

В.Ф. Бабков

**Проектирование
автомобильных дорог. Ч. I**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 656
ББК 39.1
В11

В.Ф. Бабков
В11 Проектирование автомобильных дорог. Ч.I / В.Ф. Бабков – М.: Книга по Требованию, 2021. – 368 с.

ISBN 978-5-458-34550-7

Учебник посвящен изысканиям и проектированию автомобильных дорог. В первой части изложены основные требования, предъявляемые к элементам дороги в плане и профиле, методы обеспечения устойчивости земляного полотна, назначения толщины дорожной одежды и проложения трассы дороги на местности, расчеты малых водопропускных сооружений. Во второй части описаны гидрологические, гидравлические и русловые расчеты при проектировании мостовых переходов, особенности проектирования дорог в сложных природных условиях СССР, а также технология проектно-изыскательских работ. Учебник предназначен для студентов автомобильно-дорожных вузов и факультетов специальностей «Автомобильные дороги» и «Мосты и тоннели». Он может быть использован также инженерно-техническими работниками проектных и строительных организаций

ISBN 978-5-458-34550-7

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2021

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2021

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

Перед дорожным строительством в СССР стоят большие задачи. После Великой Отечественной войны оно достигло значительных успехов. С 1950 по 1960 г. протяженность дорог с твердым покрытием ежегодно увеличивалась в среднем на 9 тыс. км, а с 1960 г. — более чем на 20 тыс. км в год и к 1986 г. составила 812 тыс. км.

Основные направления экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года предусматривают дальнейшее развитие дорожного хозяйства страны и в первую очередь в сельской местности. В двенадцатой пятилетке намечено построить и реконструировать 167 тыс. км автомобильных дорог с твердым покрытием, в том числе 75 тыс. км дорог общего пользования и 92 тыс. км дорог внутрихозяйственного значения в сельской местности.

Однако распределение сети автомобильных дорог по территории СССР все еще остается весьма неравномерным. Наряду с областями с достаточно густой сетью автомобильных дорог с твердыми покрытиями, ряд областей имеет еще преимущественно грунтовые дороги, проезжаемость которых весной и осенью резко ухудшается.

Многие дороги были построены еще до Великой Отечественной войны. Отдельные их участки уже не удовлетворяют требованиям современного интенсивного движения, значительную долю которого составляют автомобили большой грузоподъемности, автопоезда и автобусы. Необходимо постепенная перестройка этих дорог с максимальным использованием земляного полотна и дорожных одежд, на постройку которых в свое время было затрачено много труда и средств.

Дорожные работы принадлежат к числу трудоемких процессов, связанных с выполнением значительных транспортных работ и с затратами большого количества строительных материалов. Так, для постройки 1 км автомобильной дороги с асфальтобетонным покрытием на щебеночном основании в равнинной местности требуется доставить до 4,5—5 тыс. м³ щебня, 2,5 тыс. м³ песка и разработать до 20—30 тыс. м³ грунта. Каменные материалы, необходимые для устройства дорожных одежд, часто приходится перевозить на расстояния в несколько сотен километров железнодорожным и водным транспортом. Выполнение дорожно-строительных работ осложняется растянутостью фронта строительства на десятки и сотни километров, что требует применения специфических форм и методов организации работ.

Развитие темпов дорожного строительства должно базироваться на его дальнейшей индустриализации, автоматизации и комплексной механизации всего строительного процесса, сокращении сферы использования неквалифицированного труда. Как и в других областях капитального строительства, проекты дорог сле-



Рис. 1. Автомобильная дорога магистрального типа Рига — Псков

дуст ориентировать на широкое применение сборных железобетонных конструкций и деталей заводского изготовления, позволяющее превратить строительство дорожных одежд и искусственных сооружений в механизированный процесс монтажа.

Создание и освоение выпуска систем машин для комплексной механизации работ в дорожном строительстве, в частности производство новейшего оборудования и машин для скоростного строительства магистральных автомобильных дорог, позволят резко поднять темпы дорожного строительства.

Выполнение планов дорожного строительства неразрывно связано с повышением качества строительства и снижением его стоимости. Всемерное улучшение качества строящихся дорог не может решаться без повышения уровня проектных решений, которые должны сочетать полнейшее удовлетворение требований экономичности, безопасности и комфортабельности автомобильных перевозок со снижением стоимости строительства и рациональной его организацией.

В связи с повышением требований к капитальности дорог стоимость дорожного строительства сильно возросла. Это делает необходимыми поиски технически рациональных и экономически эффективных проектных решений, основанных на детальном учете особенностей перевозок и местных природных условий, оправданных опытом строительства и эксплуатации дорог. Большое значение приобретает учет опыта службы построенных дорог и широкое использование в строительстве дорог и мостов типовых проектов,

основанных на последних достижениях отечественной и зарубежной науки и техники.

При проектировании дорог необходимо устранять избыточные запасы прочности, рационально расходовать фондируемые и привозные материалы. Следует широко использовать местные строительные материалы, в том числе грунты, а также отходы и побочные продукты промышленности, располагая их в сооружениях в соответствии с действующими напряжениями от транспортных нагрузок и интенсивностью воздействия природных факторов, прибегая в случаях необходимости к укреплению этих материалов.

Сложные технические проблемы выдвигают перед строителями автомобильных дорог и мостов особенности природных условий Советского Союза. Дороги строят в самых разнообразных природных условиях нашей великой Родины — на широких равнинах и холмистых просторах европейской части СССР (рис. 1), среди озер и скал Карелии, на заболоченных пространствах нефтеносных районов Западной Сибири, в тайге и на вечномёрзлых грунтах Якутии, среди песчаных пустынь, солончаков и орошаемых



Рис. 2. Горная дорога Ялта — Симферополь

хлопковых полей Средней Азии, в горах Крыма (рис. 2), Кавказа, Памира, Алтая, Тянь-Шаня, в степях Западной Сибири и Казахстана, в черноземных полях Украины и Кубани.

Дорожное строительство сопровождало сооружению Байкало-Амурской железнодорожной магистрали. Оно является обязательным элементом при освоении новых территорий Сибири и Дальнего Востока, в местах добычи нефти, газа, каменного угля, разработки руд и других полезных ископаемых, в районах промышленных новостроек.

В многообразных природных условиях Советского Союза при резком различии климатических, почвенно-грунтовых и гидрологических особенностей различных районов от проектировщиков требуется творческий подход к поставленным задачам и умение находить в каждом конкретном случае технически правильные и экономически целесообразные инженерные решения, способность самым внимательным образом учитывать влияние на построенную дорогу природных факторов и особенностей будущего движения по ней потока автомобилей.

Теория проектирования и строительства дорог находится в процессе непрерывного совершенствования. Являясь прикладной технической дисциплиной, она в своем развитии опирается на достижения технических и естественно-исторических наук — инженерной геологии, климатологии, грунтоведения и механики грунтов, гидравлики, гидрологии, химии и др., а также опыта практики. Более широкое использование этих достижений и особенно быстро развивающейся химической промышленности расширяет перед дорожниками широкие перспективы расширения круга решаемых задач, применения различных материалов, в том числе местных грунтов и побочных продуктов промышленности, создания новых материалов с заданными свойствами.

Обширные задачи дорожного строительства не могут мириться с его сезонностью. До последнего времени в зимние месяцы выполнялся ограниченный объем работ по заготовке каменных материалов, постройке зданий и частично мостов и труб. Работы по возведению земляного полотна и устройству дорожных одежд, стоимость которых достигает 70% общей стоимости дороги, в основном выполняются только в теплые летние месяцы. Поэтому сокращение сезонности и планомерное использование средств механизации и трудовых ресурсов в течение всего года являются большой проблемой, стоящей перед дорожниками.

Дорожники должны быть готовы к возможному в ближайшем будущем качественному изменению транспортных средств на автомобильных дорогах. Использование достижений электроники даст возможность автоматизировать управление движением транспортных средств, а следовательно, выдвинет новые требования к автомобильным дорогам.

Развитие научных исследований в СССР и за рубежом привело к тому, что многие разделы курса изысканий и проектирования дорог превратились в самостоятельные разделы науки, по которым имеется обширная литература. В учебнике для высшей школы, неизбежно ограниченном по объему, удастся осветить только основные теоретические положения и идеи расчетов, не углубляясь в их детали и не приводя всех значений расчетных параметров. Не говоря уже о реальном проектировании, при разработке курсовых и дипломных проектов учащимся необходимо использовать справочную, инструктивно-нормативную и другую техническую литературу.

РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ

ТРЕБОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ К ЭЛЕМЕНТАМ ДОРОГИ В ПЛАНЕ И ПРОФИЛЕ

Глава 1

ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ О ДОРОГАХ

1.1. Роль автомобильных дорог в транспортной системе народного хозяйства

Перевозки грузов и пассажиров осуществляются по сети путей сообщения, которая состоит из железных и автомобильных дорог, авиационных трасс, речных и морских судоходных линий. Жидкости и газы транспортируют по трубопроводам. В условиях планового социалистического хозяйства все виды транспорта образуют единую транспортную систему и работают во взаимной увязке, дополняя друг друга.

Основные направления экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года выдвигают задачу — обеспечить согласованное развитие единой транспортной системы страны, ее взаимодействие с другими отраслями народного хозяйства, совершенствовать координацию работы всех видов транспорта.

Железнодорожный транспорт выполняет основную массу грузовых и пассажирских перевозок на дальние расстояния. Однако поступление грузов на железные дороги и доставка их потребителям связаны с погрузочно-разгрузочными станциями. Поэтому железнодорожный транспорт неизбежно должен работать в сочетании с другими видами транспорта, обслуживающими его подъездные пути. В подъездных путях нуждаются также пристани и аэропорты.

Автомобильный транспорт может принимать грузы непосредственно на месте их формирования и доставлять их к месту назначения без перегрузок («от двери до двери»). Однако по затратам энергии на тонно-километр работы, значительно превышающим затраты других видов транспорта, в районах с развитой железнодорожной сетью основной областью его деятельности являются перевозки на подъездных путях и разгружающие желез-

нодорожный транспорт параллельные перевозки на сравнительно короткие расстояния. При хорошем состоянии дорожной сети грузы на расстоянии до 200—400 км автомобильным транспортом доставляются быстрее, чем железнодорожным. Автомобильный транспорт успешно используется также для перевозки скоропортящихся грузов на дальние расстояния по магистральным автомобильным дорогам, поскольку в этом случае средняя скорость доставки выше, чем по железной дороге, из-за отсутствия потерь времени на переформирование поездов на узловых станциях.

Особенно значительна роль автомобильного транспорта в ряде горных районов, а также на севере страны, где отсутствуют железные дороги, а водные пути в течение большей части года покрыты льдом.

Общий объем грузов, перевозимых автомобильным транспортом, значительно превышает их количество, перевозимое другими видами транспорта. Но из-за малой дальности перевозок в общем грузообороте, характеризуемом тонно-километрами, удельный вес грузооборота автомобильного транспорта не превышает 6—7%.

Автомобильный транспорт дополняет пассажирские перевозки железнодорожным транспортом, осуществляя связь с населенными пунктами, расположенными в стороне от железных дорог, и выполняет большой объем самостоятельных перевозок по автомобильным дорогам и в пределах населенных пунктов. На его долю приходится более 40% работы по пассажирским перевозкам в пассажирокилометрах.

Большое значение имеет автомобильный транспорт для освоения малонаселенных районов, позволяя обеспечить перевозки грузов при меньших затратах на постройку автомобильных дорог, чем на строительство железных дорог. Поэтому дорожное строительство сопутствует всем работам по освоению новых сельскохозяйственных территорий, по разработке больших месторождений полезных ископаемых, по строительству новых крупных промышленных районов.

1.2. Сеть автомобильных дорог

Дороги, соединяющие населенные пункты, промышленные центры, предприятия и сельскохозяйственные районы между собой и с погрузочно-разгрузочными пунктами других видов транспорта, образуют сеть автомобильных дорог. Перевозимые грузы создают на этой сети грузопотоки разной величины.

Рациональное начертание сети автомобильных дорог прежде всего должно соответствовать направлениям главных грузовых и пассажирских перевозок. Основой дорожной сети является сеть автомобильных магистральных усовершенствованных дорог общегосударственного (союзного) значения для связи между основ-

ными экономическими районами страны и ее важнейшими центрами. При планировании сети автомобильных магистралей важную роль играет обеспечение административных, культурных и хозяйственных связей между союзными республиками и потребностей обороны страны.

Развитием и дополнением общесоюзной сети дорог являются дороги республиканского значения, которые выполняют те же функции в масштабе союзных республик. Республиканские дороги в свою очередь представляют собой основу сети дорог областного и районного значения.

Чем ниже подчиненность дороги, тем большую роль играют в выборе ее направления конкретные грузопотоки тех или иных предприятий. Полностью подчиняются направлению грузопотоков внутрихозяйственные дороги, обслуживающие перевозки между полевыми участками, отделениями и центральными усадьбами колхозов и совхозов, лесными делянками и лесоскладами, отдельными цехами и складами сырья и готовой продукции, а также дороги, предназначенные для вывоза товарной продукции предприятий добывающих отраслей народного хозяйства к предприятиям обрабатывающей промышленности или к станциям железных дорог, речным и морским путям, подъездные пути к автомобильным магистралям. В связи с этим различают дороги общей сети и ведомственные дороги, которые включают дороги промышленных и лесозаготовительных предприятий, внутрихозяйственные дороги колхозов и совхозов и др. При соблюдении общих принципов проектирования каждый из этих видов дорог имеет свои особенности, связанные с учетом специфики транспортных средств и перевозимых грузов.

Чем выше административное значение дороги, тем больше по ней движется автомобилей и тем более совершенной ее устраивают.

Начертание дорожной сети является одним из элементов планирования. Оно определяется на основе размещения производительных сил страны и должно обеспечивать их дальнейшее развитие. Однако значительные средства, уже затраченные на постройку существующих дорог, заставляют при развитии дорожной сети максимально использовать существующие дороги с твердыми покрытиями, приспособляя их к требованиям современного движения.

Поставленные партией и правительством СССР большие задачи по развитию сельского хозяйства страны, сформулированные в Продовольственной программе СССР, предусматривают коренное улучшение низовой дорожной сети и строительство большой протяженности внутрихозяйственных дорог в сельских районах.

Создание новых промышленных районов на востоке страны, разработка месторождений нефти, газа, полезных ископаемых в малонаселенных районах Сибири и Дальнего Востока, орошение

земель в Среднеазиатских республиках, мелиорация земель Нечерноземной зоны РСФСР—все эти работы связаны с созданием новых дорожных сетей, которые должны быть тщательно увязаны с технологическими особенностями обслуживаемых дорогами производственных процессов и экономикой района, определяющей потребности в перевозках.

1.3. Подвижной состав на автомобильных дорогах

Современная автомобильная дорога рассчитана на преимущественный пропуск основного вида транспортных средств—автомобилей. Гусеничные машины, разрушающие дорожную одежду, и конные повозки, процент которых в современном составе движения в большинстве стран ничтожен, должны следовать по параллельным грунтовым дорогам или по специально устраиваемым тракторным путям. Поэтому основными видами подвижного состава автомобильных дорог являются различные типы автомобилей—автобусы, легковые и грузовые автомобили, автопоезда. В сельскохозяйственных районах на дорогах возможно движение тракторных поездов с несколькими прицепами. Допускается проезд мотоциклов и сельскохозяйственных машин на резиновых шинах.

Как и любое инженерное сооружение, дорога может обеспечивать пропуск только тех нагрузок и в том количестве, на которые она рассчитана при проектировании. Между тем прогресс в автомобилестроении приводит к непрерывному совершенствованию и изменению типов автомобилей, модели которых меняются на каждом заводе через несколько лет. Существует устойчивая тенденция к увеличению грузоподъемности автомобилей и к более широкому использованию автопоездов.

Каждая дорога служит десятки лет и поэтому невозможно заранее точно предугадать параметры автомобилей, которые будут по ней ездить в будущем. Экономически нецелесообразно в то же время строить дороги с избыточным запасом прочности, рассчитанным на многие годы вперед. Поэтому разрабатывают стандарты на габариты автомобилей и нагрузки от них, которые обязана соблюдать автомобильная промышленность и к которым приспосабливают нормы на элементы автомобильных дорог.

В Советском Союзе требования к габаритным размерам автомобилей ограничивают их высоту 4 м, а ширину 2,5 м (рис. 1.1). Требования к нагрузкам на дорогу в СССР пока не стандартизированы. Дорожные организации проектируют дороги с интенсивным движением на автомобили с нагрузкой на одиночную ось 100 кН, а при двух спаренных осях—180 кН (автомобили группы А), остальные дороги—соответственно на 60 и 100 кН (автомобили группы Б). Это создает затруднения при органи-

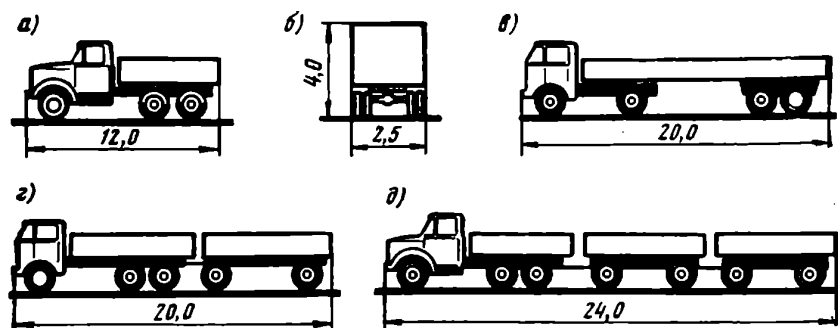


Рис. 1.1. Предельные габаритные размеры автомобилей и автопоездов, допускаемых к движению на дорогах СССР:

а, б — грузовой автомобиль; в — двухосный седельный тягач с полуприцепом; г — трехосный тягач с двухосным прицепом; д — трехосный тягач с двумя двухосными прицепами

зации перевозок, так как ограничивает возможность использования большегрузных автомобилей на многих дорогах, а при случайных заездах приводит к ускоренному их разрушению.

Ограничение габаритов подвижного состава автомобильных дорог не решает проблему выбора автомобиля, на который должны быть рассчитаны элементы дорог. В формулы для определения элементов плана и профиля автомобильных дорог входит ряд характеристик, меняющихся у автомобилей в широких пределах. К их числу относятся, например, динамические качества автомобилей, положение глаз водителя по отношению к уровню проезжей части и ее кромке и др. Это создает затруднения при оценке степени удовлетворения дорогами требований автомобильного движения, так как неизвестно, на какой тип автомобиля необходимо ориентироваться при оценке транспортных качеств дороги. В настоящее время расчеты обеспечиваемых дорогой скоростей движения обычно ведут на наиболее совершенные и распространенные автомобили массового производства — легковой автомобиль класса «Волга» и грузовой автомобиль типа ЗИЛ.

Мосты на автомобильных дорогах проектируют на большие нагрузки, чем дороги, поскольку при их строительстве должна быть предусмотрена возможность провоза по ним отдельных тяжелых грузов.

1.4. Характеристики движения по автомобильным дорогам

Отдельные автомобили, различные по типам, степени загрузки и техническому состоянию, следуя в одном направлении с разными скоростями по самостоятельным маршрутам, образуют на