)	1	0,7	0,2	0,1	1,5
Вязкие битумы	Некарбонатные	2	1,5	0,4	0,1	3
	Карбонатные (известняковые, доломитовые)	1,8	1,5	0,2	0,1	1,5
	Некарбонатные	3,6	3	0,5	0,1	3

Песок. Песком называют рыхлые горные породы с зернами размером до 3—5 мм с массовой долей пылеватых и глинистых частиц не более указанного в табл. XII.13.

Таблица XII.13

Содержание пылевидных, илстых и глинистых частиц в песке

Назначение песка	Массовая доля пылевидных, илстых и глинистых частиц, %	
	в природном песке	в дробленном песке
Для покрытий асфальтобетонных, цементобетонных и битумоминеральных	3 (0,5)	5 (0,5)
Для основания с обработкой органическими и неорганическими вяжущими	3 (0,5)	5 (2)
Для дренирующих и морозозащитных слоев	5 (0,5)	5 (1)

Примечание. В таблице указано общее содержание пылевидных, илстых и глинистых частиц, в скобках — только глинистых.

При изготовлении песка дроблением массивных горных пород марка их по прочности должна быть не меньше указанной в табл. XII.14. Для дренирующих и морозоустойчивых дополнительных слоев оснований применяют пески, коэффициент фильтрации у которых не ниже 1 м/сут.

Требования к неветрелым горным породам для дробления песка

Назначение дробленого песка	Марка прочности, не ниже		
	изверженных пород	осадочных карбонатных пород	гравия
Для однослойных и верхних слоев двух- слойных покрытий	1000	800	—
Для нижних слоев двухслойных покры- тий	800	400	Др. 8

Примечание. Допускается в цементобетоне применение песка из отходов дробления других горных пород после испытания в бетоне и при технико-экономическом обосновании.

Требования к песку для дорожного строительства изложены в ГОСТ 8736-67, для цементобетонных смесей — в ГОСТ 10268-70, для асфальтобетонных смесей — в ГОСТ 9128-76.

Классификация песков по крупности (по ГОСТ 8736-67) приведена в табл. XII.15.

Таблица XII.15

Классификация песков

Песок	Массовая доля полного остатка на сите 0,63 мм, %	Модуль крупности M_k
Крупный	Более 50	Более 2,5
Средний	30—50	2,5—2,0
Мелкий	10—30	2,0—1,5
Очень мелкий	Менее 10	1,5—1,0

Примечание. Модуль крупности служит условной оценкой песка по крупности; представляется частное от деления на 100 суммы полных остатков на всех ситах, начиная с сита размером отверстий 2,5 мм и кончая ситом с размером отверстий 0,14 мм; вычисляют модуль с точностью до 0,1.

Шлаковые материалы. Шлаки являются камневидными побочными продуктами и отходами металлургических предприятий и топливных установок, применяемые как минеральные материалы в виде щебня или рыхлой массы.

Шлаковый щебень изготавливают дроблением и сортировкой отвального шлака или охлаждением закристаллизованного горячего шлака. Шлаковый щебень должен содержать в зависимости от класса не более 2—10% боя огнеупорного кирпича и не более 5% других примесей. Он должен отвечать по крупности тем же требованиям, что и щебень из природных горных пород.

По происхождению шлаки классифицируют следующим образом:

шлаки черной металлургии: доменные — древесноугольные, каменноугольные; перелые — мартевские, бессемеровские, томасовские, ваграночные, тигельные, пудлинговые, сварочные, кричные;

шлаки цветной металлургии: медные, свинцовые, никелевые, цинковые;

топливные шлаки: котельные, мусоросжигательные;

химические шлаки: синтолит (фосфорит).

Классификация щебня из шлака по прочности приведена в табл. XII.16.

Классификация шлакового щебня

Класс прочности щебня	Структурные особенности шлаков	Массовая доля потерь при испытании, %, не более	
		в полощном барабане	на дробимость в цилиндре
1	Преимущественно кристаллические и скрытокристаллические, мелкопористые	25	15
2	То же, от мелко- до среднепористых	35	25
3	Неоднородные, от кристаллических до остеклованных, от средне- до крупнопористых	45	35
4	То же, преимущественно крупнопористые	55	45

Примечание. При несоответствии потерь одному и тому же классу прочности щебня при испытании в полощном барабане и в цилиндре класс прочности принимается по наименьшему показателю.

Применение шлакового щебня определяют с учетом его класса по прочности, категории дороги и климатических условий по табл. XII.17. Испытание шлакового щебня производят по методике, установленной для природного щебня ГОСТ 8269—76. Активность шлаков и устойчивость при известковом распаде характеризуется модулем основности и определяется как отношение содержания в шлаке основных окислов к кислотным:

$$M_0 = \frac{\text{CaO} + \text{MgO}}{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3}$$

Искусственные каменные материалы. Клинкер — штучный материал для мостовых, получаемый из глины путем формования и обжига в тоннельных печах до полного спекания без оплавления поверхности с характерным металлическим звуком при ударе. Применяют в виде кирпичей размерами 22×11×6,5 и 22×11×7,5 см, удовлетворяющих требованиям ОСТ 4245. Клинкер обладает высокой прочностью, вязкостью, морозостойкостью и плотностью не менее 1,9. Разновидность клинкера — приготавливаемый в ВНР керамит с пределом прочности при сжатии 4000 кгс/см².

Клинкерный щебень — дробленый клинкер, применяемый для строительства оснований.

Керамдор — получают путем обжига до полного спекания во вращающихся печах изготовленных мокрым способом угловатых кусков из глинистых масс. Целесообразно изготовление и применение в районах с недостатком природных каменных материалов и при наличии легкоплавких глин и суглинков. Применяют в дорожных одеждах как искусственный щебень; по существу современная разновидность клинкера.

Литой камень — приготавливают путем формования плит из смеси песка, доломита и мела и обжига в печах, применяют для линий разметки.

Синопал — щебень, приготовленный (Дания) из смеси песка, мела и доломита в заданном соотношении (70 : 45 : 10). Смесь пропускают через вращающуюся плавильную печь. Обладает белым цветом, плотность 2,56 г/см³, предел прочности при сжатии исходной массы около 6000 кгс/см². Применяют для верхних слоев асфальтобетонных покрытий и для втапливания в горячую асфальтобетонную смесь покрытия. Способствует осветлению покрытий и повышению их шероховатости.

Термолит — щебень, получаемый в результате обжига во вращающихся печах опоки, распространенной в среднем Поволжье, в естественном состоянии отличающейся низкими показателями лабораторных испытаний. Опока содержит 80—90% активного кремнезема, обладает недостаточной прочностью, водо- и морозостойкостью. После обжига опока в виде термолита приобретает необходимые свойства и пригодна в качестве щебня для дорожных одежд.

Классы шлакового щебня для дорожных одежд

Назначение шлакового щебеночного материала	Классы шлакового щебня по прочности	Климатические условия			
		суровые	умеренные	мягкие	
		Показатель морозостойкости Мрз			
Асфальтобетонные покрытия из горячего и теплого асфальтобетона:					
марки I, смесь типа Б	1	}	50	50	25
то же, типа В	2				
марки II, смесь типов А, Б	2				
то же, типа В	3				
марки III, смесь типов Б, В	3	}	25	25	15
марки IV, смесь типа Б	3				
то же, типа В	4				
то же, типа В	4				
Асфальтобетонные покрытия из холодного асфальтобетона:					
марки I, смесь типа Бх	1	}	50	50	25
то же, типа Вх	2				
марки II, смесь типа Бх	2	}	25	25	15
то же, типа Вх	3				
Цементнобетонные покрытия и основания:					
нижние слои двухслойных и оснований	1—3	50	50	15—25	
однослойные и верхние слои двухслойных	1—4	50	25—50	15—25	
основания:	1	150(100)	100(50)	50(25)	
из стандартного щебня	1—2	50	25	15	
из крупного щебня (70—120 мм)	1—3	25	15—25	15	
основания из щебеночного материала, обработанного вяжущим	1—4	50	25	15	

Примечания. 1. Арабскими цифрами 1, 2, 3, 4 обозначены классы шлакового щебня по прочности. 2. Для цементнобетонных покрытий морозостойкость щебня приведена для дорог I—II категории; в скобках — для дорог III категории.

Для линий разметки применяют осветленный щебень, полученный в результате обжига халцедона, также называемый термолитом.

Дорсил — дорожный ситалл белого цвета. Ситалл — материал из стекла тонко-кристаллической структуры, плотный, вязкий, прочный, твердый, различной окраски — от черной, желтой до белой. Предел прочности при сжатии достигает 6000 кгс/см², при изгибе — 250 кгс/см².

Минеральный порошок. Минеральный порошок получают тонким измельчением (размолом) известняков, доломитизированных известняков, известняков-ракушечников, битумосодержащих известняков, доломитов и других карбонатных горных пород, а также основных металлургических шлаков.

Минеральный порошок применяют в асфальтобетонных смесях (горячих, теплых и холодных), а также в мастиках, в материалах для заполнения швов и трещин. В асфальтобетонах IV марки применяют также порошкообразные отходы промышленности (зола и пыль уноса, отходы асбестоцементного производства, зола каменного угля и горючих сланцев), а также тонкомолотые некарбонатные горные породы. Минеральный порошок должен отвечать требованиям ГОСТ 16557—71, приведенным в табл. XII.18.

Для повышения битумоемкости и качества минерального порошка его активируют путем размола карбонатных горных пород совместно с активирующим материалом. Активирующим материалом служат: смесь продуктов, содержащих

Требования к минеральному порошку

Показатели	Минеральный порошок	
	активированный	неактивированный
Массовая доля, % зерен:		
мельче 1,25 мм	100	100
» 0,315 мм, не менее	95	90
» 0,071 » » »	90	70
Пористость, % по объему, не более	30	35
Набухание смеси минерального порошка с битумом, % по объему, не более	1,5	2,5
Показатель битумоемкости, г на 100 см ³ (абсолютного объема), не более	50	65
Влажность, % по массе, не более	0,5	1,0

Примечания. 1. При применении карбонатных горных пород с содержанием глины более 5% набухание смеси порошка с битумом допускают до 2,5%, а битумоемкость — до 65 г на 100 см³. 2. При применении горных пород с пределом прочности при сжатии более 400 кгс/см², содержание частиц мельче 0,071 мм принимают на 5% меньше.

анионоактивные поверхностно-активные вещества (ПАВ) типа высших карбонатных кислот с вязким битумом, смесь анионоактивных поверхностно-активных веществ типа железных солей высших карбонатных кислот с вязким битумом, смолы и дегти, получаемые при низкотемпературной переработке твердого топлива (горючих сланцев, каменного или бурого угля, торфа, древесины) и гидрофобизирующая кремнийорганическая жидкость ГКЖ-94, соответствующая требованиям ГОСТ 10834—76. Для активизации минеральных порошков применимы продукты, не перечисленные выше, если активированные ими минеральные порошки будут соответствовать требованиям табл. XII.18. Испытание минеральных порошков проводят в соответствии с ГОСТ 12784—71.

Шашка и камень для мощения. Шашку и камень для мощения мостовых и откосов изготавливают установленных размеров (табл. XII.19) из горных пород определенных групп.

Промышленные отходы. На промышленных предприятиях возможно получение отходов, пригодных для дорожных работ.

Отходы при добыче руд (хвосты, побочные породы и т. п.) — представляют прочные горные породы различной крупности; являются также пустыми породами, получаемыми при вскрыше месторождений.

Асбестовая мелочь — отходы асбестовой промышленности, применимы в качестве минерального порошка для всех битумных и дегтевых смесей, мастик и т. п.

Горелые породы — отвалы пустой породы каменноугольных шахт, пригодны для дополнительных слоев оснований, наиболее прочные и обожженные пригодны для смесей, обрабатываемых битумом.

Доломитовая пыль — отход обожженного доломита при мартеновском производстве, применима для замены минерального порошка.

Дунитовые «хвосты» — отход при извлечении платины из горной породы, пригодны как сырье для изготовления цемента и минерального порошка и для устройства дорожных оснований и покрытий.

Железные (колчеданные, пиритные) огарки — отход производства серной кислоты из колчеданных железных руд, пригодны как добавки к портландцементу и для частичной замены минерального порошка.

Каменноугольная зола (унос) — отход тепловых электростанций, работающих на многозольном топливе при пылевидном сжигании; служит для частичной замены минерального порошка, укрепления грунтов и строительства цементно-песчано-зольных дорожных оснований.

Характеристика шашки и камня

Виды материалов	Размеры, см		Качество горной породы		
	Высота	В плане	Группа	Класс прочности	Морозостойкость Мрз
Шашка для мостовых: высокая, сорт А	16—20	10·20	I—III	1—3 (4)	15—50
средняя, » Б	14—18	10·18			
низкая, » В	12—16	10·15			
Булыжный камень для мощения:			Валунный камень	1—3	15—50
высокий	16—20	10·20			
средний	14—18	10·18			
низкий	12—16	10·15			
Мозаиковая шашка (ОСТ—3575):			I—III	1—3 1—2	25—100
высокая	9—10	8·11			
низкая	8—9	7·10			
Брусчатка низкая (ОСТ—3529):	9—11		I—III	1—2	100
средняя	11—13	12—15 (ширина)			
высокая	14—16	15—30 (длина)			
Камень для укрепления работ	12—20	12·20	I—IV	1—4	15—50
Камень для укрепления откосов и русел наброской	Массой	15 кг	I—IV	1—3	25—50

Фильтпрессная (дефекационная) грязь — осадок при очистке свекловичного сока известью, а также отход крахмально-паточных заводов; служит для укрепления грунтов и частичной замены минерального порошка.

Строительный мусор — лом от разрушенных каменных и кирпичных зданий; применим для дополнительных слоев оснований и покрытий велосипедных и пешеходных дорожек.

Шамотный бой — отработанная футеровка металлургических печей; применим для дополнительных слоев оснований.

Флюсовые отходы — мелкие зерна известняков, применяемых в доменном производстве; являются продуктом дробления прочных известняков, при отсутствии загрязнения пригодны для всех работ.

Флотационные отходы — отходы меднорудной промышленности, получаемые при мокрой сепарации; применимы в качестве мелкого минерального материала в битумоминеральных смесях и для поверхностной обработки.

Золоторудные «хвосты» — отходы при промывке золота; применимы в виде минерального материала и песка для дорожных одежд.

Формовочная земля (пески) — отходы литейного производства машиностроительной промышленности; по свойствам соответствуют легким супесям.

Бетонный лом — отход цементнобетонных заводов; пригоден для дополнительных слоев оснований, укрепления грунтовых дорог, пешеходных и велосипедных дорожек.

§ XII.3. Органические вяжущие материалы

Органические вяжущие — материалы жидкой, полужидкой или твердой консистенции, черного или темно-коричневого цвета, получаемые в результате переработки различных видов нефти, каменного угля, сланцев, битумных пород, торфа и др. Органические вяжущие материалы разделяют на две основные группы — битумные и дегтевые.

К битумным и дегтевым материалам относят: битумы природные и нефтяные; битумные породы и асфальты; гудроны нефтяные и тяжелые (асфальтовые) нефти; дегти каменноугольные, бурогольные, торфяные и древесные; эмульсии и пасты битумные и дегтевые и на основе их литые эмульсионные смеси.

Наибольшее применение в дорожном строительстве имеют нефтяные битумы и материалы на основе их.

Битумы нефтяные. Жидкие, полутвердые или твердые водонерастворимые материалы; их применяют в качестве вяжущего или гидроизоляционного материала. Представляют собой смесь углеводородов и их неметаллических производных, главным образом кислородных, сернистых и азотистых, полностью (98—100%) растворимых в сероуглероде, хлороформе и бензоле; получают при переработке нефтяных тяжелых фракций. Различают дорожные битумы вязкие и жидкие.

Вязкие битумы (полутвердые) по ГОСТ 22245—76 разделяют на марки по их консистенции, определяемой пенетрометром (табл. XII.20). Буквы БНД означают битум нефтяной дорожный, цифры — показатели глубины проникания иглы пенетрометра — характеризуют вязкость битума.

Жидкие битумы по ГОСТ 11955—74 подразделяют на три группы: быстрогустеющие, среднегустеющие и медленногустеющие (табл. XII.21). Быстрогустеющие жидкие битумы применяют во всех климатических зонах. Среднегустеющие — при строительстве во всех зонах верхних слоев дорожных одежд. Медленногустеющие битумы применяют в III—V климатических зонах. Для приготовления жидких битумов применяют вязкие битумы, разжижаемые растворителями.

Гудроны. Представляют собой остатки тяжелых фракций от прямой перегонки нефти. В зависимости от исходной нефти примерная групповая массовая доля: асфальтенов 7—10%, смол 32—35%, масел 62—65%. Гудрон находит применение в дорожных организациях для получения нефтяных дорожных битумов в реакторах бескомпрессорного окисления (например, Т-309-СИ-204). Для этих целей, помимо гудронов из нефтей I группы, применяют смесь гудронов и экстрактов селективной очистки масляных фракций из нефти I и II групп, а также битум марок БНД-200/300 и БНД-130/200 с последующим доокислением их до необходимой марки. Гудроны применяют для укрепления оснований.

Дегти. Получают в результате перегонки без доступа воздуха каменного угля, торфа, сланца и других материалов, а также при добычании светильного и горючего газов и приготовлении кокса.

Каменноугольные дегти различают высоко- и низкотемпературные, вязкие и жидкие, приготовляемые прямой отгонкой, смешением смол, масел и пека. Требования к каменноугольному пеку (ГОСТ 1038—75) приведены в табл. XII.22, к каменноугольным дегтям (ГОСТ 4641—74) — в табл. XII.23.

Торфяной деготь получают при газификации и полукоксовании торфа. Торфяной деготь является поверхностно-активной добавкой к битумам, а при добавке к нему каменноугольного пека пригоден для укрепления грунтов.

Дорожные эмульсии. Дорожные эмульсии представляют собой дисперсные системы, состоящие из двух нерастворимых друг в друге жидкостей — воды и битума (или дегтя) в присутствии эмульгатора; их применяют в качестве вяжущего при строительстве, ремонте или обеспыливании дорожных покрытий.

Битумные эмульсии относят к эмульсиям прямого типа, в которых массовая доля битума (30—70%) в виде мельчайших капелек распределена в непрерывной дисперсной среде — воде. Эмульсии обратного типа могут быть битумными и дегтевыми, в них вода диспергирована в вяжущем, массовая доля которого 70—80%. В зависимости от вида эмульгатора эмульсии могут быть щелочные или кислые (анионные или катионные). По ГОСТ 18659—73 дорожные битумные анионные эмульсии прямого типа по скорости распада при взаимодействии с ми-

Требования к нефтяным дорожным вязким битумам

Показатели	БНД-200/300	БНД-130/200	БНД-90/130	БНД-60/90	БНД-40/60	БН-200/300	БН-130/200	БН-90-130	БН-60/90	Методы испытаний
1. Глубина проникания: при 25°С (100 г, 5 с) в пределах при 0°С (200 г, 60 с), не менее	201—300	131—200	91—130	61—90	40—60	201—300	131—200	91— —130	60—90	ГОСТ 11501—73
2. Температура размягчения, °С, не ниже	45 35	35 40	28 45	20 48	13 52	— 33	— 37	— 40	— 45	ГОСТ 11506—73
3. Растяжимость, см, не ме- нее:										
а) при 25°С	—	65	60	50	40	—	70	60	50	ГОСТ 11505—75
б) при 0°С	20	6	4,2	3,5	—	—	—	—	—	
4. Температура хрупкости °С, не выше	—20	—18	—17	—15	—10	—	—	—	—	ГОСТ 11507—65
5. Температура вспышки, °С, не ниже	200	220	220	220	220	200	220	220	220	ГОСТ 4333—48
6. Сцепление с мрамором или песком	Выдерживают по контрольному образцу № 2					—	—	—	—	ГОСТ 11508—74
7. Изменение температуры размягчения после прогрева, °С, не более	8	7	6	6	—	8	7	6	6	ГОСТ 11506—73
8. Индекс пенетрации		Плюс 1	—	минус 1			Плюс 1—минус 1,5			
9. Содержание водорастворимых соединений, %, не бо- лее	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	—	—	—	—	ГОСТ 11510—65

Примечания. 1. Для битумов с поверхностно-активными добавками допускают снижение нормы показателя растяжимости при 25°С на 10% и увеличение содержания водорастворимых соединений до 0,5%. Для битумов, вырабатываемых на бакинских нефтеперерабатывающих заводах, допускают увеличение содержания водорастворимых соединений до 0,6%. 2. Для битумов марок БНД, которым присвоен государственный Знак качества определение показателя по п. 6 необходимо проводить по контрольному образцу № 1, кроме марки БНД-200/300, а битум марки БНД-40/60 должен иметь температуру хрупкости не выше минус 12°С. Нормы по подпункту 3б для битумов марок БНД распространяются только на битум, аттестованный Знаком качества. 3. Показатель по п. 7 является факультативным до 01.01.1980.

Требования к жидким дорожным битумам

Показатели	Быстрогустеющие битумы			Среднегустеющие битумы				Медленногустеющие битумы			
	БГ-25/40	БГ-40/70	БГ-70/130	СГ-25/40	СГ-40/70	СГ-70/130	СГ-130/200	МГ-25/40	МГ-40/70	МГ-70/130	МГ-130/200
Условная вязкость по вискозиметру с отверстием 5 мм при 60° С, с	25—40	41—70	71—130	25—40	41—70	71—130	131—200	25—40	41—70	71—130	131—200
Количество испарившегося разжижителя при выдерживании битума в термостате или в вакуумтермостате, % от массы битума, не менее	8	7,5	7	12	10	8	7	9	8	7	5
Температура размягчения остатка после определения количества испарившегося разжижителя, °С, не ниже	33	33	37	34	37	39	39	27	28	29	30
Температура вспышки в открытом тигле, °С, не ниже	37	37	37	40	45	50	60	100	100	110	110
Испытание на сцепление с мрамором или песком	Выдерживают в соответствии с контрольным образцом № 2										

Примечание. Для определения количества испарившегося разжижителя битум выдерживают в термостате (быстрогустеющий — при 60° С в течение 5 ч, среднегустеющий — при 100° С в течение 3 ч, медленногустеющий — при 110° С в течение 5 ч) или в вакуумтермостате (быстрогустеющий — при 100° С в течение 1 ч, среднегустеющий — при 100° С в течение 2 ч, медленногустеющий — при 100° С в течение 3 ч).

перальными материалами подразделены на быстрораспадающиеся (БА), среднераспадающиеся (СА) и медленнораспадающиеся (МА). По величине вязкости и содержанию в них битума эмульсии классов БА и МА подразделяют на марки: I и 2. Требования к битумным прямым анионным эмульсиям приведены в табл. XII.24.

Т а б л и ц а XII.22

Требования к пеку каменноугольному

Показатели	Среднетемпературный		Высокотемпературный
	А	Б	
Температура размягчения, °С	65—75	75—83	135—150
Зольность, %, не более	0,6	0,6	0,2
Содержание влаги, %, не более	5	5	3

Т а б л и ц а XII.23

Требования к дорожным каменноугольным дегтям

Показатели	Д-1	Д-2	Д-3	Д-4	Д-5	Д-6
Вязкость, с, в пределах:						
С ₃₀ ⁵	5—70	—	—	—	—	—
С ₃₀ ¹⁰	—	5—20	20—50	50—120	120—200	—
С ₅₀ ¹⁰	—	—	—	—	—	10—80
Массовая доля воды, %, не более	3	1	1	1	1	1
Массовая доля веществ, не растворимых в толуоле, %, не более	18	20	20	20	20	20
Фракционный состав, % по массе перегоняется:						
до температуры 170°С	3	2	1,5	1,5	1,5	1,5
до температуры 270°С	20	20	15	15	15	10
до температуры 300°С	35	30	25	25	25	20
Температура размягчения, °С, остатка после отбора фракций до 300°С, не более	45	65	65	65	65	70
Массовая доля фенолов, %, не более	5	3	2	2	2	2
Массовая доля нафталина, %, не более	5	4	3	3	3	3

Примечание. Буква С с верхним и нижним индексом обозначает вязкость; верхний индекс — диаметр сточного отверстия прибора (мм), нижний индекс — температура материала при испытании (°С).

отходы при изготовлении кокса, конденсатом с собой тягучую черную массу; примени-

Требования к дорожным битумам и облегченным покрытиям (80% фу-
прямого типа или 85% фуса + 15% антраценового

Показатели	и очистке нефтепродуктов сер-		ных заводах; при добавке в		
	БА-1	БА-2	использование в качестве		
Скорость распада при смешении с цементом, мин	Менее 5		5		
Массовая доля битума с эмульгатором, %	55—60	45—54	55—60		
Вязкость при +20° С по вискозиметру ВУ, град	5—10	2—6	6—10		
Вязкость при +20° С по вискозиметру для нефтяных битумов с отверстием 3 мм, с	15—30	10—20	20—40	10—20	
Устойчивость (при хранении) по остатку на сите с сеткой № 014, % по массе, не более:				Асфальто-	
через 7 сут	0,8	0,7	0,8	ем) мине-	
» 30 »	1	1,0	1,2	циях до	
				ступы	
				ус-	
				н	

Для приготовления битумных эмульсий анионных, прямого типа используют нефтяные битумы вязкие улучшенные марок БНД-200/300, БНД-130/200, БНД-90/130, БНД-60/90 и БНД-40/60. В качестве эмульгаторов используют продукты, содержащие анионные поверхностно-активные вещества (ПАВ) — высшие органические кислоты (жирные, смоляные, нафтеновые, сульфонафтеновые) или их щелочные соли (мыла). Требования к катионным эмульсиям, применение которых наиболее целесообразно для строительства слоев износа, приведены в табл. XII.25.

Т а б л и ц а XII.25

Требования к катионным эмульсиям
(ВСН 115-75 Минтрансстрой СССР)

Показатели	Нормы
Массовая доля кварцевого порошка, %, при смешении с которыми происходит распад эмульсий:	
быстрораспадающихся	Менее 50
среднераспадающихся	50—100
медленнораспадающихся	Более 100
Массовая доля битума с эмульгатором, %	50—60
Вязкость при +20° С по вискозиметру ВУ, град	6—15
Вязкость при +20° С по вискозиметру для нефтяных битумов с отверстием 3 мм, с	20—50
Водоустойчивость пленки из эмульсии на гранитном щебне	Хорошая
Однородность по остатку на сите с сеткой № 014, %	Не более 0,5
Устойчивость при хранении по остатку на сите с сеткой № 063, %:	
через 7 сут	0,3—0,5
» 30 »	0,7—0,8
Устойчивость при транспортировании по времени встряхивания, ч	Не менее 2

Игра played митерла там по подразделены на быстрораспадающиеся (БА), средне-распадающиеся (СА) и медленнораспадающиеся (МА). По величине вязкости и содержанию в них битума эмульсии классов БА и МА подразделяют на марки: 1 и 2. Требования к битумным прямым анионным эмульсиям приведены в табл. XII.24.

Таблица XII.22

Требования к пеку каменноугольному

Показатели	Среднетемпературный		Высокотемпературный
	А	Б	
Температура размягчения, °С	65—75	75—83	135—150
Зольность, %, не более	0,6	0,6	0,2
Содержание влаги, %, не более	5	5	3

Таблица XII.23

Требования к дорожным каменноугольным дегтям

Показатели	Д-1	Д-2	Д-3	Д-4	Д-5	Д-6
Вязкость, с, в пределах:						
С ₃₀ ⁵	5—70	—	—	—	—	—
С ₃₀ ¹⁰	—	5—20	20—50	50—120	120—200	—
С ₅₀ ¹⁰	—	—	—	—	—	10—80
Массовая доля воды, %, не более	3	1	1	1	1	1
Массовая доля веществ, не растворимых в толуоле, %, не более	18	20	20	20	20	20
Фракционный состав, % по массе перегоняется:						
до температуры 170°С	3	2	1,5	1,5	1,5	1,5
до температуры 270°С	20	20	15	15	15	10
до температуры 300°С	35	30	25	25	25	20
Температура размягчения, °С, остатка после отбора фракций до 300°С, не более	45	65	65	65	65	70
Массовая доля фенолов, %, не более	5	3	2	2	2	2
Массовая доля нафталина, %, не более	5	4	3	3	3	3

Примечание. Буква С с верхним и нижним индексом обозначает вязкость; верхний индекс — диаметр сточного отверстия прибора (мм), нижний индекс — температура материала при испытании (°С).

Требования к дорожным битумным эмульсиям, анионным, прямого типа

Показатели	БА-1	БА-2	СА	МА-1	МА-2
Скорость распада при смешении с цементом, мин	Менее 5		5—10	Более 10	
Массовая доля битума с эмульгатором, %	55—60	45—54	55—60	51—55	40—50
Вязкость при +20°С по вискозиметру ВУ, град	5—10	2—6	6—10	2—8	1,5—5
Вязкость при +20°С по вискозиметру для нефтяных битумов с отверстием 3 мм, с.	15—30	10—20	20—40	10—25	8—15
Устойчивость (при хранении) по остатку на сите с сеткой № 014, % по массе, не более:					
через 7 сут	0,8	0,7	0,8	0,8	0,7
» 30 »	1	1,0	1,2	1,2	1,2

Для приготовления битумных эмульсий анионных, прямого типа используют нефтяные битумы вязкие улучшенные марок БНД-200/300, БНД-130/200, БНД-90/130, БНД-60/90 и БНД-40/60. В качестве эмульгаторов используют продукты, содержащие анионные поверхностно-активные вещества (ПАВ) — высшие органические кислоты (жирные, смоляные, нафтенные, сульфонафтенные) или их щелочные соли (мыла). Требования к катионным эмульсиям, применение которых наиболее целесообразно для строительства слоев износа, приведены в табл. XII.25.

Таблица XII.25

Требования к катионным эмульсиям (ВСН 115-75 Минтрансстроя СССР)

Показатели	Нормы
Массовая доля кварцевого порошка, %, при смешении с которыми происходит распад эмульсий:	
быстрораспадающихся	Менее 50
среднераспадающихся	50—100
медленнораспадающихся	Более 100
Массовая доля битума с эмульгатором, %	50—60
Вязкость при +20°С по вискозиметру ВУ, град	6—15
Вязкость при +20°С по вискозиметру для нефтяных битумов с отверстием 3 мм, с	20—50
Водоустойчивость пленки из эмульсии на гранитном щебне	Хорошая
Однородность по остатку на сите с сеткой № 014, %	Не более 0,5
Устойчивость при хранении по остатку на сите с сеткой № 063, %:	
через 7 сут	0,3—0,5
» 30 »	0,7—0,8
Устойчивость при транспортировании по времени встряхивания, ч	Не менее 2

Битумные шламы. Эмульсионно-минеральную смесь литой консистенции, состоящую из песка, минерального порошка, эмульгатора, воды и дисперсного битума, называют битумным шламом. По ВСН 27-76 «Технические указания по применению битумных шламов для устройства защитных слоев на автомобильных дорогах», утвержденных Минавтодором РСФСР, рекомендованы четыре типа смесей: А — песчаные крупнозернистые, содержащие дробленый песок; Б — песчаные крупно- и среднезернистые, содержащие природный песок или смесь природного и дробленого; В — песчаные мелкозернистые, содержащие природный песок; Г — мастичные, содержащие только минеральный порошок. Требования к битумным шламам приведены в табл. XII.26.

Т а б л и ц а XII.26

Требования к битумным шламам

Показатели	Значение показателей	Показатели	Значение показателей
<i>Требования к битумным шламам в жидком состоянии</i>			1,5
Консистенция смеси по растеканию, см, для смесей типов:		Набухание вакуумированных образцов-таблеток после 15 суток выдерживания их в воде, % по объему, не более	
А, Б	10—16	Износ водонасыщенных под вакуумом образцов-балочек, г/см ² , не более, для дорог с интенсивностью движения, авт/сут:	
В, Г	14—18	более 2000	0,20
Расслаивание, % по массе, не более, для смесей типов:		1000—2000	0,30
А, Б	10	менее 1000	0,40
В, Г	5	Коэффициент длительной водоустойчивости по износу тонкослойных образцов-балочек, не менее, для смесей типов:	
<i>Требования к битумным шламам в твердом сформировавшемся состоянии</i>		А, Б	0,75
Водонасыщение образцов-таблеток под вакуумом, % объема, не более, для смесей типов:		В, Г	0,80
А	4	Коэффициент сцепления ф колеса с мокрым покрытием для смеси типа А	
Б, В, Г	3	То же, после испытания балочек на износ, не менее	Не менее требуемого* φ—0,05
Коэффициент водонепроницаемости образцов-таблеток, см/с, не более, для смесей типов:		Глубина шероховатости, мм	0,5
А, Б	5·10 ⁻⁸		
В	1·10 ⁻⁸		
Г	0,2·10 ⁻⁸		

* См. СНиП II-Д.5-72, табл. 27.

Отходы промышленности. В качестве вяжущих материалов в дорожном строительстве могут быть использованы некоторые отходы промышленности.

Деготь древесный — продукт разгонки древесной смолы на углевыжигательных, уксусно-спиртовых, смолокуренных заводах и в газогенераторных установках. При небольшой добавке битума пригоден для второстепенных дорожных работ.

К и р — песчаные и суглинистые грунты, пропитанные в природных условиях нефтью, которая окислилась и приобрела свойства битума; применим для укрепления грунтов.

Фусы каменноугольные — отходы при изготовлении кокса, конденсационный дегтя и разгонка его; представляет собой тягучую черную массу; применяются как вяжущие для устройства оснований и облегченных покрытий (80% фуса + 10% каменноугольного пека + 4% битума или 85% фуса + 15% антраценового масла).

Гудрон кислый — отход, получаемый при очистке нефтепродуктов серной кислотой на нефтеперегонных и газоочистительных заводах; при добавке в качестве окислителя известняковой муки возможно использование в качестве вяжущего.

W

§ XII.4. Асфальтобетоны и дегтебетоны

Асфальтобетоном (дегтебетоном) называют дорожно-строительный материал, получаемый из уплотненной асфальтобетонной (дегтебетонной) смеси. Асфальтобетонные (дегтебетонные) смеси состоят из объединенных битумом (дегтем) минерального порошка, песка и щебня, перемешанных в определенных пропорциях до полной однородности в подогретом состоянии. В зависимости от температуры асфальтобетонной (дегтебетонной) смеси при укладке ее на основание для устройства покрытия различают смеси горячие (120—160° С), теплые (60—80° С) и холодные (температура окружающего воздуха).

В зависимости от наибольшего размера зерен щебня или песка смеси подразделяют на крупнозернистые (до 40 мм), среднезернистые (до 25 мм), мелкозернистые (до 15—10 мм) и песчаные (до 5 мм). ГОСТ 9128—76 для горячих и теплых смесей рекомендовано 23 вида гранулометрических составов минеральной части с учетом расхода битума от 4 до 9%. В зависимости от назначения смеси готовят: для плотного асфальтобетона с остаточной пористостью 3—5%, с обязательным содержанием минерального порошка — для верхних слоев покрытий; для пористого асфальтобетона с остаточной пористостью 5—10%, не содержащие минерального порошка или содержащие минеральные частицы мельче 0,071 мм до 4% — для нижних слоев покрытий.

Плотные асфальтобетоны в зависимости от содержания в них щебня или песка (природного или дробленого) подразделяют на типы, приведенные в табл. XII.27 для горячих и теплых и в табл. XII.28 для холодных асфальтобетонов.

Таблица XII.27

Типы горячих и теплых асфальтобетонов

Тип асфальтобетона	Массовая доля щебня (гравия) или песка в асфальтобетонной смеси
А	50—65% щебня
Б	35—50% щебня (гравия)
В	20—35% щебня (гравия)
Г	Не менее 33% в дробленом песке зерен размером 1,25—5 мм
Д	Не менее 14% в природном песке зерен размером 1,25—5 мм

Таблица XII.28

Типы холодных асфальтобетонов

Тип асфальтобетона	Массовая доля щебня (гравия) или песка в асфальтобетонной смеси
Бх	35—50% щебня (гравия)
Вх	20—35% щебня (гравия)
Дх	Не менее 33% в дробленом песке зерен размером 1,25—5 мм, не менее 15% в природном песке зерен размером 1,25—5,0 мм

В зависимости от класса щебеночного материала и качества минерального порошка асфальтобетонные горячие и теплые смеси разделяют на четыре марки (табл. XII.29).

Показатели физико-механических свойств образцов плотных горячих и теплых асфальтобетонов

Показатели	Нормы по видам и маркам смесей			
	I	II	III	IV
Пористость минерального остова, % по объему для смесей типов:				
А и Б	15—19	15—19	15—19	15—19
В и Г	18—22	18—22	18—22	18—22
Д	—	—	Не более 22	Не более 22
Остаточная пористость, % по объему	2,5—4,5	2,5—4,5	2,5—4,5/ /3,0—5,0	2,5—4,5/ /3,0—5,0
Водонасыщение, % по объему для асфальтобетонов типов:				
А	2,0—4,5	2,0—4,5	—	—
Б и Г	1,5—3,5	1,5—3,5	1,5—3,5/ 1,5/4,0	1,5—3,0/ /1,5—4,0
В и Д	1,5—3,0	1,5—3,0	1,0—3,0/ /1,5—4,0	1,0—3,0/ /1,5—4,0
Набухание, % по объему, не более	0,5	1,0	1,0	1,5
Предел прочности при сжатии, кгс/см ² , при температуре не менее:				
а) +20° С для асфальтобетонов всех типов	24/20	22/18	20/18	16/14
б) +50° С для асфальтобетонов типов:				
А	9/8	8/7	—	—
Б и В	10/9	9/8	9/8	8/6
Г	14/10	12/9	—	—
Д	—	12/9	10/8	8/6
в) 0° С для горячих смесей всех типов, не более	120	120	120	120
Коэффициент водостойкости, не менее	0,9	0,85	0,8/0,7	0,7/0,6
Коэффициент водостойкости при длительном водонасыщении, не менее	0,85/0,80	0,75/0,60	0,70/0,60	0,60/0,50
Сцепление битума с минеральной частью асфальтобетонной смеси	Выдерживает			

Примечания. 1. В числителе приведены показатели свойств для горячих асфальтобетонов, в знаменателе — для теплых. 2. В районах с избыточным увлажнением придерживаются нижних пределов водонасыщения и остаточной пористости. 3. Для районов, относящихся к IV и V дорожно-климатическим зонам, показатель прочности при +50° С увеличивают для асфальтобетонов с применением щебня на 20%, с применением гранья и песка — на 30%. 4. Для районов, относящихся к I и II дорожно-климатическим зонам, показатель прочности при 0° С не должен превышать 90 кгс/см².

Зерновой состав минеральной части холодной асфальтобетонной смеси и содержание в ней битума

Тип смеси	Массовая доля зерен минерального материала, % _м мельче указанного размера, мм									Примерный расход битума в % по массе (сверх 100%)
	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071	
Мелкозернистые типа Бх	95—100	79—85	50—65	33—53	21—39	14—29	10—22	9—16	8—12	3,5—5,5
Мелкозернистые типа Вх	95—100	85—90	65—80	53—60	39—49	29—38	22—31	16—22	12—17	4,0—6,0
Песчаные типа Д	—	95—100	75—82	53—66	38—55	29—44	22—35	16—25	13—19	4,5—6,5
	—	—	—95—100	65—82	42—68	26—54	18—43	14—30	12—20	4,5—6,5

Примечания. 1. В случае применения активированных минеральных порошков пределы примерного расхода битума снижают на 0,5—1%. 2. Увеличивать содержание щебня (в рекомендуемых пределах) следует при применении природного песка, уменьшать — в случае применения дробленого песка.

Зерновой состав минеральной части холодных асфальтобетонных смесей и содержание в них битума приведены в табл. XII.30. Технические требования к холодным асфальтобетонным смесям приведены в табл. XII.31. Требования к горячим и теплым асфальтобетонным смесям для нижних слоев покрытий приведены в табл. XII.32.

Рекомендации по выбору типа и марки асфальтобетонной смеси в зависимости от категории дороги и дорожно-климатической зоны, а также марки битума для смесей приведены в табл. XII.33. В табл. XII.34 указана температура нагрева битумов для асфальтобетонных смесей в зависимости от их вида и марки битума, а также при применении ПАВ или без него.

Литые асфальтобетонные смеси, ранее укладываемые вручную, начинают снова получать распространение в связи с выпуском машин, позволяющих механизировать укладку и уплотнение смесей. Для приготовления их применяют битум с температурой размягчения 50—80°С и глубиной проникания 40—120; желательна добавка природного битума. Примерные составы литых смесей приведены в табл. XII.35.

Асфальтобетоны с добавками полимеров в последнее время находят все большее применение. В состав асфальтобетонных смесей вводят полимеры в виде добавки дивинилстирольного термоэластоласта (ДСТ) или резинового порошка. Эти добавки повышают трещиностойкость асфальтобетонных покрытий, повышают их шероховатость и коэффициент сцепления, снижают пластичность при высокой температуре и повышают устойчивость к динамическим воздействиям.

Массовая доля добавляемого в мешалку резинового порошка составляет 1,5—3%. ДСТ применяют преимущественно растворенным в углеводородных растворителях (сольвент, ксилол, бензол, керосин, дизельное топливо, топливо для реактивных двигателей ТС-1, жидкие битумы, гудрон). ДСТ вводят в битум при массовой доле его 2—2,5%. Технические требования на ДСТ приведены в табл. XII.36.

Требования к холодным асфальтобетонным смесям

Показатели	Нормы по видам и маркам смесей	
	I	II
Пористость минерального материала, % по объему, не более, для асфальтобетонов:		
Бх	18	18
Вх	20	20
Дх	21	21
Остаточная пористость, % по объему	5—9	5—9
Водонасыщение, % по объему	5—9	5—9
Набухание, % по объему, не более	1,2	1,8
Предел прочности при сжатии, кгс/см ² , не менее при температуре +20°С:		
до прогрева водонасыщенного асфальтобетона	11/12	7/8
то же, сухого асфальтобетона	15/17	10/12
после прогрева водонасыщенного асфальтобетона	16/18	10/12
то же, сухого асфальтобетона	18/20	13/15
Коэффициент водоустойчивости, не менее:		
до прогрева	0,75	0,60
после прогрева	0,9	0,80
Коэффициент водоустойчивости при длительном водонасыщении, не менее:		
до прогрева	0,5	0,4
после прогрева	0,75	0,65
Слеживаемость по числу ударов, не более	10	10
Сцепление битума с минеральной частью асфальтобетонной смеси	Выдерживает	

Примечание. В числителе приведены показатели прочности для мелкозернистых смесей, в знаменателе — для песчаных асфальтобетонов.

Таблица XII.32

Требования к горячим и теплым смесям для нижних слоев покрытий

Показатели	Нормы, % по объему	Показатели	Нормы, % по объему
Пористость минерально-остова	24	Водонасыщение	3—9
Остаточная пористость	5—10	Набухание, не более	1,5

Область применения различных асфальтобетонов для верхнего слоя
дорожного покрытия с учетом категории дорог и климатических условий

Дорожно-климатическая зона	Виды смесей	Категория автомобильной дороги								
		I, II			III			IV		
		Марка ас-фальтобетона	Тип гранулометрического состава	Марка битума	Марка ас-фальтобетона	Тип гранулометрического состава	Марка битума	Марка ас-фальтобетона	Тип гранулометрического состава	Марка битума
I	Горячие	I	А, Б, Г	БНД-90/130	II III	А, Б, В, Г Д Б, В, Д	БНД-90/130 БНД-60/90 БНД-90/130	IV	Б, В, Д	БНД-90/130 БНД-60/90
	Теплые	I	А, Б, Г	БНД-130/200 БНД-200/300 БГ-70/130 СГ-130/200	II	А Б, В, Г, Д	БНД-130/200 БНД-200/300 БГ-70/130 СГ-130/200	III IV	Б, В, Д	БНД-130/200 БНД-200/300 БГ-70/130 СГ-130/200
	Холодные	Не применяют								
II, III	Горячие	I I	А Б, Г	БНД-40/60 БНД-60/90 БНД-40/60	II III	А, Б, В, Г, Д Б, В, Д	БНД-60/90 БНД-90/130 БНД-60/90 БНД-90/130	IV	Б, В, Д	БНД-60/90 БНД-90/130
	Теплые	Не применяют			II	А, Б, В, Г, Д	БНД-130/200 БНД-200/300 БГ-70/130 СГ-130/200	III, IV	Б, В, Д	БНД-130/200 БНД-200/300 СГ-130/200 СГ-70/130

Дорожно-климатическая зона	Виды смесей	Категория автомобильной дороги								
		I, II			III			IV		
		Марка асфальтобетона	Тип гранулометрического состава	Марка битума	Марка асфальтобетона	Тип гранулометрического состава	Марка битума	Марка асфальтобетона	Тип гранулометрического состава	Марка битума
	Холодные	Не применяют			I	Бх, Вх, Дх	СГ-70/130	II	Бх, Вх, Дх	СГ-70/130 МГ-70/130
IV V	Горячие	I	A	БНД-40/60 БНД-60/90	II	A, Б, Г	БНД-40/60 БНД-60/90	IV IV	Б В, Д	БНД-40/60 БНД-40/60 БНД-60/90
		I	Б, Г	БНД-40/60	III II, III	Б В, Д	БНД-90/130 БНД-40/60 БНД-40/60 БНД-60/90			
	Теплые	Не применяют			II	A, Б, В, Г, Д	БНД-130/200 БНД-200/300 ВГ-70/130 СГ-130/200	III и IV	Б, В, Д	БНД-130/200 БНД-200/300 СГ-130/200 БГ-70/130
	Холодные	Не применяют			I	Бх, Вх, Дх	СГ-70/130	II	Бх, Вх, Дх	МГ-70/130 СГ-70/130

Температура нагрева битума при выпуске из смесителя и при укладке

Виды смесей	Марка битума	Температуры смесей, °С			
		при выпуске из смесителя		в асфальтоукладчике при укладке	
		без ПАВ	с ПАВ	без ПАВ	с ПАВ
Горячие	БНД-90/130 БНД-60/90 БНД-40/60	140—160	120—140	120	100
Теплые	БНД-200/300	110—130	100—120	80	80
	БНД-130/200	80—100	80—100	70	70
	БГ-70/30 СГ-130/200	80—100	80—100	70	70
Холодные	СГ-70/130	90—110	80—100	Не ниже +5° весной > > +10° осенью	
	МГ-70/130	90—120	80—100		

Примечание. При устройстве конструктивных слоев дорожных одежд при пониженной температуре воздуха в случае использования вязких битумов допускают применение смесей, температура которых на +10° С выше указанной в табл. XII.34.

Таблица XII.35

Примерный состав литой асфальтобетонной смеси

Материалы	Массовая доля компонентов, %
Битум	8—9
Минеральный порошок	40—50
Песок и щебень	45—50

Таблица XII.36

Технические требования на ДСТ (ТУ 38-40365—74)

Показатели	Нормы	Показатели	Нормы
Характеристическая вязкость, Дж/г	1,2—1,4	Потеря в массе, %, не более	0,3
Предел прочности при разрыве, кгс/см ² , при 22±2° С, не менее	160	Массовая доля воды, %, не более	0,5
Относительное удлинение при 22±2° С, %, не менее	650	То же, золы, %, не более	0,1
Относительное остаточное удлинение, %	25	То же, свободного стирала, % не более	0,01
Эластичность по отскоку, %, не менее	50	То же, антиоксиданта ДФФД, %	0,5—1,0
Массовая доля связного стирола, %	29±2	То же, металлов, %, не более:	
		медь	0,00015
		железа	0,004

**Поверхностно-активные вещества и активаторы,
применяемые при приготовлении асфальтобетонных смесей**

Класс ПАВ	Рекомендуемый предел концентрации ПАВ при введении		Температура ПАВ при введении в битум или на минеральный материал, °С	Температура битума при введении ПАВ, °С			Наименование ПАВ и активаторов	Технические условия на ПАВ и активаторы
	в битум, массовая доля от битума, %	на минеральный материал, массовая доля % от минерального материала		вязкого	жидкого			
					СГ	МГ		
<i>Катионо-активные</i> Высшие алифатические амины	0,5—1,0	0,05—0,10	50—70	110—130	70—100	100	БП-3, продукт на основе полиэтиленполиамина и синтетических жирных кислот	ТУ 38-2-а-170—74 с изменением № 2
							Амины алифатические C ₁₇ —C ₂₁ (технические); продукт процесса гидрирующего алинирования жидких кислот	МРТУ 6-02-38—66
							Октадецеламин продукт гидрирования стеарина	ТУ NV-ГАП-705—56
<i>Анионо-активные</i> Высшие карбоновые кислоты	3—5	0,2—0,3	50—70	110—130	70—100	70—100	Смола госсиполовая (хлопковый гудрон), продукт, получаемый в виде кубового остатка от дистилляции жирных кислот, выделенных из хлопкового мыла	ОСТ 18-114—73
							Гудрон жировой — продукт, получаемый при дистилляции жирных кислот	СТУ 30-9121—63

							лот, выделенных после расщепления натуральных жиров	
							Синтетические жирные кислоты C ₁₇ —C ₂₁	МРТУ 38—7-1—67
Смолы твердых топлив	10—12	1—3	50—100	110—130	70—100	70—100	Сланцевая низкотемпературная смола (жидкий сланцевый деготь в пределах марок от С-2 до С-5)	РСТЭССР 82—72
							Смола каменноугольная	ГОСТ 4492—69
							Древесная смола газогенераторная и сухоперегонная	МРТУ 13-05-15—65 ГОСТ 11238—65
Активаторы	—	/ 1—3	—	—	—	—	Известь гидратная	ГОСТ 9179—70
							Портландцемент и гидрофобный портландцемент марок 400—600	ГОСТ 10178—76

Примечание. Температура для жидких битумов указана при приготовлении их на асфальтобетонных заводах.

§ XII.5. Поверхностно-активные вещества

Для улучшения сцепления битума с сухой и влажной поверхностью минеральных материалов, особенно при строительстве дорожных покрытий весной и осенью, для улучшения и ускорения перемешивания, укладки, уплотнения смесей, а также для ускорения формирования покрытий из холодных асфальтобетонных смесей применяют поверхностно-активные вещества. ПАВ различают: анионоактивные (высшие карбоновые кислоты, соли (мыла) тяжелых и щелочно-земельных металлов высших карбоновых кислот, высшие фенолы) и катионоактивные (соли высших первичных, вторичных и третичных алифатических аминов, водорастворимые, четырехзамещенные аммониевых оснований).

ПАВ вводят в асфальтобетонные смеси путем: добавления их в битум при производстве битума на нефтеперерабатывающем заводе; при активации минерального порошка при его помоле; на минеральный материал в мешалку асфальтобетонной установки. Кроме ПАВ, в асфальтобетонные смеси вводят активаторы поверхности минеральных материалов (цемент, известь, сланцевую золу). Виды ПАВ и их применение приведены в табл. XII.37. Сокращенные обозначения основных анионоактивных ПАВ приведены в табл. XII.38.

Т а б л и ц а XII.38

Продукты активизации, содержащие высокие карбоновые кислоты

Продукты	Сокращенное обозначение	Продукты	Сокращенное обозначение
Госсилоловая смола (хлонковый гудрон)	ГС	Кубовые остатки синтетических жирных кислот	КОК
Оксисленный петролатум	ОП	Второй жировой гудрон	ЖЖГ
Парафиновый оксидат	ПО	Оксисленный рисайкл	ОР
Синтетические жирные кислоты	СЖК		

В качестве ПАВ применяют также: анионоактивные вещества типа железных солей высших карбоновых кислот в смеси с вязким битумом; смолы (или дегти), получаемые при низкотемпературной переработке твердых топлив; гидрофобизирующую кремнийорганическую жидкость ГКЖ-94 (полиэтилгидросилоксан) (ГОСТ 10834—76).

§ XII.6. Минеральные вяжущие материалы

Минеральные (неорганические) вяжущие материалы — порошкообразные вещества, которые после затворения водой, а в некоторых случаях слабым раствором некоторых солей, способны постепенно переходить из тестообразного (вязкожидкого) состояния в твердое, приобретая свойства камня. Классификация минеральных вяжущих материалов приведена в табл. XII.39.

Минеральные вяжущие разделяют на воздушные и гидравлические. Воздушные вяжущие твердеют и не снижают прочность на воздухе. К ним относят воздушную строительную известь и гипсовые вяжущие вещества. Гидравлические вяжущие вещества твердеют и не снижают прочность на воздухе и в воде. К ним относят большинство цементов и гидравлическую известь. Минеральные вяжущие широко применяют для всех дорожных конструкций и сооружений в бетонных смесях и растворах и для укрепления грунтов.

Строительная известь. Строительную известь (ГОСТ 9179—70) по условиям твердения разделяют на воздушную и гидравлическую.

При обжиге негашеную известь получают в виде комьев различных размеров (комовая) или в виде порошка (табл. XII.40). Порошкообразную негашеную известь, получаемую путем помола комовой, иногда называют известью-кипелкой. Разновидностью негашеной является молотая карбонатная известь, получаемая в виде смеси совместно измельченных молотой негашеной извести и карбонатных

Минеральные (неорганические) вяжущие материалы

Вид минерального вяжущего	Общая характеристика вида вяжущего	Продукция, применяемая в строительстве
Вяжущие воздушно-го твердения (воздушные)	Воздушная известь Гипсовые вяжущие	Воздушная известь Строительный гипс, ангидридовый цемент
Вяжущие воздушно-го твердения (гидравлические)	Магнезиальные вяжущие Не содержащие гидравлических добавок или с массовой долей их не более 15%	Каустический магнезит, каустический доломит Гидравлическая известь, романцемент, портландцемент, глиноземистый цемент
Гидравлические добавки	С массовой долей гидравлических добавок более 15%, полученные смешением: известки с гидравлическими добавками	Известково - пуццолановый цемент, известково-шлаковый цемент, известково-зольный цемент, глинит-цемент
	портландцемента с гидравлическими добавками	Пуццолановый цемент, шлакопортландцемент
Гидравлические добавки	Кислые, естественные	Пуццоланы, трассы, кремнеземные осадочные породы
	Кислые, искусственные	Глинистые, кислые доменные шлаки, сиштоф, золы некоторых видов топлива
Гидравлические добавки	Основные	Гранулированные доменные шлаки

пород. Химически соединяясь с водой, негашеная известь образует гашеную (гидратную) известь (табл. XII.41); при гашении по специальному расчету соотношения извести и воды получают порошок, называемый известью-пушонкой.

Цементы. Цементы применяют для приготовления цементобетонных смесей и растворов. Для дорожных бетонов (ГОСТ 8424—72) и укрепления грунтов (ВСН 25-64 Госстроя СССР) применимы: портландцементы, шлакопортландцементы, глиноземистые, расширяющиеся, безусадочные цементы, а также сульфатно-шлаковый цемент. Остальные виды цементов находят применение при строительстве временных зданий и сооружений, а также для вспомогательных сооружений (каменные подпорные стенки, парапеты и др.) и других элементов обустройства дорог. Основные характеристики цементов, их особенности и область применения приведены в табл. XII.42.

Добавки к цементам. При производстве цементов для улучшения их строительно-технических свойств вводят различные материалы.

Специальные материалы, облегчающие помол клинкера — интенсификаторы помола, к ним относятся: петралатум, уголь, контакт Петрова и др. Вводят в количестве до 1% от массы цемента.

Гидрофильные пластифицирующие вещества, повышающие смачиваемость цемента и сообщающие смесям подвижность — сульфитно-спиртовая барда (ССБ). По ГОСТ 8518—57 концентраты ССБ разделяют на жидкие (КБЖ), твердые (КБТ) и порошкообразные (КБП); вводят при помоле до 0,15—0,25% от массы цемента (считая на сухое вещество). Вместо ССБ применяют сульфитно-дрожжевую бражку (СДБ).

Гидрофобные (гидрофобизирующие) пластифицирующие вещества уменьшают смачиваемость цемента. К ним относят: мылонафт (ГОСТ 3853—47), асидол (ГОСТ 4118—53), асидол-мылонафт (ГОСТ 3854—47). Количество добавок 0,06—2% от массы цемента (считая на сухое вещество).

Воздушная известь

Показатели	Кальциевая сортов			Магнезиальная и доломитовая сортов		
	1	2	3	1	2	3
Массовая доля CaO+MgO в пересчете на сухое вещество, %, не менее:						
в негашеной извести без добавок	90	80	70	85	75	65
» » с добавками	64	52	—	64	52	—
Массовая доля активной MgO, %, не более	5	5	5	20(40)	20(40)	20(40)
Массовая доля углекислоты CO ₂ , %, не более	3	5	8	5	8	11
Массовая доля непогасившихся ззрен в негашеной комовой извести, %, не более	7	10	12	10	15	20
Потери при прокаливании, %, не более	5	7	10	7	10	13

Примечания. 1. В скобках указано содержание MgO для доломитовой извести. 2. Если по отдельным показателям известь соответствует разным сортам, то сортность определяют по низшему показателю. 3. Тонкость помола всех сортов и всех видов извести — остаток частиц на ситах с сеткой: № 02 — не более 1%, № 008 — не более 10%. 4. Время гашения для всех сортов воздушной негашеной извести составляет: быстрогасящейся извести — не более 8 мин; среднегасящейся извести — не более 25 мин; медленногасящейся извести — не менее 25 мин.

Таблица XII.41

Гидравлическая известь

Показатели	Слабогидравлическая известь	Сильногидравлическая известь	Показатели	Слабогидравлическая известь	Сильногидравлическая известь
Массовая доля активных CaO+MgO в пересчете на сухое вещество, в %:			Предел прочности при сжатии образцов, кгс/см ² , не менее:		
не менее	15	1	через 7 сут	—	10
не более	60	15	» 28 »	20	50
Массовая доля активной MgO, %, не более	5	5	Тонкость помола — остаток частиц, %, не более, на ситах с сеткой:		
Массовая доля углекислоты CO ₂ , %, не более	7	5	№ 02	1	1
Потери при прокаливании, %, не более	9	7	№ 008	10	10

Инертные минеральные материалы (наполнители) применяют в целях экономии клинкера и снижения стоимости цемента. Микронаполнители получают путем тонкого измельчения известняков, доломитов, кварцевых песков и отходов топливной и металлургической промышленности. На основе портландцемента и добавок получают карбоновые и песчаные цементобетоны.

Активные минеральные материалы (гидравлические) вводят в целях снижения стоимости цемента и регулирования некоторых его свойств. Природные добавки осадочного (диатомиты, трепелы, глиежи, опоки) и вулканического (трассы, туфы, пеллы, пемзы) происхождения. Искусственные активные минеральные добавки (ГОСТ 6269—63) включают гранулированные доменные шлаки, нефелиновый (белитовый) шлак, золу-уноса. Вводят добавок до 15% от массы цемента. При введении при помоле 30—60% гранулированного доменного шлака, получаемый цемент именуют шлакопортландцементом.

Цементы

Цемент	Марка	Предел прочности раствора 1:3 через 7 сут, кгс/см ²		Область применения и особенности	Ограничения применения
		при сжатии	при разрыве		
Портландцементы (ГОСТ 10178—76)	300	300	45	Применим для всех элементов дорожных одежд, укрепления грунтов и всех несущих бетонных и железобетонных конструкций, работающих в обычных условиях	Не применим для покрытий, на которые могут попадать кислоты и щелочи (соляная, азотная и серная кислота, едкий натр, аммиак и др.)
	400	400	55		
	500	500	60		
	600	600	65		
Пуццолановый портландцемент (ГОСТ 10178—76)	200	200	35	Применим для бетонных и железобетонных конструкций искусственных сооружений. Устойчив в проточных водах. Используется для гидротехнических, водопроводных и канализационных сооружений. Рекомендуется для изделий, изготавливаемых с применением пропаривания	Недостаточно устойчив в кислотах и щелочах. При марках 300 и ниже твердеет медленнее, чем портландцемент тех же марок. Менее морозостоек, чем портландцемент. При зимних работах требует тщательного ухода и наблюдений за температурой твердения
	300	300	45		
	400	400	55		
Шлакопортландцемент (ГОСТ 10178—76)	200	200	35	Применяют там же, где и пуццолановый портландцемент	При марке 300 и ниже твердеет медленнее портландцемента тех же марок. При зимних работах требует тщательного ухода и наблюдения за температурой при твердении. Для дорожных покрытий непригоден
	300	300	45		
	400	400	55		
	500	500	60		

Цемент	Марка	Предел прочности раствора 1:3 через 7 сут., кгс/см ²		Область применения и особенности	Ограничения применения
		при сжатии	при разрыве		
Известково - шлаковое вяжущее (ГОСТ 2544—76)	50	50	—	Отличается медленным схватыванием и медленным твердением. При твердении требует много влаги и поэтому требует частой поливки. Хорошо поддается пропариванию. Пригодно для низких марок бетона, для шлакобетонных изделий. Чувствительно к пониженной температуре	Непригодно для несущих железобетонных конструкций; неприменимо при низкой температуре
	100	100	—		
	150	150	—		
	200	200	—		
Известково-пуццолановое вяжущее (ГОСТ 2544—76)	25	25	—	Пригодно для бетонов низких марок; хорошо поддается пропариванию, отличается медленным схватыванием и твердением; чувствительно к низкой температуре	Непригодно для несущих железобетонных конструкций; неприменимо при низкой температуре; при хранении на складе быстро теряет активность
	50	50	—		
	100	100	—		
	150	150	—		
Известково - глинистое вяжущее (ГОСТ 2544—76)	25	25	—	Пригодно для бетонов низких марок, для изготовления шлакоблочных камней; хорошо поддается пропариванию	Непригодно для несущих железобетонных конструкций. Неприменимо при низкой температуре; при хранении на складе быстро теряет активность
	50	50	—		
	100	100	—		
	150	150	—		
Известково - зольное вяжущее (ГОСТ 2544—76)	25	25	—	Известково-пуццолановое вяжущее с добавкой топливной золы. Пригодно для бетонов низких марок, для шлакоблочных блоков; хорошо поддается пропариванию	То же

Сульфатостойкий портландцемент (ГОСТ 10178—76; ГОСТ 5.2138—73)	400	400	55	Применяют для бетона и железобетона искусственных и гидротехнических сооружений в условиях агрессивных сульфатных вод	Устойчив в условиях многократного попеременного действия воды и мороза
Тампонажный цемент (ГОСТ 1581—63)	Для холодных скважин Для горячих скважин	—	На 2-е сутки 27 62	Применяют для сооружений, возводимых с искусственным понижением уровня грунтовых вод, для прекращения поступления воды в котлованы путем цементации грунтов и для цементации буровых скважин; обладает высокой прочностью, особенно на изгиб	Употребляют только как материал специального назначения
Гипсоглиноземистый расширяющийся цемент (ГОСТ 11052—74)	— —	Через 3 суток	— —	Представляет собой быстро схватывающееся и быстротвердеющее вяжущее. Применяют при восстановлении разрушенных железобетонных покрытий, для заливки болтов, заделки трещин	То же
Гидрофобный портландцемент (ГОСТ 10178—76)	300 400	300 400	45 55	Получают путем добавки при помоле портландцемента гидрофобных материалов, увеличивающих стойкость цемента против действия влаги при длительном хранении, а также содействующих увеличению подвижности бетонных смесей	Способен сохранять активность при длительном хранении и перевозках в неблагоприятных условиях. Придает смесям повышенную подвижность и удобоукладываемость, а бетонам и растворам — повышенную морозостойкость, воздухопроницаемость и воздухоустойчивость

Цемент	Марка	Предел прочности раствора 1 : 3 через 7 сут, кгс/см ²		Область применения и особенности	Ограничения применения
		при сжатии	при разрыве		
Пластифицированный портландцемент (ГОСТ 10178—76)	300 400 500	300 400 500	45 55 60	Отличается от обычных цементов вводимой в него пластифицирующей добавкой, сообщающей бетонной смеси повышенную подвижность. Введение пластифицирующей добавки облегчает укладку, позволяет снизить водоцементное отношение, дает экономию цемента до 8—10%	—
Цемент мокрого помола	—	—	—	Гидравлическое вяжущее в виде пластичной массы, получаемой в результате помола цементного клинкера в присутствии воды и активаторов схватывания и твердения, а также пластификатора. Активность цемента мокрого помола выше активности цемента, получаемого из тех же материалов при сухом помоле	Неприменим на объектах с малой потребностью в цементе и бетоне, так как установки мокрого помола обеспечивают производительность не менее 50 тыс. м ³ бетона в год; не допускает хранения, должен немедленно применяться в дело

Быстротвердеющий
портландцемент
(ГОСТ 10178—76)

Быстротвердеющий
шлакопортландце-
мент (ГОСТ 10178—
76)

Через 3 суток

250

250

40

200

200

35

Глиноземистый це-
мент (ГОСТ 969—66)

Через 3 суток

500

500

60

Белый портландце-
мент (ГОСТ 965—66)

500

500

60

Портландцемент с повышенной тонкостью помола, обладает более интенсивным, чем обычный, нарастанием прочности

Для ремонтных работ и в конструкциях, требующих срочного пуска их в эксплуатацию

Высокая прочность в раннем возрасте (через сутки 80—90% нормы). При твердении в среде с повышенной температурой (30°С и выше) значительно теряет прочность. Применим для бетонных и железобетонных конструкций всех марок и видов. Особенно ценен для ремонта железобетонных покрытий и быстрого ввода сооружений в эксплуатацию

Бетон на глиноземистом цементе нельзя подвергать пропариванию или электроподогреву. Нельзя укладывать на свежееуложенный бетон из портландцемента ранее чем через 7 суток после начала его твердения. Нельзя смешивать с известью или портландцементом, так как это может повлечь быстрое схватывание и потерю прочности бетона

Применяют для цветных бетонов, при добавке красителей как декоративный вяжущий материал

Неприменим для строительных работ по экономическим соображениям

§ XII.7. Цементобетоны

Цементобетоном называют искусственный каменный материал, получаемый в результате затвердевания рационально подобранной смеси цемента, воды, минеральных материалов (заполнителей) — песка, щебня или гравия и различных добавок, вводимых в цементобетонную смесь с целью улучшения ее технических свойств и бетона. Цементобетоны разделяют на особо тяжелые (более 2500 кг/м³), тяжелые (1800—2500 кг/м³), легкие (500—1800 кг/м³) и особо легкие (менее 500 кг/м³). По наибольшей крупности минеральных составляющих цементобетоны разделяют на мелкозернистые (размер щебня до 10 мм), крупнозернистые (до 150 мм); для дорожных покрытий наибольший размер щебня в цементобетоне 40 мм, для оснований — 70 мм. Для дорожных покрытий применяют тяжелые бетоны; для оснований и искусственных сооружений — тяжелые и легкие бетоны.

Для затворения цементобетонных смесей применяют любую воду, пригодную для питья. В сомнительных случаях воду проверяют (по ГОСТ 4798—69). Минерализованные воды для затворения и поливки бетона применяют в тех случаях, если показатели их химического состава удовлетворяют следующим требованиям:

Общее содержание солей, мг/л, не более	5000
Содержание ионов растворимых солей, мг/л, не более	2700
Водородный показатель рН, не менее	4

Необходимо также во избежание коррозии бетонов определять агрессивное воздействие окружающей среды и в зависимости от агрессивности воды среды принимать меры по предохранению бетона.

Основные показатели цементобетонных смесей и бетонов, применяемых для дорожных одежд, приведены в табл. XII.43—XII.45.

Виды добавок для дорожных цементобетонных смесей, повышающих морозостойкость бетона, подвижность и удобообрабатываемость смесей и дающих экономию цемента, приведены в табл. XII.46.

Таблица XII.43

Показатели жесткости и подвижности дорожных цементобетонных смесей

Вид конструкции или элемента сооружения	Жесткость, с	Подвижность (величина осадки конуса), см
Дорожные и аэродромные бетонные покрытия (при уплотнении и отделке машинами)	10—25	4—2
Основания под капитальные покрытия	30—40	0
Массивные неармированные сооружения (подпорные стенки, фундаменты и опоры мостов), конструкции с редко расположенной арматурой, плиты, балки, колонны	15—25	4—2
Тонкостенные конструкции, сильно насыщенные арматурой (до 1%), бетонируемые на месте	10—15	4—6
Конструкции, обособно насыщенные арматурой (более 1%) — арочные и балочные мосты, опорные части	5—10	5—8

Автоклавные бетоны готовят из смеси кварцевого песка, воздушной извести и добавок (например, гипса) с последующим перемешиванием, механическим формованием и запариванием в автоклаве при температуре около 180° С и давлении 9—10 кгс/см². Получаемые изделия — крупные блоки и плиты —

Таблица XII.44

Марки цементобетонов, применяемых для дорожных одежд

Элементы дорожных одежд	Тяжелый бетон		Легкий бетон	
	Предел прочности, кгс/см ²			
	при сжатии	при растяжении при изгибе	при сжатии	при растяжении при изгибе
Основания капитальных покрытий	75; 100; 150; 200; 250	15; 20; 25; 30; 35	75; 100; 150	15; 20; 25
Однослойные покрытия и верхний слой двухслойных покрытий	300; 350; 400	40; 45; 50	—	—
Нижний слой двухслойных покрытий	250; 300	35; 40	—	—

Таблица XII.45

Марки бетона по морозостойкости

Назначение бетона	Показатель морозостойкости Мрз для районов со среднемесячной температурой воздуха наиболее холодного месяца, °С		
	От 0 до -5	от -5 до -15	ниже -15
Однослойные и верхние слои двухслойных покрытий	100	150	200
Основания и нижние слои двухслойных покрытий	—	50	50
Конструкции из неармированного бетона или содержащего арматуру, не учитываемую в расчете на прочность	100	200	300

Таблица XII.46

Поверхностно-активные вещества, применяемые для дорожных цементнобетонных смесей

Добавки	Массовая доля добавки, % от массы цемента	Рекомендуемая область применения
Водно-растворимый полимер ВРП-1	0,035	Для всех цементнобетонных смесей, особенно для ремонта монолитного бетона
Абнетат натрия (смола воздуховлекающая нейтрализованная — СНБ)	0,02—0,03	
Концентраты сульфитно-дрожжевой бражки (СДБ) в расчете на сухое вещество	0,2—0,25	
Мылонафт в расчете на товарный раствор мылонафта, содержащий 45—50% воды	0,08—0,06	Дорожные покрытия, сборные
Гидрофобные кремнийорганические жидкости (ГКЖ-94) в расчете на 100% жидкости	0,1—0,15	Элементы, бордюрные плиты

отличаются прочностью и морозостойкостью и могут быть применены для устройства сборных дорожных одежд. Силикатный (известково-песчаный) бетон обладает прочностью при сжатии 400—500 кгс/см² и морозостойкостью 300—400 циклов.

Песчаные бетоны готовят без щебеночных материалов. Применение их целесообразно в районах, имеющих месторождение песка, при отсутствии щебня и гравия. При приготовлении песчаного бетона обязательно применение поверхностно-активных веществ, наиболее целесообразна добавка ВРП-1 или комплексная добавка смеси ВРП-1 и хлористого кальция. Песчаные бетоны используют для однослойных и двухслойных покрытий, оснований и других сооружений, а также для ремонта цементобетонных покрытий.

Песчаные бетоны в сравнении с обычными бетонами требуют на 10% больше расхода цемента, в 2,5—3 раза больше содержат песка и имеют на 5% меньшую плотность. Исходя из этих данных следует применение песчаного бетона обосновывать экономическим расчетом. Марка песчаного бетона по прочности на растяжение при изгибе составляет от 20 до 60; по прочности при сжатии — от 100 до 350 кг/см².

Карбонатные бетоны,готавливаемые на мелком и крупном щебне карбонатных пород, применяют для дорожных оснований. Экономичность применения карбонатных бетонов основана на уменьшении для этих бетонов массовой доли цемента на 10—20%. Марки карбонатного бетона по прочности при сжатии назначают не менее 100 (при прочности на растяжении при изгибе 20—25) и не менее 150 кгс/см² (при прочности на растяжении при изгибе 30—35 кгс/см²).

Для ухода за уложенным в покрытие бетоном применяют пленкообразующие материалы, нормы расхода которых приведены в табл. XII.47.

Таблица XII.47

Пленкообразующие материалы для ухода за бетоном

Пленкообразующий материал	Норма расхода, г/м ² , при температуре воздуха	
	до +25° С	выше 25° С
Помароль (ПМ-86)	400	600
Лак этиноль	600	1000
Битумные эмульсии	600	1000
Битум, разжиженный бензином	600	1000
Водный раствор извести для осветления пленок темного цвета	—	400

§ XII.8. Материалы из пластических масс

Пластическими массами называют материалы, содержащие в качестве важной составной части синтетические смолообразные высокомолекулярные вещества (полимеры), обладающие пластичностью на определенных стадиях их производства. По способу получения различают смолы полимеризационные (полиэтиленовые, полистирольные, поливинилхлоридные и полиакрилатные) и поликонденсационные (фенолформальдегидные, карбомидные, полиэфирные, эпоксидные, кремнийорганические).

Полиэтилен — твердый, слегка просвечивающийся белого цвета материал; благодаря химической стойкости, механической прочности, морозостойкости и другим качествам полиэтилен широко применяют в технике и строительной промышленности. Из полиэтилена изготавливают пленку для укрытия свежесуложенного цементобетона, для устройства водонепроницаемых слоев земляного полотна, трубы, стойкие в агрессивной среде и др.

Поливинилхлорид (ПВХ) — получают полимеризацией хлористого винила. Добавка порошкообразного ПВХ в битум при его нагревании значительно повышает качества битума; так, прилипание битума к минеральному материалу при поверхностной обработке через несколько часов достигает такой степени, как при использовании битума без добавки через две недели. Пластифицированный ПВХ (с добавкой 30—60% пластификатора — дибutilфталата, трикрезилфосфата) применяют для покрытий полов, стен, потолков.

Полистирол — продукт полимеризации ненасыщенного углеводорода — стирола. Из полистирола изготавливают цветные облицовочные плитки и архитектурные изделия.

Поливинилацетат — полимер винилацетата. Благодаря высокой адгезии к стеклу, камню широко применим в производстве эластичных, светостойких бесцветных лаков и клеев.

Поливинилацетатная эмульсия — продукт полимеризации винилацетата в водной среде. Применяют как добавку к бетону для повышения износостойкости, прочности при разрыве, приготовления полиурбетона.

Полиакрилаты — представляют бесцветную прозрачную стекловидную массу, широко известную как органическое стекло (плексиглас).

Фенилформальдегидные смолы — получают поликонденсацией фенолов и формальдегида. Применяют для укрепления грунтов.

Резольные (бакелитовые) смолы — получают поликонденсацией формальдегида. Спиртовой раствор применяют в качестве клея.

Кумароно-инденовые смолы — продукт полимеризации кумарона и индена. Применяют для приготовления цветных асфальтобетонов благодаря их сравнительно с битумами светлomu цвету.

Эпоксидные смолы — получают при взаимодействии различных органических соединений, содержащих эпоксидную группу с фенолами, спиртами, аминами. Отвержденные эпоксидные смолы обладают высокими механическими свойствами, малой усадкой при твердении. Находят применение в качестве клеев для соединения отдельных железобетонных элементов, омоноличивания бетонных сооружений, приготовления пластбетона, ремонта цементобетонных покрытий и устройства слоев износа.

Кремнийорганические смолы — применяют в лаках и эмалях, служащих в качестве атмосферостойких покрытий, защищающих металлы от коррозии.

Гидрофобизирующие кремнийорганические жидкости (ГКЖ) — применяют для гидрофобизации дорожных покрытий и снижения сцепления с ними льда, при борьбе с гололедом.

Резиновый порошок (ТУ 38-10436-70) получают в результате дробления и размола старых автомобильных покрышек. При добавке в битум, в асфальтобетонные смеси и мастики повышает их эластичность и трещиностойкость.

Полимерцементобетон — искусственный материал, получаемый в результате затвердевания рационально подобранной смеси щебня, песка, цемента, воды и полимерной добавки. В качестве полимерной добавки применяют каучук, дивинилный поливинилацетат, поливинилхлорид, а также фенолформальдегидные полиэфирные, кремнийорганические смолы. От обычных бетонов полимерцементобетоны отличаются значительно более высокой прочностью при растяжении и изгибе, повышенным сцеплением со многими строительными материалами, водонепроницаемостью, износостойкостью и устойчивостью к слабым агрессивным реагентам.

Пластбетоны — специальные бетоны, вяжущим в которых является синтетическая (терморезистивная) смола, а минеральными составляющими — щебень, песок и тонкомолотый минеральный порошок. В качестве вяжущего применяют эпоксидные, фурановые, полиэфирные, фенолформальдегидные смолы. Прочный монолитный пластбетон получают при помощи отвердителей, которые переводят смолу в термостабильное состояние. По сравнению с обычными бетонами пластбетоны обладают повышенной прочностью при растяжении и изгибе, морозостойкостью, износостойкостью, водонепроницаемостью и высокой химической стойкостью.

Стеклопластики — пластические массы, связующим веществом которых являются синтетические смолы, а наполнителем или армирующим материалом, придающим повышенную прочность, — стеклянное волокно. Стеклопластики полу-

чают большое распространение как материал для создания обустройства дорог — указательных знаков, ограждающих устройств (направляющие столбики), павильонов автобусных остановок и др.

Стеклотекстолиты — пластики на основе различных видов стеклянных тканей; применяют как конструкционный и электроизоляционный материалы.

Газонаполненные пластмассы — характеризуются физической неоднородностью и лемзовидной структурой. Отличаются небольшой плотностью и высокой тепло-, звуко- и электроизолирующей способностью. Материалы с явно выраженной замкнутойчейной структурой называют пенопластами, а с открытой пористой структурой — поропластами. Жесткие пенопласты, изготавливаемые в виде прямоугольных плит толщиной не менее 5 см, рекомендуются к применению в качестве теплоизолирующих слоев в дорожных одеждах на земляном полотне из грунтов, подверженных пучинообразованию.

Маркировочные мастики — смесь вяжущего, каучука, минеральной части и растворителей, а для цветных — и пигмента. В качестве вяжущего для холодных мастик применяют инденкумароновую смолу с бутадиеновым каучуком и латексом.

Для маркировки применяют холодные мастики следующих составов:

белая краска «Оруд» — 24%, инденкумароновая смола 9%, бутадиеновый каучук 7%, дробленый кварцевый песок 60%, растворитель-метилен — четырехкратное количество от массы каучука;

белая эмульсионная краска 14%, латекс — 13%, эмульсия инденкумароновой смолы — 13%, дробленый кварцевый песок — 60%, стабилизатор ОП-7 — 5% от массы латекса.

Наиболее устойчива в эксплуатации маркировка с применением горячих пластиков. Примерный состав может быть: кумароновая смола — 11%, пластификатор — 4%, титановые белила — 5%, дробленый кварцевый песок — 80%.

Лак этиноль — отход производства синтетического каучука; раствор темно-коричневого цвета. Служит для образования воздухопроницаемой пленки на свежеложенном цементнобетонном покрытии.

По-мароль (ПМ-86) — продукт, выпускаемый химической промышленностью; служит для образования воздухопроницаемой пленки на свежеложенном цементнобетонном покрытии.

Воднорастворимый полимер (ВРП-1) получают в результате синтеза салициловой кислоты; добавка к воде затвердения цементнобетонных смесей.

§ XII.9. Организация лабораторного контроля

В дорожных сооружениях применяют материалы, которые по качеству должны удовлетворять проектным требованиям, техническим условиям, государственным общесоюзным стандартам (табл. XII.48). С этой целью организована система лабораторного контроля и проведения исследовательских работ по оценке применяемых и находящемуся новым высококачественным материалам. Лабораторный контроль осуществляют на всех этапах дорожного строительства: при изысканиях и разведке месторождений; при принятии решения о промышленной добыче и составлении проекта разработки месторождения; при текущем контроле на работающем предприятии, отпуске каждой партии материала и выдаче на него паспорта; при получении материала дорожной организацией; при изготовлении на заводе из данного материала полуфабрикатов и деталей.

Для осуществления такого контроля и проведения исследовательских работ в Минавтодоре РСФСР создана система организаций, имеющих дорожные лаборатории:

проектный и научно-исследовательский институт «Гипродорнии» (филиалы — Саратовский, Ростовский, Свердловский, Хабаровский и Воронежский);

зональные дорожные научно-исследовательские лаборатории — при учебных институтах (Московская при МАДИ, Ростовская при Политехническом институте и др.); при областных (краевых) управлениях строительства и эксплуатации дорог;

центральные лаборатории при управлениях строительства;
заводские лаборатории при АБЗ, ЦБЗ, карьероуправлениях.

Государственные общесоюзные стандарты на дорожно-строительные материалы, полуфабрикаты и изделия

Наименование стандартов	Номер стандартов
Активные минеральные добавки к вяжущим веществам	6269—63
Бетон дорожный	8424—72
Бетон гидротехнический	4795—59
Битумы нефтяные дорожные вязкие	22245—76
Битумы нефтяные дорожные жидкие	11955—74
Битумы нефтяные. Методы испытаний	11502, 11505, 11507, 11510, 11511, 11512—65; 11501, 11504, 11506—73; 11503—74, 11508—74
Гравий для строительных работ	8268—74
Дегти каменноугольные дорожные	4641—74
Лесоматериалы круглые хвойных пород. Размеры и технические требования	9463—72
Лесоматериалы круглые. Правила маркировки, сортировки, укладки, обмера, учета и приемки	2292—74
Лесоматериалы круглые хвойных и лиственных пород. Правила хранения	9014.0—75
Масло каменноугольное	2770—74
Пек каменноугольный	1038—75
Песок для строительных работ	8736—67
Песок для строительных работ. Методы испытаний	8735—65
Пиломатериалы хвойных пород	8486—66
Порошок минеральный для асфальтобетонных смесей. Методы испытаний	12784—71
Порошок минеральный для асфальтобетонных смесей	16557—71
Портландцемент и шлакопортландцемент	10178—76
Смеси асфальтобетонные (горячие и теплые) дорожные, аэродромные и асфальтобетонные. Методы испытаний	12801—71
Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетоны	9128—76
Фурфурол технический	10437—71
Цементы	310—60
Цемент гипсоглиноземистый расширяющийся	11052—74
Цемент глиноземистый	969—66
Щебень из естественного камня для строительных работ	8267—75
Щебень из гравия для строительных работ	10260—74
Щебень шлаковый доменный для дорожного строительства	3344—73
Щебень из естественного камня, гравий и щебень из гравия для строительных работ. Методы испытания	8269—64
Эмульсии дорожные битумные	18659—73

Осуществление лабораторного контроля основано на взятии проб материалов, изготовления из этих проб требуемых по форме, размеру и количеству образцов и их испытание в соответствии с требованиями государственных стандартов, технических условий и других официальных документов.

Нормы отбора проб и перечень лабораторных определений и испытаний для различных материалов приведены в табл. XII.49—XII.53.

Таблица XII.49

Перечень лабораторных определений и испытаний минеральных материалов

Виды определений	Количество определений при получении материала								
	из месторождений				из отвалов				
	коренных скальных пород (50—100 кг)	гравийного (70—100 кг)	гравийно-песчаного (100 кг)	песчаного (15 кг)	естественного щебня, дресвы (50—100 кг)	металлургических шлаков (100—120 кг)	топливных шлаков (50 кг)	отходов промышленности (70—100 кг)	со щебеного завода (100 кг)
Петрографический и минералогический составы	2	2	2	1	2	2	2	2	—
Зерновой состав	—	4	3	1	3	2	2	2	5
Модуль крупности	—	—	1	2	—	—	1	—	—
Массовая доля отсушиваемых частей	—	2	2	1	2	1	1	2	2
Массовая доля глины	—	2	2	1	2	—	—	2	2
Массовая доля солей	—	2	1—2	2	—	—	—	—	—
Плотность скелета	2	2	2	1	2	2	2	2	2
Плотность средняя	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Объем пустот	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Плотность насыпная	—	2	2	1	2	2	2	2	2
Водонасыщение (водопоглощение)	2	2	1—2	2	2	2	2	2	2
Морозостойкость	2	2	1—2	—	2	2	—	2	2
Износ в барабане	—	2	2	—	2	2	—	2	2
Дробление в цилиндре	2	2	2	—	2	2	2	2	2
Предел прочности при сжатии	2	—	—	—	—	—	—	—	—
Склонность к распадам	—	—	—	—	—	2	—	—	—
Коэффициент фильтрации	—	—	1	3	1	—	2	—	—

Примечание. В скобках указана масса пробы.

Таблица XII.50

Перечень лабораторных определений и испытаний цемента

Виды определений	Количество определений	Виды определений	Количество определений
Нормальная густота теста	2	Удельная поверхность	2
Сроки схватывания	2	Плотность	2
Равномерность изменения объема	2	Предел прочности при изгибе и сжатии	4
Тонкость помола	1—2	Ускоренное испытание	6

Примечание. Масса пробы 20 кг.

Перечень лабораторных определений и испытаний цементобетонной смеси и бетона

Виды определений	Количество определений		Виды определений	Количество определений				
	для цементобетонной смеси	для затвердевшего бетона		для цементобетонной смеси	для затвердевшего бетона			
Подвижность	2	—	Прочность определяется методом: склерометрическим ультразвуковым импульсным	—	5			
Жесткость	2	—						
Средняя плотность	—	2						
Массовая доля составляющих	2	1						
Предел прочности при растяжении и при изгибе	—	2				Предел прочности при сжатии	—	6
Водопоглощение	—	2				Воздухосодержание	2	2

Таблица XII.52

Перечень лабораторных определений и испытаний битумных и дегтевых материалов

Виды определений	Количество определений для материалов				Виды определений	Количество определений для материалов			
	вязких битумов	жидких битумов	каменноугольных дегтей	эмульсий		вязких битумов	жидких битумов	каменноугольных дегтей	эмульсий
Глубина проникания	3	—	—	—	Зольность	2	2	2	—
Растяжимость	3	—	—	—	Массовая доля воды	2	2	2	—
Температура размягчения	2	—	—	—	Массовая доля водорастворимых кислот и щелочей	2	2	—	—
Температура хрупкости	3	—	—	—	Растворимость	2	2	—	—
Плотность	2	2	2	—	Массовая доля битума с эмульгатором	—	—	—	2
Сцепление с мрамором	1	1	—	—	Скорость распада	—	—	—	2
Температура вспышки	2	2	—	—	Однородность	—	—	—	2
Массовая доля водорастворимых соединений	1	1	—	—	Устойчивость при хранении	—	—	—	2
Вязкость	5	5	5	—	Массовая доля свободного углерода	—	—	2	—
Фракционный состав	—	2	2	—	Массовая доля фенолов	—	—	2	—

Примечание. Масса пробы для битумов и дегтей 1 кг, для эмульсии — 2 л.

Лабораторные испытания при строительстве асфальтобетонных покрытий

Виды определений	При подборе состава смеси			При приготовлении смеси на заводе			Проверка качества асфальтобетонного покрытия из смеси					
	горячей	теплой	холодной	горячей	теплой	холодной	горячей	теплой	холодной	горячей	теплой	холодной
1. Плотность скелета исходных минеральных материалов:												
экспериментальная	+	+	+	Д	Д	Д	-	-	-	-	-	-
расчетная	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
2. Плотность асфальтобетонной смеси:												
экспериментальная	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-
расчетная	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3. Плотность уплотненной асфальтобетонной смеси	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4. Плотность минеральной части	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5. Пористость минеральной части	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6. Остаточная пористость	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7. Водонасыщение в вакууме	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
8. Показатель сцепления битума с поверхностью минеральных материалов	+	+	+	Д	Д	Д	Д	Д	Д	-	-	-
9. Набухание в водонасыщенном состоянии после насыщения водой в вакууме	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
10. То же, после длительного насыщения (15 сут)	+	+	+	Д	Д	Д	-	-	-	-	-	-
11. Предел прочности при сжатии в сухом состоянии:												
при 20°С (R_{20})	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+
при 50°С (R_{50})	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	+
при 0°С (R_0)	+	-	-	Д	-	-	-	-	-	Д	+	-

Виды определений	При подборе состава смеси			При приготовлении смеси на заводе			Проверка качества асфальтобетонного покрытия из смеси					
	горячей	теплой	холодной	горячей	теплой	холодной	горячей	теплой	холодной	горячей	теплой	холодной
							Непереформованные образцы			Переформованные образцы		
12. Предел прочности при сжатии в водонасыщенном состоянии:												
после насыщения в вакууме	+	+	+*	+	+	+	-	-	-	+	+	+
после длительного насыщения (15 сут)	+	+	+*	Д	Д	Д	-	-	-	-	-	-
13. Коэффициент водостойкости:												
после насыщения в вакууме	+	+	+*	+	+	+	-	-	-	+	+	+
после длительного насыщения (15 сут)	+	+	+	Д	Д	Д	-	-	-	-	-	-
14. Испытания по Маршаллу при 60° С:												
устойчивость	Д	Д	-	Д	Д	-	Д	Д	-	Д	Д	-
условная пластичность	Д	Д	-	Д	Д	-	Д	Д	-	Д	Д	-
условная жесткость	Д	Д	-	Д	Д	-	Д	Д	-	Д	Д	-
15. Водопроницаемость	Д	Д	-	-	-	-	Д	Д	-	-	-	-
16. Определение состава асфальтобетонной смеси экстрагированием:												
содержание битума	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-
зерновой состав минеральной части	-	-	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-
17. Слеживаемость	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-

Примечания. 1. Знак «+» означает обязательное определение; «Д» — факультативное в сомнительных случаях, знак «-» означает, что данные показатели не определяются; знаком «+*» обозначены определения на образцах непрогретых и прогретых до 90° С.
2. Определения 1, 2 (расчетное значение), 3—9 выполняются как для плотных, так и для пористых горячих смесей. 3. На автоматизированных заводах состав экстрагированием не определяют. 4. В сомнительных случаях предел прочности и коэффициент водостойкости после длительного насыщения определяют при приготовлении смеси на заводе.

Глава XIII
ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
ДОРОЖНЫХ МАШИН *

§ XIII.1. Машины для подготовительных работ

Таблица XIII.1

Мотопилы и электропилы

Показатели	Мотопилы			Электропилы	
	МП-5	„Дружба-4“	„Тайга“	ЭП-К6	ЭПЧ-3
Производительность (ель, диаметром ствола 45 мм), см ² /с	110—130	60—75	105—120	60—75	105—120
Уровень вибрации на рукоятках при частоте 60—120 Гц, дБ	111	115	118	—	—
Уровень шума, дБ	108	111	108	—	—
Расход топлива, г/л. с.-ч.	430—480	550	430—480	—	—
Габаритные размеры, мм:					
длина	845	850	925	660	675
ширина	460	460	327	285	350
высота	485	500	299	550	545
Масса, кг	12,8	13,6	11,8	9,3	9,5

Таблица XIII.2

Кусторез

Показатели	ДП-24	Показатели	ДП-24
Тип	Навесной	Заточное приспособле-	Шлифовальная
Базовый трактор	T-130.1Г-1	ние	головка С-475Б
Ширина полосы захва-	3 600	Габаритные размеры,	с гибким валом
та, мм		мм:	
Угол установки ножей	64	длина	7 600
в плане, град.		ширина	3 600
Диаметр срезаемых		высота	3 200
деревьев и кустарников,	До 100	Масса, т	17,0
мм		Цена, руб.	20 700
Мощность, л. с.	160		

* Техническая характеристика машин старых марок, имеющих в дорожных организациях, в справочнике не приводится. Даны характеристики машин, выпускаемых серийно промышленностью. Оптовые цены приведены в справочнике по состоянию на 1 января 1977 г. На новые машины даны усредненные цены, уточнение которых должно быть произведено при получении наряда (заказа).

Бульдозеры-рыхлители

Показатели	ДЗ-90С	ДЗ-35С (Д-575С)	ДЗ-34С (ДЗ-572АС)	ДП-14 (Д-705)	ДП-15 (Д-706)
Базовый трактор	Т-130.1Г-1	Т-180КС (или Т-180Г)	ДЭТ-250М	Т-100МЗГП	Т-100МГП
<i>Бульдозерное оборудование</i>					
Модель	ДЗ-27С	ДЗ-35С	ДЗ-34С	ДЗ-18	ДЗ-54С
Тип	Неповоротный			Поворотный (max 27°)	Неповорот- ный
Длина отвала, мм	3200	3640	4540	3970	3240
Высота отвала, мм	1300	1230	1550	1000	1200
Угол резания, град	55	50	55	55	55
Подъем над опорной поверхностью, мм	940	700	905	1050	850
Опускание ниже опор- ной поверхности, мм	400	400	450	400	400
Управление рабочим органом	Гидравлическое				
<i>Рыхлительное оборудование</i>					
Марка рыхлителя	ДП-5С	ДП-22С	ДП-9С	ДП-5С	ДП-5С
Число зубьев	3	3	3	3	3
Шаг зубьев (расстоя- ние между осями), мм	700	700	1020	700	700
Максимальное опуска- ние зубьев ниже опорной поверхности, мм	400	400	700	700	400
Максимальный подъем зубьев над опорной по- верхностью, мм	570	570	700	850	545
Максимальный угол въезда (задний), град	25	27	20	20	20
Ширина полосы рыхле- ния, м	1,9	2,0	2,55	1,9	1,9
Наибольшая скорость передвижения, км/ч	11,2	2,74— 4,85	2,3—19,0	До 10, 13	До 10, 13
Габаритные размеры, мм:					
длина	6210	8350	9100	6380	5980
ширина	3200	3640	4540	3970	3200
высота	3065	2825	3180	3040	3040
Масса с трактором, т	17,90	22,7	36,62	15,30	15,53
Цена, руб.	14000	26400	55000	9500	9500

Примечания. 1. В десятой пятилетке будет снят с производства трактор Т-100 и заменен трактором мощностью 130 л. с. На базе этого трактора освоен выпуск бульдозеро-рыхлителей ДЗ-116ХЛ с неповоротным отвалом. Рыхлительное оборудование ДП-26С. Управление гидравлическое. 2. Промышленность осваивает бульдозеры-рыхлители ДЗ-94С на тракторе Т-330 и ДЗ-64С на тракторе Т-500. 3. Бульдозер-рыхлитель ДЗ-90С выпускается со знаком качества.

§ XIII.2. Машины для земляных работ

Таблица XIII.4

Бульдозеры

Показатели	Бульдозеры										
	ДЗ-37	ДЗ-53 (Д-686)	ДЗ-3С (Д-572С)	ДЗ-29 (Д-535А)	ДЗ-42 (Д-606)	ДЗ-101	ДЗ-35С (Д-575С)	ДЗ-27С (Д-532С)	ДЗ-110А	ДЗ-118	ДЗ-104
Тип	Неповоротный										
Базовый тягач	МТЗ-50 (МТЗ-52)	Т-100МЗ	ДЭТ-250М	Т-74-С2	ДТ-75РС2 (Т-75МС2)	Т-4АП1 (Т-4АП2)	Т-180Г 180	Т-130-1. Г-1	Т-130.1. Г-1	ДЭТ-250М	Т-4АП2
Мощность двигателя, л. с.	55	108	310	75	75	130 л. с.	180	160	160	310	130
Длина отвала, мм	2100	3200	4540	2560 (2520)	2526	2600	3640	3200	3220	4310	2600
То же, с уширителем, мм	3000	—	—	3100	3100	954	1230	—	—	—	—
Высота отвала, мм	650	1200	1550	800	800	954	1200	1300	1300	1530	990
Максимальный подъем отвала, мм	500	900	905	600	600	700	900	900	900	1070	700
Максимальное опуска- ние отвала ниже опор- ной поверхности, мм	200	1000	450	300	300	310	310	500	500	450	300
Угол резания, град	60	55	55	55	55	55	45—55	50	55	55	55
Угол установки отвала в плане, град	55	90	90	90	90	90	—	90	90	90	0—27
Скорость передвиже- ния, км/ч	25,8	10,1	19,0	11,5	—	9,52	12,0	11,2	9,52	19,0	9,52
Управление рабочим органом	Гидроси- стема трактора	Канатное (лебедка Д-449Б)	Гидравлическое								
Габаритные размеры с трактором, мм:											
длина	4580	5300	7038	4510	4650	2650	6590	5400	5530	7580	4900
ширина	2100	3200	4510	2560	2520	2800	3640	3200	3220	4310	3280
высота	2485	3040	3180	2300	2304	2510	2825	3065	3087	3215	2500
Масса с трактором, т	3,6 (3,8)	13,93	31,76	6,73	7,0	9,64	19,61	16,46	16,30	29,92	9,66
Цена, руб.	3412	8000	49600	3125	4783	9100	21500	19900	18300	49600	9100

Примечание. 1. Освоен выпуск бульдозеров на базе трактора Т-130.1.Г-1 с гидравлическим управлением: ДЗ-27С и ДЗ-110ХЛ с поворотным отвалом, ДЗ-109ХЛ с поворотным отвалом.

2. Бульдозеры ДЗ-37, ДЗ-53, ДЗ-118 выпускаются со Знаком качества.

Показатели	ДЗ-33 (Д-569)	ДЗ-20Б (Д-498Б)	ДЗ-20 (Д-498)	ДЗ-67	ДЗ-111	ДЗ-115	ДЗ-20А	ДЗ-13 (Д-392)
Объем ковша, м ³	3	7	7	25 (45 т)	4,5	15	7	15
Тип скрепера			Прицепной			Самоходный	Прицепной	Полуприцепной
Тягач	ДТ-75РС2	Т-100МЗГС	Т-100МЗГ	М-301	Т-4АП-1 или Т-4ПС-2	БЕЛАЗ-531	Т-130.1 Г-1	БЕЛАЗ-531
Способ загрузки ковша	Силовой тяги тягача			Принудительный	Силовой тяги тягача			
Способ разгрузки ковша	Самос- вальный			Принудительный	Принудительный			
Максимальная глубина резания, мм	200	300	300	250	130	350	300	350
Ширина резания, мм	2 100	2 620	2 650	3 600	2 430	3 040	2 620	2 926
Система управления рабочими органами	Гидравлическая			Гидравлическая и пневматическая		Гидравлическая		
Толщина отсыпаемого слоя, мм	300	150—500	150—500	150—500	400	150—500	150—500	150—500
Размер шин, дюймы	9,00—20	14,00—20	14,00—20	18,00—25	18,00—25	—	14,00—20	27,00—33
Давление воздуха в шинах, кгс/см ²	4,5	4,5—5,0	4,5—5,0	4,5	4,5	—	4,5—5,0	3,5
База колес, мм	4 100	5 510	5 510	10 200	—	—	5 510	8 200
Габаритные размеры, мм:								
длина	6 800	8 785	8 785	16 370	7 400	13 580	8 785	12 800
высота	2 440	2 138	3 138	4 650	2 930	3 580	3 138	3 400
ширина	1 980	2 526	2 526	4 275	2 200	3 700	2 526	3 600
Масса, т	2,75	7,0	7,0	63,0	4,42	42,0	7,0	34,0
Цена, руб.	5 334	12 900	11 800	—	12 000	—	—	57 000

Примечания. 1. Скрепер ДЗ-33 выпускается со Знаком качества. 2. Скреперы ДЗ-20А и ДЗ-20Б укомплектованы автоматической аппаратурой «Стабилоплан». 3. Промышленность осваивает выпуск скреперов: а) прицепных — ДЗ-77С к трактору Т-130.1Г с ковшом 8 м³; ДЗ-79 к трактору Т-330 с ковшом 15 м³; ДЗ-80 к трактору Т-500 с ковшом 25 м³; б) полуприцепных — ДЗ-11 с ковшом 9 м³ на одноосном тягаче МоАЗ-546П с двигателем мощностью 215 л. с., в) самоходных — ДЗ-67 с ковшом 25 м³, с двигателем 850 л. с. с дизель-электрической трансмиссией и мотор-колесами; ДЗ-107 с ковшом 15 м³, с гидромеханической трансмиссией и двумя двигателями; ДЗ-112 с ковшом 18 м³, с элеваторной загрузкой. В целях повышения производительности скреперы ДЗ-107 имеют автоматическую сцепку и могут работать скреперным поездом ДЗ-18.

Автогрейдеры

Показатели	ДЗ-99-2-2*	ДЗ-99А-1-4**	ДЗ-31-2**	ДЗ-99-1-2*	ДЗ-98***	ДЗ-98-0-1***	ДЗ-31-2*	ДЗ-31-1**** (Д-557-1)
Мощность, л. с.	60	90	130	90	250	250	130	130
Управление рабочим органом	Гидравлическое			Механическое с гидроресурсителем		Гидравлическое		
Длина отвала, мм	3 040	3 040	3 700	3 040	3 700	3 700	3 700	3 700
Высота отвала, мм	500	500	600	500	700	700	600	600
Скорость передвижения, км/ч:								
вперед	3,58...33,0	4,1...38,1	6,5; 11,2;	4,1...38	3,5...34,4	3,5...34,4	4,0...37,7	4,0...37,7
назад	3,08; 14,2	4,2; 16,9	21,7; 39,0	4,2; 16,4	4,22; 41,4	4,22; 41,4	4,2; 16,3	4,2; 16,3
			6,6; 22,0					
Опускание отвала, мм (глубина резания)	200	200	250	200	500	500	250	250
Габаритные размеры, мм:								
длина	8 650	8 650	9 500	8 650	10 500	10 300	9 260	9 260
		(с кирковщиком)				(с кирковщиком)		
ширина	2 300	2 300	2 500	2 300	2 800	2 800	2 650	2 650
высота	2 985	2 985	3 300	2 985	3 570	3 570	3 345	3 345
Масса, т	9,5	9,5	12,8	9,5	19,5	19,5	12,4	12,4
Цена, руб.	8 939	8 939	14 400	9 500	19 500	34 000	12 600	12 600

* Укомплектован аппаратурой «Профиль» I, II.

** С гидромеханической трансмиссией.

*** Выпускается со Знаком качества.

**** В северном исполнении выпускается автогрейдер ДЗ-31-1ХД,

Грейдер-элеватор

Показатели	ДЗ-501 (Д-437А)	Показатели	ДЗ-501 (Д-437А)
Тип	Полуприцепной	Наибольшая дальность перемещения грунта, м	10,50
Базовая машина	Трактор Т-100МЗ класса 10 тс	Наибольшая высота подъема грунта, м	3,4
Режущее оборудование	Дисковый нож	Скорость передвижения, км/ч:	
Глубина резания, м	До 0,6	рабочая	2,36—4,51
Диаметр режущего оборудования, мм	800	транспортная	4
Угол резания, град	20—55	Минимальный радиус поворота, м	
» захвата, град	40—55	Производительность при работе в отвал (грунт II группы), м ³ /ч	630
Транспортирующее оборудование	Ленточный транспортер (1200 мм)	Расход дизельного топлива, кг/см	94,7
Привод транспорта	Механический от двигателя СМД-18К, 75 л. с.	Габаритные размеры в рабочем положении, мм:	
Управление	Электрогидравлическое	длина	6280
Длина транспорта (по осям барабана), мм	6500—9500	ширина	8700
Ширина ленты, мм	1200	высота	3800
Скорость движения ленты, м/с	4	Масса, т:	
Управление рабочими органами	Электрогидравлическое	с трактором	19,5
Наименьший радиус поворота, м	4	без трактора	8,072
Размер шин	12,00—20	Цена, руб.	6879
Давление в шинах, кгс/см ²	5,6—6		
Дорожный просвет, мм	370		

Примечание. Освоен полунавесной к трактору Т-158 грейдер-элеватор ДЗ-507 с дисковым ножом. Выработка — 630 м³/ч; дальность отсыпки грунта 10,8 м; длина транспортера 7,5 м, высота подъема 3,4 м, ширина ленты 1,2 м; выработка при работе в отвал 630 м³/ч; габаритные размеры 9,8×8,4×2,85 м, масса 6,7 т (с трактором 14,7 т).

Показатели	ЭО-3311Г	Э-304В	Э-652Б, (Э-652БХЛ)*	Э-10011Д**
Группа разрабатываемого грунта	I—III	I—III	I—IV	I—IV
Сменное рабочее оборудование	Универсальная лопата, драглайн	Обратная лопата, драглайн, боковой драглайн, кран	Прямая и обратная лопаты, драглайн, грейфер, кран, оборудование для забивки свай, боковой драглайн	Прямая и обратная лопаты, драглайн, грейфер, кран
Объем ковша, м ³ : прямой лопаты	0,4; 0,5	—	0,65	1
обратной лопаты	0,4	0,4	0,65	1
драглайна	0,4	0,4	0,8	0,75
Грузоподъемность кранового оборудования, т	5	7,5—6,3	10	10
Продолжительность цикла (прямой лопаты), с:	15	15	15	17
Ходовое устройство	Пневмоколесное	Уширенно-удлиненная гусеница		Гусе
Скорость передвижения, км/ч	2,77—16,9	5,15	1,7; 3,0	2,0
Привод				Механи
Наибольший радиус копания прямой лопатой, м	5,9	8,2	4,7	9,2
Наибольшая глубина копания, м	4,0 (обратной лопатой)	5,02—2	4—5,8	6,9—12,5
Наибольшая высота выгрузки	4,75	5,6	5,6	6
Мощность двигателя, л. с.	50	50	75—82	108
Управление механизмами		Пневматическое		
Преодолеваемый уклон пути, град	22	22	22	20
Габаритные размеры, мм:				
длина	2 900	3 140	4 610	5 810
ширина	2 420	3 140	2 880	3 100
высота	4 200	4 860	3 280	3 600
Масса экскаватора с прямой лопатой, т	12,40	13	21,25	35
Цена, руб.	11 500	10 200	13 500 (14 500)	19 800

* ХЛ — в северном исполнении (С — старый индекс).

** Выпускается со Знаком качества.

подвесной рабочего органа

Э-2503	Э-2505	Э-2505СА-1	ЭО-5111АС	ЭО-6112Б** (Э-1252Б)	ЭО-6121	ЭО-3111В
I—IV Прямая лопата	I—IV лопата, драглайн, кран	I—IV драглайн	I—IV Прямая и обратная лопаты, драглайн, грейфер, кран	I—IV Прямая и обратная лопаты	II—V Прямая лопата	I—III Прямая и обратная лопаты, драглайн
2,5 — 1,5—3 60 —	2,5 — 1,5—3 15—60 —	2,5 — 1,5—3 60 —	1 0,75 1;1 10 17	1,25 1,25 — 10 17	2,5 — — 10 20	0,4 0,4 0,4 — —
манипуляционное						
1,23	1,23	1,23	2,0	1,5	1,4	1,12 и 2,77
гидравлический				Электрический		
12	12	12	9,2	9,9	10,2	6,8
13—17,5	17,5	17,5	18,5	—	7,2	4,3 (обратной лопатой) 4,75
7	7	7	6	6,6	5,3	
160 кВт	160 кВт (380В)	160 кВт (генератор)	108	90 кВт	300	50
	Электропневматическое				Электрическое	Механическое
20	20	20	22	20	20	20
7 500 4 290 6 300 94	750 4 290 6 300 94	7,5 4,29 6,3 94	5 810 3 100 3 600 35	5 600 3 500 4 200 41,50	7 500 42 900 6 300 56,2	2 900 2 380 4 100 11,6 (обратная лопата) 10 800
52 400	63 800	79 300	23 500	19 100	88 960	

Экскаваторы с жесткой подвеской рабочего оборудования

Показатели	Э-5015А	ЭО-3322А	ЭО-4321*	ЭО-4121	ЭО-5122**
Группа разрабатываемого грунта	I—IV	I—IV	I—IV	I—IV	
Объем ковша, м ³ :					
прямой лопаты	—	—	0,65	0,65—1	1,25; 1,6
обратной лопаты	0,5	0,5	0,65—1,0	0,65—1	—
грейфера	0,5	0,35	0,65	0,65	—
погрузчика	—	0,5	—	1—1,5	—
Радиус, описываемый хвостовой частью платформы, мм	2 500	2 580	2 600	3 130	—
Двигатель:					
марка	СМД-14	СМД-14	СМД-14	—	ЯМЗ-238
мощность, л. с.	75	75	80	130	170
Ходовое устройство	Гусеничное	Пневмокошесное		Гусеничное	
Скорость передвижения, км/ч	1,85	22	19,5	2,8—19,5	2,4
Преодолеваемый уклон пути, град	22	22	23	22	22
Привод			Гидравлический		
Продолжительность цикла, с, прямой лопаты	18	18	16	16	24
Глубина копания обратной лопаты ниже уровня стоянки, м	4,5	4,2	3,6	3,6	4,13
Наименьший радиус копания на уровне стоянки, м	—	—	4	4,12	8,93
Наибольший радиус копания, м	7	7,75	8,95	9,2	8,93
Радиус выгрузки при наибольшей высоте загрузки, м	—	6,2	5,03	5,03	4,62
Наибольшая высота выгрузки, м	3,9	4,8	5,6	5	5,1
Габаритные размеры, мм:					
длина	5 700	9 400	5 200	6 800	—
ширина	2 770	2 640	2 850	3 000	—
высота	6 100	3 840	3 100	3 000	—
Масса (с прямой лопатой), т	12,25	14,8	19,20	20,9	36
Цена, руб.	17 500	19 500	25 000	20 400	21 000

* Сменное рабочее оборудование: прямая и обратная лопаты, обратная лопата с удлиненной рукоятью, грейфер, гидромолот, зуб-рыхлитель, крановая подвеска, вставка грейфера.

** Сменное рабочее оборудование: прямая и обратная лопаты, универсальная обратная лопата, погрузочное оборудование, грейфер. Экскаватор ЭО-5122 выпускается со Знаком качества.

Экскаватор одноковшовый навесной

Показатели	ЭО-2621А	Показатели	ЭО-2621А
Объем ковша (прямой и обратной лопаты), м ³	0,25	Продолжительность цикла, с:	
Базовая машина	Трактор	прямой лопаты	14
Двигатель:		обратной лопаты	20
марка	Д-65Н	Привод	Гидравлический
мощность, л. с.	60	Глубина копания ниже уровня стоянки, м	3,0 (обратная лопата)
Скорость передвижения, км/ч	19	Наибольший радиус копания, м	3,5 (грейфер)
Преодолеваемый уклон пути, град	22	Масса экскаватора с прямой лопатой, т	5
		Цена руб.	5,7
			6000

Примечание. Сменное рабочее оборудование: прямая и обратная лопаты, грейфер, крановая подвеска грузоподъемностью 500 кг, ковш повышенной вместимости для легких грунтов, вилы, бульдозер.

Таблица XIII.11

Одноковшовые экскаваторы с телескопическим оборудованием

Показатели	ЭО-3332А	ЭО-4010
Объем ковша, м ³	0,4; 0,25; 0,25	0,4; 0,4; 0,4
Длина удлинителя, м	— — 1,4	— 0,4; 1,2 — 2,8; 1,2
Наибольшая глубина копания, м	3,2; 3,8; 4,37	3,92; 5,94; 4,03
Наибольшая высота копания, м	3,2; 5,0; 5,55	4,9; 6,10; —
Наибольший радиус копания, м	7,1; 8,0; 9,4	8,09; 10,9; 8,6
Наибольшая высота выгрузки, м	3,2; 4,26; 4,8	4,15; 5,35; 4,3
Ход стрелы, м	3,20	3,6
Продолжительность цикла, с	2 (ковша 0,4 м ³)	23
Привод	Гидравлический	
Мощность двигателя, л. с.	75	75
Масса экскаватора с обратной лопатой, т	13,68	18,4
Цена, руб.	19 500	20 000

Примечание. Сменное рабочее оборудование: экскаваторный ковш, планировочный ковш, отвал, удлинители стрелы длиной 1,4 и 2,8 м.

§ XIII.3. Машины для уплотнения земляного полотна и дорожных одежд

Кулачковый каток

Таблица XIII.12

Показатели	ДУ-26* (Д-614)	Показатели	ДУ-26* (Д-614)
Тип	Прицепной, одновальцовый	Толщина уплотняемого слоя грунта, м	0,20—0,22
Масса, т:		Давление на грунт, кгс/см ² :	
без балласта	5,0	с балластом	60
с балластом	9,0	без балласта	40
Диаметр вальца, м:		Трактор-тягач	ДТ-75Б
без кулачков	1,4		класса
с кулачками	1,6		3—4 тс)
Количество кулачков	160		

Показатели	ДУ-26* (Д-614)	Показатели	ДУ-26* (Д-614)		
Длина кулачка, мм	200	Габаритные размеры, м:	4,905		
Количество рядов кулачков	10				
Ширина уплотняемой полосы, м	1,8			длина	2,196
				ширина	1,8
				высота с кулачками	1,380
		Цена, руб.			

* Выпускается со Знаком качества.

Таблица XIII.13

Самоходные статические катки с гладкими вальцами

Показатели	ДУ-50	ДУ-48А	ДУ-9В (Д-400В)	ДУ-49А	ДУ-8В (Д-399В)
Тип катка	Двухосный трехвальцовый	Двухосный трехвальцовый	Трехосный трехвальцовый	Трехосный трехвальцовый	Двухосный двухвальцовый
Масса катка, т:					
с балластом	8,0	13,0	18,0	18,0	8,0
без балласта	6,5	10,0	10,3	11,0	13,0
Линейное давление заднего вальца, кгс/см:					
без балласта	50	72	50	35	50
с балластом	70	75	50	35	60
Диаметр вальцов, мм:					
переднего (ведомого)	1000	1000	1300	1300	1300
заднего (ведущего)	1300	1600	1600	1600	1600
среднего	—	—	—	1300	—
Скорости движения (вперед и назад), км/ч. на передачах:					
I	2,73	0—6,55	0—235	0—7,8	0—2,25
II	7,85	—	0—5,26	—	0—5,26
III	—	—	0—8,0	—	0—8,0
Ширина уплотняемой полосы, м	1,8	1,85	1,29	1,29	1,29
Радиус поворота по внутреннему следу, м	3,0	3,6	4,3	4,5	3,6
Дорожный просвет, мм	400	300	315	280	315
База катка, мм	3010	3430	4460	3820	2700
Мощность двигателя, л. с.	50	50	50	50	50
Габаритные размеры, мм:					
длина	4378	5200	6080	6115	4320
ширина	1800	1850	2070	2040	2070
высота	2600	2500	2500	3410	3200
Цена, руб.	3180	6330	7200	5800	7200

Примечания. 1. Самоходные катки с гладкими вальцами статического действия снабжены сервоуправлением, гидромеханической трансмиссией, обеспечивающей плавность хода и трогания с места. 2. Каток ДУ-48А выпускается со Знаком качества.

Прицепные и полуприцепные катки на пневматических шинах

Показатели	ДУ-37Б	ДУ-39А (Д-703А)	ДУ-16В (Д-551В)
Тип катка	Полуприцепной	Прицепной	Полуприцепной
Масса без тягача, т:			
с балластом	15,5	25,0	25,0
без балласта	5,7	6,28	7,4
Количество тормозных колес	2 (крайних)	—	2 (крайних)
Размер шин	370—508 (14,00—20)	14,00—20	14,00—20
Давление воздуха в шинах, кгс/см ²	3—7	3,5—7,0	3,5—7
Ширина уплотняемой полосы, м	2,61	2,60	2,00
Толщина уплотняемого слоя, м	0,25	0,35	0,35
Тягач	Колесный трактор Т-158	Гусеничный трактор Т-130М	Одноосный тягач МоАЗ-546Л
Мощность двигателя, л. с.	165	130	215
Скорость передвижения, км/ч:			
рабочая	До 11	До 6	До 15
транспортная	„ 30	„ 30	„ 25
Габаритные размеры, мм:			
длина	10 100	5880	10400
ширина	2 920	2920	2920
высота	2 300	2250	3040
Цена, тыс. руб.	15 000	4 800	21 700

Примечание. Промышленность осваивает новые катки: прицепной ДУ-39А к трактору К-702; полуприцепной ДУ-16В к тягачу МоАЗ-546Л массой 15 т; универсальный комбинированный каток массой 16 т со сменными вальцами — гладкими, кулачковыми, решетчатыми, пневмоколесными. Каток ДУ-39А выпускается со Знаком качества.

Таблица XIII.15

Самоходные катки на пневматических шинах

Показатели	ДУ-31А (Д-627А)	ДУ-29 (Д-624)
Масса, т:		
с балластом	16,0	30,0
без балласта	8,44	15,3
Двигатель:		
марка	А-41Д	АМ-01А
мощность, л. с.	90	130
База катка, м	3,57	4,66
Ходовая часть:		
количество мостов	2	2
из них управляемых	1 (передний)	1 (передний)
Количество колес:		
передних	3	3
задних	4	4
Размер шин	320—508	370—508
Давление воздуха в шинах, кгс/см ² (регулируемое)	3—5,5	3,5—10,0
Ширина уплотняемой полосы, м	1,90	2,22
Толщина уплотняемого слоя, м	До 0,15	До 0,15

Показатели	ДУ-31А (Д-627А)	ДУ-29 (Д-624)
Скорость передвижения, км/ч:		
вперед	7,54—25,5	0—23
назад	7,52—25,4	0—23
Дорожный просвет, мм	270	360
Управление поворотом	Механическое с гидроусилителем	Гидравлическое
Габаритные размеры, мм:		
длина	5 300	6 160
ширина	1 970	2 890
высота	3 200	3 410
Цена, руб.	16 000	23 500

Таблица XIII.16

Самоходные вибрационные катки с гладкими вальцами

Показатели	ДУ-10А (Д-455А)	ДУ-47А
Тип катка	Двухосный двухвальцовый	
Масса катка, т:		
с балластом	1,7	8,0
без балласта	1,5	6,0
Ширина уплотняемой полосы, мм	850	1200
Линейное давление (при выключенном вибраторе), кгс/см:		
ведущего (вибрационного)	10	42
ведомого	7—10	20
Скорости движения, км/ч	1,8; 3,0	1,7; 3,15; 6,8
База катка, мм	1300	3000
Дорожный просвет, мм	200	350
Радиус поворота по внутреннему следу, мм	1500	3000
Диаметр вальцов, мм:		
ведущего (вибрационного)	725	1200
направляющего	612	1000
Ширина вальцов, мм:		
ведущего (вибрационного)	850	1200
направляющего	800	1200
Двигатель:		
марка	УД-25	Д-37Е
мощность, л. с.	8	50
Габаритные размеры, мм:		
длина	2700	4600
ширина	980	1600
высота	2200	2850
Цена, руб.	(без тента 1500) 1895	3630

Примечание. Промышленность осваивает двухосный двухвальцовый каток массой 13 т.

Трамбовочные машины на гусеничном ходу

Показатели	ДУ-12В (Д-471В)	ДУ-12Б (Д-471Б)
Масса, т:		
навесного оборудования	6,8	6,5
одной плиты	1,3	1,42
Базовый трактор	T-130	T-100МЗ*
Рабочий орган	Свободно падающие плиты (2 шт.)	
Площадь плиты, м ²	1,0	1,06
Высота подъема плиты, м	1,2	1,2
Число ударов плиты в минуту	12—18	12—18
Ширина уплотняемой полосы, м	2,5	2,5
Глубина уплотнения, м	1—1,2	1—1,2
Габаритные размеры, мм:		
длина	6 100	5 900
ширина	2 500	2 500
высота	3 100	3 015
Масса навесного оборудования, т	6,8	6,5
Цена, руб.	21 600	10 100

* С ходоуменьшителем.

§ XIII.4. Машины для строительства оснований и нежестких дорожных покрытий

Таблица XIII.18

Распределители и укладчики каменных материалов

Показатели	ДС-49 (Д-708А)	ДС-54 (Д-724)
Тип	Самоходный колесный	Самоходный гусеничный
Производительность при распределении:		
каменной мелочи, м ³ /ч (песка, м ² /ч)	75 (60000)	—
щебня (асфальтобетонной смеси), т/ч	—	75—100 (60)
Ширина полосы распределения, м	0,25—3,75 (камен- ной мелочи)	3; 3,5; 3,75
Толщина укладываемого слоя, мм	7,0—8,0 (песка) 40—200	40—200 (щебня и гравия); 20—120 (асфальто- бетонной смеси); 60—120 (грунтовой смеси)
Плотность укладки, м ³ /100 м ² :		
каменной мелочи	1—1,06	—
песка	1—0,4	—
Объем приемного бункера, м ³	4,5	4,5

Показатели	ДС-49 (Д-708А)	ДС-54 (Д-724)
Скорость передвижения, км/ч: рабочая	2,82; 4,2; 6,3 (при распределении каменной мелочи); 14,2—21,0 (при ра- боте с песком)	0,77; 1,46; 1,87; 2,2; 2,56; 4,05 (вперед, м/мин)
транспортная	9,46; 2,21; 31,7 (вперед) 7,2 (назад)	7,45; 9,7; 11,5; 13,4 (назад, м/мин) 2,13
Двигатель: марка	Д-37Е	Д-37Е-С1
мощность, л. с.	50	50
Габаритные размеры в транспортном положении, мм:		
длина	8 960	8 800
ширина	4 010	3 150
высота	2 950	3 000
Масса машины с распределителем щеб- ня, т	9,35	13,73
Цена, руб.	18 000	18 000

Примечания. 1. Укладчик ДС-54 имеет рабочий орган, уплотняющий укладываемый материал. 2. Промышленность осваивает выпуск самоходных распределителей: ДС-116 для распределения щебня, обработанного органическими вяжущими, и получения шероховатой поверхности покрытия методом втапливания; универсального распределителя ДС-127 со сменным оборудованием для укладки щебня, грунтоцементных смесей и смесей, обработанных органическими вяжущими на ширину 7,5 и 9 м, производительностью 250—700 т/ч.

Таблица XIII.19

Автоцементовозы

Показатели	ТЦ-2 (С-652)	ТЦ-3А (С-853А)	ТЦ-4* (С-927)	ТЦ-6 (С-972)
Грузоподъемность, т	24,0	8,0	8,0	18,5
Полезный объем цистерны, м ³	21,0	6,8	6,8	11,8
Базовая машина — автомобиль	КрАЗ-258 (-221Б)	ЗИЛ-130В1	ЗИЛ-130В1	МАЗ-504А
Тип полуприцепа	ЧМЗАП- 5203	МАЗ-504А	ММЗ-584	—
Мощность двигателя, л. с.	240	150	150	180
Максимальное рабочее давление, кгс/см ²	1,5	1,5	1,6	1,5
Производительность по разгрузке, т/мин	0,8—1,0	0,5—1,0	0,5—1,0	0,5—1,0
Дальность подачи, м:				
по горизонтали	50	50	50	50
» вертикали	25	25	25	25
Производительность (подача) компрессора, м ³ /мин	6	4	6	6

Показатели	ТЦ-2 (С-652)	ТЦ-3А (С-853А)	ТЦ-4* (С-927)	ТЦ-6 (С-972)
Габаритные размеры, мм:				
длина	13 350	10 720	9 100	9 250
ширина	2 700	2 600	2 350	2 500
высота	3 800	3 700	2 950	3 600
Масса, т	18,0	7,35	7,3	10,9
Цена, руб.	17 400	5 900	6 214	11 230

Таблица XIII.20

Распределители цемента

* Выпускается со Знаком качества.

Показатели	ДС-9В (Д-343В)	ДС-72
Тип распределителя	Прицепной к трактору Т-74С9	Полуприцепной цементовоз-распределитель на тракторе Т-158
Мощность двигателя, л. с.	70	165
Ширина распределения, м	2,45	2,40
Пределы дозирования цемента, кг/м ³	15—50	15—50
Объем бункера (цистерны), м ³	3,5	4,2—6,8
Скорости передвижения, км/ч:		
с ходоуменьшителем	0,565—6,69	0,096—0,84
без ходоуменьшителя	—	3,9—35
Заглубление сошников, мм	80	80
Загрузка емкости	Пневматическая и гравитационная	Пневматическая
Габаритные размеры, мм:		
длина	8 045 (9 285)*	11 300
ширина	3 660 (3 660)*	2 900
высота	2 700 (1 400)*	3 300
Масса, т	2,25 (с трактором 7,7)	13,3
Цена, руб.	5 300	5 400

* С трактором и при загрузке распределителя из автоцементовоза, в скобках — при загрузке из автомобиля-самосвала.

Таблица XIII.21

Дорожные фрезы

Показатели	ДС-18А (Д-530А)	ДС-74
Тип фрезы	Навесная	
Рабочий орган	Ротор со сменными лопатками	
Базовая машина — трактор	Т-130МЗГП	Т-158
Ширина обрабатываемой полосы, мм	2500	2400
Глубина обработки грунта, мм	200	250
Пределы дозирования жидких вяжущих материалов или воды, л/м ²	2,5—31,0	2,5—31,0
Пределы дозирования сыпучих вяжущих материалов, л/м ²	5,3—124,0	2,5—31,0

Показатели	ДС-18А (Д-530А)	ДС-74
Скорость передвижения рабочая, км/ч	0,105—0,76	0,112—0,960
Габаритные размеры, мм:		
длина	7 400	9 450
ширина	3 040	3 000
высота	3 060	2 663
Масса с трактором, т	14,8	17,06
Цена, руб.	12 300	18 000

Таблица XIII.22

Автобитумовозы и автоцистерны

Показатели	ДС-41А (Е-642А)	ДС-10А	ДС-96
Тип	Автобитумо- воз	Полуприцепная автоцистерна	Автобитумо- воз
Полезный объем цистерны, л	7 000	15	9 000
Базовая машина — автомобиль	ЗИЛ-130В1	КрАЗ-258	ЗИЛ-130В1
Продолжительность опорожнения цистерны, мин	5	15	8
Скорость движения (транспортиро- вочная), км/ч:	30—80	68	80
Габаритные размеры, мм:			
длина	9 080	13 680	9 200
ширина	2 360	2 640	2 360
высота	2 550	3 200	2 800
Масса, т	14,59	32,57 (с тягачом и грузом)	16,48
Цена, руб.	5 980	16 700 (с тяга- чом)	10 000

Таблица XIII.23

Автогудронаторы

Показатели	ДС-39А (Д-640А)	ДС-82*	ДС-53А** (Д-722А)
Полезный объем цистерны, л	3 500	6 000	6 000
Базовая машина — автомобиль	ЗИЛ-130	ЗИЛ-130В1	Тягач ЗИЛ-130В1
Наибольшая ширина распределе- ния, м	4,0	4,0	4
Способ подачи вяжущего	Шестеренчатым насосом		
Наибольшая производительность (подача) насоса, л/мин	840	1 040	840
Привод насоса	От двигателя автомобиля че- рез коробку от бора мощно- сти	От отдельного двигателя	

Показатели	ДС-39А (Д-640А)	ДС-82*	ДС-53А** (Д-722А)
Тип распределительной трубы	Циркуляци- онная	Нециркуля- ционная	Циркуляци- онная
Норма розлива, л/м ²	0,5—3,0	0,5—3,0	0,5—3,0
Способ обогрева вяжущего	Двумя горелками испарительного действия		
Скорость движения, км/ч:			
рабочая	3,5—24,6	3,0—9,5	3,5—24,6
транспортная	85	60	80
Габаритные размеры, мм:			
длина	6 650	9 680	9 720
ширина	2 375	2 365	2 360
высота	2 480	2 560	2 620
Масса (с грузом), т	9,45	16,70	14,805
Цена, руб.	5 300	10 000	7 200

* С автоматическим регулированием нормы розлива.

** Полурипцевой.

Т а б л и ц а XIII.24

Асфальтоукладчики

Показатели	ДС-48 (Д-699)	ДС-126	ДС-1 (Д-150Б)	ДС-94 (Стабилослой-2)
Тип	Пневмоко- лесный		Гусеничный	
Производительность, т/ч	200	100	100	100—150
Ширина распределе- ния, м	3,03; 3,53; 3,78	3; 3,5; 3,75	3,03—3,53	3; 3,5; 3,75; 4,5
Толщина укладываемо- го слоя, мм	30—150	30—200	30—150	20—150
Вместимость приемного бункера, т	10	6	4—4,5	8
Скорость движения:				
рабочая, м/мин	1,95—17,1	1,7—7,8	1,6...34,0 (вперед)	1,48—13,07 (вперед)
транспортная, км/ч	9,45	—	4,5—34,0 (назад)	—
Мощность двигателя, л. с.	90	50	2,0 50	5,0 50
Габаритные размеры, мм:				
длина	7 090	5 100	5 060	5 913
ширина (без ушири- телей)	3 090	3 150	3 150	5 200
высота	2 780	3 000	3 100	3 390
Масса не загруженной смесью машины, т	17,3	12,2	12	14,5
Цена, руб.	19 266	13 000	10 556	17 000

Примечания. 1. Промышленность осваивает новые асфальтоукладчики: ДС-126 производительностью 100—130 т/ч; ДС-94 на пневмоколесном ходу; С-113 на пневмоколесном ходу производительностью 200—250 т/ч (замена асфальтоукладчика ДС-48); ДС-114 производительностью 400 т/ч с укладкой покрытия на ширину до 12 м. Все асфальтоукладчики снабжены автоматизированной системой (аппаратурой) «Стабилослой-2» для выдерживания поперечного и продольного профилей. 2. Для скоростного строительства дорог применяется асфальтоукладчик ДС-106 (ДС-106А) навесной к распределителю бетона ДС-99 (Д-109) или к профилировщику ДС-97 (ДС-108). Вместимость приемного бункера асфальтоукладчика ДС-97 9,5 т, масса 7,3 т, цена 14 тыс. руб.

§ XIII.5. Машины для строительства бетонных покрытий

Таблица XIII.25

Комплект машин для скоростного строительства дорог

Машины	Марка	Назначение
Планировщик основа- ний гусеничный	ДС-97 (ДС-108)	Уплотнение земляного полотна; размельчение, смешение грунтов с вяжущими, планировка основания из укрепленных грунтов
Конвейер - перегружа- тель навесной	ДС-98 (ДС-98А)	Отсыпка срезаемого машиной ДС-97 (ДС-108) излишка материала в от- вал или погрузка его в автомобили- самосвалы
Распределитель мате- риалов	ДС-99 (ДС-109)	Прием бетонной смеси из автомо- билей-самосвалов с обочины и рас- пределение ее вдоль покрытия
Бетоноукладчик само- ходный на гусеничном хо- ду	ДС-101 (ДС-111)	Распределение, дозирование и уп- лотнение бетонной смеси, отделка кро- мок и поверхности покрытия
Тележка арматурная прицепная на пневмо- колесном ходу	ДС-103 (ДС-103А)	Транспортирование арматурных се- ток
Трейлер на пневмоко- лесном ходу с тягачом МАЗ-537	ДС-107 (ДС-107А)	Перевозка дорожных машин
Вибропогружатель ар- матурной сетки, прице- пной на гусеничном ходу	ДС-102 (ДС-102А)	Погружение арматуры в слой бето- на при постройке покрытий с по- мощью вибрации
Машина бетоноотделоч- ная (финишер трубчатый)	ДС-104 (ДС-104А)	Окончательная отделка цементнобе- тонных покрытий
Машина для нанесения пленкообразующих жид- костей, самоходная на пневматическом ходу	ДС-105 (ДС-105А)	Нанесение пленкообразующих мате- риалов при уходе за свежееужожен- ным бетоном: жидкости «Помароль», лака этиноль и др.
Нарезчик продольных швов, самоходный на пневмоколесном ходу	ДС-115	Для нарезки продольных швов в затвердевшем бетоне
Нарезчик поперечных швов, самоходный на пневмоколесном ходу	ДС-112	То же, поперечных швов

Примечания. 1. Приведенный комплект машин обеспечивает темп строительства 1—2 км/смену. Для строительства цементнобетонных монолитных покрытий автомобильных дорог широко применяется также следующий комплект: нарезчик швов ДС-510 (Д903), рас-
пределитель цементнобетонной смеси ДС-503А (Д-375А), бетоноотделочная машина ДС-504А
(Д-376А), профилировщик основания ДС-502А (Д-345А), рельс-формы Д-280-4М, платформа
Т-138Б, отпускная цена комплекта 34 710 руб. В рельсовый комплект для постройки цемент-
нобетонных покрытий (оснований) входит рельс-форма Д-280-4М для передвижения машины
и в качестве опалубки. Длина рельс-формы 4080 мм, ширина основания формы 252 мм, вы-
сота головки формы над основанием 202 мм. Масса звена рельс-формы со сваями и кли-
ном 171,3 кг. 2. Марки указаны для машин комплекта ДС-100; в скобках — для машин
комплекта ДС-110.

Профилировщики основания

Показатели	ДС-502А (Д-345А)	ДС-502Б (Д-345Б)	ДС-97 (ДС-108)
Тип	Самоходный, передвигающийся по рельс-формам		Самоходный гусеничный
Ширина обрабатываемой полосы, м	7,5; 3,5	7,5; 3,75	8,5 (9,5 с уширителями отвалов)
Производительность, м/смену	250	250	—
Профилирующий рабочий орган	Отвал		Фреза-шнек-отвал
Скорости передвижения, м/мин:			
рабочая	0,81	0,81	0—36
транспортные	7,62	7,62	0—36
назад	1,8 и 17,0 (назад)	1,8 и 17,0 (назад)	
Двигатель:			
марка	Д-37Е	Д-37Е	—
мощность, л. с.	40	40	575
Уплотняющее оборудование	Вибробрус		
Габаритные размеры, мм:			
длина (по направлению движения)	3 244	3 244	11 582
ширина при полосе 7,5 м	—	9 106	8 534
то же 7 »	8 606	—	10 000
высота (от уровня головок рельс-форм)	2 941	2 941	3 680
Масса, т, при ширине полосы:			
7 м	7 400	—	—
7,5 »	—	7 500	3 600
Цена, руб.	6 240	6 240	32 845

Примечание. Планировщик основания ДС-97 входит в комплект ДС-100 и ДС-110 для скоростного строительства дорог с бетонным и асфальтобетонным покрытием. При планировке основания из укрепленного цементом грунта к машине ДС-97 (ДС-108) придается навесной конвейер-перегрузатель для удаления излишков срезанного грунта в отвал или автомобиль-самосвал.

Таблица XIII.27

Машины для распределения цементобетонной смеси

Показатели	ДС-503А (ДС-375А)	ДС-503Б (Д-375Б)	ДС-99 (ДС-109)
Ширина укладываемой полосы, м	7; 5; 3,5	7,5; 3,75	7,3—8,5
Толщина распределяемого слоя, см	12—15	12—55	180—280 (до 450)
Производительность, м ³ /смену	55	55	1500 м ³ /смену
Тип распределительного органа	Бункер		Шнек-фреза
Скорость передвижения, м/мин:			
рабочая	0,5—36	0,5—36	0,5—36
транспортная	До 72	До 72	До 72
Мощность двигателя л. с.	40	40	250
Габаритные размеры, мм:			
ширина при полосе 7 м	7005	7 005	11 200
то же, 7,5 »	8000	8 500	9 450
высота	2 587	2 587	3 530
Масса, т	8,68	9,15	41,4
Цена, руб.	6 380	6 380	245 330

Машины для отделки цементнобетонных покрытий

Показатели	ДС-504А (Д-376А)	ДС-504Б (Д-376Б)	ДС-104*
Ширина обрабатываемой полосы, м	7,5	7,5	3,65—7,92
Толщина слоя до, мм	300	300	500
Скорость передвижения, м/мин:			
рабочая	0,81	0,81	0—25
транспортные	7,62 (вперед); 7,82; 17,0 (назад)	7,62 (вперед); 7,82; 17,0 (назад)	0—72
Мощность двигателя, л. с.	40	40	67,5 кВт
Габаритные размеры, мм:			
длина	4 100	4 100	8 420
ширина	8 600 (при поло- се 7 м)	9 090 (при полосе 7,5 м)	10 700
высота	3 120	3 120	2 775
Масса при наибольшей ширине, т	9,5	9,7	8,5
Цена, руб.	9 000	9 600	35 660

* Трубчатый финишер.

Таблица XIII.29

Машины для нарезки температурных швов
в затвердевшем бетоне

Показатели	ДС-510	ДС-115	ДС-112
Тип	Двухдисковый самоходный	Трехдисковый самоходный для продольного шва	Четырехдиско- вый самоходный для поперечных швов
Максимальная глубина наре- заемого шва, мм	60	До 80	80
Производительность, м/смену	До 134	До 1 000	До 1 000
Ширина прорези, мм	4—8		
Скорость передвижения, м/мин:			
рабочая	1	0,5—3	90
транспортная	12		
Двигатель:			
тип	Дизельный	Электрический	
мощность, кВт	50	50	100
Диаметр режущих дисков, мм	320 (алмазные)	250 и 320	250 и 320
Частота вращения дисков, об/мин	3000	3 150	40,8; 50,2
Габаритные размеры, мм:			
длина	2 550	3 520	7 600
ширина	1 460	2 080	2 890
высота	1 350	2 200	2 950
Масса, кг	1 850	2 200	5 500
Цена, руб.	4 000	8 360	16 200

Примечание. ДС-112 и ДС-115 входят в комплект машин для скоростного строи-
тельства дорог. Схема нарезания шва — ступенчатая по ширине и глубине.

Таблица XIII.30

Машина для заполнения швов
(заливщик швов)

Показатели	ДС-67
Базовое шасси	Автомобиль УАЗ-452Д
Объем бака, л	150
Подогрев мастики	Газовой горелкой
Производитель- ность, м/смену	700
Габаритные разме- ры, мм:	
длина	4510
ширина	2100
высота	2070
Масса с базовой машиной без масти- ки, т	2,62
Цена, руб.	5800

Примечание. Для разогрева мастики машинам придают передвижные котлы.

Таблица XIII.31

Машина для нанесения
пленкообразующих материалов

Показатели	ДС-105 (ДС-105А)
Тип	Пневмоко- лесный
Ширина обрабаты- ваемой полосы, м	3,65—7,92
Мощность двигате- ля, кВт	67,5
Скорость передви- жения м/мин:	
рабочая	0—10
транспортная	0—72
Габаритные разме- ры, мм:	
длина	8 420
ширина	10 700
высота	2 775
Масса, т	6,4
Цена, руб.	36 100

§ XIII.6. Машины для ремонта и содержания дорог

Таблица XIII.32

Поливо-моечные, подметально-уборочные машины

Показатели	Поливо-моечные машины				Подметально-уборочные машины		
	ПМ-130П*	АКПМ-3-2**	КПМ-64	ПМ-130Б*	ПМ-130Б	КОМ-130А	КО-105***
Базовое шасси	ЗИЛ-130	ЗИЛ-130	ЗИЛ-130	ЗИЛ-130	ГАЗ-53А	ЗИЛ-130	Трактор Т-40АП
Объем основной ци- стерны, л	5 000	6 000	5 150	5 000	750	6 000	4 000
Ширина полива, м	15—18	15—18	14—18	15—18	8	18	12
Ширина мойки до м	8	8	7	8	8	8	6
Ширина подмета- ния, м	—	—	—	—	1,95	4,06	1,7
Рабочая скорость при мойке, поливке, снегоочистке, км/ч	20	20	15	20	16,5	20	1,8—2,17, 10,0
Объем прицепной цистерны, л	5 000	6 000	5 150	5 400	—	—	3000

Показатели	Поливно-моечные машины				Подметально-уборочные машины		
	ПМ-130П*	АКПМ-3**	КПМ-64	ПМ-130Б*	ПМ-130Б	КОМ-130А	КО-705***
Производительность, тыс. м ² /ч: при мойке	16	16	15	8	До 20	50 000	18
» поливе	60	60	55	15—18	» 20	130 000	До 20
Габаритные размеры, мм:							
длина (длина с прицепом)	6 710 (12 560)	6 710 (12 560)	6 800 (13 420)	6 700 (12 560)	6 710 (12 560)	6 710 (12 560)	—
ширина	2 420	2 420	12 350	2 420	4 420	2 420	2 420
высота	2 500	2 500	2 460	2 500	2 500	2 500	4 170
Масса (без воды), т	5,5	5,8	5,7	5,8	—	5,8	3,8
Цена, руб.	6 800	7 400	—	5 050	5 050	6 800	6 100

* Поставляется со снегоочистительным оборудованием.

** С гидроприводом поворота поливно-моечных насадок.

*** Оборудование для полива, мойки и очистки от снега (плужно-щеточные, фрезерно-роторные).

Таблица XIII.33

Кюветовосстановитель навесной

Показатели	ДЭ-9	Показатели	ДЭ-9
Базовая машина	Автогрейдер ДЗ-31-1	Рабочие скорости передвижения, км/ч:	
Рабочий орган	Роторный	вперед	0—0,04
Скорость резания, м/с	2,04	назад	0—0,04
» движения транспортера, м/с	4,9	Габаритные размеры, мм:	
Привод механизма рабочего органа ротора, транспортера и ходоуменьшителя	Гидродвигатели	длина	8 300
		ширина	6 400
		высота	4 300
		Масса, т	16,3
		Цена, руб.	27 000
Восстанавливаемый кювет:			
заложенне откосов	1:1,5		
глубина×ширина по дну, мм	700×400		

Дорожные ремонтеры

Марка, базовая машина	Назначение	Число обслуживающих рабочих	Производительность, м ² /смену
М-4101 — двухосный прицеп к трактору «Беларусь»	Текущий ремонт усовершенствованных облегченного типа покрытий; мойка и окраска обстановки, уход за зелеными насаждениями	2	25
Т-230 на базе шасси ЗИЛ-130	Текущий ремонт асфальтобетонных покрытий с использованием старого асфальтобетона	3	5
5320 — на шасси ЗИЛ-130 и двухосный прицеп 2АПС-4.5	Текущий ремонт усовершенствованных облегченных и асфальтобетонных покрытий	5	До 175

Таблица XIII.35

Машина для ремонта асфальтобетонных покрытий

Показатели	ДЭ-5 (Д-731)	Показатели	ДЭ-5 (Д-731)
Базовое шасси	ГАЗ-53А	бункер-термос для горячего асфальтобетона объемом, м ³	0,8
Производительность, м ² /ч	8—10	баллоны для сжиженного газа	50
Комплект рабочего оборудования:	ИЭ-4204 (С-8491) — 2 шт.	объемом, л	30
электромолоток	822×594 (3 шт.)	бак для эмульсии	
блоки горелок	1020×340 (2 шт.)	объемом, л	
размером, мм	ИВ-70	Габаритные размеры, мм:	
электровиброактор, марка	530	длина	6 230
ширина укатываемой полосы, мм	0,06	ширина	2 500
тележка с ковшом		высота	2 370
объемом, м ³		Масса, т	7,4
		Цена, руб.	10 000

Таблица XIII.36

Машина для разделки и очистки трещин при ремонте асфальтобетонных покрытий

Параметры	ДЭ-10
Базовое шасси	Передвижная, управляемая
Оборудование	вручную тележка Термоинструменты и топливный бак

Параметры	ДЭ-10
Производительность, м/ч:	
при разделке кромок трещин на глубину 40 мм	110
при очистке трещин на глубину 40 мм	600
Температура газовой струи, °С	140—1000
Расход автомобильного бензина, л/ч	2—3
Расход сжатого воздуха (при давлении кгс/см ²), м ³ /мм	2
Объем топливного бака, л	6
Габаритные размеры, мм:	
длина	1400
ширина	700
высота	900
Масса, т	0,05
Цена, руб.	350

Таблица XIII.37

Маркировочные машины

Показатели	ДЭ-3А	ДЭ-18	ДЭ-20*
Базовое шасси	T-16M	ГАЗ-53А	ГАЗ-53А
Ширина наносимых линий, мм	150; 200; 250; 300	150—1000	100—200
Объем резервуаров, л:			
для краски	165×2	1000	700
» растворителя	23,5	50	Термопласт
Скорость рабочая, км/ч	1,38... 6,25	До 12	До 12
» транспортная, »	20,6	20,6	20,6
Мощность двигателя, л. с.	20	21	21
Производительность, м ² /ч	625	1600	133
Габаритные размеры, мм:			
длина	3920	7020	9550
ширина	2400	2240	2410
высота	2420	2550	3800
Масса, т	2,73	6,30	5,50
Цена, руб.	4600	7320	7300

* Применяется также для окраски машин и придорожных сооружений.

Разбрасыватели песка, хлоридов

Показатели	КО-104	ПР-53* (КО-102)	ПР-130
Тип		Навесной	
Базовое шасси — автомобиль	ГАЗ-53А	ГАЗ-53	ЗИЛ-130
Ширина посыпки, м	8	8	7**
Объем кузова (бункера), м ³	2,2	2,2	2,7
Производительность при посыпке, м ² /ч:			
песком	—	—	—
хлоридами	16 000	16 000	14 000
Рабочая скорость, км/ч	20	20	10—18
Габаритные размеры, мм:			
длина	7 750	7 750	8 450
ширина	2 340	2 340	2 340
высота	2 240	2 240	2 310
Масса, т	4,8	4,65	5,85
Цена, руб.	7 000	5 300	4 700

* В летнее время можно использовать как автомобиль-самосвал.

** Ширина захвата щетки 2,3 м.

Плужные снегоочистители

Показатели	Д-447М	ДЭ-225С
Тип	Плужно-щеточный	Плужный
Базовое шасси	Трактор МТЗ-50/52	Колесный трактор
Наибольшая толщина убираемого слоя, м	0,5	К-701 1,50
Ширина захвата, м	2,50	3,14
Дальность отбрасывания снега, м	1,5	20
Рабочая скорость, км/ч	2,8—6,85	12
Производительность	5 000—7 000 м ² /ч	1 250 т/ч
Мощность двигателя, л. с.	55	300
Габаритные размеры, мм:		
длина	6 500	8 610
ширина	2 500	3 140
высота	2 485	3 250
Масса, т	4,53	15
Цена, руб.	4 700	19 700

Шнеко-роторные снегоочистители

Показатели	ДЭ-204 (Д-470)	ДЭ-210С (Д-707С)	ДЭ-220	ДЭ-211* (Д-902)	ДЭ-223С
Базовые шасси	Автомобиль ЗИЛ-157КЕ	Автомобиль ЗИЛ-131	Гусеничный трактор ДТ-75	Автомобиль Урал-375Е	Колесный трактор К-701
Ширина захвата, мм	2 520	2 560	2 520	2 810	3 500
Наибольшая толщина убираемого слоя, мм	1 300	1 300	1 300	1 500	1 000
Дальность отбрасывания снега, м	20	24	15	37	20
Рабочая скорость, км/ч	0,3—5,0	0,5—5,92	2,0	0,15—5,0	5,0
Производительность, т/ч	625	900	400	1 200	50 000 м ³ /ч
Двигатель: марка	У2.Д6-С3	У2.Д6-2500ГК	СМД-14	1Д12ВС	ЯМЗ-240Б
мощность, л. с.	150	250	75	400	300
Габаритные размеры, мм:					
длина	8 000	8 550	6 320	10 050	9 000
ширина	2 570	2 570	2 570	2 810	3 500
высота	2 530	2 700	2 300	2 940	3 260
Масса, т	8,82	10,82	8,90	15,20	23,45
Цена, руб.	12 000	19 000	8 000	19 000	22 700

* Выпускается со Знаком качества.

Фрезерно-роторный снегоочиститель

Показатели	ДЭ-212С (Д-904С)	Показатели	ДЭ-212С (Д-904С)
Базовое шасси	Гусеничный трактор ДТ-55	Двигатель: марка	ЯМЗ-238Г
Ширина захвата, мм	2 750	мощность, л. с.	170
Наибольшая толщина убираемого слоя, м	1,0	Габаритные размеры, мм:	
Дальность отбрасывания снега, м	18	длина	6 735
Рабочая скорость, км/ч	0,4—1,8	ширина	2 750
Производительность	500—700 т/ч	высота	2 625
		Масса, кг	14 100
		Цена, руб.	19 400

Примечание. Осваивается снегоочистительное фрезерно-роторное оборудование на универсальном шасси КО-705.

§ XIII.7. Машины для погрузочно-разгрузочных работ

Таблица XIII.42

Погрузчики одноковшовые

Показатели	Гусеничные				Колесные	
	ТО-7 (Д-574)	ТО-25	ТО-10А	ТО-1 (Т-157М)	ТО-6 (Д-561А)	ТО-18*
Тип погрузчика	Универсальный с фронтальной разгрузкой			С задней разгрузкой	Универсальный с фронтальной разгрузкой	
Базовый трактор, тягач или шасси	ДТ-75 PC2	Т-150К	Т-130-1Г-1	Т-100МПП	Самоходное шасси	Самоходное шасси
Грузоподъемность, кг	2 000	3 000	4 000	4 000	1 800	3 000
Объем основного ковша, м ³	1,0	1,5	2,0	2,8	0,9	1,5
Высота разгрузки, мм	2 700	2760	3 200	2 560	2 300	2 750
Вылет при максимальной высоте разгрузки, мм	940	950	1 100	3 400	1 000	950
Мощность двигателя, л. с.	80	165	160	110	75	130
Скорость передвижения, км/ч:						
вперед	3,04—10,8	37,0	3,84—10,65	2,36—10,10	27,5	0—7,0; 40
назад	3,79—7,96		3,11—8,67	2,8—7,61	0—21,2	0—7,2; 0—25
База, мм	2 710		3 020	2 810	2 150	2 670
Дорожный просвет, мм	326		400	310	370	430
Среднее время цикла, с	50—60	50—60	55—60	60—70	40—45	40—45
Габариты, мм:						
длина	5 715	7 000	6 800	6 620	5 600	7 200
ширина	2 048	2 572	2 900	3 055	2 336	2 440
высота	2 034	3 355	3 028	3 020	2 700	3 145
Производительность, м ³ /ч	59—66	—	145—155	120—140	96—108	130
Масса, т	9,47	—	20,50	17,80	7,68	10,70
Цена, руб.	6 111	10 000	20 000	10 783	11 430	20 000

* Выпускается со Знаком качества.

Погрузчик многоковшовый

Показатели	ТМ-1 (Д-565)
Ширина захвата шнеком, мм	2450
Высота погрузки, м	3,2
Мощность двигателя, л. с.	160
Скорость передвижения, км/ч	11,2
Производительность, м ³ /ч	160
Габаритные размеры, мм:	
длина	8850
ширина	2735
высота	3780
Масса, т	8,0
Цена, руб.	9150

Таблица XIII.44

Кран на гусеничном ходу

Показатели	Э-2508
Грузоподъемность, т	60; 20; 12
Длина стрелы, м	15; 20; 25; 30; 35; 40
Вылет стрелы, м	4,56; 9; 9,5
» крюка-наголовника	15,9 и 16,6
Высота подъема крюка, м	13,7; 29; 39
Скорость подъема, м/мин	1,03—11,07 (на стреле 15 м)
Мощность двигателя, л. с.	300
Масса, т	83,0
Цена, руб.	40 400

Автомобильные краны

Показатели	КС-1562*	КС-2561Д	КС-4561 (К-162)	КС-4571	КС-2561Е	КС-2571	КС-3562А	КС-3571
Грузоподъемность, т	5—1,5; 2—0,6; 2,5—0,9	6,3—1,8; 6,3—1,9; 3,7—0,9;	Без гуська 16,2—8; 12—1,5; 8,15—1,2; 5,5—1,14; с гуськом 2; 1,5	16—3,7; 5—0,3 25—0,075	6,3—1,7 3—0,6; 2—0,5	6,3	10—1,6	10—3; 2,65—0,95 1,5—0,3
Мощность двигателя, л. с.	115	150	240	240	150	150	180	180
Длина стрелы, м	6,1 или 10,3	8 и 12	10 решетчатая; дополнительно, стрелы 14, 18 и 22 с гуськом и без гуська	9,75—21,75, трехсекционная телескопическая; длина гуська 5,3	8; 12; 12 с гуськом	6,8—10,8, двухсекционная телескопическая	10 и две вставки по 4 м; длина гуська 3 м	8—14, телескопическая длина гуська 6 м
Вылет стрелы, м	3,2—6,5; 5,6—10; 3,2—7	3,3—7,3; 3,3—7; 4,1—11; 5,5—12; 4—9	Без гуська 3,4—10; 4,2—13; 5—14; 6—14 с гуськом 9,2—14 и 10—14	3,8—8—45; 6,2—20,45; 8,2—24	3,3—7 4,6—10,2 6,1—11,6	3,3	4—10; 6—75— 17,5; 9,7—20	4—7,1; 7,5—13,1; 9,2—19,1

Показатели	КС-1562А*	КС-2561Д	КС-4561 {(К-162)}	КС-4571	КС-2561Е	КС-2571	КС-3562А	КС-3571
Наибольшая высота подъема крюка, м	6,2—3,8 10—5,5; 5—12	8—5,5 8—5,5; 12—7; 13—7; 16,7	Без гуська 10,5; 14,5; 18,5; 22,4; с гуськом 18,5 и 22,4	10,6—1,5 22—1,5; 27,5—12,2	8—5,5 12—8,3; 13—8	6,5; 11; 12; 13	10—5; 17—7,5; 18—4	8; 14,2; 20
Скорость подъема или опускания груза, м/мин	0,36—12,6 стреловое оборудова- ние; 0,54—18,9 башенно- стреловое	0,4—12,5 0,6—19,5	1,33—8; 6,28—12,8 подъема; 15,2—5 и 22,5—10,7 опускания	0,2—8,4	2,2—13,1; 3,2—19,2; 3,2—19,2	12,5 25	0,2—10; 0,2—10; 0,4—20	12,5; 12,5; 25; 25
Базовая машина — автомобиль	ГАЗ-53А	ЗИЛ-130	КрАЗ-257К		ЗИЛ-130	ЗИЛ-130		ЗИЛ-130
Масса, т	7,4	8,95	21,8	24,37	8,7	9,7	14,3	9,7
Цена, руб.	6 250	8 000	17 500	28 000	6 000	13 000	17 000	19 600

* Имеет решетчатую выдвижную стрелу длиной 6 м или 10,3 и башенно-стреловое оборудование (башня 7,95 м и стрела 6,1 м).

Пневмоколесные краны

Показатели	КС-4362	КС-5363*	КС-6362	К-631	КС-7362	КС-8362**
Грузоподъемность, т	16—3,5; 10—2; 6,5—1,4;	25—3,5; 16,2—2,1 11,5—0,8; 8—0,5;	40—6,4; 26—4,5; 19—2,7;	63—5; 31—2; 20—2;	63—5; 30—1,3; 12—1,2	100—6; 43—3;
Длина стрелы, м	12,5—2; 9—1,7 12,5 основная; 17,5 и 22,5 удли- ненные; гусек 4	3,5—1,9 15, 20, 25, 30 и с управляемым гуськом	10,5—0,9 15, 20, 25, 30, гуськи 8 и 12	12—11,75 15 (основная), 24, 31, 38 с управляе- мыми гуськами 10, 15, 20	15, 20, 25, 35 и 40 с неуправ- ляемыми гуськами	10,5—0,8 20—55; 20—40
Вылет стрелы, м	3,8—10; 4,8—14; 5,8—16; 4,2—11,35	4,5—13,8; 5,5—18; 6,5—22,1; 7,5—26,3; 12,5—17,2	4,5—14; 5,5—17 6,5—20; 8—28	4,35—15; 6—24; 7,5—25 9—26	5—14; 7,5—30; 11,3—23	5,2—18; 9—28; 18,5—32
Высота подъема крюка, м	12,1—8,5; 16,9—11,4; 21,8—16,5; 21,2—14,4 26,1—19	14—8; 18,8—10,2; 22,2—12; 17,6—15; 36,2—31,7	14,5—8,3; 19,5—12,3; 24,5—16,4; 34,9—21,5	14,6; 21,35—6,65; 25,4—17,7; 31,4—28,5	14—8; 38—27; 62,54	18—10; 37—27,1 81; 9—70
Скорость подъема— опускания груза, м/мин	3,5—7,4; 4,6—9; 3,50—12 (подъе- ма); 8,6—15; 7—18,8; 13—20,5 (опуска- ния)	0,3—6	0,2—5; 0,26—6,35; 0,4—10; 0,8—20 (подъема); 0,15 (опускания)	0,5—5 (стрела 15 м); 3—30 (стре- ла 38 м)	0,5—5	0,4—3 (стрела 20 м)
Мощность двигате- ля, л. с.	75	120	180	180	180	180
Масса, т	23	33	48	69	70	96
Цена, руб.	24 800	37 300	55 000	75 000	75 000	172 000

* Выпускается со Знаком качества.

** Имеет дизель-электрический многомоторный привод.

§ XIII.8. Машины для транспортных работ

Таблица XIII.47

Автомобили-самосвалы

Показатели	ГАЗ-САЗ-53Б	ЗИЛ-ММЗ-555Л	ЗИЛ-ММЗ-554	МАЗ-503А	КрАЗ-256Б	БелАЗ-540А	БелАЗ-548А	КамАЗ-510
Колесная формула	4×2	4×2	4×2	4×2	6×4	4×2	4×2	6×4
Грузоподъемность, т	3,5	4,5	3,0	8,0	11,0	27,0	40,0	7
Масса, т	7,4	9,3	9,05	15,25	22,48	48,0	67,0	15,5
Дорожный просвет, мм	265	270	270	270	290	475	540	285
Максимальная скорость, км/ч	85	90	90	75	65	55	55	80
Контрольный расход топлива, л/100 км	24	26	26	22	38	100	120	35
Радиус поворота наружный габаритный, м	9	8,8	8,8	7,5	13,0	8,5	9,5	8,5
Внутренние размеры кузова, мм:								
длина	3730	2595	3370	3280	4440	4175	—	6140
ширина	2280	2210	2300	2284	2130	3480	3375	2480
высота	1060	650	650	676	—	—	1812	2630
Объем кузова по основным бортам, м ³	5,0	3,0	5,0	3,8	6,0	15,3	26	—
Погрузочная высота по основным бортам, мм	1918	1900	2035	2626	2450	3050	3460	1870
Обозначение шин	8,25— 20	260— 508	260— 508	11,00— 20	12,00— 20	18,00— 25	20,00— 33	260— 508P
Давление воздуха в шинах, кгс/см ² :								
передних	2,8	3,5	3,5	6,0	5,0	5	5	6,3
задних	4,3	4,4	4,3	6,5	5,5	5	5	4,5

Примечание. На дорожном строительстве широко применяются также автомобили-самосвалы МАЗ-503Б грузоподъемностью 7 т и ЗИЛ-ММЗ-555 грузоподъемностью 4,5 т.

Автобетоновозы

Показатели	СБ-113	АБ-32
Грузоподъемность, т	3,8	7,7
Объем кузова, м ³	2,8	5,0
Габаритные размеры, мм:		
длина	5800	6500
ширина	2500	2500
высота	2700	2800
Масса, т:		
в снаряженном состоянии	5,3	7,55
» загруженном »	9,3	15,25

Таблица XIII.49

Прицепы-тяжеловозы (трейлеры) для транспортировки дорожных машин

Показатели	ДС-103*	ДС-107*	Т-151А
Грузоподъемность, т	16	44 и 49	20
Тип	Полуприцепная		
Ходовое оборудование	Пневматические колеса		
Платформа (длина×ширина), мм	954×3100		
Габаритные размеры, мм:			
длина	3 000	9 545	5 000
ширина	9 340	3 100	2 700
высота погрузки	1 310	1 475	800
Масса, т	5,1	6,1 и 6,8	980
Цена, руб.	11 400	11 400	12 000

* Входит в комплект СД-100 (СД-110) для скоростного строительства дорог.

§ XIII.9. Компрессорные станции. Электростанции

Таблица XIII.50

Компрессорные станции

Показатели	СО-2А	СО-7А	СО-62	СО-45	ЗИФ-55	ЗИФ-51	ДК-9М	КС-9	ПК-10	ПР-10М	ПВ-10	ЗИФ-55В
Тип	Переносные				Прицепные							
Производительность (подача), м ³ /мин	0,5	0,5	0,5	0,05	5	4,6	10	10	10,5	10	7	5,5
Рабочее давление, кгс/см ²	4	7	6	3	7	7	6	6	7	7	10	7
Компрессор	Поршневой двухцилиндровый одноступенчатый с вертикальными цилиндрами			Диафрагмовый одноцилиндровый одноступенчатый с вертикальным цилиндром	Поршневой, четырехцилиндровый			Бортовой	Ротационный двухступенчатый	Винтовой одноступенчатый		
Система охлаждения	Воздушная											
Мощность	3 кВт	4 кВт	4 кВт	0,27 кВт	104 кВт	60 кВт	106 л. с.	108 л. с.	110 л. с.	120 л. с.	180 л. с.	104 л. с.
Напряжение тока, В	220/380	220/380	220/380	220	220	220/380	—	—	—	5	5	5
Габариты, мм:												
длина	1230	1230	900	410	4410	4410	6500	6100	6300	5650	4550	4400
ширина	454	492	580	225	(3450)	(3450)	(5160)	(5046)	(4700)	(3970)	(3370)	(3440)
высота	770	785	160	400	1820	1820	1850	2020	1890	1600	1730	1820
Масса, кг	140	150	160	75	1770	1770	2150	2125	2610	2170	1870	1770
					2750	2306	5200	6100	5000	3200	3200	2050

Примечание. Длина компрессорной станции указана с дышлом, в скобках — без дышла.

Передвижные электростанции

Показатели	ЭСД-5-Т/230	ЭСД-10-Т/230	ЭСД-20-Т/230	ДЭС-40М127	ЭСД-30-Т/230	ЭСД-50-Т/230	ДЭС-50Е	ДГ-75-2	ЭСД-75Т/230	ЭСД-100	ЭСЛА-100
Номинальная мощность при $\cos \varphi = 0,8$ т, кВт	5	10	10	27	30	50	50	75	75	100	100
Напряжение, В	230	230	230/400	230/400	230/400	230/400	157/90	230/400, 230/136	230/400, 230/136	180	180
Двигатель-дизель	2 ч $\frac{8,5}{11}$	4 ч $\frac{8,5}{11}$	Д-40А	АСМД-771	ЯАЗ-М204Г	А-ДМ-100АД	Д-108	6ЧН-12/14	1Д6-150АД	1Д6Б	1Д6В
Генератор	ЕС52-4С-Ф	ДГС81-ЧЩ-Ф2	ДГС82-ЧЩ-Ф2	ЕС82-4	ДГС 91-ЧЩ-Ф2	ДГС 92-ЧЩ-Ф2	ЕС 92-6	ЕС 93-6	ПС-93-4	ГСФ-100	ГСФ-100
Габаритные размеры, мм:											
длина	1500	1320	2300	2100	2400	3010	2810	3310	3310	3400	3400
ширина	760	2000	950	905	1720	1200	1010	1200	1200	1175	1175
высота	1180	2040	1600	1800	960	2000	2070	2000	2000	1675	1675
Масса, т	1,42	2,04	3,75	1,57	3,77	6,65	4,50	3,15	8,15	9,00	8,95

§ XIV.1. Предприятия по добыче и переработке каменных материалов

Природные каменные материалы для дорожного строительства добывают в карьерах. Карьером называют открытые разработки месторождения ископаемой горной породы. По виду добываемого материала различают карьеры каменные, гравийные, песчаные и гравийно-песчаные.

В зависимости от степени разведанности месторождений, изученности качества полезного ископаемого и горнотехнических условий разработки запасы карьеров подразделяют на три группы: А, В и С, которые характеризуются следующими условиями: категория А — запасы, разведанные и изученные с детальностью, обеспечивающей полное выяснение основных особенностей условий, формы и строения тел полезного ископаемого; категория В — часть геологического запаса, разработка которой технически удобна и экономически выгодна. Категория С₁ — запасы, разведанные и изученные с детальной, обеспечивающей выяснение в общих чертах условий залегания, формы и строения тел полезного ископаемого; категория С₂ — запасы, предварительно оцененные.

Разведанные запасы должны размещаться: за пределами зоны санитарной охраны шириной 500 м по отношению к любым населенным пунктам; на расстоянии не менее 400—600 м по отношению к промышленным зданиям и сооружениям, железным и автомобильным дорогам, судоходным рекам, нефте- и газопроводам; за пределами зеленых охранных зон, заповедников, заказников; по возможности, на площадях, непригодных или малоценных для сельского хозяйства.

Предельное отношение суммарной мощности вскрытых и пустых пород к мощности полезного ископаемого не должно превышать для месторождений камня 1:1,5, для месторождений песка и песчано-гравийных материалов 1:1. Целесообразность разработки месторождений должна быть подтверждена технико-экономическими расчетами.

Для разработки карьера обязательна следующая техническая документация: разрешительная — горноотводные документы, зарегистрированные в Госгортехнадзоре; документы о земельном отводе; разрешение на производство взрывных работ; разрешение на хранение взрывчатых материалов;

проектная — календарный план горных работ; паспорт ведения взрывных работ;

исполнительная — паспорт карьера; паспорт склада взрывчатых материалов; паспорта машин; книга регистрации производственного инструктажа; журнал для записей ликвидации отказов при взрывных работах; книга регистрации испытаний по техническому минимуму.

Оформление горного отвода производят в соответствии с постановлением Совета Министров РСФСР № 197 от 25 февраля 1966 г.

Для получения разрешения на право производства взрывных работ карьер, в котором предполагается производить взрывные работы, или специализированная организация подает заявление соответствующей непосредственно контролирующей организации Госгортехнадзора СССР. В заявлении указывается: название предприятия и его подчиненность (трест, главк, министерство); характер и методы взрывных работ; сведения о руководителе взрывными работами (фамилия, имя, отчество, занимаемая должность); сведения о складе для хранения взрывчатых материалов (название склада, кому принадлежит склад, тип склада).

К заявлению должны быть приложены: копия диплома или удостоверения руководителя взрывных работ, дающего право руководства этими работами; выкопировка из плана местности в двух экземплярах с нанесением мест производства взрывных работ и границ опасной зоны, окружающих жилых и технических сооружений, железных и автомобильных дорог, линий электропередач, расположенных в пределах опасной зоны или на ее границах. При кратковременных и разовых взрывных работах вместо выкопировок может быть приложен схематический план местности с нанесением указанных данных. Разрешение в этом слу-

чае выдается на срок производства взрывных работ. При смене руководителя взрывных работ выданное разрешение должно быть заменено.

Для приобретения взрывчатых материалов (ВМ) или для передачи их с одного предприятия на другое подают заявление организации, выдавшей разрешение на право производства взрывных работ.

На основании свидетельства на право приобретения или передачи ВМ предприятие получает через местное учреждение милиции соответственно разрешение на приобретение или перевозку ВМ, выдаваемые на имя предприятия, ведущего взрывные работы.

Горные породы перерабатывают на камнедробильных заводах и базах. Технологические схемы камнедробильных заводов и баз определяются характером перерабатываемой исходной горной массы, номенклатурой готовой продукции, выпускаемыми машинами и оборудованием. Схемы должны быть гибкими и обеспечивать возможность варьировать выходыми и номенклатурой готовой продукции. Для мощных камнедробильных заводов (КДЗ) имеются типовые технологические проекты, разработанные Киевским филиалом Союздорнии, ЦНИС МПС НИИжелезобетона и др.

Добыча и переработка песчано-гравийных материалов включает: разработку месторождения (экскавацией, взрывным способом, гидромеханизацией); дробление (если необходимо); сортировку (грохочение); промывку щебня и гравия; классификацию и обогащение песков; обогащение по прочности; обогащение щебня по форме зерен; обезвоживание. Заводы и базы по переработке гравийно-песчаных материалов организуют по типовым проектам с привязкой к местным условиям.

Характеристики машин для переработки каменных материалов приведены в табл. XIV.1—XIV.8.

Таблица XIV.1

Плоские грохоты

Показатели	СМД-29 (СМ-742)	СМД-53 (С-861)	СМД-51 (С-785)	СМД-50 (С-784)	СМД-25 (СМ-690)	СМД-107
Тип	Вибрационный	Самобалансный	Инерционный наклонный			Вибрационный самобалансный
Число ярусов сит	2	2	2	2	1	2
Наибольшая крупность загружаемого материала, мм	100	100	100	150	450	100
Размер сит, мм	1250× ×3000	1000× ×2500	1750× ×4500	1500× ×3750	1500× ×3000	1250× ×3700
Угол наклона, град	10—25	10—25	10—25	10—25	До 30	До 30
Мощность электродвигателя, кВт	5,5	5,5	10	10	13	10
Масса, т	2,30	1,93	3,70	3,25	4,95	2,40
Цена, руб.	1120	1300	3100	2485	3300	1500

Примечание. Производительность грохотов до 50 м³/ч.

Щековые дробилки

Показатели	Сложное				Простое		
	СМД-6А (СМ-16Д)	СМД-28 (СМ-741)	СМД-11 (СМ-166А)	СМД-31 (С-182Б)	СМД-58Б	СМД-59А	СМД-60А
Движение щеки							
Размеры приемного отверстия, мм	600×900	400× ×900	250× ×900	250× ×400	900×1200	1200× ×1500	1500× ×2100
Максимальный размер загружаемых камней, мм	510	340	210	210	750	1000	1200
Производительность при дроблении пород средней твердости и номинальной щели, м ³ /ч	65	25	14	7	160	280	450
Номинальная выходная щель, мм	75—200	40	20—30	20—40	130	150	180
Минимальный диапазон изменений выходной щели, мм	—	—30, +50	—	—	—	—	±25
Мощность электродвигателя, кВт	75	40	40	17	100	160	250
Максимальная прочность дробимого камня, кгс/см ²	2 500	2 500	3 000	2 500	2 500	2 500	2 500
Габаритные размеры, мм:							
длина	2 200	2 200	1 700	1 400	5 000	6 400	7 500
ширина	2 200	2 200	1 700	1 300	6 000	6 800	7 000
высота	2 600	2 600	2 300	1 500	4 000	5 000	6 000
Масса дробилки без электродвигателя, т	20,0	12	8,0	3,0	70,0	177,8	245
Цена, руб.	8 400	5 070	3 000	1 600	54 578	95 681	163 514

Примечание. Освоен выпуск: конусных дробилок СМД-122 производительностью 30—75 м³/ч при выходной щели 12—35 мм (мощность электродвигателя 75 кВт) и СМД-105 производительностью 5—15 м³/ч при выходной щели 5—16 мм (мощность электродвигателя 30 кВт); щековой дробилки со сложным движением щеки СМД-116 производительностью 7—16,9 м³/ч при выходной щели 40—80 мм (мощность электродвигателя 17 кВт); комбинированной дробилки СМД-115 (щековой — валковой) производительностью 3,3 м³/ч при размере приемного отверстия 250×160 мм (мощность электродвигателя щековой дробилки 7,5 кВт, валковой 7,5 кВт).

Таблица XIV.3

Конусные дробилки

Показатели	СМД-18 (СМ-561А)	СМД-17 (СМ-560А)
Диаметр основания подвижного корпуса, мм	600	900
Размер выходной щели, мм	12—25	15—40
Максимальный размер загружаемых камней, мм	70	115
Производительность, м ³ /ч	30	30—45
Мощность электродвигателя, кВт	30	55
Максимальная прочность дробимого камня, кгс/см ²	3000	3000
Масса (без электрооборудования и смазочной системы), т	3,66	125
Цена, руб.	4300	7810

Дробилки с жестко укрепленными молотками (роторные)

Показатели	СМД-95	СМД-94	СМД-26 (С-599)
Число роторов	1	1	2
Размеры ротора по билам, мм:			
диаметр	1 600	1 600	700
длина	1 250	1 250	600
Окружная скорость бил ротора, м/с	26,5	20	20
Число бил	4	2	
Размеры приемного отверстия, мм	1250×1100	1250×600	600×550
Максимальный размер загружаемых камней, мм	800	400	400
Производительность, м ³ /ч	200	200	7 (по известняку)
Мощность электродвигателя, кВт	160	200	55
Габаритные размеры дробилки, м:			
длина	4 200	3 400	2 500
ширина	2 900	3 200	1 700
высота	3 500	2 800	2 150
Масса, дробилки, т	30,00	18	4,71
Цена, руб.	23 000	17 800	3 740

Таблица XIV.5

Шаровые и стержневые мельницы

Показатели	СМ-1456	СМ-6001*	СМ-1002	СМ-6003	СМ-6004	СМ-6007	СМ-6008	СМ-6002	СМ-6005
	Мокрый			Шаровые Сухой		Мокрый		Стержневые Сухой	
Тип мельницы									
Способ промолота									
Масса шаров или цилиндров, кг	—	8	10	5	4,8	8	1,6	10	5,2
Мощность электродвигателя, кВт	123,5	100	100	55	55	17	8	100	22
Масса (без мелющих тел), т	26	14,65	21	13,05	12,3	5,2	5,2	21	5,2
Производительность, т/ч	—	16	18	5—6	1,81	4	0,5— 1,4	18	5,4
Цена, руб.	18500	22000	22 000	17 100	17 000	5 800	5 130	22 000	6 050

* С устройством для борьбы с шумом мелющих тел.

Передвижные дробильно-сортировочные установки в блочном исполнении (комплекты унифицированных агрегатов для ПДСУ производительностью до 200 тыс. м³ в год)

Агрегаты	Рабочее оборудование	Производительность, м ³ /ч	Наибольший размер загружаемого материала, мм	Габаритные размеры, мм			Масса, т	Мощность электродвигателя, кВт	Пределы регулирования выходной щели, мм	Цена, руб.
				Длина	Ширина	Высота				
Агрегат крупного дробления СМД-83 (ДРО-326)	Щековая дробилка СМ-16А (2 шт.)	65	500	8 850	3 300	3 910	24	75	75—200	15 000
Агрегат крупного дробления неабразивных пород СМД-70 (С-985)	Роторная дробилка СМД-86	125	600	7 000	3 050	5 270	25,07	100	—	15 000
Агрегат среднего дробления СМД-65 (С-905А)	—	60	210	7 300	3 420	5 060	16,5	40×2=80	20—30	9 970
Агрегат мелкого дробления СМД-72 (С-987)	—	40	100	8 200	2 800	3 350	16,00	58	15—50	12 100
Агрегат среднего дробления ДРО-436	Роторная дробилка СМД-85	36	210	6 450	2 620	4 240	24,7	80	—	10 000
Загрузочный бункер С-885	Пластинчатый питатель (70-210 м ³ /ч)	105, 135, 70, 210	600	10 650	3 570	500	19,0	18	—	—
Агрегат окончательной сортировки СМД-104	Инерционный грохот С-898 (1500×7750 мм)	—	210	8 660	3 860	3 400	10	14	—	7 900
Агрегат унифицированных дистанционного управления ПДСУ-7810	—	—	—	7 100	4 240	7 040	3,81	—	—	3 100
Загрузочный бункер для гравийно-песчаных смесей С-1025 (СМД-77)	Лотковый питатель	100—200	600	4 600	2 300	4 300	5,22	4,0	—	—
Транспортер передвижной специальный	Ленточный »	160	—	15 400	2 800	5 800	3,81	7,5	—	2 480
Транспортер крупнокускового материала СМД-74 (989-А)	» »	235	—	16 600	2 950	6 150	4,8	13,0	—	3 210

Примечания. 1. Электродвигатели трехфазные переменного тока, напряжением 220/380 В. 2. Агрегаты предназначены для переработки камня с пределом прочности до 2000—2500 кгс/см² (кроме агрегата СМД-72, который может перерабатывать камень прочностью до 3000 кгс/см²).

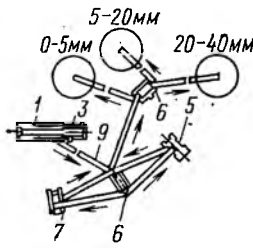
Передвижные дробильно-сортировочные установки в агрегатном исполнении

Показатели	Агрегат первичного (среднего) дробления СМД-26 (СМ-739)	Агрегат вторичного (мелкого) дробления и сортировки СМД-27 (СМ-740)	Агрегат* первичного (среднего) дробления СМД-26А (СМ-739Д)	Агрегат мелкого дробления СМД-27А (СМ-740Д)	Агрегат одностадийного дробления СМД-43А (Д-569А)
Производительность, м ³ /ч	25	25	25	25	5—6
Размер приемного отверстия дробилки, мм	400×900	—	400×900	—	250×400 дробилки (С-182Б) 210
Максимальный размер загружаемых камней, мм	340	75	340	75	25—70 (виброгрохот С-388) 200
Размер конечной продукции, мм	40—100	0,5; 5—10; 10—25	40—100	0,5; 5—10; 10—25	200
Дорожный просвет (клиренс), мм	290	400	290	400	36 (дизель 65 л. с.) 10—15.
Мощность электродвигателя, кВт	55	50	47,7	42,4	20
Максимально допустимая скорость движения, км/ч	20	20	20	20	10—15.
Габаритные размеры, мм:					
длина	10 900	11 550	—	—	5 000
ширина	3 000	2 930	—	—	2 070
высота	5 200	4 400	—	—	2 870
Масса, т	21,28	17,50	25,828	17,85	6,40
Цена, руб.	12 300	11 700	15 720	14 740	3 900

* С дизель-генератором.

Таблица XIV.8

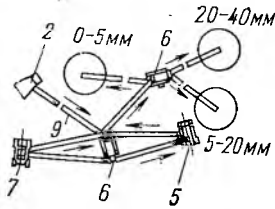
Варианты схемы компоновки дробильно-сортировочного оборудования в блочном исполнении

Схемы компоновки	Назначение и область применения
	Производство щебня размером до 40 мм из изверженных пород

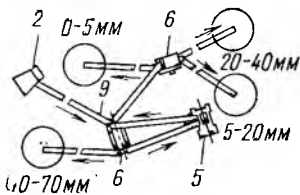
Схемы компоновки	Назначение и область применения
	<p>Производство щебня размером до 25—75 мм</p>
	<p>Производство щебня из малоабразивных горных пород</p>
	<p>Производство щебня размером до 70—40 мм по двухстадийной схеме дробления</p>
	<p>Производство щебня малоабразивных горных пород по одностадийной схеме дробления</p>

Схемы компоновки

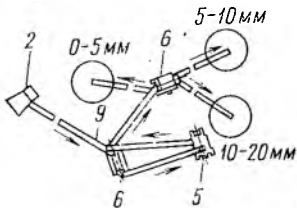
Назначение и область применения



Переработка гравийно-песчаного материала на щебень



Производство щебня и гравия размером до 70 мм



Производство щебня (20 и 40 мм) из гравийно-песчаной смеси с наибольшими размерами материала не более 80—90 мм

Примечание. На рисунках обозначены: 1 — бункер С-885; 2 — бункер С-1025; 3 — агрегат СМД-83; 4 — агрегат С-985; 5 — агрегат С-905А; 6 — агрегат С-906; 7 — агрегат С-987; 8 — агрегат С-986; 9 — ленточный транспортер С-989А.

§ XIV.2. Склады

Важнейшим звеном в материально-техническом снабжении строительства необходимыми ресурсами является правильно организованное складское хозяйство. Для сокращения потерь материалов при их транспортировании и хранении, а также затрат на организацию складов там, где это возможно, организуют перевозку транзитным способом, минуя центральные и перегрузочные склады.

При организации складского хозяйства решают следующие основные вопросы: определяют запасы предназначенных для хранения на складе материалов; площади и объемы складов, их размеры и длину погрузочно-разгрузочных фронтов; производят выбор способов укладки и хранения материалов, деталей, конструкций; выбор методов организации погрузочно-разгрузочных и складских работ,

а также определяют порядок приема, учета и отпуска материальных ценностей со склада.

Расчет площади размеров склада:

$$F_{\text{общ}} = f_{\text{пол}} + f_{\text{пр}} + f_{\text{отн}} + f_{\text{сл}} + f_{\text{всп}},$$

где $f_{\text{пол}}$ — полезная площадь, занятая непосредственно под хранимым материалом штабелями, бункерами, силосами и др., м²; $f_{\text{пр}}$ — площадь, занятая приемными площадками, м²; $f_{\text{отн}}$ — площадь, занятая отпусковыми площадками, м²; $f_{\text{сл}}$ — служебная площадь, занятая конторскими, бытовыми и другими служебными помещениями, м²; $f_{\text{всп}}$ — вспомогательная площадь, занятая проходами и проездами, м².

Для складов насыпных и навалочных грузов полезную площадь определяют в зависимости от установленной величины запаса материалов, объема и количества размещаемых штабелей.

Массу штабеля $q_{\text{шт}}$ (в тоннах) определяют по формуле

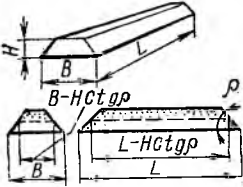
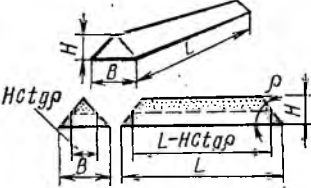
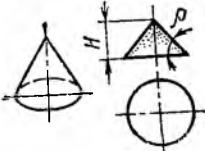
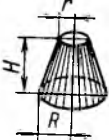
$$q_{\text{шт}} = V\gamma,$$

где V — объем штабеля, м³; γ — насыпная (объемная масса) материала, т/м³.

В табл. XIV.9 приведены формулы для определения объема штабелей различной формы.

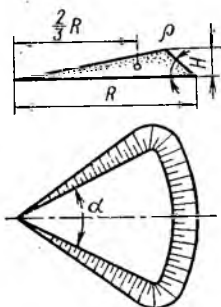
Таблица XIV.9

Объемы штабелей

Геометрическая форма	Объем штабеля
	$V = H(L - H \text{ctg } \rho) \cdot (B - H \text{ctg } \rho);$ $V_1 = H(L - H) \cdot (B - H)$
	$V = H^2 \text{ctg } \rho (L - H \text{ctg } \rho);$ $V_1 = H^2 (L - H)$
	$V = \frac{\pi}{3} H^3 \text{ctg}^2 \rho;$ $V_1 = \frac{\pi}{3} H^3 \approx H^3$
	$V = \frac{\pi}{3} H (R^2 + r^2 + Rr);$ $V_1 = H (R^2 + r^2 + Rr)$

Геометрическая форма

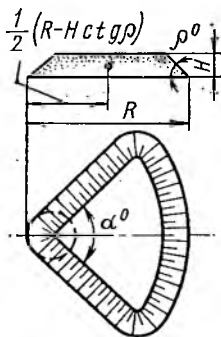
Объем штабеля



$$V = \frac{RH^2\pi R\alpha}{2 \cdot 3 \cdot 360} + \frac{1}{3} HRH \operatorname{ctg} \rho =$$

$$= \frac{\pi RH\alpha}{540} + \frac{RH^2 \operatorname{ctg} \rho}{3};$$

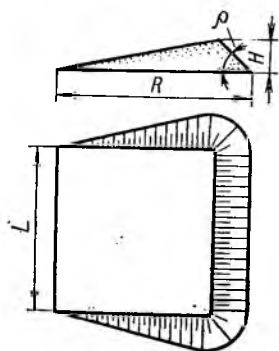
$$V_1 = \frac{\pi R^2 H\alpha}{540} + \frac{RH^2}{3}$$



$$V = \frac{(R + R - 2H \operatorname{ctg} \rho) H^2 \cdot \pi R\alpha}{2 \cdot 2 \cdot 360} +$$

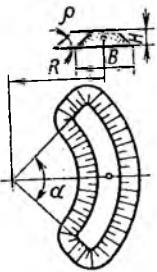
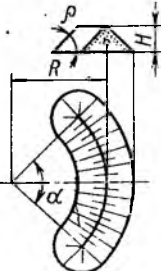
$$+ RH^2 \operatorname{ctg} \rho;$$

$$V_1 = \frac{\pi RH (R - H) \alpha}{360} + RH^2$$



$$V = \frac{RHL}{2} + \frac{RH^2 \operatorname{ctg} \rho}{3};$$

$$V_1 = \frac{RHL}{2} + \frac{RH^2}{3};$$

Геометрическая форма	Объем штабеля
	$V = \frac{\pi R H (B - H \operatorname{ctg} \rho) \alpha}{180} + H^2 (B - 2H \operatorname{ctg} \rho) \times$ $\times \operatorname{ctg} \rho + \frac{\pi H^3 \operatorname{ctg}^2 \rho}{3};$ $V_1 = \frac{\pi R H (B - H) \alpha}{180} +$ $+ H^2 (B - 2H) + \frac{\pi H^3}{3}.$
	$V = \frac{\pi R H^2 \operatorname{ctg} \rho}{180} + \frac{\pi H^3 \operatorname{ctg} \rho}{3};$ $V_1 = \frac{\pi R H^2 \alpha}{180} + \frac{\pi H^3}{3} \approx \frac{R H^2}{60} + H^3.$

Примечание. Условные обозначения: V — объем штабеля, м^3 ; V_1 — приближенный объем штабеля (при угле естественного откоса $\rho \sim 45^\circ$); L — длина нижнего основания штабеля, м ; B — ширина нижнего основания штабеля, м ; H — высота штабеля, м ; α — угол сектора, измеряемый по бровкам верхней плоскости штабеля, град.

Потребное количество штабелей $n = q_{\text{зап}} : q_{\text{шт}}$,

где $q_{\text{зап}}$ — величина запаса.

Полезная площадь, занятая штабелями $f_{\text{пол}} = n f_{\text{шт}} = n L B$,

где $f_{\text{шт}}$ — площадь нижнего основания штабеля, м^2 ; L и B — см. примечание к табл. XIV.9.

Общая площадь складов насыпных и навалочных материалов с учетом всех проходов, проездов и железнодорожных путей

$$F_{\text{общ}} \approx f_{\text{пол}} : a,$$

где a — коэффициент использования площади (0,4—0,8).

Для складов тарно-штучных грузов

$$F = Q : q \alpha_n,$$

где Q — запас материалов на складе, т ; q — средняя нагрузка на полезную площадь склада при высоте укладки 1 м, $\text{т}/\text{м}^2$; α_n — коэффициент использования площади склада;

$$Q = P t_k : 365, \text{ или } Q = P t_p : T_p;$$

P — годовое поступление материалов на склад, т ; t_k — норма запаса материала в календарных сутках; t_p — норма запаса материалов в расчетных рабочих

сутках; 365 — календарное число дней в году; T_p — число расчетных рабочих суток в году.

Площадь, занимаемую проездами и проходами, определяют при планировке склада. Ширина проходов и проездов зависит от габаритов перевозимых материалов и транспортных средств.

Ширина проезда без разворота автомобиля при одностороннем движении должна быть не менее его ширины плюс 0,6 м, но не менее 3,5 м. При двустороннем движении ширину проезда принимают равной удвоенной ширине транспортной машины плюс 0,9 м. Проходы для обслуживающего персонала между штабелями принимают 0,8—1,2 м. Расстояние от оси железнодорожных до складских помещений при колее 1524 мм — 2,1—5 м. Приближение автомобильных дорог, измеряемое от края проезжей части до складских помещений, — 1,5—3 м.

Противопожарные разрывы между складскими помещениями приведены в табл. XIV.10.

Таблица XIV.10

Противопожарные разрывы

Степень огнестойкости зданий или сооружений	Разрыв, м, при степени огнестойкости зданий		
	I и II	III	IV—V
I и II	10	12	16
III	12	16	18
IV и V	16	18	20

Классификацию зданий по степени огнестойкости принимают в соответствии со СНиП II-A.5-62 «Противопожарные требования. Основные положения проектирования». Классификацию производства по категориям пожарной опасности принимают в соответствии со СНиП II-M.2-62 «Производственные здания промышленных предприятий. Нормы проектирования».

§ XIV.3. Цементобетонные заводы

Цементобетонный завод (ЦБЗ) — предприятие для приготовления цементобетонной смеси, растворов. В состав бетонного завода входят приемные и распределительные устройства для компонентов бетонной смеси, бункера для создания запаса исходных материалов, дозирочные и смесительные устройства и устройства для выдачи готовой бетонной смеси.

По принятому технологическому режиму различают бетонные заводы циклического и непрерывного действия. В циклических бетонных заводах отдельные технологические операции (дозирование, смешение, выдача) последовательно сменяют друг друга во времени, а в бетонных заводах непрерывного действия все основные операции выполняются одновременно. Наиболее прогрессивны бетонные заводы непрерывного действия, имеющие лучшие технико-экономические показатели: более низкую стоимость приготовления продукции, меньшую трудоемкость и энергоемкость, на 40—50% меньшую массу оборудования. Бетонные заводы циклического действия состоят из складов заполнителей и цемента, устройств для транспортирования этих материалов со склада к бетонным заводам, расходных бункеров, дозаторов и смесителей циклического действия. Бетонные заводы непрерывного действия имеют тот же состав узлов, но для дозирования и смешения материалов на них применяется оборудование непрерывного действия.

Бетонные заводы бывают стационарные и передвижные. Стационарные бетонные заводы в процессе строительства обычно не перемещаются. Однако они могут выполняться с применением сборно-разборных конструкций, что позволяет

использовать их повторно или многократно при перебазировании на другие объекты строительства. Передвижные бетонные заводы периодически в процессе работы меняют свое местоположение, что особенно важно для строительства дорог и при строительстве мелких, территориально разобщенных объектов. Применение передвижных бетонных заводов предельно сокращает протяженность транспортных коммуникаций для перевозки готовой бетонной смеси.

В зависимости от степени автоматизации различают бетонные заводы с местным или дистанционным управлением (главным образом небольшой производительности), автоматизированные бетонные заводы и заводы-автоматы. На бетонных заводах с местным или дистанционным управлением операторы включают и отключают отдельные механизмы с местных пультов управления. На автоматизированных бетонных заводах операторы управляют отдельными узлами завода с централизованных пультов. В пределах каждого узла предусмотрено автоматическое последовательное включение и отключение машин. На заводах-автоматах управление процессами ведется автоматически с помощью перфокарт или жетонов, на которых закодированы режимы и последовательность срабатывания оборудования.

По времени использования бетонные заводы бывают сезонные и постоянно действующие. Первые рассчитаны на работу в южных районах или в течение теплого периода года; вторые — на круглогодичную работу, что вызывает необходимость утепления завода и обеспечения его работы в холодное время на подогретых воде и заполнителях. Схема компоновки бетонного завода может быть вертикальной (одноступенчатой) или партерной (двух- или трехступенчатой). В первом случае загрузку завода производят при однократном подъеме всех компонентов, а во втором — при двух или трех подъемах материалов. Заводы циклического действия в СССР выполняются по вертикальной схеме. Заводы непрерывного действия выпускаются в различных вариантах.

Технические характеристики машин и оборудования для цементнобетонных заводов приведены в табл. XIV.11—XIV.23.

Т а б л и ц а XIV.11

Пневматические разгрузчики цемента

Показатели	ТА-27	ТА-18 (С-1040)	ТА-32
Тип	Всасывающе-нагнетательного действия	Всасывающего действия	
Производительность (подача), т/ч	50	90	40—50
Дальность транспортирования, м: по горизонтали » вертикали	50 35	12 —	50 30
Расход сжатого воздуха, м ³ /мин	8	—	12
Рабочее давление в смесительной камере, кгс/см ²	1,2	—	1,5
Вакуум, кгс/см ²	0,4—0,5	0,4—0,6	—
Мощность электродвигателей, кВт	56,8	83,8	115
Габаритные размеры, мм:			
длина	2150	1900	2150
ширина	1206	1658	1206
высота	2700	2800	2700
Масса, т	3400	5030	6500
Цена, руб.	3380	4120	—

Таблица XIV.12

Контейнеры для транспортирования цемента

Показатели	ЦНИИС	СК-11-2	КИУ-15Л ИЖТ	СКЖМ-2Л
Объем, м ³	2,2	1,9	4,3	2,0
Габаритные размеры, мм:				
длина	1270	1400	2128	1350
ширина	1440	1350	1350	1350
высота	2170	1600	1957	1650
Масса, т:				
порожного	0,3	0,47	0,5	0,55
груженого	2,0	4,0	5,0	5,0

Таблица XIV.13

Пневматические винтовые насосы

Показатели	ТА-14А (С-991А)	НПВ-36-4	НПВ-63-2 (К-2640)	НПВ-63-4 (К-2655)	НПВ-110-2
Производительность (подача), т/ч	36	36	63	63	110
Дальность подачи, м:					
по горизонтали	200	400	200	400	200
» вертикали	30	30	30	30	30
Рабочее давление в смесительной камере, кгс/см ²	2	3	2	3	2
Мощность электродвигателя, кВт	30	75	55	160	100
Расход сжатого воздуха, м ³ /мин	18	25	22	41	38
Габаритные размеры, мм:					
длина	2420	4187	4135	4455	4405
ширина	640	660	660	700	700
высота	870	1010	1010	1065	1065
Масса, кг	930	2250	2252	2940	2920
Цена, руб.	630	1570	1570	2500	2130

Таблица XIV.14

Камерные пневматические насосы

Показатели	ТА-29	К-2305	ТА-28	ТА-23	К-1945
Производительность (подача), т/ч	60	40	100/125	40	40
Дальность транспортирования, м:					
по горизонтали	1 000	200	900	300	200
» вертикали	50	35	50	15	35
Расход воздуха, м ³ /мин	100	4—5	100	16	22—25 м ³ /ч
Наибольшее давление воздуха, кгс/см ²	4—6	4—6	6—8		6—8

Показатели	ТА-29	К-2305	ТА-28	ТА-23	К-1945
Полезный объем камеры, м ³	6,3	1,0	18,65	1,3	10
Габаритные размеры, мм:					
длина	3 770	1 810	6 000	3 825	4 520
ширина	3 350	1 660	3 700	1 110	2 325
высота	4 190	2 750	5 500	1 600	3 340
Масса, т	10,9	3,48	17,0	1,72	3,48
Цена, руб.	13580	2 200	8 000	2 000	2 200

Таблица XIV.15

Пневматические подъемники цемента

Показатели	ТА-21	ТА-19 (С-104)*	ТА-15 (С-1008)
Производительность, т/ч	36	60	100
Максимальная высота подъема цемента, м	35	35	35
Расход сжатого воздуха, м ³ /мин	4	8	12
Рабочее давление в смесительной камере, кгс/см ²	1,2	1,2	1,2
Мощность электродвигателя, кВт	17	22	40
Габаритные размеры, мм:			
длина	2 150	2 150	2 000
ширина	710	710	710
высота	820	935	820
Масса, кг	670	795	1 350
Цена, руб.	470	480	680

* Выпускается со Знаком качества.

Таблица XIV.16

Силосные склады для цемента

Показатели	СБ-33Б* (С-753Б)	СБ-74
Вместимость, м ³	25	25
Система загрузки	Пневматическая	
» выгрузки	Пневматическая	Гравитационная
Дальность подачи, м:		
по горизонтали	50	25
» вертикали	20	15
Рабочее давление воздуха, кгс/см ²	1,2	—
Диаметр силоса, м	2,4	—
Мощность двигателя, кВт	1,2	—
Цена, руб.	2040	7200
Производительность (подача), т/мин при разгрузке	16	0,3—0,7
Масса, т	3,2	8,2 (с подкатной тележкой)
Цена, руб.	2040	7200

* Автоматизированный, выпускается со Знаком качества.

Типовые автоматизированные склады цемента

Номер проекта	Количество сидосов	Вместимость склада, т	Годовой грузооборот, т	Установленная мощность двигателя, кВт	Количество работающих в наибольшую смену	Капитальные вложения, тыс. руб.			Себестоимость переработки 1 г цемента, руб.		
						инвентарные склады (стальные)	стационарные склады		инвентарные склады (стальные)	стационарные склады	
							сборные железобетонные	монолитные железобетонные		сборные железобетонные	монолитные железобетонные
Притрассовые склады (доставка цемента автоцементовозами)											
409-29-19	4-6	240	11 520	42,8—50,8	1	31	—	—	1,4—1,49	—	—
		360	17 280	52,8—60,8	1	41,4	—	—	1,19—1,28	—	—
409-29-20	4-6	480	23 040	42,8—50,8	1	35,3	—	—	0,67—0,76	—	—
		720	34 560	52,8—60,8	1	48,3	—	—	0,8—0,9	—	—
Прирельсовые склады (доставка цемента по железной дороге)											
409-29-21	4-6	240	11 520	141,65	3	69,3	66	—	0,72—0,88	0,46—0,62	—
		360	17 280	156,05	3	80,6	76,3	—	0,55—0,72	0,35—0,62	—
409-29-18	4-6	480	23 040	141,65	3	71,9	68,5	—	1,33—1,75	0,88—1,05	—
		720	34 560	156,05	3	85,5	81,3	—	1—1,17	0,65—0,81	0,47—0,75
409-29-21	4-6	1 100	54 380	240	3	201	140	143	0,65—0,88	0,48—0,75	0,45—0,64
409-29-22	4-6	1 700	81 590	270	3	236	176	170	0,55—0,75	0,46—0,64	0,28
		2 500	130 750	335	3	209	167,8	162	0,36	0,28	0,25
		4 000	196 130	400	3	272	210,5	203,2	0,34	0,26	

Бетоносмесительные установки

Показатели	СБ-61 (С-946)	СБ-70-1	СБ-37 (С-780)	СБ-75	СБ-78	СБ-109*	СБ-118*
	Передвижные		Стационарные				
Тип	5	16	30	30	60	120	240
Производительность, м ³ /ч	40	70	40	70	70	120	120
Наибольшая крупность заполнителя, мм	31,3	31,5	38,2	37,5	57,8	330	155
Установленная мощность электродвигателей, кВт	12,0	13,7	23,0	24,0	33,0	132	20
Масса, т	11 347	16 300	14 600	22 700	31 000	200 000	230 000
Цена, руб.							

* Автоматизированные установки.

Таблица XIV.19

Гравитационные бетоносмесители

Показатели	СБ-116-А*	СБ-30 (С-739Б)*	СБ-16 (С-336Д)	СБ-91	СБ-10В (С-302И)*	СБ-103	СБ101*	СБ-10В (С-302И)
	Объем смесительного барабана по сухому замесу, л	100	250	500	750	1200	3000	1000
Объем готового замеса, л	65	165	330	500	800	2000	65	800
Частота вращения барабана, об/мин	23	20	18,2	18,6	12,6	—	30	12,0
Наибольшая крупность заполнителя, мм	—	70	70	70	120	120	70	120
Мощность двигателя, кВт	6 л. с.	4,1	9,1	5,1	13	25	0,60	13
Габаритные размеры, мм								
длина	1900	1950	2275	1750	3700	2500	1450	3700
ширина	1100	1590	2220	2000	2670	4100	1200	2670
высота	1340	2260	2800	1800	2526	3300	1270	2520
Масса, т	0,265	0,800	2,00	1,25	4,09	7,5	0,213	4,09
Цена, руб.	235	530	1185	1000	2000	4100	135	2000

* Выпускается со Знаком качества.

Бетоносмесители принудительного действия

Показатели	СБ-80	СБ-35* (С-773)	СБ-62 (С-951)	СБ-98	СБ-108**	С-43Б (С-858Б)
Объем смесительно-го барабана по сухому замесу, л	250	550	1200	1500	1000	80
Объем готового замеса, л	165	375	800	1200	500	65
Наибольшая крупность заполнителя, мм	70	70	70	70	—	(Турбулентный)
Мощность, кВт	5,5	13	30	40	55	3
Габаритные размеры, мм:						
длина	1910	2200	2500	2880	2880	1470
ширина	1550	1970	2280	2690	2690	585
высота	2100	2160	2675	2850	2850	895
Масса, т	1,17	2,0	4,2	5,0	2,4	161
Цена, руб.	670	1460	3300	4000	1960	123

* Выпускается со Знаком качества.

** Для приготовления керамзитобетонных смесей.

Таблица XIV.21

Насосы-дозаторы воды и жидких добавок для бетонных установок непрерывного действия

Показатели *	С-762	С-750	С-755
Производительность (подача), м ³ /ч	12	6	3
Пределы дозирования, м ³ /ч	2—12	1—6	0,5—3
Погрешность дозирования, %	±1,0	±1,0	±1,0
Напор подачи, мм вод. ст.	20	20	20
Мощность электродвигателя, кВт	2,8	1,7	1,0
Габаритные размеры, мм:			
длина	1740	1564	1300
ширина	1010	980	900
высота	940	950	940
Масса, т	0,485	0,425	0,265

Показатели	СВ-102	АВДЦ-425Д	АВДЦ-1200Д	АВДЦ-2400	АВДИ-425Д	АВДИ-1200Д	АВДИ-2400Д	АВДЖ-1200Д	АВДЖ-2400Д	ДБЦ-630
Взвешиваемый материал	Ц	Ц	Ц	З	З	З	З	З	Ж	Ц
Масса загружаемого материала, кг:										
наибольшая	60	15	30	70	60	120	130	20	50	600
наименьшая	10	3	10	30	8	20	25	1	5	200
Погрешность дозирования, %	±1	±2	±2	±2	±3	±3	±2	±2	±2	±1
Наибольшая продолжительность цикла взвешивания	35	45	45	45	45	45	45	45	45	45
Габаритные размеры, мм:										
длина	2160	1706	1706	—	2060	2060	1555	1290	1560	3920
ширина	1000	960	960	—	1175	1175	1130	960	1100	1300
высота	1500	1580	2095	—	910	2660	1945	2600	2600	3270
Масса, т	0,94	0,49	0,52	—	0,57	0,60	0,59	0,24	0,48	1,6

Примечание. Условные обозначения взвешиваемого материала: Ц — цемент; З — зольные материалы.

Таблица XIV.23

Дозаторы автоматические весовые непрерывного действия

Показатели	СВ-26А (С-633)	СВ-110	СВ-71А (С-1058)	СВ-90	СВ-39А
Вид дозируемого материала	Цемент, минеральный порошок	Шлак (09 — 1,2 т/м ³); песок, щебень (1; 3 — 1,8 т/м ³)	Цемент	Цемент	Цемент
Производительность (подача), м ³ /ч	8—39	2—25	5—20	25—50	3,2—15
Погрешность дозирования, %	±2,0	±2	±1	±1	±1
Установленная мощность двигателя, кВт:	0,6	0,68	1,2	3,5	1,7
Габаритные размеры, мм:					
длина	1370	1865	2000	2250	1600
ширина	1040	1200	1025	1200	1040
высота	660	875	1465	1600	1100
Масса, т	0,363	0,500	0,935	1,570	0,534
Цена, руб.	515	1800	1700	4500	900

циклического действия

ДБЦ-800	ДБЦ-800	ДЛБП-1600	ДЛБЦ-1600	ДЛБПК-1600	ДБЖ-400	ДБЦ-400	ДБП-500	ДБШ-500	ДЛБП-500	ДЛБЦ-800	ДЛБПК-800	ДБЖ-200
П	Щ (Г)	П	Щ (Г)	К (П)	К	Ц	П	Щ (Г)	П	Щ (Г)	К (П)	Ж
800	800	1600	1600	1600	400	400	500	500	500	800	800	200
200	200	400	400	400	80	80	100	100	100	200	200	40
±2	±2	±2	±2	2	2	1	1	2	2	2	2	1
30	30	45	45	30	45	30	30	45	45	45	45	30
1700	1710	2150	2150	2150	1590	1650	1710	1710	2150	2150	2150	1650
1040	1040	1280	1280	1555	1220	1160	1040	1040	1280	1280	1555	1160
2895	2895	2945	2945	3085	2300	2850	2515	2515	2515	2515	2685	2350
0,40	0,56	0,63	0,80	1030	620	1400	415	500	545	670	950	475

заполнители (песок и щебень); Ж — жидкость; П — песок; Г — гравий; Щ — щебень; К — ка-

§ XIV.4. Базы и полигоны сборных железобетонных изделий

Для изготовления сборных железобетонных изделий, деталей, конструкций при строительстве автомобильной дороги большого протяжения или для обеспечения потребности в железобетонных изделиях нескольких дорог целесообразно строить завод¹. Базы и полигоны, как правило, создают при небольшой потребности в изделиях и по упрощенной стендовой технологии.

Для производства сборных железобетонных изделий и конструкций применяют поточную или стендовую технологические схемы. Поточную технологию производства осуществляют по конвейерной или поточно-агрегатной системе. При конвейерной системе изделия в формах перемещают от одного поста к другому по принципу пульсирующего потока с заданным ритмом (12—15 мин).

Конвейерную технологию, как правило, применяют при массовом изготовлении однотипных изделий и конструкций с узкой номенклатурой и установившейся на длительный период технологией производства. Отдельные конвейерные линии специализируются на производстве определенных типов изделий и в соответствии с этим оснащаются специальным оборудованием. При этой технологии переход на производство других конструкций или изделий требует замены отдельного стационарного оборудования, изменения оснастки и форм и связан с большой затратой времени и средств для переналадки оборудования. Преимуществом конвейерной системы является высокая степень механизации; недостатком — высокая стоимость оборудования и трудность переналадки процесса.

¹ Характеристика оборудования — см. справочник «Строительные машины», т. 2. Под ред. В. А. Баумана. М., «Машиностроение», 1977, 494 с.

При поточно-агрегатной системе металлические формы в процессе производства изделий и тепловлажностной обработки их последовательно проходят все посты по технологической линии, причем продолжительность каждой остановки форм соответствует необходимому времени (от нескольких минут до нескольких часов) для выполнения отдельных операций. Поточно-агрегатную технологию применяют при изготовлении изделий более широкой номенклатуры, чем конвейерную. При этой схеме возможен переход с одного типа изделий на другой или с одного вида технологии на другой без значительной переналадки оборудования.

При стандовой схеме производства все технологические операции выполняются на стационарных постах-стендах, а технологическое оборудование последовательно перемещается от одной формы (стенда) к другой. Стандовую схему применяют на заводах ЖБК, на полигонах, а также при изготовлении предварительно напряженных железобетонных конструкций.

В настоящее время применяется новый машинный способ автоматизированного конвейерного производства железобетонных изделий. Отличительной особенностью стана является непрерывность процесса формирования изделий на бесконечной формующей ленте в сочетании со сверхускоренной (двухчасовой) тепловой обработкой.

§ XIV.5. Битумные базы и хранилища

Битумные базы — производственные предприятия дорожного строительства для приема, хранения и подготовки — нагрева органических вяжущих материалов до необходимой температуры. В ряде случаев на базе организуют приготовление битума из гудрона. Различают базы прирельсовые и притрассовые.

При проектировании баз целесообразно использовать типовые проекты Киевского филиала Союздорпроект и Союздорнии Минтрансстроя СССР с привязкой их к местным условиям. Хранилища органических вяжущих также строят по типовым проектам.

На дорожном строительстве преимущественно применяют битумохранилища ямного закрытого типа, облицованные кирпичом, бетоном. В хранилище битум разогревают до жидкотекучего состояния, при котором возможно перекачивание его насосом. С этой целью хранилища оборудуют нагревательными устройствами-теплообменниками и насосами. Для нагрева битума до рабочей температуры используют битумонагревательные агрегаты и перекачивающие установки. Для хранения обезвоженного битума используют цистерны с подогревом.

Технические характеристики оборудования битумных баз приведены в табл. XIV.24—XIV.29.

Таблица XIV.24

Битумные насосы

Показатели	ДС-55-1*	ДС-3А, (Д-171А)
Тип	Шестеренный передвижной	Шестеренный стационарный
Перекачиваемый материал	Вяжущие при $t_{\text{раб}} = 180^\circ$	Разжиженный битум, нефть, мазут
Производительность (подача), л/мин	500	540
Высота всасывания, мм	1000	1000
Частота вращения вала, об/мин	460	415
Мощность электродвигателя, кВт	10	9,55
Габаритные размеры, мм:		
длина	2080	395
ширина	638	430
высота	852	580
Масса, т	0,53	0,14
Цена, руб.	830	115

* Выпускается со Знаком качества.

Парообразователи

Показатели	ДС-19 (Д-563)	ДС-20 (Д-564А)	ДС-83
Производительность (подача), кг/ч	700	700	1600
Давление пара, кгс/см ²	10	10	8
Влажность пара, %	5	5	2
Расход топлива на 1 кг пара, кг	0,08	0,08	0,08
Объем топливного бака, кг	320	320	320
Габаритные размеры, мм:			
длина	4250	3250	4600
ширина	2100	1300	2200
высота	2200	1500	2700
Масса, т	2,6	2,1	5,5
Цена, руб.	1915	1515	9000

Таблица XIV.26

Нагревательные устройства битумохранилищ

Показатели	Д-592	Д-592-А-2
Производительность (нагрев битума от 10 до 90° С при 5%-ном содержании в нем воды), т/ч	4,5	6
Теплоноситель	Водяной насыщенный пар	
Давление пара, кгс/см ²	8	8
Расход пара, кг/ч	420	560
Битумный насос, тип	Шестеренный погруженный	
Установленная мощность электродвигателя, кВт	4,5	4,5
Система подъема теплообменника	Гидротросовая	
Давление в гидросистеме, кгс/см ²	50	50
Расстояние между верхним и нижним положением, м	3,95	3,95

Таблица XIV.27

Обогреваемые битумные и мазутные цистерны расходного запаса

Показатели	Д-594	Показатели	Д-594
Объем цистерны, м ³	30	Производительность (подача) битумного насоса, т/ч	14
Давление системы паробогрева, кгс/см ²	6	Мощность электродвигателя, кВт	5,5

Установка для нагревания органического теплоносителя

Показатели	ДС-66	Показатели	ДС-66
Теплопроизводительность, тыс. ккал/г	150	Расход топлива, кг/г	18
Расход теплоносителя, м ³ /ч	14	Расход первичного воздуха, м ³ /г	250
Температурный перепад на котле, град	30	То же, вторичного, м ³ /г	110
Максимальное давление в контуре котла, кгс/см ²	10	Установленная мощность электродвигателя, кВт	5,7
Объем контура по теплоносителю (с учетом подсоединенного оборудования), м ³	До 1	Габаритные размеры, мм:	
		длина	5120
		ширина	7500
		высота	3000
		Масса, т	2,6

Таблица XIV.29

Битумонагревательные и перекачивающие установки

Показатели	Д-506	Д-649	Показатели	Д-506	Д-649
Тип	Непрерывного действия		Расход топлива на форсунки, кг/г	45	10
Производительность (при подаче обводненного битума с влажностью 5%), т/ч	3	10	Габаритные размеры установки, мм:		
Рабочий объем котла, м ³	8,5	60	длина	7 660	8 800
Установленная мощность, электродвигателя, кВт	5,5×2	171	ширина	2 315	2 440
			высота без дымовой трубы	7 500	6 100
			Цена, руб.	9 200	10 000

Примечание. Для нагрева и перекачивания битума в ямных битумохранилищах используют агрегат Д-592-2 производительностью 6 т/ч.

§ XIV.6. Асфальтобетонные заводы

Асфальтобетонный завод (АБЗ) — предприятие, на котором готовят асфальтобетонные смеси. АБЗ подразделяют на стационарные и временные. Стационарные АБЗ помимо строительных обеспечивают нужды эксплуатации и ремонта сети дорог. Временные (линейные) АБЗ используют на дорожно-строительных объектах. В зависимости от расположения по отношению к железной дороге различают временные АБЗ — прирельсовые и притрассовые — и передвижные. Конструкция элементов оборудования временных АБЗ должна обеспечивать удобное и быстрое выполнение монтажных работ, а также легкую перевозку оборудования с одного строительного объекта на другой.

Основное технологическое оборудование АБЗ включает агрегаты просушивания, нагрева и сортировки песка и щебня; для обезвоживания и нагрева биту-

ма; для дозирования всех компонентов смеси и их перемешивания. Технические показатели комплектов оборудования для приготовления асфальтобетонных смесей приведены в табл. XIV.30—XIV.32

Таблица XIV.30

Асфальтосмесительная установка передвижная

Показатели	ДС-79	Показатели	ДС-79
Производительность, т/ч	25	Габаритные размеры, мм: длина ширина высота Масса, т Цена, руб.	45 600 16 250 8 810 60 72 000
Расход топлива, кг/ч	300		
Расход воды, л/ч	25		
Мощность электродвигателей, кВт	158		

Таблица XIV.31

Комплекты оборудования для приготовления асфальтобетонных смесей

Показатели	д-508 2-А	Д-617-2	д-645-2*	ДС-117-2
Тип	Переба- зируемая	Стационарная		
Производительность, т/ч		25	50	100
Установленная мощность, кВт:				
электродвигателей	197,5	280	381	286
электронагревателей	—	152	200	198
Расход топлива, кг/ч	320	550	1200	1200
Масса агрегатов установки, т	87,5	129	197	202
Размер необходимой площадки для размещения (длина × ширина), м	40×27	43×30	60×40	60×40
Компоновка агрегатов установки		Башенная		Партерная
<i>Агрегаты установки (комплектация)</i>				
1. Агрегат питания (дозатор-питатель щебня и песка), марка	Д-587А	Д-587А	Д-587А	Д-587А
Количество агрегатов в комплекте установки	1	1	2	2
Производительность, т/ч	2,16—15	2,16—15	2,16—15	2,16—15
Объем одной секции бункера, м ³	5,35	5,35	5,35	5,35
Установленная мощность электродвигателей, кВт	14—15,5	14—15,5	14—15,5	14—15,5
Масса, т	7,5	7,5	7,5	7,5
2. Агрегат сушки и нагрева щебня и песка, марка	Д-588	Д-620	Д-646-1	Д-646-1
Количество агрегатов в комплекте установки	1	1	1	1 (2)
Производительность, т/ч (при влажности материала 5%)	25—30	45—60	45—60	45—60

Показатели	Д-508 2-А	Д-617-2	Д-645-2*	ДС-117-2
Расход мазута, кг/ч	260	480	1100	1100
Установленная мощность электродвигателей, кВт	62,8	73,5	194,2	194,2
Масса, т	12,8	21,1	45,4	45,4
3. Агрегат смесительный, марка	Д-589	Д-619	ДС-61	Д-647
Количество агрегатов в комплекте установки	1	1	1	1
Тип смесителя	Периодического действия			Непрерывного действия
Масса замеса, кг	600	1200	2000	3400
Продолжительность перемешивания, с	76	120	60	120
Установленная мощность электродвигателей, кВт	41	53	—	142
Объем накопительного бункера, м ³ горячей смеси	8	14	4,5	20
Производительность горячего элеватора, т/ч	34	58	20	130
Производительность грохота, т/ч	36	50	20	110
Дозаторы для минерального материала	АДИ-ЗЦМ	ЦБ	АДИ-ЗЦМ	Непрерывного действия
Насос-дозатор для битума	НБП-500		Д-647	
4. Агрегат хранения и дозирования минерального порошка, марка	Д-59	Д-591-3	ДС-59	Д-591-3
Количество агрегатов в комплекте установки	1	1	1	1
Производительность, т/ч	8,5	8,5	8,5	8,5
Объем силосной банки, м ³	25	25	25	25
Марка компрессора	ЗМФ-51	ЗИФ-51	ЗИФ-51	ЗИФ-51
Установленная мощность электродвигателей, кВт	44,5	44,5	44,5	44,5
Масса агрегата, т	7,5	7,5	7,5	7,5
5. Агрегат нагрева битума в хранилище, марка	Д-592	Д-592	Д-592	Д-592
Количество агрегатов в комплекте установки	1	1	1	1
6. Агрегат обезвоживания и нагрева битума, марка	Д-506	Д-618	Д-649	Д-649
Количество цистерн в установке	1	1	1	1
7. Обогреваемая цистерна расходного запаса битума	Д-594	Д-594	Д-594	Д-594
Количество цистерн в установке	1	1	2	2
8. Обогреваемая цистерна расходного запаса мазута, марка	Д-594	Д-594	Д-594	Д-594
Количество цистерн в установке	1	1	1	1

Показатели	Д-508-2-А	Д-617-2	Д-645-2*	ДС-117-2
Габаритные размеры установ- ки, мм:				
длина	24 200	43 000	55 000	50 000
ширина	24 000	32 000	47 500	27 500
высота	15 000	20 000	17 300	15 350
Масса установки (комплек- та), т	59	138	188	87,5
Цена комплекта, руб.	28 500	112 000	143 300	30 000

* Выпускается со Знаком качества.

Таблица XIV.32

**Установка непрерывного действия для приготовления грунтовых смесей,
обработанных и необработанных вяжущими материалами**

Показатели	ДС-50А (Д-709А)
Производительность (при исходной влажности мало- связного грунта 7—10%), т/ч	100
Установленная мощность электродвигателей, кВт	117
Габаритные размеры, мм:	
длина	21 200
ширина	12 400
высота	7 450
Масса с грузом (без автомобиля), т	28
Цена комплекта, руб.	37 300

В десятой пятилетке планируется освоение новых комплектов установок: ДС-842-2, легко перебазируемая производительностью 200 т/ч и передвижная производительностью 50 т/ч для приготовления асфальтобетонных смесей. Создается комплект производительностью 400 т/ч для приготовления смесей по холодной технологии.

Для облегчения и ускорения проектирования АБЗ пользуются типовыми проектами. Их разрабатывают и периодически переиздают Киевский филиал Союздорпроекта с участием Союздорпроекта, Гипродорнии.

Битумные эмульсии целесообразно готовить на битумных базах, АБЗ, что позволяет удешевить их производство благодаря использованию машин и оборудования этих предприятий. Расстояние транспортирования готовой эмульсии потребителям определяет в ряде случаев видготавливаемой эмульсии: разбавленная, концентрированная или высококонцентрированная. На большие расстояния всегда более выгодно доставлять потребителям высококонцентрированную эмульсию, а на месте использования — разбавлять ее водой или водным раствором эмульгатора требуемой концентрации.

При проектировании баз и заводов должны соблюдаться общие требования, предъявляемые к производственным предприятиям дорожного строительства. Взаимное расположение производственных и вспомогательных сооружений должно позволять организовать технологический процесс изготовления эмульсии по принципу поточности и соответствовать требованиям технологии.

§ XV.1. Общие положения

Охрана труда в СССР представляет собой широкую систему мероприятий, направленных на создание здоровых, безопасных и вместе с тем высокопроизводительных условий труда. Охрана труда включает вопросы¹: правовые — трудовое законодательство; технические — технику безопасности и пожарную безопасность; санитарные — гигиена труда и производственная санитария; организационные — обучение безопасной работе, контроль за выполнением мероприятий по охране труда и др.

Трудовое законодательство осуществляется в соответствии с Конституцией СССР, Основами законодательства Союза ССР и союзных республик о труде, кодексами законов о труде союзных республик, указами Президиума Верховного Совета СССР, постановлениями и распоряжениями Совета Министров СССР, постановлениями ВЦСПС и Государственного комитета Совета Министров СССР по труду и социальным вопросам, совместными постановлениями ЦК КПСС, Совета Министров СССР и ВЦСПС, а также ведомственными нормативными документами и инструкциями.

Техника безопасности предусматривает безопасные условия труда при выполнении различных работ, улучшение технологических процессов, внедрение автоматизации в производство, облегчающей труд и снижающей утомляемость рабочих.

Пожарная безопасность включает комплекс мероприятий по предупреждению пожаров, быстрому и успешному развертыванию тактических действий при тушении пожара, обеспечению успешной эвакуации людей и имущества из горящего помещения.

Гигиена труда изучает влияние условий труда на здоровье человека, разрабатывает мероприятия, направленные на оздоровление этих условий.

Производственная санитария представляет собой раздел гигиены труда и рассматривает вопросы санитарного благоустройства предприятий, предупреждения профессиональных заболеваний и травматизма.

За нарушение или невыполнение правил техники безопасности виновных привлекают к административной или судебной ответственности.

Основные требования по охране труда в строительстве установлены общим трудовым законодательством и специальными нормами: строительными нормами и правилами (СНиП III-Д.5—73 «Техника безопасности в строительстве»), «Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» и др.

Санитарно-гигиеническое и бытовое обслуживание работающих на строительстве обеспечивается на основании «Указаний по проектированию бытовых зданий и помещений, пунктов питания и здравпунктов строительно-монтажных организаций» (СН 276-64). По дорожному строительству действуют «Правила техники безопасности при строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог». «Транспорт», 1969.

Ответственность за руководство работой по охране труда и технике безопасности, проведение мероприятий по снижению и предупреждению производственного травматизма, профессиональных заболеваний возложена на руководителей предприятий.

Надзор за состоянием техники безопасности осуществляют технические инспекторы профсоюзов и специальные государственные инспекции (Госэнергонадзор, автомобильная, санитарная и пожарная инспекции).

Технический инспектор профсоюза ведет расследование тяжелых и групповых несчастных случаев или аварий, вызвавших нетрудоспособность работающих, и дает по ним заключение судебным органам. Он контролирует правильность ре-

¹ См. ГОСТ 12.0.002—74. Система стандартов безопасности труда. Основные понятия. Термины и определения.

гистрации и учета несчастных случаев, связанных с производством, соблюдение административно-хозяйственными органами законодательства, касающегося режима рабочего времени и времени отдыха рабочих и служащих, и законодательства по охране труда женщин и подростков.

Кроме того, профсоюзные организации осуществляют общественный контроль за выполнением администрацией законов о труде и соблюдением норм и правил техники безопасности. Это поручают первичной профсоюзной организации, исполнительным органом которой является местный комитет.

Инспекция Котлонадзора выдает разрешение на ввод в эксплуатацию стационарных и передвижных установок и резервуаров, работающих под давлением свыше $0,7 \text{ кгс/см}^2$, баллонов для сжатых, сжиженных или растворенных газов и других устройств. Инспекция осуществляет надзор за выполнением предприятиями и учреждениями предусмотренных инструкцией правил и норм по технике безопасности, ведет расследование и учет аварий и несчастных случаев на объектах Котлонадзора, проводит экспертизы и консультации по указанным вопросам, контролирует знания обслуживающим персоналом правил технической эксплуатации доверенных им объектов.

Инспекция Госэнергонадзора ведает правилами монтажа и эксплуатации электрических установок; проводит экспертизы и дает консультации по электрическим установкам; разрешает ввод в эксплуатацию электрических устройств и электрооборудования; контролирует выполнение установленных правил и норм при эксплуатации электрических установок; участвует в расследовании аварий и несчастных случаев на объектах.

Государственная автомобильная инспекция разрешает ввод в эксплуатацию новых и вышедших из ремонта автомобилей; следит за техническим состоянием автомобильного транспорта и обеспечением его безопасной эксплуатации; участвует в расследовании аварий и случаев нарушения установленных правил эксплуатации автомобилей; осуществляет контроль за подготовкой кадров для автомобильного транспорта.

Санитарная инспекция разрабатывает санитарно-гигиенические правила по охране труда (вентиляция, отопление, освещение, водоснабжение, очистка выбросов, санитарно-защитные устройства), связанные с проектированием и строительством различных объектов.

Пожарная инспекция ведает разработкой противопожарных правил, касающихся строительства и эксплуатации предприятий; проводит противопожарные обследования при эксплуатации зданий любого назначения; дает консультации и проводит экспертизы по установлению пожарной опасности зданий, сооружений и складов на территории предприятий и хозяйств.

§ XV.2. Техника безопасности при изысканиях автомобильных дорог

Основные положения техники безопасности при изысканиях дорог изложены в Правилах техники безопасности на изысканиях автомобильных дорог (М., Союздорпроект, 1964). К работе на изысканиях автомобильных дорог допускаются лица только после соответствующего инструктажа и регистрации в специальном журнале проведения инструктажа.

Перед выездом в районы, где возможны заболевания малярией, энцефалитом или эпидемическими болезнями, члены изыскательской партии обязаны пройти профилактические прививки и специальный инструктаж в органах Министерства здравоохранения. При инструктаже необходимо учитывать район работы изыскательской партии, особенности и основные правила устройства лагеря с учетом требований сангигиены. Обязательным элементом снаряжения изыскательской партии должна быть аптечка.

В малообжитых районах (особенно в тайге, в пустыне) должны строго соблюдаться правила внутреннего распорядка. Необходимо запрещать отлучение из лагеря без разрешения руководителя работ.

При переноске тяжестей исходят из следующих норм на одного рабочего: для мужчин — 30 кг, для женщин — 15 кг, для подростков — 10 кг. Особое внимание технике безопасности уделяют при пользовании ледяными переправами (особенно в весенний период).

В горных районах тщательно выбирают место лагеря, избегая камнепадов, прекращают работы в тумане. Для выполнения работ в особо опасных местах необходима специальная подготовка рабочих (например, для работы около обрывов, на карнизах, осыпях).

Большая осторожность должна быть в зоне электролиний высокого напряжения. К работе на буровых агрегатах допускаются только специально подготовленные механики.

Перед проведением особо опасных работ руководитель партии проводит со всеми участниками этих работ дополнительный инструктаж и выдает каждому из них наряд по специальной форме, утвержденной ВЦСПС.

При поездке в автомобилях необходимо соблюдать правила перевозки людей в грузовых автомобилях.

При работе, особенно в лесу, необходимо соблюдать правила противопожарной безопасности. В автомобилях должен быть исправный огнетушитель.

При обследовании существующих дорог особое внимание уделяют мерам безопасности при проведении работ на проезжей части в условиях наличия движения на дороге. Используют ограждения и переносные предупреждающие дорожные знаки. Все работающие на проезжей части должны надевать специальные куртки оранжевого цвета.

§ XV.3. Основные требования по безопасной эксплуатации средств механизации и транспорта

К самостоятельному управлению машинами допускаются лица, достигшие совершеннолетия, имеющие специальное удостоверение на право управления машиной и прошедшие инструктаж по технике безопасности. Каждая машина должна быть закреплена за водителем специальным документом.

Водитель машины должен иметь спецодежду, защитные очки и индивидуальный пакет первой медицинской помощи. Перед началом работы машину необходимо осмотреть и проверить ее техническое состояние: исправность тормозов, электроосвещения, системы управления, ходового оборудования и т. п. Работа на неисправной машине запрещается.

Во избежание пожара при заправке топливом нельзя курить и пользоваться открытым огнем. Уровень топлива следует проверять только мерной линейкой. Нельзя подносить к горловинам бака огонь для освещения. В случае воспламенения топлива бака надо засыпать песком, грунтом или накрыть брезентом. Нельзя заливать пламя водой.

При пуске двигателей нельзя охватывать пусковую рукоятку большим пальцем или наматывать шнур на руку во избежание повреждения руки при обратном ударе.

Перед началом движения машины следует убедиться, что путь свободен, а на машине нет посторонних предметов. При транспортировании машин за пределы строительной площадки надо согласовать маршрут движения с механиком. При движении и работе машин на них запрещается находиться посторонним лицам. Нельзя оставлять работающую машину без присмотра.

Перед движением машины на подъем и при спусках необходимо убедиться в возможности их преодоления. Особое внимание при этом следует обратить на исправность тормозов хода. Нельзя транспортировать и работать на машине ночью без освещения. При движении колонны машин интервал между ними должен быть не менее 10 м.

При работе машин на свежесыпанной насыпи колесный ход не должен находиться ближе 1 м от края насыпи. Запрещается производить ремонтные работы на машине во время ее движения. Все работы по техническому обслуживанию машин должны выполняться при остановленном двигателе. При подъеме машины домкратом необходимо устанавливать ее на надежные подставки.

Кабины машин должны быть чистыми и свободными от посторонних предметов.

После остановки машины даже на короткое время необходимо ее надежно затормозить и установить подкладки под ходовое оборудование. Если по произ-

водственной необходимости машина остановлена на обочине дороги. она должна быть ограждена знаками: днем — красными флажками, а ночью — красными фонарями.

С водителями и машинистами периодически проводят инструктаж по вопросам охраны труда. Кроме перечисленных общих правил, изучают специальные правила безопасной работы на различных типах транспортных и грузоподъемных машин, силового оборудования, а также правила по технологии строительства автомобильных дорог, предусматривающие безопасное выполнение работ.

Действующим законодательством установлена бесплатная выдача спецодежды, спецобуви и предохранительных приспособлений (табл. XV.1) в соответствии с отраслевыми нормами, утверждаемыми Государственным комитетом Совета Министров СССР по вопросам труда и заработной платы и ВЦСПС. Администрация не вправе поручать рабочему выполнение работ, не обеспечив его предварительно установленными средствами индивидуальной защиты.

Таблица XV.1

Средства индивидуальной защиты для работников, занятых на дорожном строительстве

Требуемая защита от вредных воздействий	Средства защиты
<p>Защита органов зрения: от осколков твердых материалов, крупной пыли, брызг неагрессивных жидкостей от брызг агрессивных жидкостей, при обработке металла, дерева, при работе с песком, цементом от слепяще яркого света, воздействия прямых ультрафиолетовых и инфракрасных лучей</p>	<p>Защитные очки с силикатными стеклами Защитные очки с оправой коробчатого типа в виде моноблока Защитные очки с затемненными стеклами</p>
<p>Защита органов слуха: от воздействия высокочастотного (шипящего, свистящего, звенящего) шума с уровнем 110—120 дБ</p>	<p>Противошумные наушники типа ВЦНИИОТ</p>
<p>Защита от действия вибрации: рук от локальной вибрации при работе с пневмоинструментами для условий повышенной вибрации</p>	<p>Виброзащитные рукавицы</p>
<p>Защита от электрического тока при работе на электроустановках с напряжением до 1000 В</p>	<p>Виброзащитная обувь Перчатки резиновые, галоши резиновые формовые</p>
<p>Защита от статического электричества</p>	<p>Антистатическая одежда: халат, обувь</p>

Примечания. 1. Спецодежду для дорожных рабочих (комбинезоны, халаты) шьют из льняных, синтетических тканей, имеющих высокую прочность на разрыв и истирание (брезент, сукно и др.). 2. Комплект костюма для условий жаркого климата: полукомбинезон, блуза, фартук, полусапоги или ботинки с отверстиями для вентиляции. 3. Комплект костюма для условий Крайнего Севера и Сибири: куртка и брюки со съемными утепляющими слоями из лавсановой ваты, кирзовые сапоги с высокими голенищами с электрообогревом и без него. Для обогрева ног — вкладки электронагревательные элементы с питанием от электро-батарей или электросети переменного тока (через понижающий трансформатор с напряжением на выходе к электронагревательным элементам не более 12—14 В).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

К первому разделу

- Временные указания по учету потерь народного хозяйства от дорожно-транспортных происшествий при проектировании и реконструкции автомобильных дорог. ВСН 3-69. М., «Транспорт», 1970. 56 с. (Минавтодор РСФСР).
- Инструкция о порядке проведения экспертизы проектов и смет на строительство (реконструкцию) предприятий, зданий и сооружений. Госстрой СССР. — «Бюллетень стандартов», 1974, № 3, с. 18—25.
- Инструкция по проектированию дорожных одежд нежесткого типа, ВСН 46-72. М., «Транспорт», 1973. 110 с. (Минтрансстрой СССР).
- Инструкция по разработке проектов и смет для промышленного строительства, СН 202-76 М., Стройиздат, 1976. 96 с. (Госстрой СССР).
- Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог. М., «Транспорт», 1975. 73 с. (Минавтодор РСФСР).
- Методические указания по проведению экономических изысканий автомобильных дорог, ВСН 42-60. М., Оргтрансстрой, 1961. 96 с.
- Методические рекомендации по проектированию автобусных остановок. М., 1975. 16 с. (Гос. всесоюз. дор. науч.-исслед. ин-т).
- Методические рекомендации по проектированию площадок отдыха. М., 1973. 15 с. (Гос. всесоюз. дор. науч.-исслед. ин-т).
- Нормы продолжительности строительства внегородских автомобильных дорог, СН 440-72. М., Стройиздат, 1972. 56 с.
- Рекомендации по благоустройству и оборудованию автомобильных дорог Казахской ССР для обеспечения безопасности движения. Алма-Ата, 1977. 149 с. (Минавтодор КазССР).
- Строительные нормы и правила (Госстрой СССР):
Автомобильные дороги. Нормы проектирования, СНиП II-Д.5-72. М., Стройиздат, 1973. 112 с.
- Мосты и трубы. Нормы проектирования, СНиП II-43. М., Стройиздат.
- Система нормативных документов. Общие положения. СНиП I-1-74. М., Стройиздат, 1975. 48 с.
- Технико-экономические показатели автомобильных дорог общей сети СССР (внегородские). Минтрансстрой СССР, 1967.
- Указания о составе, порядке, разработке и утверждении технико-экономических обоснований (ТЭО) проектирования и строительства крупных и сложных предприятий и сооружений. СН 213-73. Госплан СССР, 1970.
- Указания по архитектурно-ландшафтному проектированию автомобильных дорог. ВСН 18-74. М., «Транспорт», 1975. 46 с. (Минавтодор РСФСР).
- Указания по определению экономической эффективности капиталовложений в строительство и реконструкцию автомобильных дорог, ВСН 21-75. М., «Транспорт», 1976. 63 с. (Минавтодор РСФСР).
- Указания по организации и обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах, ВСН 25-76. М., «Транспорт», 1977. 175 с. (Минавтодор РСФСР).
- Указания по проектированию земляного полотна железных и автомобильных дорог, СН 449-72. М., Стройиздат, 1973. 112 с. (Госстрой СССР).
- Указания по проектированию пересечений и примыканий автомобильных дорог, ВСН 103-74. М., «Транспорт», 1975. 62 с. (Минтрансстрой СССР).
- Указания по проектированию сельскохозяйственных дорог, РСН 5-67. М., 1967. 60 с. (Госстрой РСФСР).

Указания по разметке автомобильных дорог, ВСН 23-75. М., «Транспорт», 1976. 124 с. (Минавтодор РСФСР).

Указания по технико-экономическому обоснованию необходимости строительства и сравнению вариантов мостовых переходов и путепроводов, ВСН 34-67. М., «Транспорт», 1968. 97 с. (Минавтошосдор РСФСР).

Ко второму разделу

Временные технические указания по контролю влажности и плотности грунтов земляного полотна радиоизотопными методами, ВСН 22-75. М., «Транспорт», 1976. 16 с. (Минавтодор РСФСР).

Выбор средств механизации и автоматизации статистических методов регулирования и контроля качества. Методика. М., изд-во стандартов, 1974. 31 с. (Гос. ком. стандартов Совета Министров СССР).

Инструкция по применению грунтов, укрепленных вяжущими материалами, для устройства оснований и покрытий автомобильных дорог, СН 25-74. М., Стройиздат, 1975. 127 с.

Инструкция по строительству дорожных асфальтобетонных покрытий, ВСН 93-73. М., «Транспорт», 1973. 156 с. (Минтрансстрой СССР).

Инструкция по устройству покрытий и оснований из щебеночных, гравийных и песчаных материалов, обработанных органическими вяжущими, ВСН 123-77. М., «Транспорт», 1978. 64 с. (Минавтодор РСФСР).

Инструкция по устройству цементнобетонных покрытий автомобильных дорог, ВСН 139-68. М., «Транспорт», 1968. 88 с. (Минтрансстрой СССР).

Методика составления технологических карт на выполнение основных дорожно-строительных работ, ВСН 13-73. М., «Транспорт», 1974. 152 с. (Минавтодор РСФСР).

Методические рекомендации по проектированию и строительству сборных дорожных покрытий. М., 1973. 38 с. (Гос. всесоюз. дор. науч.-исслед. ин-т).

Методические рекомендации по проектированию и устройству теплоизолирующих слоев на пучинистых участках автомобильных дорог. М., 1976. 96 с. (Гос. всесоюз. дор. науч.-исслед. ин-т).

Правила приемки работ при строительстве, капитальном и среднем ремонте автомобильных дорог, ВСН 19-74. М., «Транспорт», 1975. 110 с. (Минавтодор РСФСР).

Строительные нормы и правила. Ч. III. раздел Д, гл. 5. Автомобильные дороги. Правила производства и приемки работ. Приемка в эксплуатацию, СНиП III-Д.5-73. М., Стройиздат, 1973. 88 с. (Госстрой СССР).

Технические указания по устройству дорожных покрытий с шероховатой поверхностью, ВСН 30-77. М., «Транспорт», 1978. 56 с. (Минавтодор РСФСР).

Технические указания по устройству оснований дорожных одежд из каменных материалов, не укрепленных и укрепленных неорганическими вяжущими, ВСН 184-75. М., «Транспорт», 1976. 36 с. (Минтрансстрой СССР).

Технические указания по уходу за свежееуложенным бетоном дорожных и аэродромных покрытий с применением пленкообразующих материалов, ВСН 35-70. М., Оргтрансстрой, 1970, 18 с.

Технологические карты. М., Оргтрансстрой Минтрансстроя СССР:

Поверхностная обработка асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог. 1970. 30 с.

Устройство асфальтобетонных покрытий с шероховатой поверхностью. 1969. 16 с.

Устройство аэродромных оснований из грунтов, укрепленных цементом, с приготовлением смеси в установке. 1970. 30 с.

Устройство основания из грунтов, укрепленных цементом, однопроходной грунтосмесительной машиной Д-391. 1969. 30 с.

Устройство сборных покрытий автомобильных дорог из плит ПАГ-ХIV. 1973. 15 с.

Устройство цементобетонных и железобетонных аэродромных покрытий. 1976. 63 с.

Устройство щебеночных и гравийных оснований (покрытий) автомобильных дорог. 1969. 13 с.

Технологические схемы комплексной механизации основных видов дорожно-строительных работ, ВСН 10-72. М., «Транспорт», 1974. 208 с. (Минавтодор РСФСР).

Указания по разработке сетевых графиков и применению их в строительстве, СН 391-68. М., 1969. 51 с. (Центр. науч.-исслед. и проектный экспериментальный ин-т автоматизированных систем в стр-ве).

К третьему разделу

Временные методические указания по деятельности служб организации движения. Минавтодор РСФСР. М., «Транспорт», 1976. 141 с. (Гос. дор. проектно-исследовательский и науч.-исслед. ин-т).

Временные технические указания по применению гербицидов в борьбе с сорно-травянистой и нежелательной древесной растительностью в дорожных хозяйствах. М., «Транспорт», 1966. 46 с. (Минавтошосдор РСФСР).

Инструкция по борьбе с гололедом на автомобильных дорогах, ВСН 20-74. М., «Транспорт», 1975. 28 с. (Минавтодор РСФСР).

Инструкция по ограждению мест работ и расстановке дорожных знаков при строительстве, реконструкции и ремонте автомобильных дорог, ВСН 179-73. М., «Транспорт», 1974. 24 с. (Минтрансстрой СССР, Минавтодор РСФСР).

Инструкция по повышению эффективности работы снегозащитных насаждений вдоль автомобильных дорог, ВСН 17-73. М., «Транспорт», 1974. 34 с. (Минавтодор РСФСР).

Инструкция по учету дорожно-транспортных происшествий, ВСН 15-73. М., «Транспорт», 1974. 24 с. (Минавтодор РСФСР).

Методические указания по оценке прочности и расчету усиления нежестких дорожных одежд. М., 1974. 155 с. (Гос. дор. проектно-исследовательский и науч.-исслед. ин-т).

Методические рекомендации по ремонту цементнобетонных покрытий с применением полимерных материалов. М., 1975. 42 с. (Гос. всесоюз. дор. науч.-исслед. ин-т).

Правила дорожного движения. М., «Транспорт», 1973. 49 с.

Правила установки дорожных знаков на автомобильных дорогах, ВСН 28-76. М., «Транспорт», 1977. 120 с. (Минавтодор РСФСР).

Технические правила ремонта и содержания автомобильных дорог, ВСН 24-75. М., «Транспорт», 1975. 264 с. (Минавтодор РСФСР).

Технические указания по оценке и повышению технико-эксплуатационных качеств дорожных одежд и земляного полотна автомобильных дорог, ВСН 29-76. М., «Транспорт», 1977. 160 с. (Минавтодор РСФСР).

Технические указания по применению битумных шламмов для устройства защитных слоев при строительстве и ремонте автомобильных дорог, ВСН 27-76. М., «Транспорт», 1977. 80 с.

Технические указания по устройству слоев износа способом поверхностной обработки с применением битумо- и дегтеполимерных вяжущих. Алма-Ата, 1972. 10 с. (Минавтодор КазССР).

Типовые решения укрепления обочин автомобильных дорог. М., «Транспорт», 1972. 46 с. (Гос. дор. проектно-исследовательский и науч.-исслед. ин-т).

Указания по защите и очистке автомобильных дорог от снега, ВСН 4-69. М., «Транспорт», 1970. 44 с. (Минавтодор РСФСР).

Указания по обеспыливанию гравийных и грунтовых автомобильных дорог, ВСН 8-72. М., «Транспорт», 1972. 20 с. (Минавтодор РСФСР).

Указания по организации и обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах, ВСН 25-76. М., «Транспорт», 1977. 175 с. (Минавтодор РСФСР).

Указания по разметке автомобильных дорог, ВСН 23-75. М., «Транспорт», 1976. 124 с. (Минавтодор РСФСР).

Указания по разработке и утверждению проектно-сметной документации на капитальный ремонт автомобильных дорог, ВСН 27-74. М., «Транспорт», 1975. 48 с. (Минавтодор РСФСР).

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Аварийность** 24
Автобетоновозы 380
Автобитумовозы 364
Автогрейд 225
Автогрейдеры 141, 162, 363
Автогудронатор 219, 223, 364
Автоматизация проектирования 49—50
Автомобили 31, 40
— — самосвалы 380
Автопоезд 35, 44, 81
Автоцементовозы 363
Автоцистерны 364
Аглопорит 73
Активаторы 328—329
Асфальтобетоны и асфальтобетонные смеси 321—330
— горячие 321, 322, 324, 336
— литые 323, 327
— плотные 321
— пористые 324
— теплые 321, 322, 324, 325
— холодные 323—326
Асфальтосмесители 407
Асфальтоукладчики 216, 218, 219, 365
Аэроизыскания 26
Аэрофотосъемка 26
Базы битумные 16, 404—406
— железобетонных изделий 403
— камнедробильные 385
Банкеты 66—68
Барда сульфитноспиртовая 332
Барьеры 47
— шумозащитные 15
Безопасность движения 32, 33, 47, 255
Бетоносмесители 400—401
Бетоны автоклавные 338
— дорожные 96
Битумы нефтяные 315, 327
— — вязкие 315, 316
— — жидкие 315, 317
Бровка 40, 43, 52
Брусчатка 314
Бульдозеры 139—141, 158, 350
— рыхлители 349
Бумага битумная 227
Валы грунтовые 15
Вещества взрывчатые 384, 385
— гидрофобизирующие 332
— пластифицирующие 332
Вещества пленкообразующие 342
— — поверхностно-активные 328—330
Взаиморасположение грунтов 136—137
Виброкатки 360
Видимость 34, 40, 45
Вирази 33—35, 46
Влагоемкость 56, 58
Влажность грунтов 52, 54, 56, 90, 143, 150, 200
Воды грунтовые 53
— капиллярные 106
— — поверхностные 17, 52, 53
— — свободные 106
Воронки 103, 104
Впадины 42
Время работы потока 112
— — разветвления потока 112
— — свертывания потока 112
Высоны 267
Выбор машин 139—147
Выемки 43, 47
Выкрашивание 267
Выторфовывание 144
Вязущие неорганические 197
— органические 199
Габарит 34
Гербициды 278
Гидропосев 156
Гидросялка 143, 156
Гипс 62
Глины 57
Глубина выемки 67
— — промерзания 53
Гололед 17, 283
Гравий 28, 306—307
— — керамзитовый 73
Граница раскатывания 55
— — текучести 54, 55
Графопостроитель 50
Гребенка 267
Грейдер-элеватор 146, 353
Грохоты 385
Грузонапряженность 19
Грузооборот 19
Грузоподъемность 19
Грунты 27, 28, 53, 55, 148—151, 191, 192, 199—201
— глинистые 46, 54, 55, 57
— засоленные 65
— лёссовые 63
— макропористые 63
— песчаные 46, 54, 55, 57, 59
— пучинистые 57, 58
— растительные 162—163
— суглинистые 46, 54, 55, 57, 58
— супесчаные 46, 54, 55, 57, 58
Гудроны 315, 321
Деттебетоны 321
Дегти древесные 320
— — каменноугольные 315, 318
— — торфяные 315
Дернование 157
Деформации 267, 286—288
Дешифрирование 26
Длина захватки 115, 116
— — кривой 42
— — прямой 36, 42
Добавки активные 339
Дозаторы 401—403
Допуски 237—238
Дороги автомобильные 6, 8, 11, 14, 15, 23, 43, 44
— ведомственные 7, 10
— — внутрихозяйственные 7
— горные 42
— — областные 7
— — общего пользования 9
— — общегосударственные 6
— — краевые 7
— — местные 7, 18
— — промышленные 7, 10
— — республиканские 6
— — сельскохозяйственные 7
Дорожки велосипедные 14
— — пешеходные 14
Дренаж 12, 74, 75, 77
Дрены 75—77
Дробилки конусные 386
— — роторные 387
— — щековые 386
Жидкости кремнийорганические 341
З абой 174, 175
Заболачивание 53
Заборы снегопередвигающие 281
— — снегозадерживающие 281, 282
Заводы асфальтобетонные 16, 406—409
— — цементобетонные 16, 395—403
Загазованность 15
Загрузка дорог 247
Закрепление трассы 25
Закругления 36

- Заложение откоса 52
- Запасы 28, 125, 133
- Затраты 23, 24, 31, 54, 175
 - трудовые 163, 172, 175
- Захватка 112, 114, 116, 117, 160, 169, 173, 184, 186—187, 193—194, 202, 205—206, 210—211, 215—216, 221, 226—227, 231, 293
- Защита индивидуальная 413
- Знаки дорожные 31
- Золы каменноугольные 313
 - уноса 313
- Зоны дорожно-климатические 52, 53, 62
- Известь воздушная 330—332
 - гашеная 332
- Изображение перспективное 50
- Износ 267, 270
- Изыскания 17, 19, 20, 26, 27, 29, 36
 - подробные 17, 24, 29
 - технические 17, 23, 29
 - экономические 17—19, 23
- Инвентаризация 13
- Инспекция автомобильная 22, 411
- Интенсивность движения 8, 14, 19—21, 29, 31
- Испытания лабораторные 344—347
- Кальций хлористый 284
- Камень для мощения 313, 314
- Канавы боковые 65, 66—68
 - водоотводные 66
 - нагорные 65—68
- Капиталовложения 24
- Карты технологические 110—111
- Карьеры 27—29, 384
- Категории дорог 8, 9, 11, 14, 28, 36, 43
 - местности 29
 - рельефа 31
- Катки 142—143, 189, 357—361
- Катун 267
- Керамдор 311
- Километраж 36
- Кир 319
- Классификация автомобильных дорог госу-
дарственной 6—7
 - — — техническая 8
- Классификация гравия 307, 308
 - грунтов 54, 57—58, 62, 63, 138—139
 - дорожно-ремонтных работ 267—268
 - местности 52
 - щебня 303, 306, 311, 312
- Клеверный лист 46, 47
- Клянкер 310
- Клотонда 34, 36
- Колодец смотровой 76
- Комитет стандартов 17
- Комплект бетоноукладочный 366
- Контейнеры 397
- Контроль 13, 233—236, 342—347
- Корчевка 131—132
- Корыто 107
- Косогор 44
- Коэффициенты аварийности 29, 51, 242—243, 248—249, 272
 - безопасности 29, 241—242, 272
 - грузоподъемности 19, 20
 - загрузки движением 29, 31
 - запаса 88, 185
 - заполнения 106
 - изношенности 271, 273
 - интенсивности 271, 273
 - использования 19, 20
 - неоднородности 58
 - неравномерности движения 247
 - однородности 99—100
 - относительного уплотнения 149
 - плотности 149
 - пористости 54, 56, 63
 - потерь 244
 - приведения 31
 - проезжаемости 271, 273
 - просадочности 63
 - прочности 271, 273
 - Пуассона 101
 - разрыхления 147
 - скользкости 271, 273
 - службы 271, 273
 - сцепления 272
 - температуропроводности 56, 73
 - фильтрации 54, 56, 58, 108
 - эффективности вложения 23
- Кран автомобильный 377, 378
 - на гусеничном ходу 377
 - на пневмоколесном ходу 379
- Кривая в плане 32, 33, 35, 42, 43, 51
 - вертикальная 39, 40, 42
 - погнутая 42
 - выпуклая 38, 42
 - коробовая 44, 45
 - круговая 34, 35
 - переходная 34
- Кривизна 43
- Кромка 12
- Крутизна откосов 69
- Кусторезы 139, 348
- Л
- Ландшафт 15, 43, 44
- Лак помароль 342
- этиноль 342
- Лекало 39, 42
- Лессы 63
- Лешадки 304
- Лотки 66, 67
- М
- Магистраль 31, 32, 34, 43
- Марка цементобетона 338
- Массивы лесные 51
- Маслика 229—230, 342, 372
- Масштаб 26, 42
- Материалы взрывные 285
 - вяжущие
 - неорганические 191—192, 197
 - органические 199—200, 315—321
 - дорожно-строительные 27, 36, 300—342
 - искусственные 311
 - местные 28
 - минеральные 300, 303—314, 330—340
 - мултирующие 156
 - пластмассовые 340—342
 - пленкообразующие 340
 - противогололедные 284
 - шлаковые 310—311
 - щебеночные 305
- Машины ведущие 115, 169, 173
 - вспомогательные 115
 - грунтосмесительные 201—205
 - землеройные 140—145
 - отделочные 368
 - поливомоечные 369
 - уплотняющие 151, 357—361
 - электровычислительные 27
- Машины для работ земляных 350
 - — — погрузочно-разгрузочных 375—381
 - — — подготовительных 348—349
- Машины для строительства бетонных по-
крытий 366—369
 - для ремонта и содержания 369—374
- Мельницы 387
- Месторождения 16, 36, 384
- Метели 279
- Механизация комплексная 159
- Модули упругости 82—86, 105
- Морозоустойчивость 89, 90
- Мотопилы 348
- Н
- Нагрузка 8, 11, 82, 83
- Надежность 14
- Назначение ремонтных работ 273, 274
- Наполнители 332
- Нарезчики швов 227, 368
- Насаждения 15, 276
- Насосы битумные 404
 - пневматические 397—398
- Насыпь 40, 43, 47, 52, 159—161
- Нивелирование 26, 27
- Низ дорожной одежды 52, 54
- Нормы розлива 283
 - сметные 51
 - убыли и потерь 301—302

- Обочины 8, 12, 31
- Обработка поверхностная 220—224
- Обустройство дороги 12, 44, 255—257
- Объем работ 18, 47
 - земляных работ 42, 50, 51
 - штабелей 392—394
- Огарки пиритные 313
- Ограждения 262, 264
- Одежда дорожная 11, 14, 52, 79, 81, 85, 96, 177—179
 - — нежесткая 81—85
 - — жесткая 96—103
- Озеленение 273, 275—278
- Организация движения 13
 - строительства 109
- Основания дорожные 12, 79, 183—196, 208—209
 - гравийные 183
 - песчаные 183
 - из укрепленных грунтов 190—204
 - щебеночные 183, 185—190
- Островок безопасности 33, 44—46
- Отвод земель 10, 11
- Отгон виража 34, 35
- Отказ 14, 15
- Откосы 43, 67, 69, 153
 - обтекаемые 43
- Отложения болотные 60—61
- Отметки 39, 40, 42
- Отряд машин 162, 171, 174, 185, 188, 195, 203, 207, 212, 217, 222, 228, 231
- Отходы промышленности 148, 313—314
- Охрана природы 15
 - труда 410—413
- Парк машин 16
- Парообразователи 405
- Паспортизация 13
- Пек каменноугольный 318
- Пенопласт 73
- Перевозки 19
- Перегон 19
- Пересечения 44, 45—48, 51
 - кольцевые 44, 46, 47
 - канализационные 45, 46
- Перспектограф 15
- Пески 28, 309, 310
- Пикетаж 27
- Плавность трассы 34, 42
- План 123—127
 - дороги 30, 32—34, 36, 39, 42—44
 - потока 113
 - трассы 36, 37
- Планировка 142, 152, 155, 165, 167, 168, 170
- Пластобетон 341
- Пластичность грунта 55
- Плиты 32, 143, 230—232
- Плотность 54—56, 148—149
- Поверхность дороги 38, 40
- Погрузчики 375, 376
- Подъем 38, 42
- Подъемники 398
- Показатели эксплуатации 271—273
- Покров растительный 15
 - снеговой 52, 54
- Покрытия 8, 9, 12, 17, 32, 46, 52, 79, 80
 - асфальтобетонные 215—220
 - низшие 8
 - переходные 8
 - усовершенствованные капитальные 8
 - облегченные 8
 - цементобетонные 102, 225—230
 - сборные 230—232
- Полигоны железобетонных изделий 403
- Полимеры водорастворимые ВРП-1 339, 342
- Полиакрилат 341
- Поливинилацетат 341
- Поливинилхлорид 341
- Полистирол 73, 74
- Полимербетон 341
- Полиуретан 74
- Полиэтилен 340
- Полоса укладки 220
- Полотно земляное 65—68, 129—176
- Порошок минеральный 312—313
 - резиновый 341
- Потери народного хозяйства 21—23
- Поток 112—118
- Предприятия производственные 384—410
- Приготовление смесей 407—409
- Приемка работ 236, 237
- Прогиб 83, 84
- Продукты активизации 330
- Проект организации работ 110
 - производства работ 110, 111
 - технический 30, 51
 - технорабочий 30, 51
- Проектирование 15, 29, 30, 32, 38, 39, 42, 49
 - ландшафтное 43
 - земляного полотна 52
 - рабочее 30
- Производительность 24
 - машин 180—182
- Происшествия дорожно-транспортные 22, 23, 245, 259
- Проломы 268
- Промер 25
- Пропитка 209—213
- Просадки 268
- Просадочность 63
- Профиллирование 307
- Профиль поперечный 9, 30, 33, 42, 43, 65, 66, 67, 68, 96
 - продольный 30, 38—42, 44
- Пункт учета 19
- Пучение 52, 57—59
- Пучины 30, 268
- Работоспособность 269
- Работы гидрогеологические 28
 - земляные 42, 50, 130
 - камеральные 24
 - отделочные 152, 166
 - укрепительные 50
 - проектные 39
- Радиус кривой 25, 32—35, 38, 39, 42, 44, 45, 51
- Разбивка земляного полотна 132—133
 - кривых 33
 - поперечников 25
- Разбрасыватели 373
- Развязки 46
- Разгрузчики цемента 396
- Размер движения 104
- Разметка 31, 32, 262—264
- Разрывы противопожарные 395
- Разработка грунта 141
 - траншейная 164
- Разравнивание грунта 164—165
- Районирование дорожно-климатическое 52—53
 - снегоборьбы 280
- Распределители щебня 186, 361, 362
 - цемента 363
 - цементобетона 367
- Расстановка знаков 260—262
- Растяжение при изгибе 88, 89
- Расстояние видимости 34, 36, 38, 40, 44, 45
- Расходы накладные 163, 172, 175
 - материалов 47, 222
 - топлива 51
 - смесей 214
 - щебня 213, 214
 - эмульсии 223
- Регулирование движения 13, 258
 - водно-теплового режима 70
- Режим водно-тепловой 70
 - движения 35
- Резерв 12, 16
- Реконструкция 13, 14, 19, 29, 253, 299
- Рекультивация 16, 17
- Рельеф 25, 31, 32, 42, 43
- Рельс-формы 225

Ремонт капитальный 13, 14, 30, 268,
293—298
— средний 13, 268, 289—293
— текущий 13, 168, 286—189
Ремонтер дорожный 371
Ресурсы природные 17
Ритм потока 112
Рыхление грунта 162—164, 173
Рыхлители 142
Сдвиг покрытия 86—87
Себестоимость 146
Серпантин 51
Синопал 310
Скважина 27, 28
Склады 301—302, 391—392
— силосные 398
— цементные 399—400
Скорость движения конечная 49
— наибольшая 32
— начальная 49
— оптимальная 9, 14
— потока 51, 112, 113
— расчетная 8, 33, 46
— средняя годовая 14
Скреперы 141, 146, 168—175, 351
Слой (прослойки) водонепроницаемые 77
— дополнительные основания 12, 183—185
— дренажные 12, 72, 77, 105—108
— защитные 224
— износа 293
— капиллярпрерывающие 71, 77
— морозоустойчивые 90
— паронепроницаемые 71, 72
— песчаные 106
— теплоизоляционные 70, 72, 73
Смета 51, 52
Смешение в установке 213
Смолы бакелитовые 341
— кремнийорганические 341
— эпоксидные 341
Смягчение уклона 42
Снегозаносимость 52
Снегоочистка авральная 285
— патрульная 285
— усиленная 285
Снегопринос 279—280
Содержание дорог 279—280
Содержание солей 309
— вредных примесей 304, 309
Соли 208
Солончаки 53
Сопrotивление сдвигу 54
Сорта гравия 306
— щебня 303
Состав движения 19—29
— проекта 51
— гранулометрический (зерновой) 55, 307,
308, 323
Способность пропускная 29, 33, 44, 50, 57,
247—254
Среда окружающая 54
Сроки работ 114
— межремонтные 268, 269
— окупаемости 20
— службы 23, 52
Стадии проектирования 29, 30, 50
— развития 14
Станции компрессорные 382
Стеклопластики 341
Стройфинплан 123
Стружка грунта 172
Схемы технологические 117, 158—171, 180,
184—208, 210—231, 290, 294
Съезды 44—47
Съемка 24, 26, 29

Таблицы разбивки кривых 33, 40
Такыр 63
Тангенс кривой 33, 36, 39, 42
Температура замерзания 208
Теодолит 26
Термолит 310
Термопласт 32
Техника безопасности 411, 412
Типы местности 57
Ткань фильтровая 75—76
Тонкость помола 332
Торф 58, 60, 61
Транспортеры 17
Траншеи снегоудерживающие 281
Трассирование 15, 25—27, 34
Трещины 268
Трубы асбестоцементные 75
— гончарные 74
— фильтровые 75
Трубофильтры 75
Тяжеловозы (трейлеры) 381
Увлажнение 53
Угодья земельные 51
Угол поворота 24, 25, 33, 35, 43—45, 51
Уклон выража 33, 46
— откосов 153—158
— поперечный 32, 33
— продольный 31, 38, 39
Уплотнение грунтов 143, 147, 150, 165
Уполаживание откосов 52
Уровень грунтовых вод 52, 54
Усадка 56
Ускорение 39
Условия движения 44
— грунтовые 27
Установка дробильно-сортировочная
388—391
— перекачивающая 406
Устойчивость откосов 67
Устройство нагревательные 405—406
Участки опасные 244
— пучинистые 30, 285
Учет движения 19
Уширение 34, 35
Фотографирование 26
Фреза дорожная 193—194, 198—199, 363—364
Часть проезжа 8, 14, 31, 34, 43
Чернозем 63
Число пластичности 54, 56
Цементы 193—194, 331—338
Цементобетон 338—340
Шиклы замораживания 73
Шкостеры обогреваемые 405
Шаблон 39, 40, 42
Шашка 14, 31—33
Швы 97, 227
Шелушение 267
Ширина дополнительной полосы 31
— дорожного полотна 8, 9
— земляного полотна 8, 9
— проезжей части 44
Шлаки гранулированные 73
Шлам 320
Щебень 303—306
Экология 15
Экскаваторы 142—146, 173—177, 353—357
Эксплуатация дорог 13—15, 52
Электростанции 382, 383
Электроно-вычислительные машины 49, 50
Элементы геометрические 15, 25, 44, 50
Эмульсии битумные 205, 206, 223, 407
— дорожные 315, 319
Эстакады 15

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
<i>РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ</i>	
ИЗЫСКАНИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ	
Глава I. Общие сведения об автомобильных дорогах	5
§ I.1. Автомобильный транспорт и дороги СССР	5
§ I.2. Классификация автомобильных дорог	6
§ I.3. Управление автомобильными дорогами СССР	9
§ I.4. Дорожная полоса	10
§ I.5. Элементы автомобильной дороги	11
§ I.6. Состав дорожных работ. Понятие о надежности автомобильных дорог	12
§ I.7. Охрана окружающей среды при строительстве и эксплуатации автомобильных дорог	15
Глава II. Изыскания автомобильных дорог	17
§ II.1. Виды изысканий автомобильных дорог	17
§ II.2. Состав и организация дорожных экономических изысканий	18
§ II.3. Сбор данных по интенсивности и составу движения	19
§ II.4. Прогнозирование интенсивности движения	20
§ II.5. Потери народного хозяйства от дорожно-транспортных происшествий	21
§ II.6. Оценка экономической эффективности вариантов проектных решений	23
§ II.7. Детальные технические изыскания	24
§ II.8. Трассирование и положение трассы на местности	25
§ II.9. Аэроизыскания автомобильных дорог	26
§ II.10. Инженерно-геологические, почвенно-грунтовые гидрологические и гидрогеологические обследования	27
§ II.11. Поиски и разведка строительных материалов	28
§ II.12. Технические изыскания при разработке проекта реконструкции дорог	29
Глава III. Проектирование автомобильных дорог	29
§ III.1. Стадии проектирования и состав проектно-сметной документации	29
§ III.2. Проектирование поперечного профиля	30
§ III.3. Проектирование трассы в плане	32
§ III.4. Проектирование продольного профиля	38
§ III.5. Обеспечение плавного сочетания элементов плана и продольного профиля	42

§ III.6. Ландшафтное проектирование автомобильных дорог	43
§ III.7. Проектирование пересечений на автомобильных дорогах	44
§ III.8. Автоматизация проектирования автомобильных дорог	49
§ III.9. Сравнение вариантов проекта автомобильных дорог	51
§ III.10. Сметная документация	51
Глава IV. Проектирование земляного полотна	52
§ IV.1. Общие требования к земляному полотну	52
§ IV.2. Классификация грунтов и их характеристика	54
§ IV.3. Требования к грунтам для сооружения земляного полотна	62
§ IV.4. Поперечные профили земляного полотна	62
§ IV.5. Выбор мероприятий для регулирования водно-теплового режима земляного полотна	65
§ IV.6. Теплоизоляционные слои дорожных одежд	70
§ IV.7. Дренажи	72
§ IV.8. Капилляроперрывающие прослойки и паронепроницаемые изолирующие слои	74
	78
Глава V. Проектирование дорожных одежд	79
§ V.1. Дорожные одежды и их классификация	79
§ V.2. Принцип расчета и конструирования нежестких дорожных одежд. Расчетные нагрузки	81
§ V.3. Расчет нежестких одежд по допускаемому упругому прогибу (модулю упругости)	83
§ V.4. Расчет нежестких одежд по сдвигу в подстилающем грунте и слабосвязных материалах конструктивных слоев	86
§ V.5. Расчет слоев из монолитных материалов на растяжение при изгибе	88
§ V.6. Обеспечение морозоустойчивости дорожной одежды	89
§ V.7. Расчетные характеристики грунтов и материалов	91
§ V.8. Конструкции жестких дорожных одежд	96
§ V.9. Методика расчета жестких дорожных одежд	99
§ V.10. Расчет и конструирование дренирующих слоев	104

РАЗДЕЛ ВТОРОЙ

СТРОИТЕЛЬСТВО АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Глава VI. Организация строительства и планирование работ	109
§ VI.1. Организация строительства автомобильных дорог. Проекты организации и производства работ	109
§ VI.2. Поточный способ производства дорожно-строительных работ	112
§ VI.3. Линейные календарные и сетевые графики	118
§ VI.4. Планирование работ	122
Глава VII. Сооружение земляного полотна	129
§ VII.1. Состав земляных работ и сроки их выполнения	129
§ VII.2. Расчистка дорожной полосы	130
§ VII.3. Разбивка земляного полотна	132
§ VII.4. Принципы взаиморасположения грунтов в насыпях	136
§ VII.5. Основы выбора землеройных машин	139
§ VII.6. Уплотнение грунтов	147
§ VII.7. Планировка земляного полотна и отделочные работы	152
§ VII.8. Укрепление откосов насыпей и выемок	153
§ VII.9. Типовые технологические схемы возведения земляного полотна	158
Глава VIII. Строительство дорожных одежд	177
§ VIII.1. Основные положения	177
§ VIII.2. Устройство песчаных, гравийных и щебеночных оснований	183

§ VIII.3. Устройство оснований из укрепленных грунтов	190
§ VIII.4. Устройство оснований в зимнее время	208
§ VIII.5. Строительство покрытий из щебня (гравия), обработанного органическими вяжущими	209
§ VIII.6. Строительство асфальтобетонных покрытий	215
§ VIII.7. Устройство слоев износа и защитных слоев	220
§ VIII.8. Устройство покрытий с применением органических вяжущих при пониженной положительной и отрицательной температурах воздуха	225
§ VIII.9. Строительство цементобетонных покрытий	225

Глава IX. Технический контроль качества и приемка в эксплуатацию законченных строительством автомобильных дорог 233

§ IX.1. Управление качеством. Контроль качества различных видов дорожно-строительных работ	233
§ IX.2. Приемка работ	236

РАЗДЕЛ ТРЕТИЙ

ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Глава X. Организация движения на автомобильных дорогах 240

§ X.1. Методы оценки степени обеспечения безопасности движения на дорогах	240
§ X.2. Выявление наиболее опасных участков дорог и установление очередности их улучшения	244
§ X.3. Оценка безопасности движения на пересечениях	245
§ X.4. Определение пропускной способности и загрузки дорог движением	247
§ X.5. Обустройство дороги	255
§ X.6. Мероприятия по организации и повышению безопасности движения	255

Глава XI. Содержание и ремонт автомобильных дорог 265

§ XI.1. Деформации и разрушения дорожных покрытий и одежды	265
§ XI.2. Классификация дорожно-ремонтных работ. Межремонтные сроки	267
§ XI.3. Техничко-экономические показатели эксплуатации	271
§ XI.4. Содержание автомобильных дорог	273
§ XI.5. Текущий ремонт автомобильных дорог	286
§ XI.6. Средний ремонт автомобильных дорог	289
§ XI.7. Капитальный ремонт автомобильных дорог	294
§ XI.8. Реконструкция автомобильных дорог	296

РАЗДЕЛ ЧЕТВЕРТЫЙ

ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, МАШИНЫ, ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ

Глава XII. Дорожно-строительные материалы 300

§ XII.1. Общие сведения о дорожно-строительных материалах	300
§ XII.2. Минеральные каменные материалы	300
§ XII.3. Органические вяжущие материалы	315
§ XII.4. Асфальтобетоны и дегтебетоны	321
§ XII.5. Поверхностно-активные вещества	330
§ XII.6. Минеральные вяжущие материалы	330
§ XII.7. Цементобетоны	338
§ XII.8. Материалы из пластических масс	340
§ XII.9. Организация лабораторного контроля	342

Глава XIII. Техничко-эксплуатационные характеристики дорожных машин 348

§ XIII.1. Машины для подготовительных работ	348
§ XIII.2. Машины для земляных работ	350

§ XIII.3. Машины для уплотнения земляного полотна и дорожных одежд	357
§ XIII.4. Машины для строительства оснований и нежестких дорожных покрытий	361
§ XIII.5. Машины для строительства бетонных покрытий	366
§ XIII.6. Машины для ремонта и содержания дорог	369
§ XIII.7. Машины для погрузочно-разгрузочных работ	375
§ XIII.8. Машины для транспортных работ	380
§ XIII.9. Компрессорные станции. Электростанции	382
Глава XIV. Производственные предприятия дорожного строитель- ства	384
§ XIV.1. Предприятия по добыче и переработке каменных материалов	384
§ XIV.2. Склады	391
§ XIV.3. Цементобетонные заводы	395
§ XIV.4. Базы и полигоны сборных железобетонных изделий	403
§ XIV.5. Битумные базы и хранилища	404
§ XIV.6. Асфальтобетонные заводы	406
Глава XV. Охрана труда на дорожном строительстве	410
§ XV.1. Общие положения	410
§ XV.2. Техника безопасности при изысканиях автомобильных дорог	411
§ XV.3. Основные требования по безопасной эксплуатации средств ме- ханизации и транспорта	412
Список литературы	414
Предметный указатель	417

Евгений Михайлович Денисов,
Марк Семенович Коганзон,
Степан Васильевич Коновалов,
Владимир Константинович Некрасов,
Серафим Михайлович Полосин-Никитин,
Евгений Иванович Путилин,
Валентин Васильевич Сильянов,
Александр Яковлевич Тулаев,
Юрий Михайлович Яковлев

СПРАВОЧНИК ТЕХНИКА-ДОРОЖНИКА

Составитель предметного указателя *В. К. Некрасов*
Рецензент *В. Р. Алуханов*

Редактор *Л. П. Топольницкая*
Обложка художника *Н. М. Морозова*
Технический редактор *Р. А. Иванова*
Корректоры *Л. А. Сашенкова, Л. П. Агафонова*
ИЗ № 90

Сдано в набор 22.11.77 г.	Подписано в печать 24.04.1978 г.
Т—08132	Формат бумаги 60×90 ¹ / ₁₆ тип. № 2 гарн. литературная
Печ. высокая	Печ. л. 26,5 Уч.-изд. л. 37,12 Тираж 25 000 экз.
Заказ № 3521	Цена 2 р. 20 к. Изд. № 1—2—2/15 № 8054

Издательство «Транспорт», Москва, Басманный туп., ба.

Московская типография № 8 Союзполиграфпрома
 при Государственном комитете Совета Министров СССР
 по делам издательств, полиграфии и книжной торговли,
 Хохловский пер., 7.