

В. В. СИЛЬЯНОВ, Э. Р. ДОМКЕ

ТРАНСПОРТНО- ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ КАЧЕСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ И ГОРОДСКИХ УЛИЦ

УЧЕБНИК

Допущено

*Министерством образования и науки Российской Федерации
в качестве учебника для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство»
направления подготовки «Эксплуатация наземного транспорта
и транспортного оборудования»*



Москва
Издательский центр «Академия»
2007

УДК 629.113/.115(075.8)
ББК 39.311:30.607я73
С368

Рецензенты:

зав. кафедрой «Строительство дорог и организация движения»
Саратовского государственного технического университета, д-р техн. наук,
профессор *В. В. Столяров*;
зав. кафедрой «Автомобили и автомобильное хозяйство» АДИ ПГУАС,
д-р техн. наук, профессор *В. В. Саллин*

Сильянов В. В.

С368 Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных
дорог и городских улиц : учебник для студ. высш. учеб. заве-
дений / В. В. Сильянов, Э. Р. Домке. — М. : Издательский центр
«Академия», 2007. — 352 с.

ISBN 978-5-7695-2943-6

Приведена классификация автомобильных дорог и городских улиц. Рассмотрены основные элементы и характеристики транспортно-эксплуатационного состояния дорог и улиц; факторы, влияющие на взаимодействие дороги и автомобиля; закономерности формирования транспортных потоков; пропускная способность автомобильных дорог и городских улиц; понятия об уровнях загрузки дороги и уровнях удобства движения. Подробно описаны методы и способы обследования и диагностики дорог. Указаны способы сохранения транспортно-эксплуатационных качеств дорог и улиц в разные периоды года.

Для студентов высших учебных заведений. Представляет интерес для специалистов по эксплуатации автомобильных дорог и организации дорожного движения.

УДК 629.113/.115(075.8)
ББК 39.311:30.607я73

*Оригинал-макет данного издания является собственностью
Издательского центра «Академия», и его воспроизведение любым способом
без согласия правообладателя запрещается*

© Сильянов В. В., Домке Э. Р., 2007

© Образовательно-издательский центр «Академия», 2007

ISBN 978-5-7695-2943-6

© Оформление. Издательский центр «Академия», 2007

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Введение	4
Глава 1. Общие сведения об автомобильных дорогах и городских улицах	7
1.1. Классификация автомобильных дорог и городских улиц	7
1.2. Основные требования к автомобильным дорогам	15
1.3. Элементы автомобильной дороги	19
1.4. Дорожный водоотвод	42
1.5. Искусственные сооружения на автомобильных дорогах	44
1.6. Обустройство автомобильных дорог	47
Глава 2. Характеристики транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог	50
2.1. Факторы, влияющие на работу и состояние автомобильной дороги ...	50
2.2. Основные транспортно-эксплуатационные показатели автомобильной дороги	51
2.3. Характеристики транспортных средств	59
Глава 3. Воздействие автомобиля на дорогу	64
3.1. Особенности взаимодействия дороги и автомобиля	64
3.2. Силы, действующие от колеса автомобиля на дорожное покрытие	65
3.3. Прочность и деформация дорожной одежды	70
3.4. Виды деформаций дорожного покрытия и разрушений дорожной одежды	77
Глава 4. Влияние состояния дорожного покрытия и природно-климатических факторов на транспортно-эксплуатационные качества автомобильной дороги	80
4.1. Надежность и проезжаемость автомобильных дорог	80
4.2. Ровность дорожного покрытия	84
4.3. Скользкость и шероховатость дорожного покрытия	98
4.4. Природно-климатические факторы и транспортно-эксплуатационные качества автомобильной дороги	109
Глава 5. Влияние элементов автомобильных дорог и средств регулирования на режимы движения транспортных средств	115
5.1. Качественное состояние транспортного потока	115
5.2. Режимы движения транспортного потока на горизонтальных участках автомобильных дорог	121

5.3. Влияние элементов автомобильных дорог на скорость движения транспортных средств	129
5.4. Средства регулирования и скорость движения транспортных средств	136
Глава 6. Расчет характеристик движения транспортных потоков	140
6.1. Скорость движения одиночных автомобилей	140
6.2. Скорость движения транспортных потоков	144
6.3. Пропускная способность автомобильных дорог	149
6.4. Моделирование движения транспортных потоков	154
Глава 7. Обследование автомобильных дорог	159
7.1. Цели и задачи обследования автомобильных дорог	159
7.2. Виды обследований автомобильных дорог	160
7.3. Организация работ по обследованию автомобильных дорог	162
7.4. Методы инструментального контроля геометрических элементов автомобильных дорог	165
7.5. Обследование состояния земляного полотна и водоотвода	173
7.6. Оценка прочности дорожной одежды и состояния дорожного покрытия	175
7.7. Оценка архитектурных качеств автомобильной дороги и обслуживания проезжающих	181
7.8. Оценка инженерного обустройства автомобильных дорог	186
Глава 8. Оценка режимов движения транспортных потоков	192
8.1. Учет и анализ интенсивности движения и состава транспортного потока, оценка пропускной способности автомобильных дорог	192
8.2. Оценка режимов движения транспортных средств и условий труда водителей	207
8.3. Построение линейных графиков скоростей движения и расхода топлива	213
Глава 9. Оценка безопасности движения на автомобильных дорогах	217
9.1. Анализ данных о дорожно-транспортных происшествиях	217
9.2. Выявление опасных участков на автомобильных дорогах	218
9.3. Оценка безопасности дорожного движения на пересечениях	224
9.4. Изучение аварийных участков автомобильных дорог	226
9.5. Оценка ущерба от дорожно-транспортных происшествий	229
Глава 10. Диагностика и оценка состояния автомобильных дорог	239
10.1. Основные понятия	239
10.2. Организация и технология работ по диагностике автомобильных дорог	240
10.2.1. Виды диагностики и оценки состояния автомобильных дорог и состав исходной информации	240
10.2.2. Определение фактической категории существующей автомобильной дороги	245
10.2.3. Измерение и оценка колеености дорожного покрытия	248

10.2.4. Визуальная оценка состояния дорожной одежды	249
10.2.5. Оценка прочности дорожной одежды	250
10.2.6. Определение состояния инженерного обустройства автомобильных дорог	254
10.2.7. Определение интенсивности движения и состава транспортных потоков	254
10.3. Методика оценки транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог	255
10.3.1. Общие положения	255
10.3.2. Оценка транспортно-эксплуатационного состояния автомобильной дороги	257
10.3.3. Оценка транспортно-эксплуатационного состояния дорожной сети	259
10.3.4. Методика оценки влияния параметров и характеристик автомобильных дорог на комплексный показатель их транспортно-эксплуатационного состояния	260
10.3.5. Определение показателя инженерного обустройства автомобильной дороги	281
10.3.6. Определение показателя уровня эксплуатационного содержания автомобильной дороги	284
10.3.7. Сводные результаты оценки технического уровня и эксплуатационного состояния автомобильной дороги	284
10.4. Формирование информационного банка данных о состоянии автомобильных дорог	286
Глава 11. Планирование дорожно-ремонтных работ на основании результатов диагностики и оценки состояния автомобильных дорог	289
11.1. Планирование видов и объемов ремонтных работ на основании анализа фактического состояния автомобильных дорог	289
11.2. Планирование ремонтных работ по критерию обеспеченности расчетной скорости движения, транспортного эффекта и экономической эффективности	291
11.3. Планирование ремонтных работ на основании индексов соответствия	300
Глава 12. Способы сохранения транспортно-эксплуатационных качеств автомобильных дорог в разные периоды года	304
12.1. Охрана автомобильных дорог и ограничение движения в весенний период	303
12.2. Защита автомобильных дорог от снега	307
12.3. Повышение сцепных качеств дорожных покрытий	312
12.4. Поддержание высоких транспортно-эксплуатационных качеств автомобильных дорог в период интенсивных перевозок	315
Глава 13. Выбор мероприятий, направленных на повышение безопасности дорожного движения	318
13.1. Принципы выбора средств и методов организации дорожного движения	318

13.2. Выборочное и поэтапное улучшение условий движения	322
13.3. Учет соблюдения требований охраны окружающей среды	328
13.4. Применение геоинформационных технологий для оценки состояния и транспортно-эксплуатационных качеств автомобильных дорог и городских улиц	333
Приложение	341
Список литературы	342

ПРЕДИСЛОВИЕ

Для повышения эффективности работы транспортных средств, скорости доставки грузов и перевозки пассажиров, комфортности и безопасности движения, а также для снижения себестоимости перевозок в конечном счете необходимо коренное улучшение транспортно-эксплуатационных качеств автомобильных дорог и городских улиц. На решение этих задач направлено развитие и совершенствование теории и практики современных методов повышения транспортно-эксплуатационных качеств автомобильных дорог и городских улиц, получивших отражение в содержании данного учебника.

В учебнике изложены основные принципы повышения транспортно-эксплуатационных качеств существующих дорог, обеспечения безопасности дорожного движения, повышения пропускной способности дорог и эффективности их использования.

В отличие от других изданий по курсу «Транспортно-эксплуатационные качества дорог и городских улиц» в отдельных главах учебника представлены основные характеристики транспортно-эксплуатационных качеств дорог и городских улиц, показано влияние элементов дорог и средств регулирования на режимы движения автомобилей, даны расчеты характеристик движения транспортных потоков, изложены методы обследования и инструментального контроля геометрических элементов автомобильных дорог, а также методы диагностики, оценки состояния автомобильных дорог и планирования дорожно-ремонтных работ на основании результатов диагностики и оценки состояния автомобильных дорог. Значительное внимание уделено способам сохранения транспортно-эксплуатационных качеств дороги в разные периоды года.

Авторы выражают благодарность за ценные замечания и советы коллективам кафедры «Автомобильные дороги и инженерные сооружения» Мордовского государственного университета (зав. кафедрой, д-р техн. наук, проф. Б. М. Люпаев) и Саратовского научно-производственного центра «Росдортех» (зам. директора по научной части, д-р техн. наук, проф. А. В. Кочетков), а также доц., канд. техн. наук А. П. Бажанову и доц., канд. техн. наук А. С. Ширшикову (Пензенский государственный университет архитектуры и строительства).

В настоящее время автомобильный транспорт страны является одним из наиболее массовых видов транспорта. Обеспечивая экономию времени при перевозке пассажиров и грузов, автомобильный транспорт способствует развитию производительных сил общества, расширению межрегиональных связей, вовлечению в процесс общественного воспроизводства ресурсов отдаленных районов страны.

Транспортный процесс не может осуществляться без автомобильных дорог так же, как изготовление продукции не может осуществляться без зданий, сооружений и других материальных условий производства. Стоимость дорог, подобно стоимости других производственных фондов, не уничтожается в процессе производства, а переносится на стоимость транспортных услуг.

Современная автомобильная дорога представляет собой сложное инженерное сооружение, предназначенное для выполнения транспортной работы и обслуживания пользователей дорожных услуг — водителей и пассажиров.

С позиций потребителей наиболее важными являются транспортно-эксплуатационные свойства дороги, которые обеспечивают непрерывность, оптимальную скорость, удобство и безопасность дорожного движения; высокую пропускную способность; возможность передвижения транспортных средств с допустимыми габаритными размерами, осевыми нагрузками и общей массой в любое время года и в любых погодных условиях; высокий уровень дорожного сервиса; удовлетворение эстетическим и экологическим требованиям. Степень соответствия дороги этим свойствам в значительной мере определяется шириной проезжей части и обочин, радиусом кривых в плане и продольном профиле, расстоянием видимости, состоянием и прочностью дорожной одежды, продольной и поперечной ровностью дорожного покрытия, сцепными показателями дорожной одежды, состоянием земляного полотна и инженерного обустройства.

Для оценки качества автомобильной дороги используют группы переменных во времени показателей, характеризующих транспортную работу дороги, технико-эксплуатационные качества дорожной одежды и земляного полотна, общее состояние дороги и условия движения по ней, эффективность работы дороги.

К первой группе показателей относятся интенсивность, объем, состав движения; пропускная и провозная способность дороги; коэффициент загрузки дороги движением; время сообщения и скорость движения. Вторую группу показателей составляют прочность дорожной одежды и земляного полотна; ровность и шероховатость дорожного покрытия; сцепление шины с дорожным покрытием; износостойкость дорожного покрытия; работоспособность дорожной одежды. В третью группу показателей входят надежность; проезжаемость; срок службы дороги; относительная аварийность; коэффициент аварийности и коэффициент безопасности; обеспечение видимости. К четвертой группе показателей относятся себестоимость перевозок и потери общества от дорожно-транспортных происшествий.

Основным методом оценки состояния дороги является сравнение фактических значений показателей с нормативными и проектными. Если значения каких-либо технических показателей не соответствуют нормативным требованиям, необходимы ремонтные работы для того, чтобы привести эти показатели в соответствие с нормами. Этот метод отличается простотой и возможностью определения состояния дороги по любому набору технических показателей. Однако в действительности состояние дороги описывается большим числом показателей, поэтому зачастую сделать однозначный вывод об общей оценке состояния дороги при сравнении участков по всем показателям одновременно весьма трудно. Для устранения указанного недостатка применяют методы оценки, когда абсолютные и относительные количественные показатели разных дефектов и деформаций вместе с относительными оценками других показателей переводятся в баллы. Итоговая оценка производится по сумме баллов.

Для оценки транспортно-эксплуатационного состояния дорог обычно используют комбинированные методы оценки, которые позволяют оценивать дорогу и как инженерное сооружение, и как инженерно-транспортное сооружение, предназначенное для обеспечения удобного и безопасного движения транспортных средств с высокими скоростями и установленными нагрузками.

Оценку транспортно-эксплуатационных показателей дороги выполняют применительно к ее работе в осенне-весенний период года с использованием двух критериев — показателя качества и состояния дороги и коэффициента обеспеченности расчетной скорости движения.

Для улучшения транспортно-эксплуатационных качеств дорог необходимо систематически изучать их состояние, режимы движения транспортных средств, регулярно проводить паспортизацию и инвентаризацию дорог.

Паспортизация автомобильных дорог — технический учет автомобильных дорог и дорожных сооружений с составлением пас-

порта. Данные в паспорт заносятся по состоянию на 1 января следующего года на основании натуральных обследований — *первичных*, проводимых не чаще одного раза в 15 лет или в тех случаях, когда в состоянии дорог произошли большие изменения, и *ежегодных*, заключающихся в выявлении изменений, происшедших на дорогах и дорожных сооружениях за истекший год.

Инвентаризация автомобильных дорог — проверка наличия, переоценка и определение износа основных фондов (дороги и дорожных сооружений) организаций дорожной службы. Итоги проверки и уточнения количества основных фондов, их стоимость, износ в процентах и в денежном выражении принимаются на баланс дорожных организаций по состоянию на 1 января устанавливаемого года.

Только на основе детальных обследований возможно правильно установить необходимый вид ремонтных работ и их очередность.

Научной основой ремонта, реконструкции дорог и текущих мероприятий по организации дорожного движения на них являются графики скоростей и интенсивности движения, аварийности и линейный график прочности дорожной одежды. Изучение режимов движения автомобилей и обследование транспортно-эксплуатационных характеристик дорог имеют большое значение также для разработки мероприятий, направленных на охрану окружающей среды, снижение уровня транспортного шума, загазованности, вибрации. Особое значение в условиях интенсивности движения и увеличения числа большегрузных транспортных средств приобретает охрана автомобильных дорог и дорожных сооружений от повреждений.

Практические решения всех этих вопросов рассмотрены в настоящем издании.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ И ГОРОДСКИХ УЛИЦАХ

1.1. Классификация автомобильных дорог и городских улиц

В России существуют две классификации автомобильных дорог: административная и техническая.

Автомобильные дороги в зависимости от субъектов права на них подразделяют на следующие группы:

- федеральные дороги, являющиеся собственностью Российской Федерации;
- автомобильные дороги субъектов Российской Федерации (региональные дороги), являющиеся их собственностью;
- муниципальные автомобильные дороги, находящиеся в муниципальной собственности;
- автомобильные дороги специального пользования, находящиеся в собственности юридических лиц.

Федеральные дороги подразделяют на магистральные и главные. К магистральным относятся самые важные автомобильные дороги страны, соединяющие Москву с крупными административно-хозяйственными районами Российской Федерации или такие районы между собой. Все магистральные автомобильные дороги (магистралы) имеют номера и, как правило, название, например магистраль М-5 «Урал» (Москва—Челябинск), соединяющая Москву со Средней Волгой и Южным Уралом. Главные автомобильные дороги федерального значения дополняют магистральные и вместе с ними образуют скелетную схему автомобильных дорог Российской Федерации, например федеральная автомобильная дорога А-144 Курск—Воронеж—Борисоглебск, соединяющая магистрали М-2 «Крым», М-4 «Дон» и М-6 «Каспий».

Региональные автомобильные дороги — это дороги, расположенные в пределах региона (республики, края, области) и обеспечивающие связь между отдельными населенными пунктами данного региона.

Из всей дорожной сети выделяются также дороги, обеспечивающие специфические перевозки: городские дороги и улицы; дороги промышленных предприятий; курортные дороги; подъездные пути к разным объектам специального назначения.

В соответствии с технической классификацией, которая устанавливается в зависимости от интенсивности движения, все дороги подразделяют на пять категорий (табл. 1.1).

Дороги общего пользования (федеральные, региональные, муниципальные) предназначены для пропуска транспортных средств с габаритными размерами: длиной одиночных автомобилей до 12 м и автопоездов до 20 м; шириной до 2,5 м; высотой до 4 м для дорог I—IV категорий и до 3,8 м для дорог V категории. Транспортные средства, превышающие указанные габаритные размеры, могут быть пропущены по дорогам общего пользования при наличии специального разрешения и при условии разработки мероприятий по безопасности дорожного движения.

Расчетная интенсивность движения принимается суммарно в обоих направлениях.

Автомобильные дороги I категории подразделяют на магистральные скоростные (категория I-а) и магистральные общего назначения (категория I-б).

К I и II категориям относятся автомобильные дороги общегосударственного значения, основные магистральные дороги, подъезды от крупных городов к аэропортам, речным и морским портам.

К III категории относятся автомобильные дороги общегосударственного значения (кроме дорог, отнесенных к I и II категориям), основные республиканские, краевые, областные дороги, подъезды к населенным пунктам, железнодорожным узлам, речным и морским портам, местам массового отдыха, подъездные дороги предприятий, в том числе дороги, соединяющие отдельные предприятия или их группы между собой, с сырьевыми разработками, железнодорожными станциями, речными и морскими портами, основные межпромысловые дороги.

Таблица 1.1

Категория дороги	Расчетная интенсивность движения, авт./сут	
	в транспортных единицах	приведенная к легковому автомобилю
I-а	Свыше 7 000	Свыше 14 000
I-б	Свыше 7 000	Свыше 14 000
II	3 000—7 000	6 000—14 000
III	1 000—3 000	2 000—6 000
IV	100—1 000	200—2 000
V	Менее 100	Менее 200

К IV категории относятся дороги областного или районного значения (кроме отнесенных к III категории), дороги местного значения, подъездные дороги общей сети, промышленных предприятий, крупных строительных объектов, сельскохозяйственных предприятий.

К V категории относятся дороги местного значения (кроме дорог, отнесенных к IV категории), внутрипромысловые дороги и подъезды, постоянные внутренние дороги аграрных предприятий, служебные и патрульные дороги.

Автомобильные дороги I, II категорий строятся в основном под осевую нагрузку до 10 т, дороги III—V категорий — под нагрузку до 6 т.

В зависимости от интенсивности движения и назначения улицы и дороги городов и других населенных пунктов подразделяют на скоростные дороги, магистральные улицы и дороги, улицы и дороги местного значения (табл. 1.2).

Скоростные дороги проектируют в крупных и крупнейших городах по направлениям наиболее интенсивных транспортных по-

Таблица 1.2

Категории улиц и дорог	Основное назначение улиц и дорог
Скоростные дороги	Скоростная транспортная связь между районами крупнейшего или крупного города и между городами и другими населенными пунктами системы группового расселения с развязкой движения в разных уровнях
Магистральные улицы и дороги:	
общегородского значения с непрерывным движением	Транспортная связь между жилыми, промышленными районами и общественными центрами, а также со скоростными дорогами в пределах города с развязкой движения в разных уровнях
общегородского значения с регулируемым движением	Транспортная связь в пределах города между жилыми, промышленными районами и общественными центрами, а также с магистральными улицами непрерывного движения с устройством пересечений с другими улицами в одном уровне
районного значения	Транспортная связь в пределах района и с магистральными улицами общегородского значения с устройством пересечений с другими улицами в одном уровне

Категории улиц и дорог	Основное назначение улиц и дорог
грузового движения	Перевозка промышленных и строительных грузов, осуществляемая вне жилой застройки, между промышленными и коммунально-складскими зонами города с устройством пересечений с другими улицами и дорогами в одном уровне
<p>Улицы и дороги местного значения:</p> <p>жилые улицы</p> <p>дороги промышленных и коммунально-складских районов</p> <p>пешеходные улицы и дороги</p> <p>поселковые улицы</p> <p>поселковые дороги, проезды</p>	<p>Транспортная (без пропуска общественного транспорта) и пешеходная связь жилых микрорайонов и групп жилых зданий с магистральными улицами районного значения</p> <p>Перевозка промышленных и строительных грузов в пределах района, обеспечение связи с дорогами грузового движения с устройством пересечений с другими улицами и дорогами в одном уровне</p> <p>Пешеходная связь с местами приложения труда, учреждениями и предприятиями обслуживания, местами отдыха и остановками общественного транспорта</p> <p>Транспортная связь внутри селитебной зоны с общественным центром, учреждениями и предприятиями обслуживания поселков и сельских населенных пунктов</p> <p>Транспортная связь между селитебными и производственными зонами, промышленными и коммунально-складскими зонами, а также в пределах этих зон. Транспортная связь в пределах микрорайона</p>

токов в обход центральных и жилых районов с обеспечением высокой скорости и безопасности дорожного движения.

При проектировании и строительстве уличной сети в крупнейших городах определилось стремление выделять скоростные дороги, приобретающие значение дорог высшего технического класса. На этих дорогах обеспечиваются наилучшие условия движения транспорта благодаря полной изоляции пешеходов, отсутствию пересечений движения транспорта в одном уровне и более высоким техническим нормам проектирования. В результате на скоростных дорогах скорость движения транспортных средств увеличи-

вается примерно в 2 раза, размеры пропускаемых транспортных потоков в одном направлении движения возрастают в 2,5—3 раза при значительном повышении безопасности дорожного движения со снижением числа несчастных случаев в 4—5 раз в результате полной изоляции пешеходов от дорожного движения.

Расчетная скорость движения на скоростных дорогах для легковых автомобилей принимается 120 км/ч на проезжих частях скоростного движения и 80 км/ч на проезжих частях местного движения и для грузовых автомобилей.

Характерной особенностью скоростных дорог является их изоляция от застройки. Въезды на застроенную территорию и выезды с нее непосредственно на скоростные дороги не допускаются и осуществляются только по специальным пандусам. Жилая застройка удаляется от края проезжей части скоростной дороги не менее чем на 50 м с обязательным устройством широких зеленых полос.

Транспортное обслуживание застройки, ближайшей к скоростной дороге, осуществляется путем устройства отдельных проезжих частей местного движения. Для обеспечения непрерывного движения транспортных средств без задержек все пересечения скоростных дорог с другими улицами и дорогами устраиваются только в разных уровнях. Устройство пересечений в одном уровне может быть допущено только временно на первую очередь строительства с обязательным выделением резервных территорий, обеспечивающих в последующем устройство развязки движения в разных уровнях. Пешеходное движение полностью изолируется, а пропуск пешеходов через скоростные дороги устраивается только в разных уровнях.

Трасса скоростных дорог проектируется с радиусами кривых в плане по оси проезжей части не менее 600 м при рекомендуемой их величине 3 000...5 000 м. Наибольшие допускаемые продольные уклоны 40 ‰, а при интенсивном движении грузовых транспортных средств — 30 ‰. Расчетные размеры движения на городских скоростных дорогах составляют 3 000—4 000 и более автомобилей (приведенных к легковым) в час (привед. авт./ч).

Магистральные улицы общегородского значения проектируют по кратчайшим направлениям, обеспечивающим удобную транспортную связь между собой объектов общегородского значения: жилых районов с промышленными районами и другими местами концентрации трудового тяготения населения, с общегородским центром и зоной отдыха. Магистральные улицы общегородского значения связывают общегородской центр и основные жилые районы с терминалами внешнего транспорта (железнодорожными, водными и автобусными вокзалами, аэропортами), с въездами в город и скоростными дорогами.

По нормам проектирования для магистральных улиц общегородского значения расчетная скорость движения установлена

80... 100 км/ч, минимальные радиусы кривых в плане по оси проезжей части 400 м, наибольший продольный уклон 50 ‰. В горных и особо трудных условиях, а также на реконструируемых территориях при наличии сохраняемой капитальной застройки допускается увеличение наибольшего продольного уклона до 60 ‰.

В классификации улиц и дорог населенных мест предусматривается, что развязки движения на магистральных улицах общегородского значения могут устраиваться в одном и разных уровнях. Чередование, однако, на одной и той же магистрали пересечений в одном и разных уровнях приводит к неэффективному их использованию в отношении пропуска больших транспортных потоков и повышения скоростей движения. Пересечения в разных уровнях устраивают обычно на основных магистральных направлениях с большими размерами движения транспортных средств.

Магистральные улицы общегородского значения с непрерывным движением должны обеспечивать в соответствии с расчетными перспективными потоками пропуск 2 000 — 3 000 авт./ч в одном направлении.

Магистрали с непрерывным движением должны проектироваться со всеми пересечениями только в разных уровнях. Пропуск пешеходов, пересекающих полосы непрерывного движения, должен осуществляться только в разных уровнях. На улицах, пересекающих магистрали непрерывного движения, возможно применение непрерывного или регулируемого пропуска транспортных средств и пешеходов в зависимости от размеров движения.

Магистрали непрерывного движения проектируются по направлениям больших транспортных потоков и поэтому не должны, как правило, пересекать жилые районы. Если невозможно этого избежать, расстояния между линиями застройки по магистрали рекомендуется увеличивать до 100... 120 м с тем, чтобы изолировать территорию застройки зелеными насаждениями.

Магистральные улицы общегородского значения с регулируемым движением характеризуются в крупных городах размерами интенсивности движения 1 500 — 2 000 авт./ч. Перекрестки с регулированием движения на магистральных улицах следует располагать не чаще чем через 0,5 км.

Магистральные улицы районного значения связывают между собой два или несколько жилых районов города, группы промышленных предприятий или отдельные предприятия с несколькими жилыми районами либо ведут в зону отдыха местного значения и характеризуются размерами движения 300 — 1 500 привед. авт./ч.

Магистральные улицы районного значения проектируют также для связи жилых районов с улицами общегородского значения или непосредственно с промышленными районами. По ним обычно пропускают маршруты городского общественного пассажирского транспорта.

Расчетная скорость движения для таких магистралей 80 км/ч, максимальный продольный уклон 60 ‰, минимальные радиусы кривых в плане 250 м.

Дороги грузового движения предназначены для перевозок промышленных и строительных грузов, осуществляемых вне жилой застройки между промышленными и коммунально-складскими зонами города с устройством пересечений с другими улицами и дорогами в одном уровне.

Жилые улицы служат для транспортной и пешеходной связи микрорайонов и жилых кварталов с магистральными улицами. Размеры движения на них зависят от величины соответствующих микрорайонов и составляют 100—200 привед. авт./ч. Маршруты общественного пассажирского транспорта по жилым улицам обычно не проходят. Расчетные скорости движения до 60 км/ч.

Непосредственно к жилым улицам примыкают проезды, ведущие к отдельным зданиям или группам зданий.

Улицы и дороги местного значения в нежилых районах обслуживают предприятия, склады, грузовые станции, специальные промышленно-складские районы, коммунальные и другие сооружения и устройства. Размеры движения на них преимущественно грузовых автомобилей зависят от объема и характера обслуживаемых ими объектов.

Проезды устраивают внутри микрорайонов для подъезда к отдельным зданиям, которые они связывают обычно с жилыми улицами или с магистральными улицами районного значения. В промышленных районах по проездам осуществляется подъезд к отдельным объектам. Расчетная скорость движения на проездах не должна превышать 30 км/ч.

Пешеходные дороги устраивают в микрорайонах, жилых районах, общественных и торговых центрах, парках, лесопарках, зонах отдыха, выставках, спортивных комплексах и других местах концентрации пешеходов. В последние годы в градостроительстве определилось стремление к максимальной изоляции пешеходов от путей движения транспортных потоков. Пешеходные дорожки предлагается прокладывать не в виде тротуаров вдоль проезжих частей, а по самостоятельным направлениям, выходящим к пунктам культурно-бытового обслуживания и остановкам общественного транспорта, а также по специальным аллеям или пешеходным улицам. Максимальный продольный уклон для тротуаров и пешеходных дорог 80 ‰, однако их следует трассировать, как правило, с уклонами не более 60 ‰.

При разработке генерального плана города основной принцип сочетания улиц разных категорий заключается в последовательном примыкании (или пересечении) улиц, проездов и дорог низших категорий к улицам более высокой категории (на один класс). Так, проезды, как правило, должны примыкать к жилым улицам,

жилые улицы — к магистральным улицам районного значения, районные магистрали — к магистральным улицам общегородского значения, а последние — к скоростным или внегородским дорогам.

Кроме улиц и дорог, указанных в принятой классификации, часто в планировке городов выделяют улицы специального назначения (например, главные и торговые улицы, набережные, парковые дороги).

Главные улицы предназначены для удобного доступа к основным общественным учреждениям, торговым и зрелищным предприятиям общегородского центра, для пропуска демонстраций и народных гуляний в праздничные дни. Это парадные проспекты небольшой протяженности с интенсивными пешеходными потоками, без рельсового и грузового транспорта. Главные улицы обстраивают преимущественно административными и общественными зданиями, крупными торговыми и зрелищными предприятиями, выставочными павильонами, театрами, клубами, музеями и т. п.

Торговые улицы небольшой протяженности предназначены для интенсивного пешеходного движения большого числа посетителей торговых предприятий. Транспортное обслуживание магазинов изолируется от пешеходного движения и осуществляется обычно со стороны зданий, где размещаются остановки пассажирского транспорта и автомобильные стоянки. Торговые улицы могут специально не выделяться, а входить в состав главных улиц.

Улицы-набережные устраивают вдоль рек, морей, озер и других водных бассейнов. Прилегающая к ним территория застраивается только с одной стороны с открытым пространством в сторону воды.

Парковые дороги предназначены для транспортной связи с лесопарками, городскими парками, курортами, зонами отдыха. Парковые дороги служат для движения маршрутов общественного пассажирского транспорта и легковых автомобилей, а также велосипедистов по специальным дорожкам. Движение пешеходов проектируется по самостоятельным направлениям или по аллеям вдоль парковых дорог.

Современные города являются, как правило, узлами автомобильных дорог общей сети страны, связывающими их между собой и с прилегающей пригородной зоной. Категории дорог (при наличии данных) допускается назначать в соответствии с наибольшей перспективной часовой интенсивностью движения.

Наибольшая часовая интенсивность движения в обоих направлениях принимается с учетом развития на перспективу 20 лет для дорог I категории — свыше 2 400 авт./ч, II категории — от 1 600 до 2 400 и III категории — от 800 до 1 600 авт./ч.

Основное назначение внегородских дорог по отношению к городам и населенным местам следующее:

- междугородняя транспортная связь с интенсивными потоками, часть которых заканчивается в городе, а другая часть проходит транзитом через город как промежуточный пункт;
- транспортная связь с сельскохозяйственной пригородной зоной и продовольственное снабжение населения города;
- обслуживание населения, промышленности и сельского хозяйства пригородной зоны;
- повседневная транспортная связь собственно города с населенными пунктами агломерации с обслуживанием трудовых и культурно-бытовых поездок пассажиров;
- обслуживание зоны отдыха города с интенсивными потоками пассажиров из города перед выходными днями и в город после выходных дней.

Городские скоростные дороги и магистральные улицы общегородского значения должны быть удобно связаны с внегородскими дорогами, обеспечивая удобный въезд и выезд из города. Пропускная способность въездов и выездов должна соответствовать величине интенсивности движения в часы пик массовых потоков пассажиров в зону отдыха и возвращения в город.

1.2. Основные требования к автомобильным дорогам

Внегородские дороги проектируют по СНиП 2.05.02—85 «Автомобильные дороги», установленным для автомобильных дорог общей сети (табл. 1.3). Для трудных участков пересеченной и горной местности допускается уменьшение расчетных скоростей движения и соответствующее снижение норм проектирования в установленных пределах.

Во всех случаях, когда по условиям местности представляется возможным и это не вызывает существенного увеличения объемов и стоимости работ, в проектах следует принимать продольные уклоны не более 30 %; расстояние видимости для остановки автомобиля не менее 450 м; радиусы кривых в плане не менее 3 000 м; радиусы выпуклых кривых в продольном профиле не менее 70 000 м, а вогнутых — не менее 8 000 м.

На дорогах I категории между проезжими частями разных направлений движения устраивают разделительные полосы шириной 5...6 м. Каждую из них допускается проектировать на самостоятельном земляном полотне.

Пересечения и примыкания автомобильных дорог, как правило, следует располагать на свободных площадках и прямых участках пересекающихся или примыкающих дорог.

Расчетная скорость движения, км/ч	Наибольшие продольные уклоны, ‰	Наименьшие расстояния видимости, м		Наименьшие радиусы кривых, м				
		для остановки	встречного автомобиля	в плане		в продольном профиле		
				основные	в горной местности	выпуклых	вогнутых	
							основные	в горной местности
150	30	300	—	1 200	1 000	30 000	8 000	4 000
120	40	250	450	800	600	15 000	5 000	2 500
100	50	200	350	600	400	10 000	3 000	1 500
80	60	150	250	300	250	5 000	2 000	1 000
60	70	85	170	150	125	2 500	1 500	600
50	80	75	130	100	100	1 500	1 200	400
40	90	55	110	60	60	1 000	1 000	300
30	100	45	90	30	30	600	600	200

Продольные уклоны дорог на подходах к пересечениям на протяжении расстояний видимости для остановки автомобиля не должны превышать 40 ‰.

Пересечения автомобильных дорог и примыкания в разных уровнях (транспортные развязки) надлежит принимать, как правило:

на дорогах I-а категории с автомобильными дорогами всех категорий;

на дорогах I-б и II категорий с дорогами II и III категорий;

при пересечениях дорог III категории между собой и их примыканиях при перспективной интенсивности движения на пересечении (в сумме для обеих пересекающихся или примыкающих дорог) более 8 000 привед. авт./сут.

Транспортные развязки следует проектировать с таким расчетом, чтобы на дорогах I и II категорий не было левых поворотов, а также въездов и съездов с левыми поворотами, при которых пересекались бы в одном уровне потоки основных направлений движения.

На дорогах I-б и II категорий при соответствующем технико-экономическом обосновании допускается устройство примыканий дорог III категории в одном уровне (при обязательном отгоне левоповоротных направлений движения).

Число пересечений и примыканий на автомобильных дорогах I—III категорий должно быть возможно меньшим. Пересечения и примыкания на дорогах I-а категории вне пределов населенных пунктов надлежит предусматривать, как правило, не чаще чем через 10 км, на дорогах I-б и II категорий — 5 км, а на дорогах III категории — 2 км.

Выделение полос движения на основных дорогах направляющими островками без возвышения над проезжей частью следует предусматривать в виде разметки соответствующих зон.

Пересечения и примыкания дорог в одном уровне независимо от схемы пересечений рекомендуется выполнять под прямым или близким к нему углом. В случаях, когда транспортные потоки не пересекаются, а разветвляются или сливаются, допускается устраивать пересечения дорог под любым углом с учетом обеспечения видимости.

Пересечения автомобильных дорог с железными дорогами следует проектировать, как правило, вне пределов станций и путей маневрового движения преимущественно на прямых участках пересекающихся дорог. Острый угол между пересекающимися дорогами в одном уровне не должен быть менее 60° .

Пересечения автомобильных дорог I—III категорий с железными дорогами следует проектировать в разных уровнях.

Все съезды и въезды на подходах к дорогам I—III категорий должны иметь покрытия:

при песчаных, супесчаных и легких суглинистых грунтах — на протяжении 100 м;

черноземах, глинистых, тяжелых и пылеватых суглинистых грунтах — на протяжении 200 м.

Протяженность покрытий въездов на дороги IV категории следует предусматривать в 2 раза меньшей, чем въездов на дороги I—III категорий.

Обочины на съездах и въездах следует укреплять на ширину не менее 0,5...0,75 м.

Переходно-скоростные полосы следует предусматривать на пересечениях и примыканиях в одном уровне в местах съездов на дорогах I—III категорий, в том числе к зданиям и сооружениям, располагаемым в придорожной зоне: на дорогах I категории при интенсивности движения 50 привед. авт./сут и более съезжающих или въезжающих на дорогу (соответственно для полосы торможения или разгона); на дорогах II, III категорий — при интенсивности движения 200 привед. авт./сут и более. Длина переходно-скоростных полос для разных категорий дорог и режимов движения приведена в табл. 1.4.

Автовокзалы для обслуживания пассажиров междугородних автобусных маршрутов размещают вблизи общегородских магистралей на въездах в город или на границе между центральным и

Категории дорог	Продольный уклон, %		Длина полос полной ширины, м		Длина отгона полос разгона и торможения, м
	на спуске	на подъеме	для разгона	для тор- можения	
I-б, II	40	—	140	110	80
	20	—	160	105	80
	0	0	180	100	80
	—	20	200	95	80
	—	40	230	90	80
III	40	—	110	85	60
	20	—	120	80	60
	0	0	130	75	60
	—	20	150	70	60
	—	40	170	65	60
IV	40	—	30	50	30
	20	—	35	45	30
	0	0	40	40	30
	—	20	45	35	30
	—	40	50	30	30

Примечание. При сопряжении переходно-скоростных полос со съездами, имеющими самостоятельные проезжие части для поворачивающих автомобилей, длину переходно-скоростных полос полной ширины допускается уменьшать в соответствии с расчетными скоростями на съездах, но не менее чем до 50 м для дорог I-б, II категорий и до 30 м для дорог III категории.

периферийными районами. При значительных размерах пересадочных потоков пассажиров или при параллельном направлении магистралей целесообразно устраивать объединенные вокзалы автобусного, железнодорожного, водного или воздушного сообщений. В составе автовокзала предусматривают зал ожидания для пассажиров, буфет, санузел, гостиницу, почту, помещение для багажа, площадки для посадки и высадки пассажиров, административное помещение, диспетчерскую, гаражи, помещения для мойки, технического обслуживания и мелкого ремонта автобусов, бензозаправочную станцию.

Автомобильные дороги I—III категорий не должны пересекать территории населенных мест и застраиваться с двух сторон. Застройка с одной стороны дороги располагается не ближе 200 м от

края проезжей части, с использованием этих полос для сельского хозяйства, посадки фруктовых деревьев и кустарников.

Загородные туристические автомобильные, велосипедные и пешеходные дороги трассируют по наиболее живописным местам с удобным доступом к памятникам культуры, заповедникам и местам исторических событий.

1.3. Элементы автомобильной дороги

Кратчайшим расстоянием между двумя соединяемыми пунктами является прямая линия, поэтому наиболее целесообразно для движения транспортных средств прямолинейное начертание дорог и улиц. При планировке дорожной и уличной сети возникает, однако, необходимость обхода естественных препятствий, водных пространств, железных дорог, оврагов или возвышенностей, существующих зданий и сооружений. Прямолинейные дороги и улицы большой протяженности создают однообразные монотонные условия движения и утомляют водителей.

На сложном рельефе, в гористой местности неизбежно приходится применять извилистые трассы дорог и улиц. Изменение направления дороги и улицы определяется внешним углом поворота между смежными участками. Для обеспечения плавного поворота транспортных средств смежные прямолинейные отрезки дороги и улицы сопрягаются между собой криволинейными участками, описанными по дуге окружности заданного радиуса.

Значения радиусов кривых принимают в зависимости от назначения дороги или улицы, расчетной скорости движения, характера рельефа и застройки.

Условия движения транспортных средств на кривых участках дорог и улиц ухудшаются по ряду причин. При движении по кривой уменьшается устойчивость автомобиля, так как возникает центробежная сила, действующая во внешнюю сторону и стремящаяся опрокинуть автомобиль (или какое-либо другое транспортное средство) и вызвать поперечное скольжение.

Центробежная сила прямо пропорциональна квадрату скорости движения и обратно пропорциональна радиусу кривой. Чем больше расчетная скорость движения, тем больше должен быть радиус криволинейных участков дорог и улиц. На поворотах небольшого радиуса (меньше 2000 м) кроме того, что возникает центробежная сила, ухудшается управляемость автомобилем и видимость дороги, особенно в лесной местности, в населенных пунктах и выемках. Если радиус круговой кривой ниже нормы, на протяжении всего закругления устраивают вираж — круговую кривую, имеющую постоянный радиус, а проезжей части и обочинам придают общий односкатный поперечный профиль с укло-

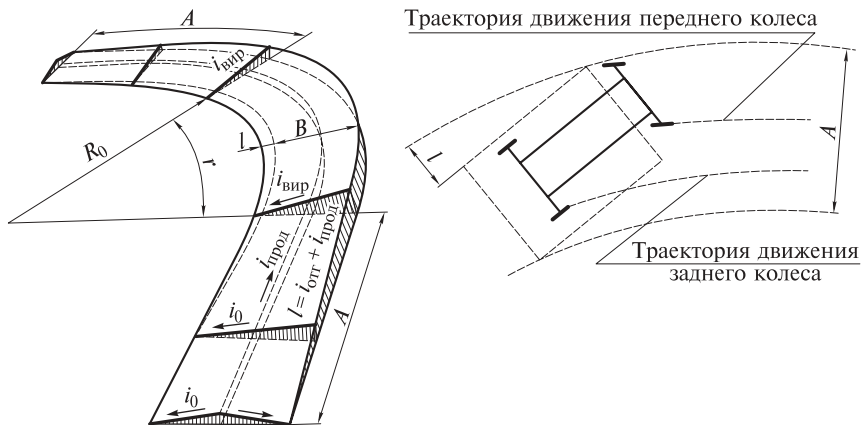


Рис. 1.1. Схема виража:

A — участки отгона виража с переходной кривой; B — ширина проезжей части; i_0 — поперечный уклон двускатного профиля; $i_{\text{вир}}$ — поперечный уклон виража; $i_{\text{отг}}$ — поперечный уклон на участке отгона виража; $i_{\text{прод}}$ — продольный уклон дороги на вираже; l — уширение; r — круговая кривая; R_0 — радиус закругления

ном в сторону, обратную действию центробежной силы, — к центру кривой (рис. 1.1).

Уклон проезжей части на вираже делают не менее, чем поперечный уклон покрытия с двускатным поперечным профилем. На поворотах дороги задние колеса автомобиля проходят по дуге, смещенной по отношению к траектории передних колес. Кроме того, при проезде по закруглению автомобиль занимает полосу проезжей части большей ширины, чем на прямом участке. Это вынуждает уширять проезжую часть с внутренней стороны закругления, если радиус его не превышает 1 000 м. Поэтому между прямолинейным участком и виражом устраивают переходную кривую, обладающую постепенно изменяющимся радиусом. Переход к полному уширению происходит постепенно на длине, называемой отводом уширения или отгоном виража. Переход от нормальной ширины проезжей части к уширенной осуществляют таким образом, чтобы закончить его к началу круговой кривой. Переходная кривая благодаря переменному радиусу плавно примыкает к круговой кривой, обеспечивает постепенное нарастание центробежной силы и устраняет опасность внезапного бокового толчка при въезде на круговую кривую, позволяет водителю плавно повернуть руль и приспособиться к режиму движения на кривой.

Дорога должна быть запроектирована так, чтобы водитель видел лежащий перед ним участок достаточной длины и мог заметить препятствие на пути, объехать его или остановить автомобиль. Длина такого участка называется расстоянием видимости. Для

каждой категории дороги установлены расчетные расстояния видимости (см. табл. 1.3) и расчетные скорости движения (табл. 1.5).

При проложении автомобильной дороги в горной местности для преодоления крутых подъемов и спусков устраивают особые сложные закругления с большим углом поворота — серпантины.

Безопасность движения на кривой снижается вследствие ухудшения удобства управления автомобилем и уменьшения видимости пути впереди водителя. С увеличением скорости движения автомобиля увеличивается расстояние, проходимое с момента обнаружения водителем препятствия до момента остановки. Поэтому с ростом скорости должны увеличиваться расстояния видимости в плане и, следовательно, радиус кривой поворота.

Согласно СНиП 2.05.02—85 предусматривается увеличение наименьших радиусов кривых в плане по оси проезжей части со 150 до 800 м при повышении расчетной скорости с 60 до 120 км/ч для улиц разного назначения и скоростных дорог. Рекомендуемые радиусы кривых превышают минимальные в 4—5 раз и более.

Зона видимости, свободная от какой-либо застройки, деревьев и других препятствий, определяется наименьшим расстоянием видимости поверхности проезжей части, изменяющимся от 85 до 250 м при тех же изменениях скорости движения от 60 до 120 км/ч. Наименьшее расстояние видимости встречного автомобиля должно быть примерно в 2 раза больше.

Ось улицы или дороги, проложенная в натуре на земной поверхности, называется трассой улицы или дороги. Трасса представляет собой линию в пространстве, так как имеет не только повороты на земной поверхности, но и подъемы и спуски. Проложение трассы на карте или непосредственно на местности осуществляется при помощи геодезических работ и называется трассированием линии. Выбор положения трассы между заданными пунктами зависит от категории дороги, рельефа местности, почвен-

Таблица 1.5

Категория дороги	Расчетные скорости движения, км/ч		
	основные	допускаемые на трудных участках местности	
		пересеченной	горной
I-a	150	120	80
I-б	120	100	60
II	120	100	60
III	100	80	50
IV	80	60	40
V	60	40	30

но-геологических и гидрологических условий, наличия контурных препятствий. Выполненное в определенном масштабе графическое изображение горизонтальной проекции трассы называется планом трассы.

От плана трассы следует отличать план улицы (или дороги). План улицы представляет собой графическое масштабное изображение горизонтальной проекции улицы в красных линиях со всеми сооружениями, расположенными на улице (проезжие части, тротуары, рельсовые пути, дождеприемные колодцы, озеленение, искусственные сооружения и т. п.).

Современная автомобильная дорога представляет собой большой комплекс инженерных сооружений. Основными сооружениями дороги являются земляное полотно, дорожная одежда, водоотводные сооружения, путепроводы, тоннели, подпорные стены. К вспомогательным сооружениям условно можно отнести автомобильные станции, гаражи, заправочные, ремонтные, медицинские пункты, здания дорожной службы. К обустройству относят ограждения, дорожные знаки, озеленение, освещение, смотровые площадки и площадки отдыха.

Полосу местности, на которой размещают указанные сооружения, называют полосой отвода. С целью экономии земли стремятся назначать минимально возможную ширину полосы отвода с учетом категории дороги. Полоса отвода служит для размещения всех сооружений и обустройства транспортного и дорожного обслуживания дорог. Нормы отвода земель регламентированы с учетом категории дороги, числа полос движения, высоты насыпи, глубины выемки, характера местности и ее уклона. Во избежание сноса зданий и сооружений при реконструкции дорог с каждой стороны границы отвода выделяют контрольные полосы (полосы отвода), в пределах которых не разрешается возведение зданий и сооружений. Величина контрольных полос для дорог России устанавливается по согласованию с администрациями регионов. Минимальная ширина контрольной полосы для дорог общегосударственного значения 50 м. Ширина контрольной полосы при прохождении дороги на территории лесопаркового пояса Москвы и Санкт-Петербурга 150 м, а на подъездах к столицам автономных республик, краевым, областным и крупным промышленным центрам, на обходах крупных городов 100 м.

На дорогах с интенсивным движением для устранения помех свободному проезду автомобилей с большой скоростью в ряде случаев параллельно основной дороге устраивают отдельные пути для гужевого и тракторного транспорта, для велосипедистов; тротуары и пешеходные дорожки; подземные и надземные переходы.

На современных скоростных автомобильных дорогах встречные потоки движения, как правило, разделяют полосой земли, устраивая две проезжие части; в отдельных случаях проезжие части мо-