

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства»
(ПГУАС)

А.П. Бажанов

УПРАВЛЕНИЕ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Допущено УМО вузов РФ по образованию
в области железнодорожного транспорта и транспортного строительства
в качестве учебного пособия для студентов вузов,
обучающихся по специальности «Автомобильные дороги и аэродромы»
направления подготовки «Транспортное строительство»
и направлению подготовки бакалавров «Строительство»
(профиль подготовки «Автомобильные дороги»)

Пенза 2014

УДК 625.7/.8:658.562(075.8)

ББК 39.311-7я73

Б16

Рецензенты: кафедра «Строительство и эксплуатация транспортных сооружений» Волгоградского государственного университета архитектуры и строительства (зав. кафедрой доктор технических наук, профессор С.В. Алексиков); зав. кафедрой «Транспортное строительство» доктор технических наук, профессор В.В. Столяров (Саратовский государственный технический университет)

Бажанов А.П.

Б16 Управление и контроль качества автомобильных дорог: учеб. пособие / А.П. Бажанов. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 272 с.
ISBN 978-5-9282-1050-2

Изложены основные положения и принципы многоуровневой системы управления и контроля качества ремонта, реконструкции и строительства автомобильных дорог, включающей в себя три уровня управления и контроля: производственный, технический (инженерный) и ведомственный (региональный).

Основные концептуальные положения представленной системы основаны на использовании, при обеспечении требуемых системных свойств системы управления и контроля качества ремонта, реконструкции и строительства автомобильных дорог, фундаментальных положений Федерального закона «О техническом регулировании», учитывающего основные положения международных стандартов ИСО серии 9000.

Рассмотрены методы оценки и обеспечения качества дорожно-строительной продукции, повышения технологической точности и стабильности процессов, а также поддержания необходимого уровня качества дорог и дорожной продукции. Значительное внимание уделено методам диагностики и оценки состояния автомобильных дорог.

Учебное пособие подготовлено на кафедре «Геотехника и дорожное строительство» и предназначено для студентов, обучающихся по специальности «Автомобильные дороги и аэродромы» направления подготовки «Транспортное строительство» и направлению подготовки бакалавров «Строительство» (профиль подготовки «Автомобильные дороги»), а также может быть использовано инженерно-техническими работниками дорожного строительства.

ISBN 978-5-9282-1050-2

© Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, 2014

© Бажанов А.П., 2014

ПРЕДИСЛОВИЕ

Для решения задач повышения производительности работы автомобилей, скорости доставки грузов и перевозки пассажиров, комфортабельности и безопасности движения, а также снижения себестоимости перевозок в конечном счете необходимо коренное улучшение качества дорог и дорожно-строительной продукции. На решение этих задач направлено развитие и совершенствование теории и практики современных методов управления и контроля качества автомобильных дорог, получивших отражение в содержании учебного материала.

Учебное пособие написано в соответствии с программой цикла дисциплин ФГОС ВПО по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» «Управление и контроль качества дорожно-строительных материалов» и «Управление и контроль качества дорожных работ». В нем изложены основные принципы управления и контроля качества дорожно-строительных материалов и дорожных работ. В отличие от других учебных пособий по этому курсу в отдельных разделах представлены основные положения и принципы трехуровневой системы управления и контроля качества ремонта, реконструкции и строительства автомобильных дорог и системы сертификации ГОСТ Р ИСО 9000, а также методы диагностики, оценки состояния автомобильных дорог и поддержания необходимого уровня качества дорог и дорожной продукции. Значительное внимание уделено методам оценки качества продукции.

Изучение представленного в учебном пособии материала по вопросам управления и контроля качества автомобильных дорог базируется на знаниях, полученных студентами при усвоении таких дисциплин, как «Транспортно-эксплуатационные качества дорог и городских улиц», «Автомобильные дороги», «Дорожные условия и безопасность движения» и «Организация дорожного движения».

Автор выражает благодарность за ценные замечания и советы рецензентам книги – коллективу кафедры «Строительство и эксплуатация транспортных сооружений» Волгоградского государственного университета (зав. кафедрой доктор технических наук, профессор С.В. Алексиков) и доктору технических наук, профессору, зав. кафедрой «Транспортное строительство» В.В. Столярову (Саратовский государственный технический университет).

ВВЕДЕНИЕ

Повышение качества автомобильных дорог, совершенствование их транспортно-эксплуатационных характеристик – важнейшая задача, стоящая перед специалистами дорожной отрасли. Качество автомобильной дороги в общем случае определяется комплексом факторов, основными из которых являются следующие:

- состояние нормативной базы дорожной отрасли;
- качество проектной документации;
- соответствие качества используемых материалов, смесей и изделий, конструкций требованиям государственных стандартов или другой нормативно-технической документации;
- применение в ходе строительства современных дорожно-строительных машин и приготовление смесей на современных предприятиях;
- разработка, строгое соблюдение и совершенствование современных передовых технологических процессов;
- наличие высококвалифицированных кадров;
- организация и реализация эффективной системы контроля качества.

При прочих равных условиях основным элементом обеспечения высокого уровня дорожного строительства является оптимальная организация системы контроля качества, включающая входной, операционный, приемочный и инспекционный контроль.

Существующая в настоящее время система контроля качества в дорожной отрасли не вполне отвечает современным требованиям и нуждается в дальнейшем развитии и совершенствовании с точки зрения как организации контроля, так и повышения достоверности и объективности методологии и методов контроля.

Оптимальной системой контроля качества следует считать такую систему, которая способна не только фиксировать дефекты и брак, но и на основе соответствующего анализа устанавливать причины возникновения отклонений и разрабатывать необходимые научно-технические, инженерные или организационные решения, обеспечивающие оперативное исправление дефектов и в последующем предотвращение влияния факторов, способных привести к браку.

По состоянию на 1 января 2005 г. сеть российских автомобильных дорог составляет 904,7 тыс. км, в том числе 47 тыс. – федеральных, на которые приходится почти половина всей транспортной работы. Эта базовая сеть дорог с твердым покрытием была сформирована к концу 1980-х гг., или на 100 лет позже, чем в развитых зарубежных странах. Поэтому вопросы повышения качества автомобильных дорог всегда были и будут актуальными для нашей страны.

К контролю качества относится деятельность, включающая проведение измерений, экспертизы, испытаний или оценки одной или нескольких характеристик объекта и сравнение полученных результатов с установленными требованиями для определения, достигнуто ли соответствие по каждой из этих характеристик.

Причем к системе качества относят совокупность организационной структуры, ответственности, методик, процессов и ресурсов, необходимых для осуществления общего руководства качеством.

Управление качеством включает методы и виды деятельности оперативного характера, направленные как на управление процессом, так и на устранение причин неудовлетворительного функционирования жизненного цикла продукции. Некоторые действия по управлению качеством и обеспечению качества взаимосвязаны.

Ключевыми направлениями в создании системы управления качеством в дорожном хозяйстве России являются:

- стандартизация;
- метрологическое обеспечение дорожных работ;
- оценка технической компетенции (аккредитация);
- сертификация продукции и услуг.

Следует отметить, что в Гражданском кодексе России предусмотрены ответственность подрядчика за качество работ (статья 754), гарантии качества в договоре строительного подряда (статья 755) и сроки обнаружения ненадлежащего качества строительных работ (статья 756). Имеется в виду ответственность подрядчика за выполнение работ с отступлениями от проекта, принятого к производству, сметы, а также СНиП, действующих на момент выполнения отдельных видов работ.

Правовая база процедуры сдачи и приемки работ, ответственность подрядчика за качество строительных работ и гарантии качества в значительной степени зависят от уровня нормативно-технической базы. В настоящее время действуют СНиП 2.05.02–85, СНиП 3.06.03–85, разработанные 20 лет назад и имеющие научно-техническую базу, выполненную в СССР и зарубежных странах в 1970-1980-е гг.

«Концепция совершенствования норм проектирования автомобильных дорог» и анализ действующих норм проектирования (часть 2), организация строительного производства и приемка работ (часть 3) СНиП 2.05.02–85 устарели и уже отстают от произошедших изменений в количественном и

качественном развитии автомобильного транспорта и социально-экономическом развитии страны.

Обеспечение требуемого качества выполняемых работ в настоящее время является одной из важнейших и актуальных проблем в дорожной отрасли. Низкое качество работ по устройству земляного полотна приводит к сокращению межремонтных сроков и увеличению затрат на содержание в целом автомобильной дороги.

В последние годы в дорожном строительстве происходят большие количественные и качественные преобразования: возрос уровень дорожного строительства, широко внедряются новые материалы, технические и технологические решения, в том числе и зарубежные разработки. Усилились требования к элементам дороги и их обустройству, к материалам и технологическим процессам, особое внимание уделяется повышению безопасности движения транспорта и, как следствие, техническому состоянию дорог. В таких условиях возникла особая необходимость усиления контроля качества дорог. Более того, из-за отсутствия гармонизации отечественных и зарубежных стандартов, а также быстроустаревающей нормативной базы требуется не просто система управления и контроля качества, а система с элементами научного сопровождения. С учетом сказанного, в учебном пособии представлена многоуровневая система, основные концептуальные положения которой основаны на использовании, при обеспечении требуемых системных свойств системы управления и контроля качества ремонта, реконструкции и строительства автомобильных дорог, фундаментальных положений Федерального закона «О техническом регулировании», учитывающего основные положения международных стандартов ИСО серии 9000.

В работе изложены основы квалиметрии в дорожном строительстве, технологии и организации контроля, а также методы диагностики, оценки состояния и поддержания необходимого уровня качества автомобильных дорог.

1. СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

В настоящее время перед дорожными предприятиями в целях коренного улучшения качества автомобильных дорог остро стоят задачи по разработке и внедрению систем управления качеством на основе требований международных стандартов ИСО 9000. Успешному проведению данных работ в дорожных организациях может способствовать широкое использование опыта создания и внедрения систем управления качеством продукции на промышленных предприятиях в России (бывшем Советском Союзе), начало которым было положено в середине 50-х годов прошлого столетия.

Одной из первых была создана саратовская система бездефектного изготовления продукции, далее появилась ярославская система НОРМ (научная организация работ по увеличению моторесурса), львовская СБТ (система бездефектного труда), рыбинская НОТПУ (научная организация труда, производства и управления), горьковская КОНАРСПИ (качество, надежность, ресурс с первых изделий) и др. Все эти системы являлись, по существу, фрагментарными: они охватывали лишь отдельные показатели качества работы, такие, как, например, процент сдачи с первого предъявления продукции производственными подразделениями отделу технического контроля или моторесурс двигателей. Из них только в системе КОНАРСПИ была предпринята попытка включения в сферу управления качеством всех основных этапов жизненного цикла изделий.

Дальнейшее развитие системного движения управления качеством продукции в России привело к унифицированной разработке – комплексной системе управления качеством на базе стандартизации (КС УКП). Эта система на базе стандартизации использовала как основную форму документов стандарт предприятия. Для того времени это было очень важно, ибо был найден способ включения КС УКП в единую систему государственного управления качеством продукции, которая базировалась на государственных стандартах. Системы качества предприятий становились подсистемами государственной системы и, соответственно, базировались на стандартах предприятий. Это было логично, но неэффективно.

С появлением в 1987 году международных стандартов МС ИСО 9000, разработанных международной организацией по стандартизации ISO (International Organization for Standardization), на отечественных предприятиях появился интерес к созданию систем качества на основе данных стандартов. Однако, если на международном уровне общее количество организаций (фирм), прошедших сертификацию в рамках системы ИСО 9000, достигло 300 тыс., то в России – лишь десятки тысяч, из них в дорожной отрасли – единицы тысяч.

В настоящее время существует четыре системы управления качеством, имеющие завершённую форму и внедрённые в производство:

- система инженерного сопровождения мирового банка развития и реконструкции (МБРР), внедрённая ГП РосдорНИИ;
- система международной федерации инженеров-консультантов (МФИК), внедрённая в Белоруссии;
- система ДСД «Центр», применяемая на крупнейших дорожных объектах России;
- трехуровневая система научно-технического сопровождения, разработанная и внедрённая на федеральных магистралях Смоленским СоюздорНИИ.

Все системы имеют право на существование и по желанию заказчика могут использоваться применительно к конкретным условиям, однако следует учитывать, что базовой основой в перспективе трансформации всех систем является внедрение отраслевой системы сертификации ИСО 9000 и ГОСТ Р с элементами научно-технического сопровождения реализации проекта.

1.1. Система инженерного сопровождения Мирового Банка реконструкции и развития (МБРР)

Начиная с 1994 г., органом управления дорожным хозяйством России в рамках проекта восстановления и содержания автомобильных дорог проводилась работа по реализации инвестиционных проектов ремонта (усиления) федеральных дорог М1 «Беларусь», М2 «Крым», М7 «Волга» и М10 «Россия», разработанных ГП «РосдорНИИ». Финансирование проектов осуществлялось за счет средств кредитов МБРР.

Отличительной особенностью сопровождения проектов, финансируемых МБРР, являлась высокая степень его независимости, которая достигалась за счет следующих мер:

- выбор подрядчиков на все виды дорожных работ на основе конкурсных торгов;
- введение в структуру взаимодействия субъектов реализации проектов, помимо заказчика и подрядчика, третьей независимой стороны – консультанта – организации, призванной осуществлять управление проектами посредством надзора за их внедрением, а также контроль качества применяемых материалов и технологий.

Система инженерного сопровождения МБРР в настоящее время используется рядом фирм стран ЕС и СНГ. В частности, аналогичной ей является методология системы МФИК – работа представительств консалтинговой фирмы «Кампсакс интернешнл» АО (Дания) и совместной датско-белорусской фирмы «БелДандор», созданной в Белоруссии.

Применение методологии инженерного сопровождения следует рассматривать в качестве очередного значительного этапа в процессе формирования и развития рациональной системы НТС. Однако, поскольку в основу этой методологии положено инженерное сопровождение, в котором элемент творческого научного подхода практически исключен, использование ее в условиях переходной экономики требует соответствующей адаптации.

В этом направлении первоочередной задачей является приведение в соответствие с международными стандартами отечественных норм проектирования дорог, а также конструктивных и технологических требований.

1.2. Система Международной федерации инженеров-консультантов (МФИК)

Структура этой системы определяет отношения между участниками Контракта в области обеспечения технического надзора (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Состав участников Контракта

Заказчик через Инженера представляет на площадке персоналу (группе) Консультанта копии всей документации, относящейся к проекту строительства. Кроме того, Заказчик ставит Подрядчика в известность о полномочиях и обязанностях, возложенных на Консультанта, делегированных Инженером, в соответствии с Договором об инженерных услугах по техническому надзору.

Функции Инженера включают:

- назначение представителей и помощников, выдачу инструкций, согласование субподрядчиков, а также инструкции в отношении субподрядчиков;

- согласование проектно-сметной документации при выдаче ее подрядчику, согласование программы работ подрядчика, определение причин дефектов;
- определение убытков, выдачу инструкций по устранению дефектов;
- разрешение доступа на объект;
- испытание материалов, выявление дефектных материалов, требование повторных испытаний;
- определение дополнительных затрат на испытание материалов;
- выдачу инструкций о приостановке работ, выдачу разрешений на возобновление работ;
- требование ускорить работу;
- выдачу инструкции об изменении работ без увеличения стоимости;
- согласование графиков работ подрядчика;
- подписание отчета подрядчика, утверждение отчета по завершению работ подрядчика;
- подписание платежных документов, выставляемых подрядчиком.

Консультант обязан:

- выполнять делегированные Инженером функции. Конкретные функции Консультанта определяются в Договоре об оказании инженерных услуг по техническому надзору;
- руководствоваться нормативными документами Республики Беларусь и проектно-сметной документацией при выполнении делегированных Инженером функций.

Подрядчик обязан обеспечить соответствие всех работ требованиям проектно-сметной документации, технических условий, строительным нормам и правилам, стандартам Республики Беларусь и инструкциям Инженера, включая своевременное завершение проекта. Подрядчик несёт ответственность за работы, выполняемые субподрядчиками. Субподрядчик обязан выполнять условия соглашения с Подрядчиком.

Примерный организационный состав группы Консультанта для небольшого проекта приведен на рис. 1.2.



Рис. 1.2. Организационный состав группы Консультанта

Конкретная организация и состав службы технического надзора должны определяться для каждого отдельного проекта на основе видов работ, за которыми будет осуществляться надзор, стоимости проекта, сроков работ и других условий.

Инженер-резидент подчиняется Инженеру. Он несет ответственность за различные административные и технические аспекты технического надзора на площадке в соответствии с функциями и полномочиями, делегированными ему Инженером. Он должен проверять и испытывать работы и материалы Подрядчика на соответствие требованиям технических условий проекта, строительным нормам и правилам, стандартам Республики Белоруссии и инструкциям Инженера.

Инженер-резидент осуществляет управление персоналом технического надзора на площадке, ставит задачи персоналу, ведет ежедневную отчетность по выполняемым работам, обеспечивает эффективное взаимодействие с персоналом Подрядчика. Он еженедельно отчитывается перед Инженером, подписывает финансовые и другие документы, сертификаты, выдает инструкции Подрядчику в отношении ведения работ.

Инженер-инспектор подчиняется Инженеру-резиденту. Он несет ответственность за инспекцию и проверку качества работ и материалов на площадке, а также отвечает за измерение объемов работ.

В персонал обеспечения входят секретарь – референт-оператор персонального компьютера, водители и полевые рабочие.

В качестве Инженера-резидента, инженеров-инспекторов должны работать высококвалифицированные специалисты с высшим образованием и опытом работы в строительстве не менее 5 лет.

Работа и услуги Консультанта должны оплачиваться Заказчиком на основе Договора об инженерных услугах по техническому надзору, заключаемого между двумя сторонами.

Недостатком методологии систем МФИК и МБРР в условиях переходной экономики является формальность подхода, невозможность корректировки «по ходу» реализации проекта и внедрения новых передовых решений.

1.3. Система контроля качества производства работ в Межрегиональной Дирекции строительства дорог ФГУ ДСД «Центр»

ФГУ ДСД «Центр» является одним из заказчиков в системе Минтранса России и осуществляет строительство важнейших федеральных автомобильных дорог в центральном регионе страны.

Высокие темпы строительства объектов потребовали от Дирекции повышенного внимания к контролю качества всех технологических процессов.

В связи с высокими требованиями к контролю качества дорожных работ, дополнительный контроль всех производственных циклов осуществляется с помощью привлеченных независимых организаций.

Силами Службы контроля качества осуществляется постоянный (непрерывный) контроль по инженерному сопровождению за технологическими операциями, включая входной контроль применяемых материалов, конструкций и изделий, наличием на местах производства работ утвержденной проектной и технологической документации (ППР, технологических карт, схем операционного контроля, регламентов и т.д.). Кроме того, этой Службой проводятся выборочные испытания используемых материалов и изделий.

Промежуточная приемка выполненных работ оформляется актами скрытых работ инспекторами технического надзора Дирекции только после визирования этих документов руководителем Службы контроля качества.

По результатам контроля руководителем этой Службы и техническими инспекторами Дирекции на оперативных совещаниях, проводимых Генподрядчиками, делаются сообщения о фактах некачественного выполнения работ.

В зависимости от степени таких нарушений руководителями генподрядных организаций применяются штрафные санкции к исполнителям (субподрядным организациям) в виде наложения штрафов, а в отдельных случаях, по предложению Дирекции, производится замена субподрядной организации.

Материалы отчетов Службы контроля качества, поступающие в Дирекцию ежемесячно, анализируются и направляются подрядчику для руководства и исполнения.

Одновременно оцениваются состав и содержание поступивших материалов. Замечания по отчетам направляются руководителям организаций, привлеченных к инженерному сопровождению.

До начала развертывания основных работ по устройству слоев дорожной одежды генподрядные организации представляют для согласования в Дирекцию составы асфальто-цементобетонных и других смесей с указанием конкретных участков (км, ПК), где будут применяться эти смеси.

В период подготовки к развертыванию работ генподрядные организации также направляют в Дирекцию проекты производства работ (ППР) на утвержденные годовые объемы работ по объектам.

В течение всего периода строительства генподрядными организациями с участием Службы контроля качества и техническими инспекторами Дирекции непосредственно на объектах проводятся «Дни качества» с подробным разбором недостатков и мер, необходимых для их устранения. Технические совещания «Дни качества» оформляются соответствующими протоколами.

Практика применения инженерного сопровождения проектов показала достаточную эффективность этого вида контроля, что нашло подтверждение при сдаче объектов в эксплуатацию.

Организация контроля качества строительства объектов в ДСД «Центр» осуществляется по схеме, представленной на рис. 1.3.

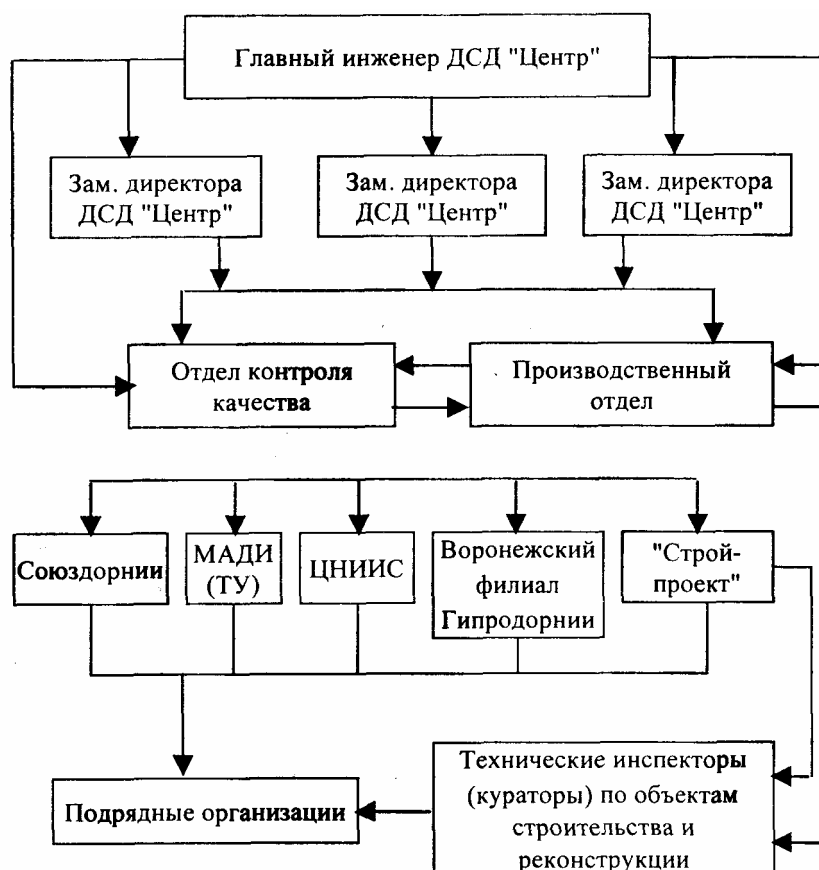


Рис. 1.3. Схема управления качеством строительства и реконструкции объектов ФГУП ДСД «Центр»

Дирекция своими приказами утвердила состав технических инспекторов, ответственных за надзор качества строительства по пусковым комплексам и переходящим объектам, а также порядок их взаимодействия с другими службами Дирекции.

В целях наиболее эффективного метода контроля Дирекцией проводятся торги и по их итогам заключаются договоры с независимыми организациями на осуществление инженерного сопровождения проектов. Распределение организаций по объектам строительства, номера договоров и сроки исполнения указываются в Реестре.

На наиболее ответственных сооружениях на начало каждого вида работ дается письменное разрешение руководителя Службы контроля качества инженерного сопровождения.

По всем случаям нарушения строительных норм, технологии производства, применения некачественных материалов работниками Службы

контроля качества делаются записи в Общих журналах работ, выдаются соответствующие указания подрядным организациям и устанавливаются сроки устранения брака. При грубых нарушениях СНиП и технологии производства работ, которые могут повлечь снижение показателей того или иного конструктивного элемента и существенно ухудшить его эксплуатационные характеристики, подрядчикам выдаются предписания о приостановке работ.

Акты скрытых работ и ответственных конструкций заносятся в соответствующий раздел Общего журнала работ.

Вся исполнительная документация ведется по типовым формам, установленным ФДД России.

Ежемесячные отчеты Службы контроля качества анализируются Дирекцией, по их содержанию делаются замечания руководителю соответствующей организации (Союздорнии, МАДИ(ТУ) и т.д.) и направляются подрядчику для руководства и исполнения.

Все объекты строительства обеспечиваются проектами производства работ (ППР), согласованными с Дирекцией и утвержденными руководителями генподрядных организаций. Состав и содержание ППР соответствуют требованиям СНиП 3.01.01-85.

Дирекция участвует в отраслевых выставках и конкурсах на лучшую подрядную организацию по качеству строительства.

При строительстве и реконструкции объектов в значительных объемах применяются прогрессивные технологии и материалы.

Система контроля качества разработки и внедрения на строящихся крупных объектах имеет все признаки НТС, поскольку в процессе реализации проекта внедряются новые конструктивно-технологические решения, участниками процесса являются независимые эксперты-контролеры от НИИ и проектных организаций.

1.4. Трехуровневая система научно-технического сопровождения (управления качеством) ремонта, реконструкции и строительства автомобильных дорог

В «Концепции создания и развития сети автомобильных дорог в Российской Федерации», разработанной ФДС России в 1999 г. и одобренной Правительством РФ, одним из приоритетных направлений технической политики определено формирование эффективной системы контроля качества дорожных работ.

Дифференцированное рассмотрение и анализ существующей системы контроля качества дорожных работ позволяют характеризовать ее как многокомпонентную. При этом одной из основных системных составляющих контроля качества является контроль со стороны различных государственных организаций, подведомственных ФДС России, таких, как

Дирекция по реализации Президентской программы «Дороги России», ГУ «Центр лабораторного контроля, диагностики и сертификации» и др.

Наиболее перспективным элементом контроля, который в последние годы успешно развивается в России, является система непрерывного инженерного сопровождения реализации проектов дорожных работ независимыми специализированными предприятиями (фирмами), различные модификации которого представлены выше.

Принципы формирования системы научно-технического сопровождения реализации дорожных работ, т.е. управления качеством, приведены ниже.

1. Принцип постоянного мониторинга – постоянный мониторинг условий эксплуатации и состояния дорожных объектов, направленный на повышение объективности исходной информации для принятия инженерных решений, а также процессов, обеспечивающих непрерывный анализ полученных данных, путем прогнозирования и моделирования, повышения обоснованности, надежности и эффективности решений.

2. Принцип адекватности – адаптирование проектных решений для обеспечения их максимального соответствия фактическим условиям работы объекта.

3. Принцип превентивности – оперативная корректировка организационных и инженерных решений для предотвращения проявления негативных последствий.

4. Принцип максимальной наукоемкости – разработка решений на основе использования новых передовых достижений в дорожном хозяйстве.

Помимо перечисленных выше принципов при создании системы НТС предусматривался учет таких важных положений, как независимость контроля, непрерывность и комплексность управления качеством, а также взаимодействие, преемственность и эволюционный характер процессов формирования и развития дорожных объектов.

Анализ опыта по внедрению и реализации системы управления качеством строительства, ремонта и реконструкции дорожных объектов на основе НТС позволил сделать ряд эмпирических обобщений и выявить три функциональных уровня организации управления и контроля качества.

I уровень – инспекционный контроль (ИК), осуществляется на федеральном уровне и реализуется в двух формах:

– ИК только госструктурами Росавтодора, рядом государственных служб других ведомств, таких, как ГИБДД, Федеральная служба по надзору в сфере транспорта, а также ее территориальные органы, метрологических, экологических и др.;

– то же, но в сочетании с независимыми специализированными фирмами, имеющими полномочия.

Основные принципы, задачи и методы инспекционного контроля на данном уровне находят свое отражение в ведомственных и отраслевых нормативных и руководящих документах. Однако анализ конкретного опыта инспекционного контроля в дорожной отрасли последних лет позволяет отметить такие принципиальные недостатки, как отсутствие системности и низкий уровень координации, в том числе взаимодействия с другими уровнями контроля качества, дублирование по контрольным функциям и участкам инспектирования, высокий уровень субъективности, когда повторные проверки по одним и тем же объектам дают противоречивые результаты.

Поэтому следует более широко привлекать независимые фирмы через торги в рамках НТС.

II уровень – непрерывный контроль, осуществляется в ходе реализации проектов в дорожном хозяйстве по всем аспектам организации работ, их качества и соответствия утвержденному проекту всеми участниками процесса:

- Подрядчиком (специализированными дорожно-строительными фирмами, отобранными на основе конкурсных торгов);
- Заказчиком (федеральными и региональными управлениями автомобильных дорог);
- Консультантом (специализированными научно-исследовательскими, проектными и инжиниринговыми фирмами, отобранными на основе конкурсных торгов).

Именно вовлечение в процесс реализации проектов третьей независимой стороны – Консультанта – позволило в последние годы обеспечить основополагающий принцип функционирования системы НТС – переход на качественно новый уровень ее развития – непрерывность контроля. Данный принцип основан на мировом опыте независимого инженерного сопровождения, однако в современных российских условиях, характеризующихся ограниченностью финансовых ресурсов, дефицитом высококвалифицированных кадров в этой области, существенным отставанием развития нормативной базы и ее несоответствием международным стандартам, необходимы его адаптация, методологическая проработка и экспериментальная апробация.

Указанные выше ограничения переходного периода экономического развития обусловили определенное снижение темпов формирования и развития системы, а также ее эффективности, в основном, за счет недостаточного и нестабильного финансирования.

Контроль качества, объемов работ и финансовых ресурсов заключается не только в фиксации соответствия или несоответствия проектам и нормативно-техническим документам и принятии соответствующих мер по ликвидации недопустимых отступлений, но и сопровождается аналитической работой. Результаты этой работы служат основой для анализа и

оценки эффективности реализации проектных решений и их адекватности конкретным условиям объекта. В ряде случаев принимаются новые решения «по ходу», оптимизирующие исходные технические и технологические решения, внедряются новые прогрессивные решения, которые по тем или иным причинам не могли быть предусмотрены на стадии разработки проекта. Таким образом, речь идет о принципиально новом подходе к проектированию, так называемом активном проектировании на стадии реализации проекта, получившем распространение на сложных гидротехнических и энергетических объектах и фактически не применявшемся в широких масштабах в дорожном хозяйстве.

К основным преимуществам системы НТС относятся:

- тщательный подбор количественного и качественного состава участников сопровождения, вплоть до лаборантов, и распределение их по видам контролируемых работ;

- четко регламентированная схема взаимодействия сопровождающей организации с другими участниками инвестиционно-технологического процесса;

- жесткая вертикаль и горизонталь управления процессами.

На современном этапе развития данная система характеризуется рядом специфических особенностей, обусловленных взаимодействием с функционирующей старой системой управления. Основные функции управления осуществляются Заказчиком, который еженедельно получает от сопровождающей организации аналитический отчет, что позволяет оперативно проводить корректировку и оптимизацию процесса как в организационной (управление строительным потоком), так и в технической части, и позитивно влиять на управление ресурсами.

В ряде случаев для повышения качества работ Генеральные Подрядчики привлекают на договорной основе научно-исследовательские, инженеринговые и консалтинговые фирмы, которые осуществляют определенные услуги по сопровождению проекта по линии Подрядчика. Основной задачей таких фирм, как правило, является обеспечение соответствия уровня контроля качества со стороны Подрядчика уровню требований Консультанта и Заказчика.

Необходимо также отметить, что независимо от научно-технического или инженерного сопровождения, осуществляемого Консультантом, на этом уровне предусматривается также авторский надзор со стороны проектных организаций – самостоятельный вид контроля качества реализации проектных решений. Однако на практике авторский надзор либо осуществляется фрагментарно, посредством отдельных инспекционных поездок представителей проектных организаций (нередко совмещаемых с командировками по вопросам согласования изменений, уточнения проектных данных и т.п.), либо совмещается с сопровождением проекта (в случаях, когда разработку проектной документации и сопровождение

проекта проводит одна и та же фирма), либо функции авторского надзора передаются на договорной основе независимым организациям, уже задействованным на объекте (например, осуществляющим сопровождение по линии Подрядчика).

III уровень – оценочный контроль. В настоящее время такой контроль проводится периодически по факту выполнения работ (например, приемочная диагностика перед вводом объектов в эксплуатацию) и в процессе эксплуатации объектов (инвентаризации, паспортизации, проверки и т.п.) как со стороны органов управления автомобильными дорогами, так и независимыми организациями.

Оценочный контроль качественного состояния дорожных объектов, в отличие от первых двух уровней, не предусматривает непосредственного воздействия на контролируемые параметры. Его цель – предоставление объективной и достоверной информации для принятия обоснованных решений по управлению качеством автомобильных дорог и сооружений на них. Однако этому уровню контроля качества на данный момент не уделяется должного внимания именно из-за опосредованности влияния на качество в рамках существующей системы управления. По мере развития и распространения в дорожном хозяйстве системы научно обоснованного управления качеством роль информационных технологий, обеспечивающих непрерывный сбор и обработку данных по дорожным объектам на всех этапах их жизненного цикла, будет неуклонно возрастать.

Как следует из описания трехуровневой системы НТС в целом, ядром ее следует признать II уровень, поскольку на этом уровне концентрируется основной потенциал реального производства продукции.

Базовым моментом трехуровневой системы научно-технического сопровождения является мобилизация офисов инженеров-резидентов и подчиненных им групп, а также лабораторий. Территориально офисы инженеров-резидентов, как правило, совмещаются с офисами подрядных организаций на объектах. Главными критериями при размещении офисов, обслуживающих конкретные контракты, являются объемы и номенклатура контролируемых дорожных работ. Как показывает опыт работы, реально одного офиса может быть достаточно для оперативного обслуживания контролируемого участка дороги протяженностью 30–40 км. Пример структурной организации взаимосвязанных офисов на двух смежных участках (контрактах) автомагистрали М1 «Беларусь» приведен на рис. 1.4.

Геодезическая служба группы комплектуется набором геодезических инструментов, включающих теодолит, нивелир, комплект реек (в том числе со сферическим подпятником для измерения ровности по методу амплитуд), а также другим измерительным и вспомогательным оборудованием. При необходимости (наиболее часто для мостовых сооружений) используются высокоточные электронные нивелиры и тахеометры.

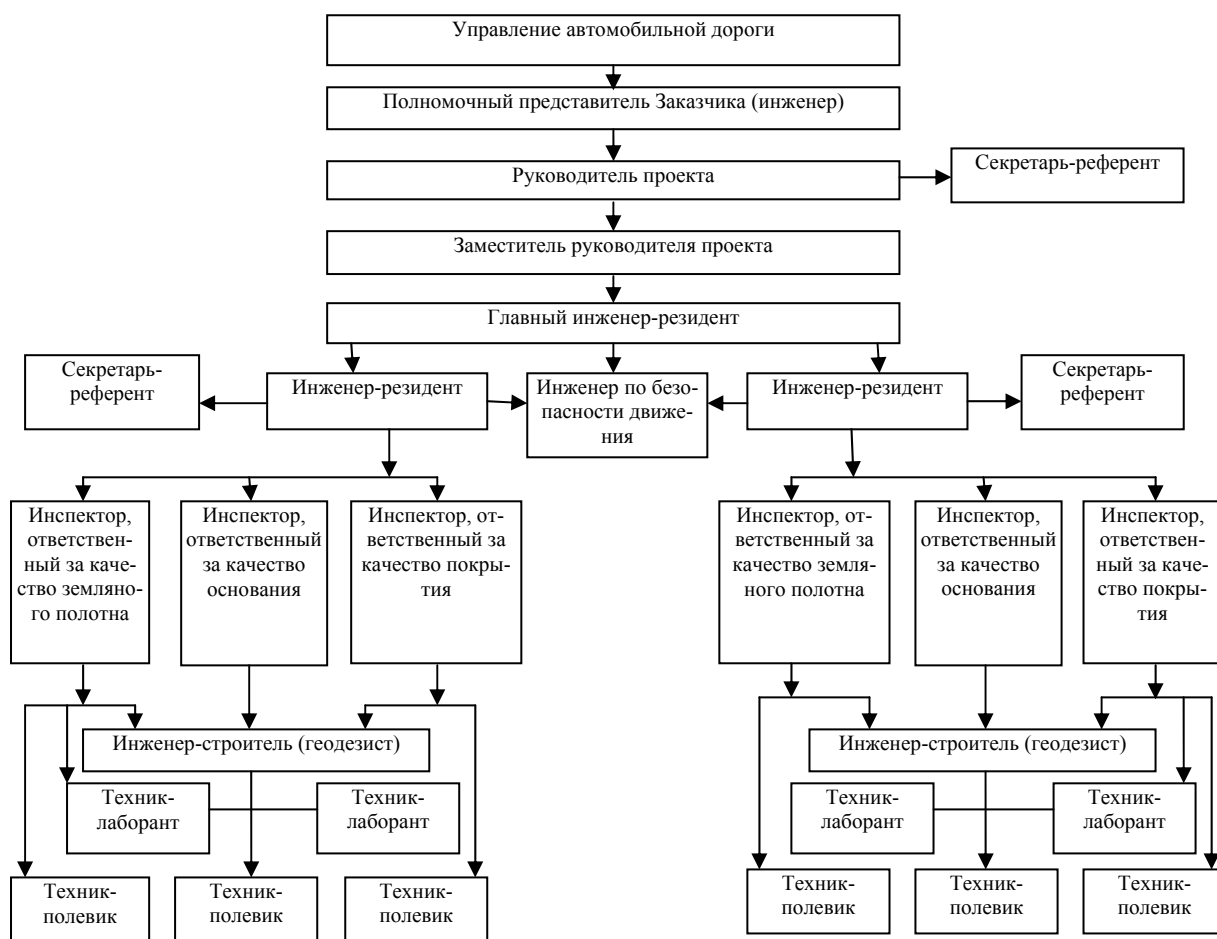


Рис. 1.4. Схема организации работ по сопровождению проектов

Лабораторная служба на объекте постоянно представлена техниками-лаборантами, осуществляющими надзор за лабораторным контролем Подрядчика, соблюдением технологических регламентов (в части операционного контроля) и обеспечивающими экспресс-анализ, а также отбор контрольных проб материалов и грунтов для лабораторных испытаний. Лабораторные испытания и анализ проводятся централизованно сертифицированной лабораторией. Соответственно техники-лаборанты, работающие по контракту, обеспечиваются оборудованием, необходимым для отбора проб (керноотборником, комплектом колец и др.), а также средствами экспресс-анализа и технологического контроля (плотномерами, термометрами и др.).

Применяемые средства измерений и испытаний проходят обязательную метрологическую аттестацию. В офисе находится контрольный экземпляр отчетной документации группы сопровождения проекта, передаваемой Заказчику в соответствии с условиями контракта (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Циклы НТС	Содержание	Организационные мероприятия	Ответственные
Заявка на торги	Принятое решение с обоснованием	Оценка уровня квалификации кадров, инвентаризация техники и оборудования	Директор предприятия, главный инженер
Представление документации на торги	Изучение объекта, финансовые и научно-технические предложения	Обсуждение и анализ решений по объекту, выработка предложений	Руководитель проекта, главный инженер-резидент, инженеры-резиденты, инспекторы
Подготовительные работы по НТС	Аналитическая и организационная работа с Заказчиком и Подрядчиками	Участие в составлении и утверждении документации: проекта, графика работ, номенклатуры испытаний и т.д.	Главный инженер-резидент, инженеры-резиденты, инспекторы
Недельный отчет	Аналитический отчет с данными НТС	Участие в координационном совещании (планерке)	Главный инженер-резидент, инженеры-резиденты
Месячный отчет	Аналитический отчет с данными НТС и рекомендациями	То же	То же
Заключительный (годовой) отчет по контракту	Сводный аналитический отчет с обобщениями, статистическим анализом, предложениями и рекомендациями по эксплуатации объекта	То же	То же
Отчет рабочей комиссии	Выявление недоделок	Работа в комиссии	Руководитель проекта, главный инженер-резидент, инженеры-резиденты
Отчет Государственной комиссии с расширенной диагностикой	Приемочная диагностика	То же	Руководитель проекта, главный инженер-резидент

Ключевыми моментами при оценочном контроле являются оперативность предоставления информации и наличие аналитической составляющей в отчетной документации, позволяющей не только оптимизировать конструктивные и технологические проектные решения, но также выявить проблемы, которые по каким-либо причинам не могли быть предусмотрены на стадии проектирования, а также предложить прогрессивные методы их решения.

1.5. Интегральная трехуровневая система управления и контроля качества с применением основных принципов НТС

Поиски в течение ряда лет эффективных методов обеспечения качества строительства, реконструкции, ремонта и содержания автомобильных дорог обусловили применение на практике различных форм контроля. Важной особенностью этого периода является передача части административных функций по контролю качества специализированным независимым организациям, привлекаемым на конкурсной основе. Совершенствование системы и переход от контроля к управлению качеством представляются приоритетными задачами на ближайшую перспективу.

Накопленный с начала 1990-х годов Российской автодорожной отраслью (Росавтодором) опыт по контролю качества строительства, реконструкции, ремонта и содержания автомобильных дорог и искусственных сооружений на них позволил сформировать и изложить обобщенные данные функционального анализа существующей системы управления отраслью с точки зрения изменений, которые она претерпевает в настоящее время благодаря воздействию НТС на процессы реализации проектов строительства, реконструкции и ремонта дорог и мостовых сооружений в следующем виде:

1. Включение в стадию реализации проекта элемента анализа с целью оптимизации конструктивно-технологических решений, или, иными словами, активного проектирования в отличие от традиционного, когда стадии проектирования и строительства четко разграничивались, не исчерпывает содержания научно-технического сопровождения. С другой стороны, НТС ни в коей мере не подменяет собой проектно-изыскательские работы и не умаляет роль проектировщиков в принятии обоснованных основных конструктивных и технологических решений. Напротив, поскольку основная цель НТС по аналогии с инженерным сопровождением на каждом конкретном этапе – реализация конкретного проекта, роль проектирования существенно возрастает; при этом повышаются и требования к качеству проектирования. В действительности отступления от проектных решений, продиктованные теми или иными специфическими условиями объекта, имели место и прежде, и достаточно нередко. В большинстве случаев решение о вынужденном отступлении от проекта подрядчик принимал на собственный риск, обычно без надлежащего обоснования. Лишь в случае весьма существенных отступлений от проекта они согласовывались с ГИПом и в проект вносились изменения, как правило, задним числом, что снижало эффективность проектирования. В исключительных особо сложных случаях для принятия решения на месте приглашался компетентный высококвалифицированный представитель проектной организации, как правило, ГИП. В результате работы временно приостанавливались до принятия решения и проектной проработки. Всё

это, с одной стороны, требовало существенных временных затрат; с другой стороны, проектировщик нередко брал на себя риск за решение, принятое без необходимых для его обоснования дополнительных исследований и изысканий. С внедрением НТС ситуация в принципе изменилась: непрерывный анализ условий объекта с целью оптимальной реализации проектных решений наряду с анализом передового отечественного и зарубежного опыта, включающим патентный поиск, является неотъемлемой составной частью системы.

2. Помимо внесения предложений по новым конструктивным и технологическим решениям, на данном этапе функционирования системы еще одной ее задачей является выявление и исправление ошибок проектирования. Этот фактор связан с особенностями переходного периода к рыночной экономике, обусловившими отток и отсутствие ротации квалифицированных кадров во многих проектных (и в научно-исследовательских) институтах, а также отсутствие средств на поддержание на современном уровне и развитие материально-технической базы.

3. Важнейшая функция научно-технического сопровождения в рамках реализуемой системы контроля качества на данном этапе – это частичная компенсация устаревшей нормативно-технической базы.

Трансформация существующей системы управления, в которую вопросы качества внесены искусственно, не являясь неотъемлемым компонентом системы, в интегральную систему управления качеством возможна лишь при глобализации системы НТС на всех уровнях и этапах жизненного цикла объектов дорожного хозяйства и вытеснения таким образом морально устаревшей отживающей системы администрирования. Под глобализацией системы управления качеством на основе научно-технического сопровождения понимается, во-первых, вовлечение в нее всех иерархических структурных уровней управления дорожным хозяйством и, во-вторых, охват ею всех этапов или состояний функционирования объектов дорожного комплекса, включая проектирование, строительство, содержание (эксплуатацию), ремонт и реконструкцию. При этом в понятие научно-технического сопровождения включаются не только работы по сопровождению проектов, но и применение научного подхода к экспертизе проектов, активное проектирование, мониторинг, паспортизация, диагностика и прочие процедуры, связанные с тем или иным техническим аспектом управления качеством на каждом из перечисленных этапов или при переходе от одного этапа к другому.

На современном этапе, в соответствии с иерархией структуры органов управления дорожным хозяйством, можно говорить о трехуровневой системе управления или контроля качества с применением основных принципов НТС (табл. 1.2).

Таблица 1.2

Уровень иерархии в структуре	Уровни государственного управления дорожным хозяйством	Наименование государственных служб	Содержание управления применительно к вопросам качества
I	Федеральный	Росавтодор	Интегральный контроль на основе инспектирования. Приемка выполненных работ
II	Регионально-территориальный	Управления магистралей, Региональные управления автомобильных дорог	Непрерывный контроль по всем параметрам. Промежуточная приемка работ
III	Территориальный	Территориальные органы государственного управления субъектов РФ	Оценочный контроль в ходе работ и по их завершению на основе инспектирования. Участие в приемке выполненных работ

Как видно из табл. 1.2, каждому уровню государственной управленческой структуры соответствуют свой вид и методы контроля или управления качеством. Это применимо ко всем этапам развития дорожного хозяйства, основывающимся на реализации проектов по строительству, реконструкции, ремонту. В настоящее время несколько отличная ситуация имеет место применительно к этапу содержания автомобильных дорог. Можно предположить, что с внедрением в практику содержания дорог на основе реализации проектов методический подход к контролю или управлению качеством будет полностью унифицирован.

Было бы неверным интерпретировать систему контроля качества на основе НТС как исключаящую другие существующие формы и методы контроля, поскольку система генетически вытекает из предшествующего опыта функционирования служб контроля качества, применявшихся методов и форм контроля. Точно так же неверно отождествлять ее только с контролем качества по типу функционирования служб технического надзора Заказчика или с комплексным контролем качества, организации и технологии производства работ строго в соответствии с проектом по типу инженерного сопровождения. Эта система представляет собой синтез научного подхода и сфокусированного опыта, форм и методов контроля, применявшихся в отечественной и зарубежной практике. Воплотив преимущества и сильные стороны каждого из использованных методов, а также включив в качестве базового метода использование для управления качеством коллективного творческого научного потенциала, она призвана гармонизировать российский и международный концептуальный подходы к решению вопросов качества автомобильных дорог.

1.6. Нормативно-техническая база системы контроля и управления качеством на основе законодательства о техническом регулировании дорожной деятельности

Дорожная деятельность Российской Федерации, представляет собой единый производственно-хозяйственный комплекс и включает в себя автомобильные дороги общего пользования и инженерные сооружения на них, а также организации (рис. 1.5).

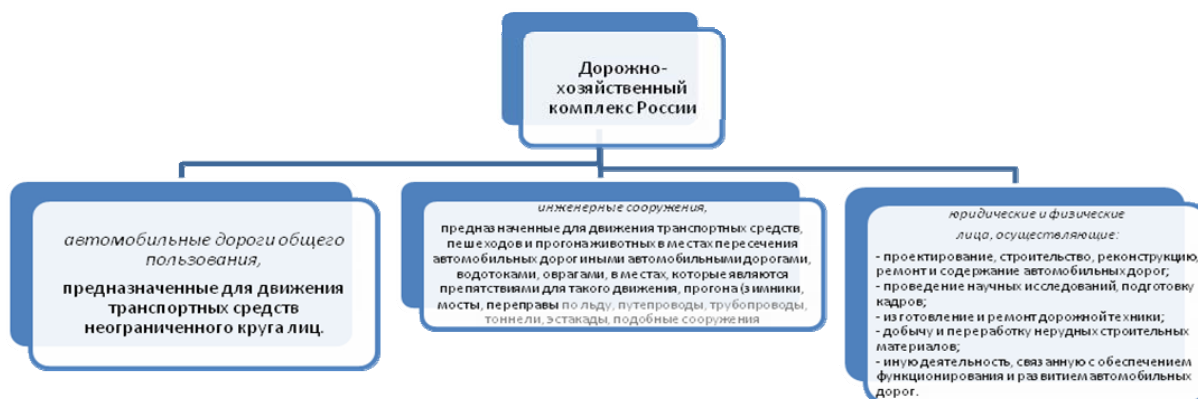


Рис. 1.5. Структура дорожно-хозяйственного комплекса России

Управление дорожным комплексом в настоящее время возложено на структуры (рис. 1.6), некоторыми задачами которых являются следующие:

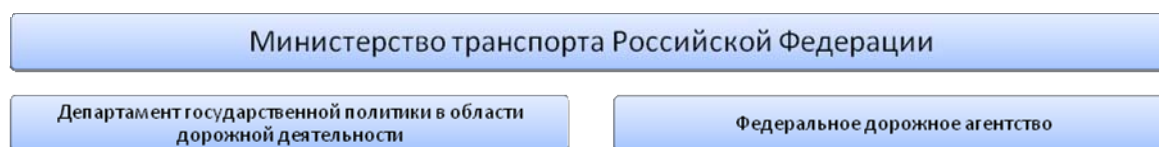


Рис. 1.6. Структура дорожного хозяйства России

• Министерство транспорта Российской Федерации, осуществляющее функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере:

- гражданской авиации, использованию воздушного пространства и аэронавигационного обслуживания пользователей воздушного пространства Российской Федерации;

- авиационно-космического поиска и спасания;

- морского (включая морские порты, кроме портов рыбопромысловых колхозов), внутреннего водного, железнодорожного, автомобильного, городского электрического (включая метрополитен) и промышленного транспорта, а также дорожной деятельности;

• Департамент государственной политики в области дорожной деятельности, одной из задач которого является обеспечение совершенство-

вания нормативной правовой и нормативно-технической базы в сфере дорожной деятельности и организации дорожного движения в части организационно-правовых мероприятий по управлению движением на автомобильных дорогах;

- Федеральное дорожное агентство, являющееся федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по оказанию государственных услуг и управлению государственным имуществом в сфере автомобильного транспорта и дорожной деятельности, в том числе в области учета автомобильных дорог.

В ведении вышеупомянутых структур находится подготовка Федеральных законов в соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании».

Учитывая, что техническое регулирование – это правовое регулирование отношений, то можно отнести законодательную и нормативно-техническую основу, сложившуюся еще в СССР, также к техническому регулированию, составными частями которой являются:

- законодательные акты;
- стандартизация;
- государственный надзор и ведомственный контроль.

В соответствии с информационными ресурсами, предоставленными Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Ростехрегулирование), в настоящее время законодательные основы технического регулирования в России базируются на следующих федеральных законах:

- «О защите прав потребителей» (№ 2300-1 от 07.02.1992 с последующими изменениями);
- «Об обеспечении единства измерений» (№ 102-ФЗ от 26.06.2008);
- «О техническом регулировании» (№ 184-ФЗ от 27.12.2002 с последующими изменениями).

Распоряжением Правительства Российской Федерации от ноября 2008 г. № 1734-р, утверждена Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года, в качестве основного механизма которой является совершенствование нормативно-правовой базы и методов государственного регулирования развития транспортной системы, обеспечивающих достижение целей Транспортной стратегии.

Одним из приоритетных направлений совершенствования нормативно-правового регулирования в дорожной деятельности является принятие или повторное утверждение Правительством Российской Федерации нормативных правовых актов. Данные нормативно правовые акты необходимы для государственного регулирования дорожной деятельности в соответствии с Федеральным законом № 257-ФЗ «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Например,

таких, как порядок оценки технического состояния автомобильных дорог, порядок установления временного ограничения или прекращения движения транспортных средств по автомобильным дорогам и т.п., а также подготовка новых документов технического регулирования - технических регламентов, национальных стандартов, стандартов организаций и актов рекомендательного характера (отраслевых дорожных методических документов).

Создаваемая единая система технического нормирования безопасности и качества материалов, изделий, конструкций и услуг в дорожной деятельности должна соответствовать практике работы стран с развитой рыночной экономикой в указанной области. Предусматривается гармонизация российских стандартов в области дорожной деятельности с передовыми международными стандартами.

В соответствии со статьями 7 и 13 Федерального закона «О техническом регулировании» к основным документам системы технического регулирования в сфере дорожной деятельности следует отнести:

- технические регламенты;
- национальные стандарты;
- правила (нормы) стандартизации и рекомендации по стандартизации;
- общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации;
- своды правил;
- стандарты организаций;
- международные стандарты, региональные стандарты, региональные своды правил, стандарты иностранных государств и своды правил иностранных государств, зарегистрированные в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов;
- акты рекомендательного характера, издаваемые распоряжением федерального органа исполнительной власти в дорожной деятельности.

Применительно к сфере дорожной деятельности в настоящее время действует ОДМ 218.1.001-2010 «Рекомендации по разработке и применению документов технического регулирования в сфере дорожного хозяйства», в котором отражены основные принципы применения и соблюдения норм в сфере дорожной деятельности и применение нормативных документов в переходный период. В этом документе дана также классификация отраслевых дорожных методических документов, представляющих собой акты рекомендательного характера, изданные распоряжением федерального органа исполнительной власти в дорожной деятельности, разъясняющие методологию работ в сфере технического регулирования и (или) содержащие технические рекомендации в области проектирования, строительства, реконструкции, модернизации, ремонта и содержания автомобильных дорог и искусственных сооружений на них (табл.1.3).

Таблица 1.3

Документы системы технического регулирования, обеспечивающие дорожную деятельность в соответствии с ОДМ 218.1.001-2010

Наименование документа	Утверждающая инстанция	Назначение документа
1	2	3
Технические регламенты	Принимаются международным договором Российской Федерации, ратифицированным в порядке, установленном законодательством Российской Федерации, или межправительственным соглашением, заключенным в порядке, установленном законодательством Российской Федерации, или федеральным законом, или указом Президента Российской Федерации, или постановлением Правительства Российской Федерации, или нормативным правовым актом федерального органа исполнительной власти по техническому регулированию (статья 2 [87])	Устанавливает обязательные для применения и исполнения требования к объектам технического регулирования (продукции, в том числе зданиям, строениям и сооружениям или к связанным с требованиями к продукции процессам проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации)
Национальные стандарты	Утверждаются Национальным органом Российской Федерации по стандартизации (статья 14 [87])	Документ, в котором в целях добровольного многократного использования устанавливаются характеристики продукции, правила осуществления и характеристики процессов проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг. Стандарт может содержать требования к терминологии, символике, упаковке, маркировке или этикеткам и правилам их нанесения
Правила (нормы) в области стандартизации	Утверждаются Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (ГОСТ Р 1.10)	Устанавливают организационно-методические положения, которые дополняют или конкретизируют отдельные положения основополагающего национального стандарта и определяют порядок и методы выполнения работ по стандартизации

Окончание табл.1.3

1	2	3
Рекомендации по стандартизации	Утверждаются Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (ГОСТ Р 1.10)	Содержат советы организационно-методического характера, которые касаются проведения работ по стандартизации и способствуют применению основополагающего национального стандарта или содержат положения, которые целесообразно предварительно проверить на практике до их установления в основополагающем национальном стандарте
Общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации	Принимаются Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии ([88])	Устанавливают систематизированный перечень наименований и кодов объектов классификации и (или) классификационных группировок и направлены для применения при создании государственных информационных систем и информационных ресурсов и межведомственном обмене информацией
Своды правил	Утверждаются федеральными органами исполнительной власти в пределах их полномочий ([89])	Устанавливают технические правила и (или) описание процессов проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации продукции. Разрабатываются в случае отсутствия национальных стандартов применительно к отдельным требованиям технических регламентов или к объектам технического регулирования в целях обеспечения соблюдения требований технических регламентов
Стандарты организаций: - стандарты научных, общественных, инженерных организаций, ассоциаций и т.п. - стандарты конкретных субъектов хозяйственной деятельности	Принимаются организациями самостоятельно на основании п.1 статьи 17 [87] и могут согласовываться с федеральным органом исполнительной власти в области дорожного хозяйства (необходимость согласования определяется организацией)	Применяются для целей совершенствования производства и обеспечения качества продукции, выполнения работ, оказания услуг, а также для распространения и использования полученных в различных областях знаний результатов исследований (испытаний), измерений и разработок

Федеральным законом «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», вступившим в силу в ноябре 2007 г., определена терминологическая составляющая объектов дорожного хозяйства.

В соответствии с данной терминологической составляющей автомобильную дорогу предлагается рассматривать как объект транспортной инфраструктуры, предназначенный для движения транспортных средств. Данный объект включает в себя земельные участки в границах полосы отвода автомобильной дороги и расположенные на них или под ними конструктивные элементы (дорожное полотно, дорожное покрытие и подобные элементы) и дорожные сооружения, являющиеся ее технологической частью, защитные дорожные сооружения, искусственные дорожные сооружения, производственные объекты, элементы обустройства автомобильных дорог.

Особое место в данном Федеральном законе отводится вопросу классификации автомобильных дорог.

В декабре 2009 г. был принят Федеральный закон № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». Данный закон принят в целях:

- ✓ защиты жизни и здоровья граждан, имущества физических или юридических лиц, государственного или муниципального имущества;
- ✓ охраны окружающей среды, жизни и здоровья животных и растений;
- ✓ предупреждения действий, вводящих в заблуждение приобретателей;
- ✓ обеспечения энергетической эффективности зданий и сооружений.

Анализ основных положений данного документа дает возможность его применения для автомобильной дороги, так как дорога представляет собой линейное инженерное сооружение. Под сооружением в Федеральном законе «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» понимается результат строительства, представляющий собой объемную, плоскостную или линейную строительную систему. Данная строительная система имеет наземную, надземную и (или) подземную части, состоящую из несущих, а в отдельных случаях и ограждающих строительных конструкций и предназначенную для выполнения производственных процессов различного вида, хранения продукции, временного пребывания людей, перемещения людей и грузов.

В 1997 году был принят Федеральный закон № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (с последними изменениями на 27.07.2010г.), который необходимо отнести в качестве базового документа применительно и к дорожному хозяйству. Обосновано это тем, что в соответствии с данным законом к категории опасных производственных объектов относятся объекты, на которых «получаются, используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются следующие опасные вещества:

- ✓ воспламеняющиеся вещества – газы, которые при нормальном давлении и в смеси с воздухом становятся воспламеняющимися и температура кипения которых при нормальном давлении составляет 20 градусов Цельсия или ниже;

✓ окисляющие вещества – вещества, поддерживающие горение, вызывающие воспламенение и (или) способствующие воспламенению других веществ в результате окислительно-восстановительной экзотермической реакции;

✓ горючие вещества – жидкости, газы, пыли, способные самовозгораться, а также возгораться от источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления;

✓ взрывчатые вещества – вещества, которые при определенных видах внешнего воздействия способны на очень быстрое самораспространяющееся химическое превращение с выделением тепла и образованием газов;

✓ токсичные вещества – вещества, способные при воздействии на живые организмы приводить к их гибели.

Учитывая вышесказанное, автомобильную дорогу следует рассматривать как опасный производственный объект, по которому непрерывно круглосуточно происходит передвижение автомобильного транспорта, отнесенного к объектам повышенной опасности. Это означает, что в области технического регулирования в дорожной деятельности следует руководствоваться также Федеральным законом «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».

В связи с этим необходимо обратить внимание на Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», принятый для обеспечения выполнения закона «О техническом регулировании» на территории Российской Федерации и вступивший в силу с мая 2009 года.

Данный закон принят в целях защиты жизни, здоровья, имущества граждан и юридических лиц, государственного и муниципального имущества от пожаров. Он определяет основные положения технического регулирования в области пожарной безопасности и устанавливает общие требования пожарной безопасности к объектам защиты (продукции), в том числе к зданиям, сооружениям и строениям, промышленным объектам, пожарно-технической продукции и продукции общего назначения.

В табл. 1.4 на основании проведенной идентификации объектов транспортной инфраструктуры, приведен ряд Федеральных законов в виде технических регламентов, а также национальные стандарты и своды правил, которыми нужно руководствоваться в сфере дорожной деятельности.

Таблица 1.4

**Идентификация объектов транспортной инфраструктуры
в соответствии с законодательной базой**

№ п/п	Термины и определения	Законодательный документ
1	2	3
1	Автомобильная дорога – объект транспортной инфраструктуры, предназначенный для движения транспортных средств и включающий в себя земельные участки в границах полосы отвода автомобильной дороги и расположенные на них или под ними конструктивные элементы (дорожное полотно, дорожное покрытие и подобные элементы) и дорожные сооружения, являющиеся ее технологической частью, – защитные дорожные сооружения, искусственные дорожные сооружения, производственные объекты, элементы обустройства автомобильных дорог.	Федеральный закон № 257-ФЗ «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»
2	Объекты дорожного сервиса – здания, строения, сооружения, иные объекты, предназначенные для обслуживания участников дорожного движения по пути следования (автозаправочные станции, автостанции, автовокзалы, гостиницы, кемпинги, мотели, пункты общественного питания, станции технического обслуживания, подобные объекты, а также необходимые для их функционирования места отдыха и стоянки транспортных средств).	Федеральный закон № 257-ФЗ «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»
3	Производственные объекты – сооружения, используемые при капитальном ремонте, ремонте, содержании автомобильных дорог.	Федеральный закон № 257-ФЗ «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»
4	Производственные объекты – объекты промышленного и сельскохозяйственного назначения, в том числе склады, объекты инженерной и транспортной инфраструктуры (железнодорожного, автомобильного, речного, морского, воздушного и трубопроводного транспорта), объекты связи.	Федеральный закон № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»
5	К категории опасных производственных объектов относятся объекты, на которых получают, используют, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются опасные вещества.	Федеральный закон № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»

Окончание табл. 1.4

1	2	3
6	Потенциально опасный объект – объект, на котором используют, производят, перерабатывают, хранят или транспортируют радиоактивные, пожаровзрывоопасные, опасные химические и биологические вещества, создающие реальную угрозу возникновения источника чрезвычайной ситуации.	ГОСТ Р 22.1.12-2005 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Структурированная система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений. Общие требования»
7	Сооружение – строительная система любого функционального назначения, в состав которой входят помещения, предназначенные в зависимости от функционального назначения для пребывания или проживания людей и осуществления технологических процессов.	Федеральный закон № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»
8	Сооружения – строительная система, не имеющая наземного замкнутого объема, – мосты и тоннели длиной более 500 м, метрополитены, гидротехнические сооружения 1-го и 2-го классов.	ГОСТ Р 22.1.12-2005 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Структурированная система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений. Общие требования»
9	Сооружение – результат строительства, представляющий собой объемную, плоскостную или линейную строительную систему, имеющую наземную, надземную и (или) подземную части, состоящую из несущих, а в отдельных случаях и ограждающих строительных конструкций и предназначенную для выполнения производственных процессов различного вида, хранения продукции, временного пребывания людей, перемещения людей и грузов.	Федеральный закон № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»
10	Жизненный цикл здания или сооружения – период, в течение которого осуществляются инженерные изыскания, проектирование, строительство (в том числе консервация), эксплуатация (в том числе текущие ремонты), реконструкция, капитальный ремонт, снос здания или сооружения.	Федеральный закон № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что в области дорожной деятельности после принятия Федерального закона «О техническом регулировании» имеют силу следующие федеральные законы:

✓ «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 8 ноября 2007 г.

✓ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» от 30 декабря 2009 г.

✓ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.1997 (с последними изменениями на 27.07.2010г.).

✓ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22 июля 2008 г.

Следующим этапом выполнения Федерального закона «О техническом регулировании» явилась разработка и утверждение законодательных документов в виде национальных стандартов и сводов правил, представленных Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (рис. 1.7).

На рис. 1.7 представлены некоторые основные Федеральные законы, ГОСТы, СНиПы, которые должны применяться в дорожной деятельности. Однако, в них имеются разночтения между изложенными выше требованиями «Технического регламента о безопасности зданий и сооружений» и «Технического регламента о требованиях пожарной безопасности» с некоторыми основными положениями Федерального закона «О техническом регулировании».

Во-первых, следует отметить, что в соответствии с основными положениями Федерального закона «О техническом регулировании» *технические регламенты* устанавливают *обязательные* для применения и исполнения *требования* к объектам технического регулирования, а *национальные стандарты и своды правил* применяются на *добровольной основе*

Однако Федеральным законом «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» *утверждается* применение *национальных стандартов и сводов правил на обязательной основе*.

Во-вторых, вызывает ряд вопросов принятый на обязательной основе свод правил, а именно СНиП 2.05.02-85* «Автомобильные дороги», по выборке его отдельных пунктов оставленных к применению на обязательной основе, имевших ранее статус добровольного применения.

В-третьих, законодательные документы, касающиеся области дорожного хозяйства, и принятые в виде обязательных или добровольных требований, практически не содержат информации об оценке степени риска и степени причиняемого дорожной деятельностью ущерба.

Учитывая необходимость строгого выполнения основных положений Федерального закона «О техническом регулировании», к настоящему времени необходима корректировка содержания законодательной базы, касающейся деятельности в области дорожного хозяйства страны. Основные предложения по такой корректировке представлены на рис. 1.8.

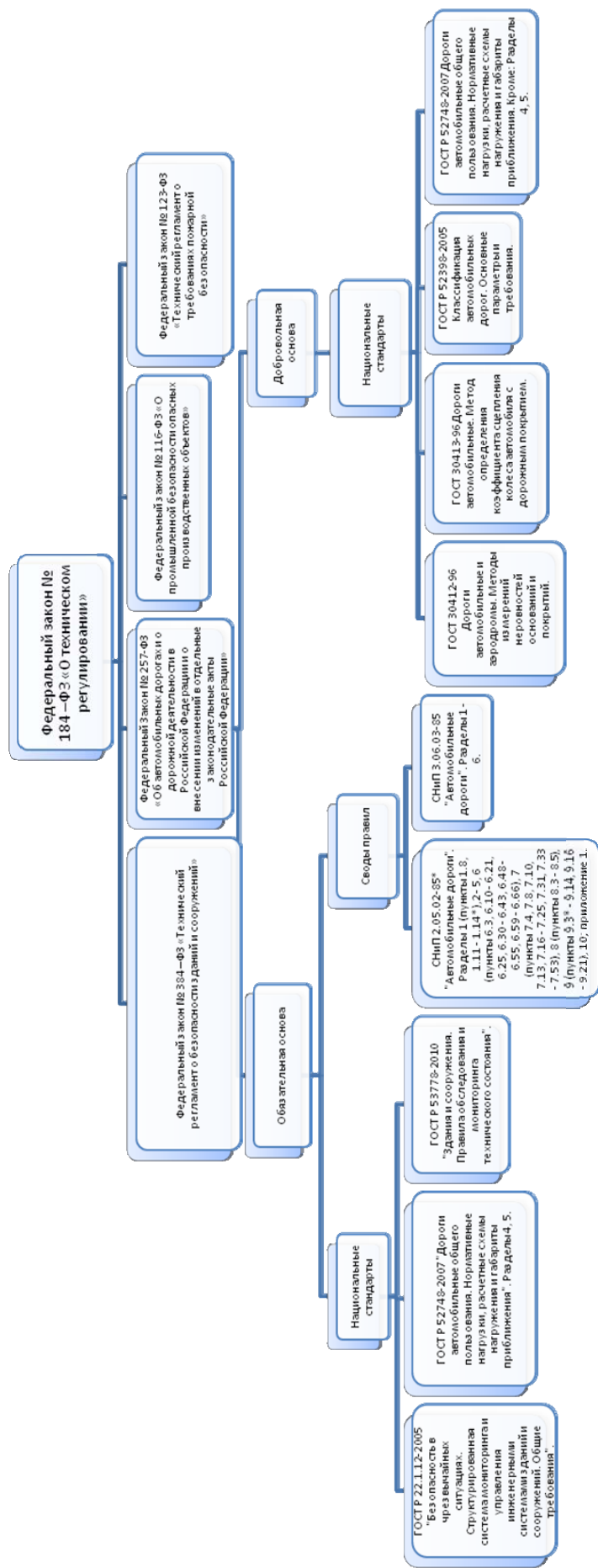


Рис. 1.7. Основные действующие законодательные документы применительно к области дорожной деятельности

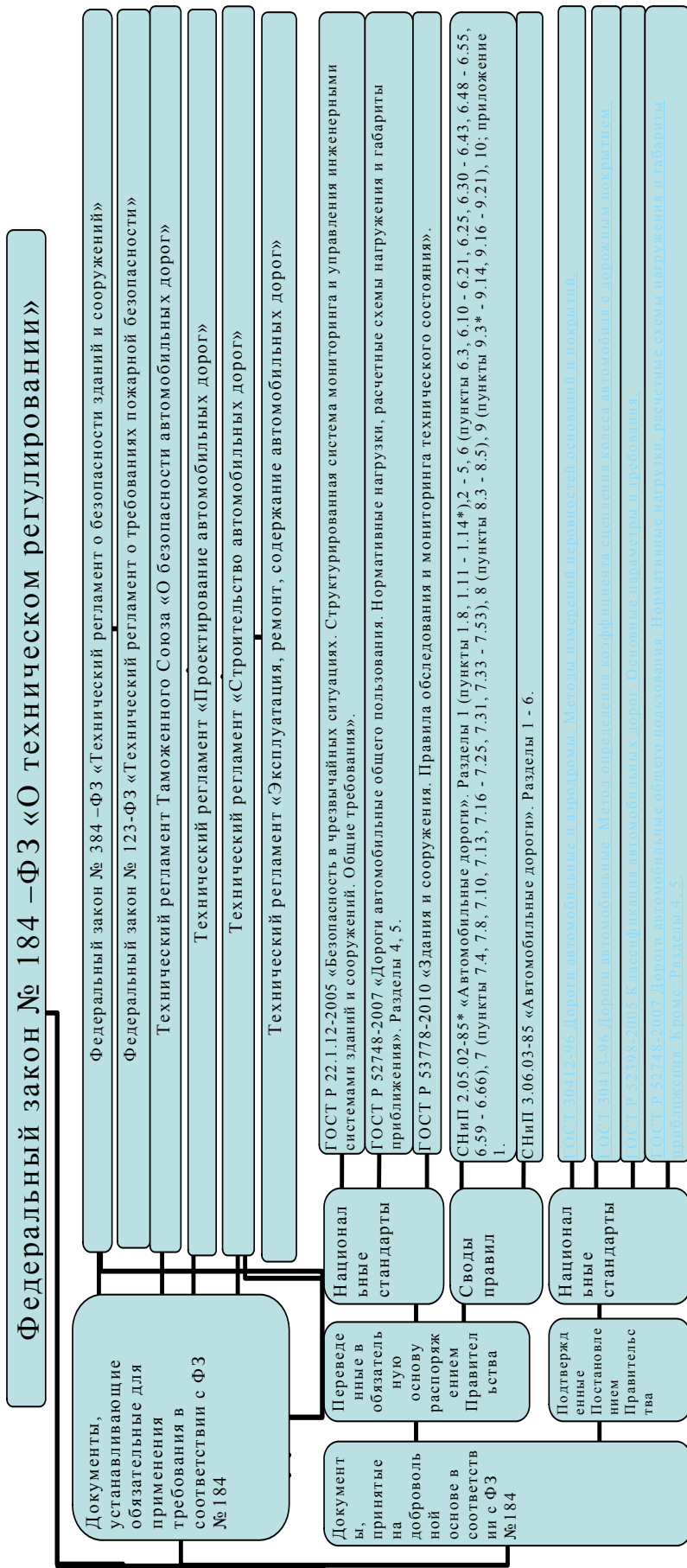


Рис. 1.8. Необходимые законодательные документы в области дорожного хозяйства в соответствии с Федеральным законом №184-ФЗ «О техническом регулировании»

1.7. Перспективы развития систем управления и контроля качества автомобильных дорог

Проблематика обеспечения и повышения качества продукции и управления им в дорожном хозяйстве является намного актуальнее, чем в других отраслях народного хозяйства. Дорожная отрасль характеризуется разнообразием и специфичностью выпускаемой продукции, большим различием физических свойств применяемых материалов, непрерывной изменчивостью внешней среды, а также необходимостью удовлетворения повышенных требований заказчика, что обуславливает необходимость широкого использования передовых методов управления и контроля качества дорожной продукции.

В общем случае проблематика качества в дорожном хозяйстве включает следующий комплекс мер:

- обоснованное трассирование и рациональное (с использованием современных программных комплексов) проектирование дорог;
- оптимальное планирование, а также рациональную и эффективную организацию и производство подготовительных и основных работ на всех уровнях и стадиях производственного процесса;
- выбор качественных дорожно-строительных материалов для дорожных конструкций и покрытий, а также наиболее подходящих поставщиков;
- выбор комплексов современной и высокоточной дорожно-строительной техники, а также организацию ее эффективной работы, обслуживания и ремонта;
- оптимизацию технологических режимов отдельных процессов и операций;
- повышение профессионального уровня персонала, вовлеченного в производство дорожных работ.

Опыт показывает, что даже значительное совершенствование только по одному или нескольким из перечисленных направлений может принести только ограниченный эффект, поэтому необходимо применение системного и комплексного подходов на основе современных принципов и методов науки о качестве и творческом использовании опыта, накопленного в других странах.

Что касается дорожного хозяйства, как и для многих других областей, понятие качества может относиться как к производимым работам, дифференцированным по технологическим операциям, так и к их результатам – готовым объектам. При этом следует отметить, что классическими для проработки проблематики качества являются задачи непрерывного производства, когда выдача продукции осуществляется постоянным потоком.

Рассмотрим проблему оценки качества не только на стадии готовой продукции, когда объектом является сдаваемая в эксплуатацию дорога, но

и на стадии процесса ее строительства. Это вполне соответствует так называемому процессному подходу, которому уделяется значительное внимание в последней версии стандартов ИСО серии 9000.

Применительно к дорожному строительству большую роль в обеспечении и повышении требуемого качества играют особенности, не присущие другим производствам, которые обуславливают специфические трудности организации выполнения работ, а именно:

- большое число разнородных работ, выполняемых в рамках полного цикла и требующих использования большого количества разнообразных машин и механизмов, технологических комплексов подготовки материалов и т.д. В этих условиях для оценки качества отдельных видов работ должны быть учтены частные показатели, определяемые экспериментально, непосредственно в ходе их выполнения, поскольку реальные последствия нарушений требований могут проявляться только через большие интервалы времени, после ввода дороги в эксплуатацию;

- большие физические объемы перемещаемых материалов: грунта, щебня, песка, асфальто- и цементобетонной смеси. В связи с этим, помимо специализированных дорожных машин, большую роль в производственном процессе играет мощная высокопроизводительная транспортная техника. Для этого необходимо наличие и нахождение в рабочем состоянии требуемого числа машин в каждой категории, четкая координация работ, которые должны выполняться в определенной последовательности и часто с установленными временными интервалами, по графику;

- линейный характер работ, предусматривающий перемещение рабочих мест, дорожных машин и другой техники по трассе строящейся дороги;

- сохранение значительной доли ручных операций, для чего требуются большие коллективы работников разной квалификации;

- изменяемость по трассе характеристик грунтов и параметров трассы (повороты, уклоны). При выборе направления трассы эти параметры являются переменными, которыми в определенных пределах можно управлять; после проложения направления трассы качество ее выбора определяется среднеквадратичными отклонениями отметок грунта по отношению к проектной линии трассы;

- значительные изменения условий работы, обусловленные многими объективными факторами, основными из которых являются погодные условия, как закономерные, происходящие по временам года в соответствии со средними закономерностями, так и краткопериодные, которые можно считать случайными. Поскольку природно-климатические факторы являются объективными, внешними, то качество производственного процесса следует оценивать не только по отношению к заранее составленной программе (в которой учитываются только закономерные сезонные изменения, поскольку случайные изменения долгосрочно не прогнозируются), а, в первую очередь, по ретроспективно составленной, оптимальной для кон-

кретных условий программе, по зарегистрированным данным относительно происшедших изменений погоды за рассматриваемый период;

- при значительной протяженности участков автомобильных дорог неизбежны изменения характеристик используемых материалов, поскольку для сокращения объемов грузоперевозок приходится переходить на поставку материалов (песка, камня, гравия) из разных карьеров, поставку асфальто- и цементобетонных смесей с разных заводов, специальное строительство которых может быть предусмотрено вдоль трасс через определенные расстояния.

Отмеченные особенности определяют существенную специфику дорожного хозяйства по сравнению с другими отраслями, на которые преимущественно ориентировались создатели современных концепций управления качеством.

В процессе проведенных исследований, на основе общих принципов современной науки, ведущими специалистами дорожной отрасли были определены критерии качества работ по строительству, ремонту и содержанию автомобильных дорог. Так, например, при оценке качества ремонта асфальтобетонного покрытия следует использовать восемь его основных параметров: ширину, поперечный уклон, толщину, коэффициент уплотнения, предел прочности при сжатии, водонасыщение, коэффициент сцепления, ровность.

Обеспечение требуемого высокого уровня качества в отрасли возможно только на основе разработки нового комплекса нормативных документов, в первую очередь, отраслевых стандартов, согласованных и гармонизированных с международными стандартами ИСО серии 9000 последней версии, в которых приоритет отдается процессному подходу.

Принятый за основу подход к оценке качества автомобильной дороги на стадии процесса строительства, когда оценку качества продукции выполняют на различных этапах ее производства, имеет несомненное преимущество перед оценкой ее качества только на стадии готовности дороги. Изложенный подход позволяет контролировать качество продукции путем управляющих и корректирующих воздействий, влияющих на конечный результат, т.е. на качество готовой продукции. При этом, такой принцип оценки качества продукции соответствует процессному подходу, как основе международных стандартов ИСО серии 9000, что позволяет при выполнении дорожных работ не только выявлять брак готовой продукции, но и предотвращать его возникновение в процессе производства.

По мнению ведущих зарубежных ученых-специалистов в области систем управления, качество нельзя обеспечить и получить лишь путем проверки, т.е. с помощью технического контроля. Оно должно быть заложено в продукции, причем с самых начальных этапов ее концептуальной разработки. Управление качеством с основным вниманием на контроль - это управление старого стиля.

Для обеспечения и повышение качества дорожных работ в дорожном хозяйстве необходим системный подход, предусматривающий главным образом мобилизацию внутрипроизводственных факторов подрядных предприятий, влияющих на качество, а также усилий органов государственного контроля (надзора). Тезис системного подхода хорошо известен специалистам по управлению качеством как «правило Джурана», утверждающее, что «.. любая проблема на 85 % определяется системой, а на 15 % – работниками».

С учетом вышеизложенного подхода основные положения изложенных выше трехуровневой системы научно-технического сопровождения (управления качеством) и интегральной трехуровневой системы управления и контроля качества с применением основных принципов НТС могут быть успешно трансформированы в систему управления и оценки качества автомобильных дорог, отвечающую следующим требованиям:

- повышению эффективности работы отраслевых предприятий и подрядных дорожных организаций (путем разработки и внедрения Росавтодором принципов, мотивирующих организации к эффективной и качественной работе);

- совершенствованию механизма технического надзора заказчиком за счет введения процедуры инженерного сопровождения строительства, ремонта и содержания автомобильных дорог и искусственных сооружений на них, с обязательным привлечением для сопровождения специализированных инженерных организаций, имеющих соответствующее техническое оснащение для проведения лабораторных испытаний используемых материалов, операционного контроля качества выполняемых работ и инструментальных измерений параметров готовой продукции;

- совершенствованию контроля со стороны федерального и региональных органов управления дорожным хозяйством, осуществляющих (с привлечением независимых сторонних организаций) инспекционные проверки качества как выполняемых работ, так и технического надзора с инженерным сопровождением строительства при реализации проектов строительства, ремонта и содержания автомобильных дорог;

- мониторингу качества дорожной продукции с разработкой оперативных и долговременных корректирующих мероприятий по управлению качеством и системы управляющих воздействий на объекты управления - технологических, экономических, организационных.

На рис. 1.9. представлена структурная схема системы управления и контроля качества автомобильных дорог и взаимодействия участников производственного процесса, включающая три уровня управления: I уровень – производственный, II уровень – технический (инженерный), III уровень – ведомственный (региональный).

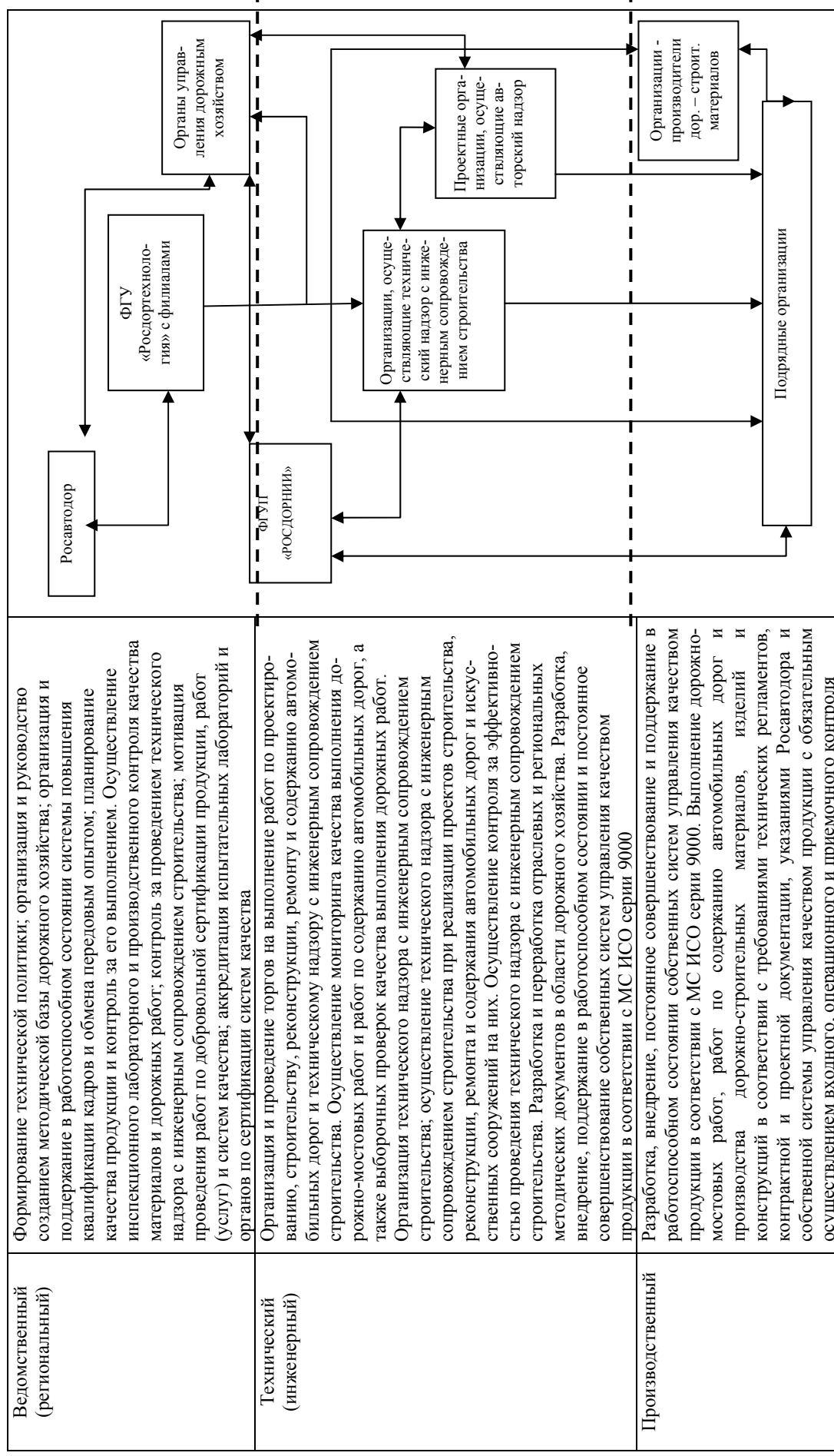


Рис. 1.9. Структурная схема трехуровневой системы управления качеством дорожных работ в дорожном хозяйстве и взаимодействия участников производственного

Предлагаемая система управления и оценки качества автомобильных дорог оптимально функционирует только в комплексной увязке со сложившейся в России и непрерывно совершенствующейся трехуровневой системой (вертикалью) государственного управления.

1.8. Внедрение систем менеджмента качества организаций дорожного хозяйства России на принципах международных стандартов ИСО 9000

Инструментом обеспечения высокого качества конечной продукции может стать международный стандарт на систему управления качеством ИСО 9001, которая позволяет устранять причины возникновения брака.

Принципиально новым в этом стандарте является то, что качество продукции гарантируется не конечным контролем, а управлением процессом производства. Создание системы управления качеством на основе стандарта ИСО 9001 начинается с формулирования руководством дорожной организации целей в области качества и разработки руководства по качеству. Для достижения поставленных целей определяется порядок производства продукции и взаимосвязи подразделений. Затем – документы следующего уровня, пока не будут оформлены должностные инструкции каждого сотрудника. В процессе разработки устанавливаются контрольные точки, в которых необходимо проверять качество предыдущих операций. В результате создается система технологического контроля за выполнением промежуточных операций. Система позволяет выявить точки, в которых с наибольшей вероятностью может происходить снижение качества и на основе анализа причин возникновения брака принять решение об управляющем воздействии и проведении корректирующих мероприятий.

Основная трудность работы по созданию системы управления качеством на основе стандарта ИСО 9001 заключается в невозможности прямого применения норм, поэтому руководству предприятия необходимо самому переводить нормы стандарта в конкретные требования, самому формулировать цели в сфере качества и определять свои сроки проведения контрольных проверок.

В основу системы управления качеством положены восемь принципов:

- дорожно-строительная организация зависит от Заказчика и должна понимать его настоящие и будущие запросы, выполнять его требования и стремиться превзойти его ожидания;
- руководители предприятия должны создавать обстановку, ситуацию, в которых все работники предприятия должны полностью разделять цели своего предприятия и быть включены в процесс их достижения;
- полное вовлечение всех работников в процесс достижения целей предприятия дает возможность использовать все их способности на благо предприятия;

- желаемый результат достигается более эффективно при руководстве соответствующими ресурсами и деятельностью предприятия как процессом;

- вклад в эффективность и результативность работы предприятия вносят идентификация, понимание и управление системой взаимосвязанных процессов, направленных на достижение поставленной цели;

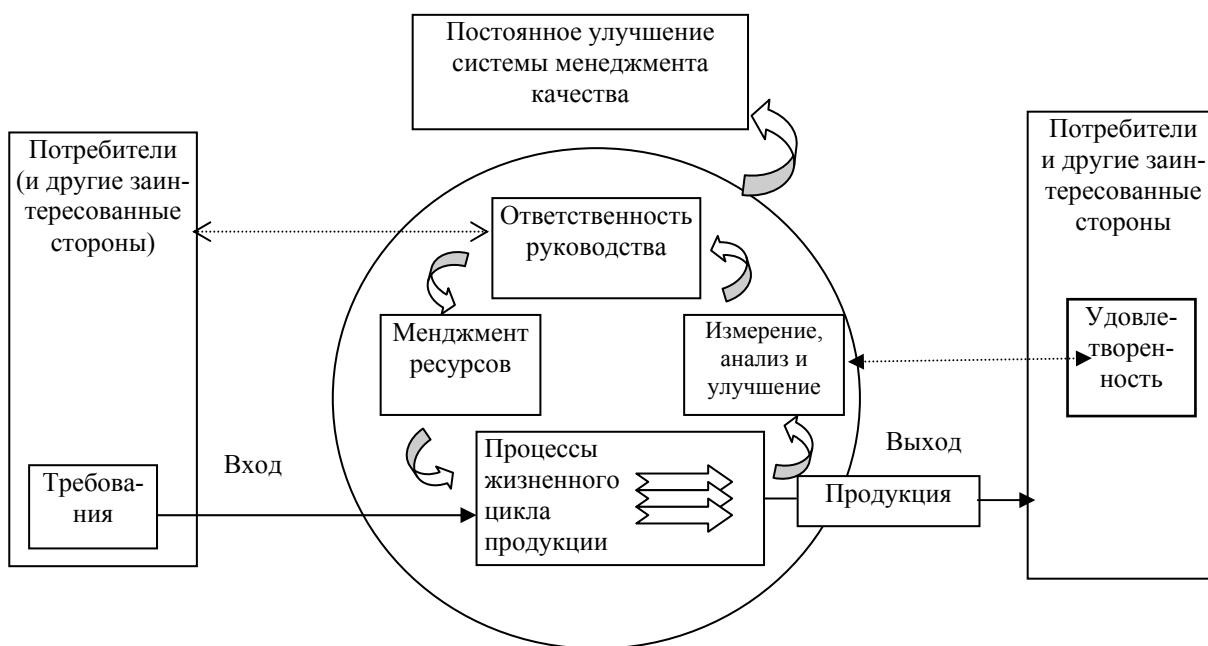
- постоянной целью организации является непрерывное улучшение: организации труда, качества строительства, качества ремонта машин и механизмов;

- решение будет эффективным, если базируется на логическом и интуитивном анализе имеющихся у руководителя данных и информации;

- взаимовыгодные отношения между организацией и ее поставщиками повышает способность обеих сторон добиваться успеха.

Для организации системы управления качеством, повышения эффективности и продуктивности работы дорожного хозяйства необходимо обеспечить нормальное финансирование по контрактам, создать в отрасли систему обеспечения предприятий, но без навязывания поставщиков и собственных цен, систему кредитования.

Модель стандартов МС ИСО 9000 версии 2000 года состоит из четырех блоков, объединенных в замкнутый управленческий цикл (рис.1.10).



Условные обозначения:

- > Деятельность, добавляющая ценность
-> Поток информации

Рис. 1.10. Модель системы менеджмента качества, основанной на процессном подходе

В стандартах ГОСТ Р ИСО 9000 содержатся рекомендации – как наиболее рационально, исходя из потребностей производства или условий контракта, выбрать модель системы и те ее элементы, которые необходимы для каждой модели или их сочетаний.

Создаваемая система должна учитывать:

- специфику предприятия;
- его размеры;
- структуру и организацию производства.

Система качества должна быть гибкой, чтобы не создавать помех тем изменениям, которые могут оказаться необходимыми в дальнейшем.

Структуру системы качества можно представить пирамидой документации (рис. 1.11).

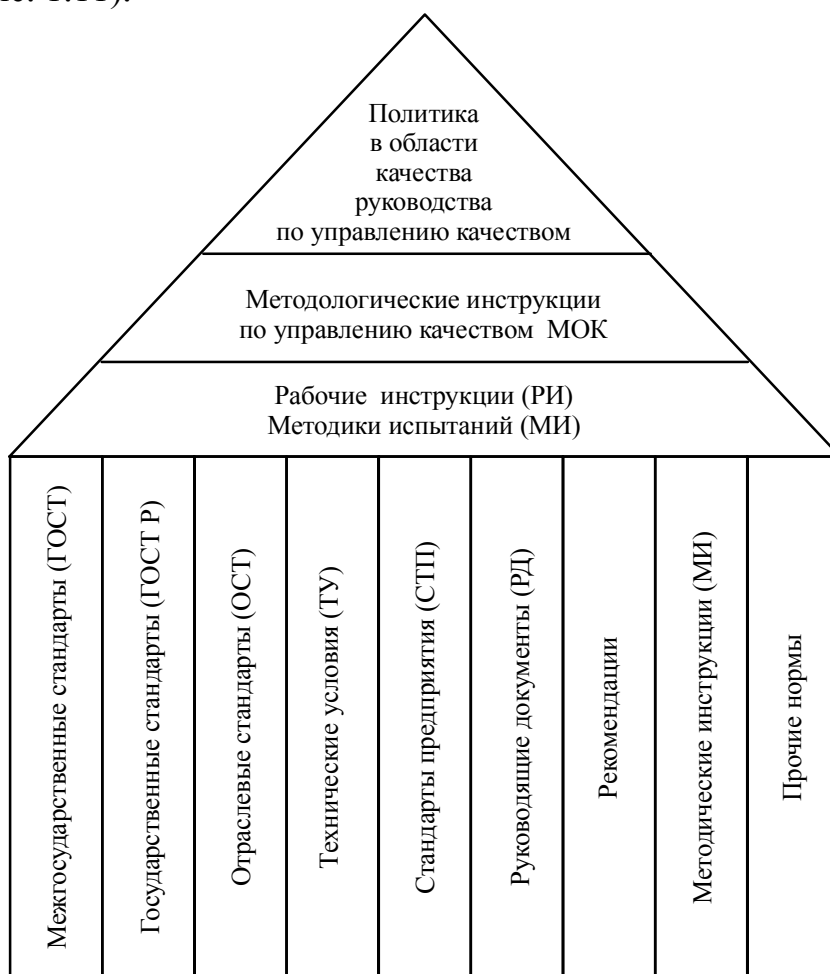


Рис. 1.11. Структура документации системы управления качеством

Верхнюю часть пирамиды занимает Руководство по управлению качеством для всей организации. Руководство (или Справочник) содержит сформулированную дирекцией политику предприятия в области качества, цели по качеству и утвержденную организационную структуру производства.

Среднюю часть пирамиды составляют методические документы общего характера, мероприятия и последовательность операций по обеспечению качества.

Нижняя часть пирамиды представляет собой набор рабочих инструкций для исполнителей.

Все эти документы охватывают следующие сферы деятельности: организационную работу, проектирование, документацию, материально-техническое обеспечение, производство (изготовление), испытания и приемку продукции, корректирующие действия при отклонениях, связь с потребителями, надзор, хранение и транспортировку.

Система качества разрабатывается с учетом конкретной деятельности предприятия, но в любом случае она должна охватывать все стадии жизненного цикла продукции – «петли качества», поэтому базовой основой для второго потока – сертификации организаций (фирм) – представляется ставшая классической спираль качества (рис. 1.12).



Рис. 1.12. Спираль качества для предприятия по ГОСТ Р ИСО 9001

К спирали качества следует добавить новый подход – проверку потребителем не только продукции, но и системы управления качеством продукции поставщика (рис. 1.13).

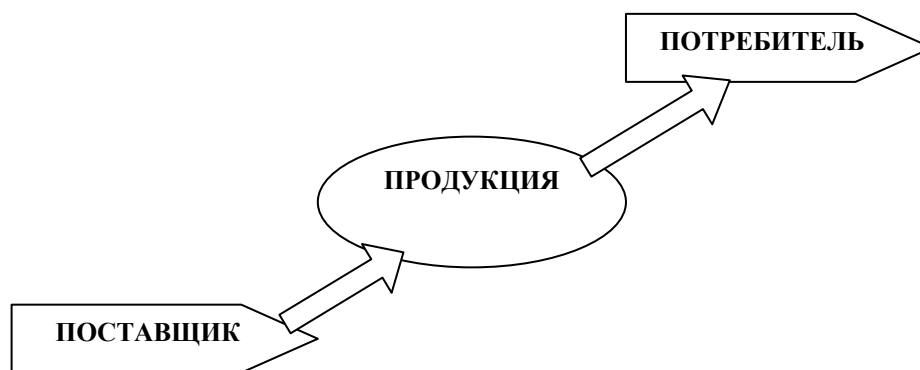


Рис. 1.13. Система управления качеством продукции поставщика

Для отраслевой системы представляется необходимым принять за базовую организационную основу внедрения сертификации отраслевую спираль качества (рис. 1.14).

- | | |
|-------------|---|
| I уровень | <ol style="list-style-type: none"> 1. План развития – бюджет 2. Нормативно-техническая база (техническая политика) 3. Материально-техническое обеспечение 4. Подготовка объектов производства (титулы Заказчика, инженерный проект) |
| II уровень | <ol style="list-style-type: none"> 5. Производство (торги подрядчиков, рабочий проект) 6. Контроль и испытания (сертификация и метрология) 7. Базы и заготовка материалов 8. Производство работ (реализация) |
| III уровень | <ol style="list-style-type: none"> 9. Диагностика 10. Приемочная комиссия 11. Сдача в эксплуатацию |

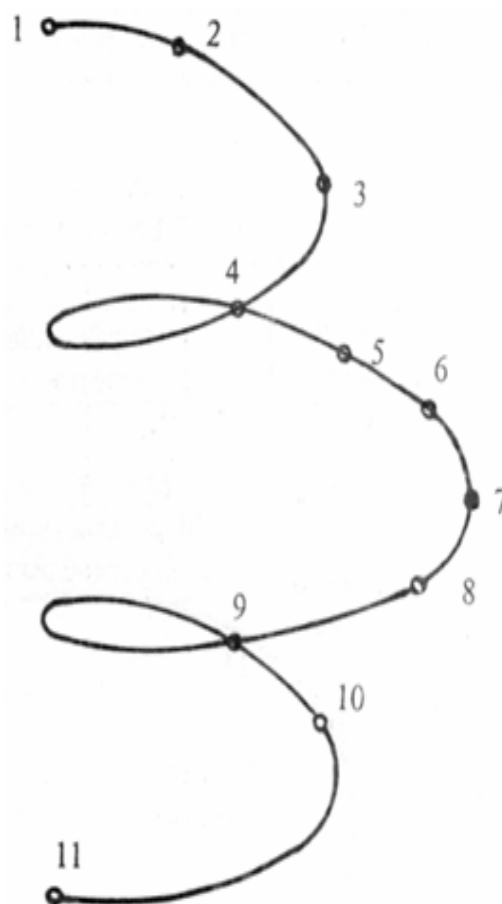


Рис. 1.14. Спираль качества для трехуровневой системы

Система управления качеством считается внедренной в организации или на предприятии дорожного хозяйства после осуществления сертификации систем качества данных организаций или предприятий на соответствие требованиям ГОСТ Р ИСО 9001.

Сертификация систем качества осуществляется в соответствии с ГОСТ Р 40.001-95 «Правила по проведению сертификации систем качества в Российской Федерации» (переиздание февраль 2000года) и РДС 10-236-99 порядок проведения сертификации систем качества и сертификации производств в строительстве.

Сертификация систем качества или внедрение систем управления качеством в соответствии с данными нормативными документами представляет собой достаточно сложную и ответственную процедуру, включающую целый ряд ступеней (этапов) работы.

Внедренная система управления качеством начинает работать в момент поступления заказа, на стадии анализа контракта и соответствия стоимости работ с предъявляемыми заказчиком требованиями по качеству продукции. По мере прохождения технологического процесса на каждой стадии отслеживается не только работа соответствующих подразделений, но и ритмичность, своевременность поставок материалов и выполнения работ субподрядчиками.

На основе собранных данных проводится анализ причин возникновения несоответствия продукции заявленному (оговоренному в контракте) уровню качества и принимаются корректирующие действия по изменению технологии, смене поставщиков или субподрядчиков, изменениям в деятельности собственного предприятия (кадровым, организационным, техническим, технологическим) и т.д. После этого анализируются последствия проведенных мероприятий и их влияние на качество продукции.

В результате на предприятии начинает работать циклическая саморегулирующаяся система по отслеживанию качества продукции (претензий, рекламаций заказчика) и принятию соответствующих мер.

Система управления качеством является частью системы управления предприятием (организацией). Цели в области качества дополняют другие цели предприятия, такие, как, например, связанные с развитием, финансированием, рентабельностью, безопасностью персонала и охраной окружающей среды. Различные части системы управления предприятием могут быть интегрированы вместе с системой управления качеством в единую, связанную и унифицированную систему управления, использующую общие элементы.

Следует подчеркнуть, что внедрение международных стандартов ИСО 9000 является исключительно добровольным делом для предприятия.

Создание и использование системы управления качеством в соответствии со стандартами ГОСТ Р ИСО 9000 требует определенного развития рыночных отношений в отрасли. Не секрет, что во многих случаях заклю-

чаемые контракты обеспечиваются финансированием в денежной форме лишь частично (до 30 %). Остальная часть финансирования обеспечивается заказчиком путем поставок строительных материалов, дорожной техники, топлива. В этих условиях предприятия лишены возможности контролировать сроки и объемы поставок, качество получаемых материалов, т.е. предприятия фактически не имеют условий, а следовательно, и возможности реально организовать систему управления деятельностью предприятия, в том числе и систему управления качеством.

Поэтому для организации системы управления качеством строительства автомобильных дорог, для повышения качества строительства и тем самым для повышения эффективности и продуктивности работы дорожного хозяйства, интенсификации и повышения эффективности научно-технического прогресса в отрасли необходимо обеспечить нормальное финансирование по контрактам, создать в отрасли систему материально-технического обеспечения предприятий дорожного хозяйства, но без навязывания поставщиков и собственных цен, систему их кредитования и т.п.

Однако и в нынешних условиях хозяйствования дорожно-строительным предприятиям целесообразно и возможно формировать собственные, справедливые для каждого отдельного предприятия системы управления качеством.

Для ускорения процесса сертификации организации создана система «Росстройсертификация» на базе учреждения «Федеральный центр технической оценки продукции в строительстве» (ФГУ ФЦС). Положение о Системе добровольной сертификации в строительстве в Российской Федерации «Росстройсертификация» утверждено приказом ФГУ ФЦС от 21 апреля 2003г. № 63.

Специализированная в области строительства Система «Росстройсертификация» предназначена для организации и проведения добровольной сертификации, независимой и квалифицированной оценки соответствия установленным требованиям: продукции, работ и услугам, систем качества, систем управления окружающей средой, а также оценки соответствия экспертов требованиям компетентности, установленным в системе. Системой предусмотрена сертификация как отечественной, так и импортной продукции в строительстве по единым правилам, действующим в Системе. Система является полностью самостоятельной и открытой для вступления в нее организаций, предприятий и лиц, признающих ее правила. Сертификация в Системе осуществляется на добровольной основе на основании обращения отечественных и зарубежных заявителей. При сертификации в Системе соблюдаются следующие основные принципы: добровольность; объективность оценок; конфиденциальность; специализация органов по сертификации; Система имеет собственные формы сертификатов и знаков соответствия. Объектами сертификации в Системе являются: продукция производственно-технического назначения, услуги, работы, в том числе

строительно-монтажные работы, системы менеджмента качества, системы управления окружающей средой, эксперты Системы.

Контрольные вопросы

1. Краткая характеристика систем управления качеством продукции на промышленных предприятиях в России (бывшем Советском Союзе), способствовавших внедрению в производство четырех систем контроля и управления качеством в дорожном строительстве.

2. Отличительная особенность сопровождения проектов, финансируемых МБРР.

3. Структура системы Международной федерации инженеров-консультантов (МФИК).

4. Схема организации контроля качества строительства объектов в ДСД «Центр».

5. Принципы формирования системы научно-технического сопровождения (управления качеством) ремонта, реконструкции и строительства автомобильных дорог.

6. Иерархия структуры органов управления дорожным хозяйством трехуровневой системы управления или контроля качества с применением основных принципов НТС

7. Иерархия системы управления и контроля качества автомобильных дорог и взаимодействия участников производственного процесса, включающая три уровня управления: I уровень – производственный, II уровень – технический (инженерный), III уровень – ведомственный (региональный).

8. Перечень документов, содержащих основные принципы и положения законодательно-правовой базы отраслевой системы нормативных и методических документов дорожного хозяйства.

9. Три взаимосвязанные стадии развития системы управления качеством дорог.

10. Модель системы менеджмента качества, основанной на процессном подходе.

11. Структура документации системы управления качеством.

12. Спираль качества для предприятия по ГОСТ Р ИСО 9001.

13. Спираль качества для 3-уровневой системы управления качеством дорог.

14. Добровольная сертификация работ (услуг) и систем качества в дорожном строительстве.

2. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ И КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

2.1. Качество и классификация дорожно-строительной продукции

Согласно ГОСТ 15467-70 под качеством продукции следует понимать совокупность свойств, обуславливающих ее пригодность удовлетворять потребности в соответствии с ее назначением. Продукция представляет собой вещественный результат деятельности системы человек – машина, предназначенный для удовлетворения определенных потребностей.

В дорожном строительстве качество продукции отождествляли, как правило, с качеством применяемых материалов или законченных конструктивных элементов, таких как, например, бутовый камень, песок, грунт, металл, минеральный порошок, древесина, щебень, железобетонные плиты, бортовые камни, звенья водопропускных труб, мосты, здания и др.

Такое представление не соответствует требованию стандарта и не способствует успешному решению поставленной проблемы. В дорожном строительстве конечной продукцией является дорога, предназначенная для удовлетворения грузовых и пассажирских перевозок. Развивая трактовку ГОСТ 15467-70, под качеством дороги следует понимать совокупность свойств, обуславливающих ее пригодность удовлетворять потребности народного хозяйства в грузовых и пассажирских перевозках с заданными скоростями, нагрузками и интенсивностью движения по дороге.

Однако качество дороги недостаточно характеризовать только пригодностью удовлетворять перевозки с определенными требованиями. При оценке уровня качества дорог, учитывая ее высокую стоимость и длительность использования, необходимо устанавливать наибольшую полноту удовлетворения предъявляемых к ней требований.

Общественные потребности, предъявляемые к дорогам, весьма разнообразны: провозная и пропускная способность, удобство пользования дорогами, обеспечение высокого психологического климата и работоспособного состояния водителя и пассажиров (основные потребители продукции), восприятие передаваемой информации, возможность эффективного функционирования дороги путем содержания и ремонта с минимумом затрат, удовлетворение эстетических и духовных запросов водителя и пассажира. Общественные потребности непрерывно растут. Это обуславливается научно-техническим прогрессом, ростом материального и культурного уровня населения. Поэтому требования к качеству дорог непрерывно повышаются.

Большое разнообразие все возрастающих общественных потребностей к дорогам обусловило новое определение качества дорог. **Под качеством дороги необходимо понимать совокупность свойств, определяющих**

оптимальное функционирование системы водитель – автомобиль – дорога – среда (ВАДС). Система ВАДС включает в себя 12 связей (подсистем) и позволяет весьма всесторонне характеризовать качество дороги. Определение качества, основанное на системном принципе, всесторонне охватывает различные функции дороги. Оно дает возможность оценить техническое состояние собственно дороги, условия взаимодействия дороги с автомобилем, водителя через автомобиль со средой и др.

Качество дорог, комплексно охватывающее все аспекты создания дорожно-строительной продукции, составляет важнейшую проблему дорожного строительства. Актуальность этой проблемы устанавливается: непрерывным ростом интенсивности движения и осевых нагрузок; улучшением качества выпускаемых автомобилей и возможностью развивать большую скорость; возрастающим количеством дорожно-транспортных происшествий; относительно низкой средней скоростью движения автомобилей и сравнительно высокой себестоимостью перевозок; возрастающей стоимостью дорог; повышенным требованием пассажиров к эстетике дорог и комфортабельности движения.

Качество дорог – проблема комплексная, научная, техническая, экономическая, социальная. Эффективное ее решение требует коренных преобразований всего дорожно-строительного производства: улучшения научно-исследовательских и проектно-изыскательских работ; совершенствования технологии, организации и культуры производства; применения новых прогрессивных конструкций полотна и максимальной сборности конструкций; надлежащего контроля и испытания сырья, материалов, изделий и готовой продукции; существенного улучшения эксплуатации дорог.

Изготовление дорожно-строительной продукции в отличие от выпуска изделий конвейерного производства на стационарных предприятиях имеет ряд существенных особенностей, поскольку в строительстве дорог участвуют различные организации (проектные, снабженческие, производящие полуфабрикаты, строительные-монтажные, субподрядные, эксплуатационные), разобщенные территориально и административно. Поэтому проблема качества дорог обуславливает переход от отдельных локальных организационно-технических мероприятий обеспечения качества на том или ином уровне производства продукции к научно обоснованной комплексной системе непрерывно действующих мероприятий по управлению качеством.

Дорожно-строительную продукцию можно разделить на два класса: первый – продукция на стадии производства и второй – продукция на стадии использования.

Продукция на стадии производства, т.е. расходуемая при использовании, характеризуется необратимым процессом переработки. Так, переработка бутового камня на щебень характеризуется необратимым процессом. Продукцию дорожно-строительного производства первого класса можно подразделять на отдельные группы: сырье (бутовый камень, песок, грунт и

т.п.); материалы (вяжущие, металл, минеральный порошок, древесина, щебень и т.п.); расходные изделия (железобетонные плиты, бортовые камни, звенья водопропускных труб и т.д.).

Продукция на стадии использования (эксплуатации) – это та, у которой происходит расход ресурса. К продукции второго класса относятся различные элементы дороги (мосты, здания и др.) и дорога в целом. Эта продукция используется по назначению в соответствии с общественными потребностями до технического или морального износа.

Из продукции второго класса наиболее важной и дорогостоящей является дорожная одежда. Ее назначение - круглогодичный, безопасный и комфортный пропуск транспортного потока с заданной скоростью.

Дорожная одежда должна быть прочной и обеспечивать в течение нормативного срока службы допускаемые прогибы от воздействия автомобильной нагрузки в широком диапазоне положительных и отрицательных температур. Материалы для конструктивных слоев, их количество и толщину следует назначать исходя из недопустимости деформаций сдвига в грунте земляного полотна или дренирующего (теплоизолирующего) слоя и критических растягивающих напряжений в монолитных слоях.

С целью уменьшения прогиба от нагрузки и повышения сдвигоустойчивости покрытия в плоскости раздела с основанием все монолитные конструктивные слои в процессе строительства должны быть склеены между собой.

Возникающие в дорожной одежде вертикальные и горизонтальные напряжения от автомобилей затухают с глубиной. Это позволяет конструировать ее из нескольких слоев, различных по прочности, в соответствии с величинами и видами усилий, действующих на каждый слой.

Покрытие, непосредственно воспринимающее воздействие колес автомобилей и природных факторов, должно быть наиболее прочным, износо- и термостойким, водонепроницаемым, ровным и шероховатым для обеспечения безопасного движения автомобилей с расчетной скоростью, обеспечивать транспортно-эксплуатационные качества автомобильной дороги во все периоды года при различной погоде и температуре воздуха.

Толщина покрытия при эксплуатации дороги снижается из-за износа, поэтому ее периодически восстанавливают путем устройства сверху слоев износа.

Классификация дорожных одежд по типам покрытий приведена в табл. 2.1.

Т а б л и ц а 2.1

Тип дорожных одежд	Виды покрытий, материалы и способы устройства
Капитальные	Усовершенствованные покрытия из цементобетонных и горячих асфальтобетонных смесей
Облегченные	Из горячих и холодных асфальтобетонных смесей Из органоминеральных смесей с жидкими органическими вяжущими, в том числе совместно с минеральными вяжущими Из органоминеральных смесей с вязкими битумами, в том числе эмульгированными, а также совместно с минеральными вяжущими Из каменных материалов и фунтов, обработанных битумами по способу смешения на дороге или пропитки Из черного щебня, приготовленного в установке и уложенного по способу заклинки Из пористой и высокопористой асфальтобетонной смеси с поверхностной обработкой Мостовые из брусчатки, шашки, плит, блоков Комбинированные покрытия Из цементобетонных смесей
Переходные	Из щебня прочных пород, устроенных по способу заклинки, или из оптимальных по гранулометрии щебеночно-песчаных смесей Из грунтов и малопрочных каменных материалов, укрепленных вяжущими Мостовые из бульжного и колотого камня Из песчано-гравийных смесей
Низшие	Из щебеночно-гравийно-песчаных смесей Из малопрочных каменных материалов, отходов промышленности Из грунтов, укрепленных или улучшенных различными местными материалами Из древесины

Приведенная классификация необходима для разработки требований и оценки качества на различных этапах производства продукции предприятиями дорожно-строительного производства.

2.2. Установление номенклатуры показателей качества дорожно-строительной продукции

Одной из задач системы управления качеством является выбор номенклатуры показателей качества, которые устанавливаются в зависимости от назначения продукции и целей управления.

Уже на первой стадии изысканий и проектирования начинает формироваться качество будущей дороги. В техническом задании устанавливают общие требования к будущей дороге – назначение, категорию, стадии разработки проектной документации и др. При разработке проекта закладываются основные показатели качества будущей дороги, с учетом особенно-

стей ее строительства и эксплуатации. На этой первой стадии качество дороги характеризуется следующими основными компонентами: качеством планирования и изысканий, использования законченных научно-исследовательских работ; качеством нормативной документации, средств проектирования, технико-экономических обоснований, труда, а также контролем качества. Анализ и оптимизация этих компонентов способствуют созданию фундамента продукции высокого качества.

В настоящее время качество будущей дороги на первой стадии оценивается, главным образом, экономическими показателями. Необходимо разработать систему показателей, позволяющих всесторонне оценивать технологичность конструкций, возможный уровень механизации и комплексной механизации, прочности и долговечности покрытий и одежд, индустриализации и другие свойства. Важно на этом этапе установить и эксплуатационные показатели качества.

На стадии строительства воплощаются планируемые проектные показатели качества. Выдерживание проектных показателей существенно зависит от качества технологического процесса. На второй стадии качество дороги складывается из следующих основных компонентов: качества проектной и нормативной документации, материалов и изделий; уровня технологии, механизации и организации работ; качества труда; контроля качества.

На третьем этапе, т.е. на стадии эксплуатации, начинают проявляться свойства, заложенные при проектировании и строительстве дороги. Эксплуатационники получают готовую продукцию определенного качества. Однако это не означает, что качество дороги на этой стадии остается неизменным. В зависимости от режима движения и нагрузок, способов и частоты ремонта и содержания качество дорог во времени изменяется. При недостаточно высоком уровне эксплуатации дороги качество, заложенное на стадии проектирования и строительства, может быть исчерпано и не соответствовать общественным потребностям. На этом этапе качество определяется: качеством строительства, нормативной документации по содержанию и ремонту, материалов, изделий; уровнями технологии, механизации; качеством измерения эксплуатационных показателей дороги; качеством труда.

Таким образом, качество дороги необходимо рассматривать на всех его этапах как иерархическую совокупность свойств, направленных на полное удовлетворение требований системы ВАДС: проектирование – строительство – эксплуатация – удовлетворение комплекса требований системы ВАДС.

На каждом этапе создания продукции проявляются те или иные свойства. Для оценки качества продукции на разных этапах ее создания применяют систему показателей.

Применительно к ГОСТ 15467–70, показатель качества – это количественная характеристика свойств продукции, входящих в состав ее качества,

рассматриваемая применительно к определенным условиям ее создания, эксплуатации или потребления. Показатель качества служит количественной характеристикой свойства. На разных стадиях и для различных классов применяются различные показатели качества. Для правильного выбора показателей и наиболее объективной количественной оценки качества продукции дорожно-строительного производства необходимо уметь устанавливать номенклатуру и количество показателей.

В связи с этим важное значение приобретает классификация показателей качества.

В зависимости от различных признаков показатели качества можно классифицировать следующим образом:

- по численности применяемых показателей – на единичные, комплексные и интегральные;
- в зависимости от стадии создания и класса продукции – на проектные, строительные и эксплуатационные;
- по совокупности близких свойств (по видам) – на целевые, технические, эргономические, стандартизации, эстетические, экономические;
- по уровню представления – на абсолютные и относительные;
- по значимости – на основные и дополнительные.

Единичный (дифференциальный) показатель качества характеризует одно свойство продукции. Как правило, это важнейшее свойство продукции, выражающее главное качество. Например, коэффициент уплотнения грунта устраиваемого слоя земляного полотна, температура горячей асфальтобетонной смеси, модуль упругости дорожной одежды. Каждый из этих показателей можно выразить в абсолютном или относительном значении.

Комплексный показатель характеризует несколько свойств качества продукции. Он учитывает все показатели, установленные для данной продукции на любом этапе ее производства, и представляет собой обобщенное (единственное) значение всего комплекса показателей качества. При применении комплексного показателя он учитывает степень влияния различных свойств.

Интегральный показатель представляет собой комплексный показатель качества продукции, характеризуемый отношением суммарного полезного эффекта от эксплуатации к суммарным затратам на эксплуатацию продукции. Он, как и комплексный показатель, характеризует общность многих свойств продукции. Применим при оценке качества дорожно-строительной продукции преимущественно второго класса. Для дороги интегральным показателем может быть отношение срока службы дороги к суммарным затратам на строительство и эксплуатацию за этот период, а для покрытия, например, суммарные затраты на строительство и содержание поверхностной обработки, отнесенные к ее сроку службы.

Применительно к нормативно-технической документации и с учетом специфики дорожно-строительного производства показатели качества дорожно-строительной продукции по видам можно классифицировать следующим образом: показатели назначения (целевые), надежности, технологические, эргономические, технико-экономические, эксплуатационные.

Показатели назначения. Они характеризуют общее назначение продукции, ее принадлежность, способность удовлетворять основные целевые требования.

В зависимости от класса дорожно-строительной продукции можно применять различные показатели назначения. Для продукции первого класса (сырье, материалы, изделия) – это прежде всего: физические показатели (плотность, состав, истираемость, структура, пористость, вязкость, размер, дробимость, грансостав, цвет и др.); физико-механические (модуль упругости, угол внутреннего трения, сцепление, прочность при сжатии, растяжение при изгибе, коэффициент вязкости и др.); тепло-влажностные (температура, морозостойкость, водонасыщенность, теплоемкость, температуропроводность и теплопроводность, влажность, скорость остывания смеси и др.).

Для продукции второго класса (дорога, сооружения, элементы) показателями назначения могут быть: категория дороги, интенсивность движения, грузонапряженность, пропускная способность, расчетный расход воды через трубу и т.д.

Показатели надежности. Надежность – одно из основных свойств продукции. Оно устанавливается при проектировании, обеспечивается при строительстве и поддерживается на стадии эксплуатации. Под надежностью понимается свойство продукции выполнять заданные функции, сохраняя во времени установленные эксплуатационные показатели.

Надежность – комплексный показатель, включающий в себя безотказность, ремонтпригодность, долговечность и сохраняемость.

Безотказность – свойство продукции сохранять работоспособность в течение определенного времени (или наработки). Безотказность характеризуют рядом показателей: вероятностью безотказной работы, т.е. вероятностью того, что в пределах заданного времени (или объема работы – наработки) не возникнет отказ и не нарушится работоспособность; средней наработкой до отказа – математическим ожиданием времени или объема работы продукции (объекта) до первого отказа; интенсивностью отказов или плотностью вероятности возникновения отказа невозстанавливаемого объекта (определяется для рассматриваемого момента времени при условии, что до этого момента отказ не возник); параметром потока отказов, т.е. плотностью вероятности возникновения отказа восстанавливаемого объекта (определяется для рассматриваемого момента времени); наработкой на отказ – отношением наработки восстанавливаемого объекта к математическому ожиданию числа его отказов в течение этой выработки.

Для дорожно-строительной продукции применимы в той или иной мере все показатели безотказности. Для продукции 2-го класса особо важны показатели безотказной работы

$$P_{\sigma} = m / m_0,$$

где m – число объектов, безотказно проработавших до некоторого времени t ;

m_0 – число объектов, работоспособных в начальный момент времени t_0 .

Например, из 20 км сданных в эксплуатацию асфальтобетонных покрытий за 6 лет потребовали среднего ремонта 2 км. Следовательно, вероятность безотказной работы участка равна $18:20=0,9$.

Ремонтопригодность – это свойство объекта, заключающееся в приспособлении к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, повреждений и устранению их последствий путем проведения обслуживания и ремонтов. Это свойство регламентирует условия ремонта объекта. Ремонтопригодность дорожно-строительной продукции целесообразно относить лишь ко второму классу.

Ремонтопригодность дорожно-строительной продукции можно оценить: вероятностью ремонта в заданное время, средним временем восстановления, интенсивностью восстановления, средней трудоемкостью технического обслуживания и ремонтов, стоимостью обслуживания и ремонтов.

Долговечность – свойство продукции сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов. Показатели долговечности применительно к дорожно-строительной продукции: срок службы, гамма-процентный ресурс, средний ресурс между ремонтами, гамма-процентный срок службы, средний срок службы, средний срок службы между ремонтами.

Важнейшими показателями долговечности является срок службы, т.е. продолжительность от сдачи дороги (элемента) в эксплуатацию до первого среднего (капитального) ремонта, т.е. до наступления предельного состояния. Под предельным понимается состояние, при котором эксплуатация объекта невозможна (неэффективна) без проведения среднего или капитального ремонта.

Гамма-процентный срок службы – это календарная продолжительность эксплуатации, в течение которой продукция не достигает предельного состояния с заданной вероятностью γ процентов. Средний срок службы представляет собой математическое ожидание срока службы α между капитальными ремонтами. Для установления значения наработки, в течение которой объект не достигает предельного состояния с заданной вероятностью γ процентов, вычисляют гамма-процентный ресурс. Средний ресурс представляет собой математическое ожидание ресурса.

Сохраняемость – одно из свойств надежности. Показателями сохранности дорожно-строительной продукции может быть конкретный и средний

срок сохраняемости. Срок сохраняемости – это продолжительность хранения (и транспортирования) продукции в заданных условиях, в течение и после которой сохраняются значения установленных показателей.

Технологические показатели. Они характеризуют степень технологичности продукции. В качестве первостепенных показателей технологичности дорожно-строительной продукции могут быть приняты коэффициенты механизации, технологической оснащенности, трудоемкости, использования новых эффективных материалов, сборности. Сборность характеризует трудоемкость монтажа.

Эргономические показатели. Эти показатели качества характеризуют соответствие продукции требованиям системы водитель (человек) – внешняя среда – дорога. Они оценивают условия, влияющие на работающего человека и эксплуатируемое изделие с учетом действия внешней среды. Водитель, оценивая дорогу и дорожную обстановку, обеспечивает движение автомобиля с максимально возможной скоростью в данных условиях. В этом случае возникает потребность в дифференциальной и комплексной оценке дороги – конечной продукции дорожно-строительного производства.

Эргономические показатели разделяются на гигиенические, антропометрические, физиологические, психофизиологические, психологические.

В группу гигиенических показателей входят: освещенность, температура, влажность, запыленность, излучение, токсичность, шум, вибрация. Антропометрические показатели характеризуют лишь ту продукцию, которая непосредственно контактирует с человеком, например, органы управления. Комплекс психофизиологических показателей характеризует соответствие продукции различным возможностям человека – силовым, зрительным, слуховым, переработки информации.

Эстетические показатели. Эти показатели характеризуют выразительность, оригинальность, стиль, целостность и соответствие продукции среде.

Показатели стандартизации. Они характеризуют степень применения типоразмеров изделий, применяемых при проектировании, строительстве и эксплуатации дорог.

Уровень стандартизации и унификации, а также их взаимозаменяемость характеризуют численными коэффициентами применяемости, повторяемости, стоимости.

Технико-экономические показатели. В эту группу входят различные показатели, комплексно характеризующие экономическую эффективность продукции. К ним относят: коэффициент экономической эффективности, трудоемкость, производительность труда, приведенные затраты, рентабельность, прибыль, фондоотдачу и др.

Эксплуатационные показатели. Эта система показателей, характеризующая качество дороги на стадии эксплуатации. К ним можно отнести: срок службы дороги (одежд, покрытий), интенсивность и пропускную способность, прочность одежд, ровность и шероховатость покрытий, работо-

способность одежд (покрытий), коэффициент экономической эффективности, эксплуатационные затраты.

Выбор номенклатуры показателей является важным этапом в системе управления качеством. С целью упрощения выбора номенклатуры показателей в табл. 2.2 приведены рекомендуемые виды и группы показателей для различных стадий двух классов дорожно-строительной продукции.

Таблица 2.2

Показатели	Стадия					
	проектирования		строительства		эксплуатации	
	1	2	1	2	I	2
Назначения	–	+	+	+	–	+
Надежности:						
безотказность	–	+	–	+	+	+
ремонтпригодность	–	–	–	–	–	+
долговечность	–	+	–	+	+	+
сохраняемость	+	+	–	+	+	+
Технологические:						
механизация	+	+	+	+	–	+
технологическая оснащенность	–	+	+	+	–	+
трудоемкость	+	+	+	+	–	+
применение новых материалов	+	+	+	+	–	+
сборность	+	+	+	+	–	+
Эргономические:						
гигиенические	+	+	+	+	–	+
антропометрические	–	–	–	+	–	+
психофизиологические	–	+	–	–	–	+
Стандартизации	–	+	–	+	–	+
Эстетические	–	+	–	+	–	+
Технико-экономические:						
коэффициент экономической эффективности	–	+	–	+	–	+
трудоемкость	+	+	+	+	–	+
приведенные затраты	–	+	+	+	–	+
рентабельность	–	–	+	+	–	+
Экономические	+	+	+	+	+	+
Эксплуатационные:						
срок службы	–	+	–	–	–	+
пропускная способность	–	+	–	–	–	+
интенсивность	–	+	–	–	–	+
прочность одежд	–	+	–	+	–	+
ровность покрытий	–	+	–	+	–	+
шероховатость покрытий	–	+	–	+	–	+
работоспособность	–	+	–	+	–	+
коэффициент экономической эффективности	–	+	–	+	–	+
эксплуатационные затраты	–	–	–	–	–	+

Примечание. В первой колонке показано для продукции 1-го класса, во второй – для 2-го класса.

Методика выбора номенклатуры показателей сводится к следующему:

- 1) назначают объект оценки качества и стадию создания продукции;
- 2) для различных стадий создания продукции устанавливают свойства, которые в наибольшей степени удовлетворяют поставленным потребностям;
- 3) для принятых свойств устанавливают виды показателей. В каждом случае обязательны показатели назначения;
- 4) устанавливают группу показателей и выделяют наиболее существенные;
- 5) на основе тщательного анализа оцениваемой продукции устанавливают дифференциальные показатели;
- 6) при наличии нескольких существенных показателей устанавливают комплексные или интегральные показатели.

2.3. Методы квалиметрии в дорожном строительстве

Принятая номенклатура показателей позволяет судить о продукции лишь с качественной стороны. Для разработки принципов управления качеством необходимо иметь количественную оценку качества продукции.

Методы количественной оценки качества продукции рассматриваются в квалиметрии. Квалиметрия – это область науки о качестве, связанная с разработкой теоретических основ и практических методов измерения и количественной оценки качества продукции. Квалиметрия включает в себя два понятия – измерение показателей и оценку качества. Методы квалиметрии находят самое широкое применение в дорожном строительстве. Основной целью при этом является количественная оценка, и прежде всего комплексная, различных процессов дорожно-строительного производства. Такая оценка необходима: при разработке проектно-сметной документации; при определении качества сырья, материалов и изделий на промышленных предприятиях; в процессе производства строительно-монтажных работ; на стадии эксплуатации дорог.

Квалиметрическую оценку в дорожном строительстве должен осуществлять инженерно-технический персонал при проведении входного, операционного и приемочного контроля, технического надзора, специального инспекторского контроля, а также при выполнении геодезических работ и лабораторно-полевых испытаний.

Известно семь принципов и методов количественной оценки качества дорожно-строительной продукции.

1. Качество любой дорожно-строительной продукции характеризуется многообразием (совокупностью) свойств, отображаемых системой дифференциальных показателей. Для продукции первого класса система показателей менее сложная, для продукции второго класса – более сложная.

2. Качество продукции, как сложное свойство, представляет собой иерархическую совокупность простых свойств. Соподчиняемость менее простых свойств (показателей) более сложным характеризуется иерархическим законом, определяющим модель качества продукции (рис. 2.1).

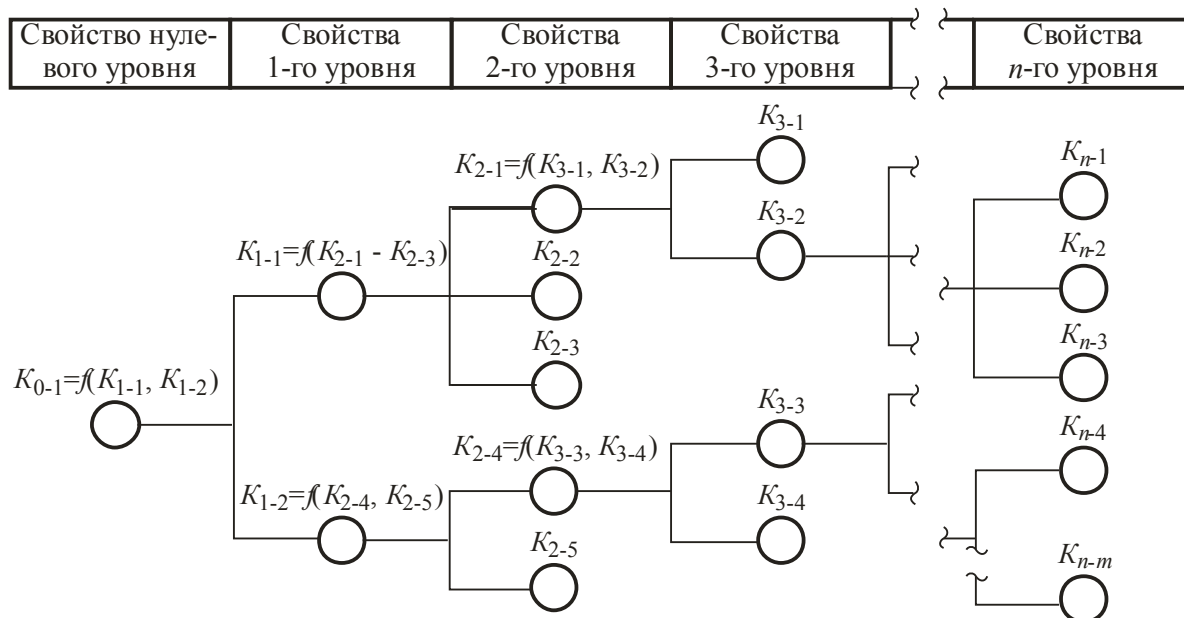


Рис. 2.1. Модель качества продукции:
 K_{0-1} – интегральное свойство качества;
 $K_{1-1}, K_{1-2}, K_{2-1}, K_{2-4}, K_{3-2}, K_{3-3}$ – комплексные свойства качества;
 $K_{2-2}, K_{2-3}, K_{2-5}, K_{3-1}, K_{3-4}, K_{n-1} - K_{n-m}$ – простые свойства качества

Сложное свойство качества на самом низком нулевом уровне характеризуется совокупностью свойств, расположенных на более высоких уровнях и, следовательно, представляет собой показатель. Обобщенное свойство на нулевом уровне можно характеризовать наиболее существенными составными частями (тоже обобщенными) 1-го уровня. В свою очередь, каждое свойство первого уровня характеризуется совокупностью свойств второго уровня и т.д. Таким образом, свойство i -го уровня качества продукции определяется свойствами более высокого $i+1$ -го уровня. Поясним это понятие на примере строительства покрытий из битума. За комплексный показатель принимаем качество проезжей части. Одним из простейших свойств качества асфальтобетонного покрытия n -го уровня служит мазут – сырье для битума. Это означает, что свойства (качество) битума определяются свойствами мазута, а свойства асфальтобетонного покрытия – свойствами смеси. И наоборот, требования к свойствам смеси определяются качеством покрытия; требования к битумам вытекают из качества асфальтобетонной смеси и т.д.

Таким образом, второй принцип необходимо дополнить следующим исходным положением: оценка свойств на некотором i -м уровне обуславливается требованиями свойства $i-1$ -го уровня.

3. На каждом уровне любое свойство продукции количественно оценивается единичным (дифференциальным) показателем качества

$$K_i = \frac{P_{ia}}{P_{iб}} \text{ или } K_i = \frac{P_{iб}}{P_{ia}}, \quad (2.1)$$

где P_{ia} – абсолютное значение показателя;

$P_{iб}$ – базовое значение показателя, принятого в настоящее время за эталон.

При этом K_i вычисляется по формуле, в соответствии с которой его увеличению соответствует улучшение качества продукции. Величина K_i представляет собой относительную характеристику или уровень качества. Уровень качества определяется значением эталонного показателя, который, в зависимости от общественных потребностей к продукции, может принимать различное значение, обоснованное технико-экономическими расчетами. Так, по мере возрастания объема перевозок на дорогах, увеличения возможных скоростей, технического оснащения (обустройства) дорог предельная интенсивность движения дорог I категории $K_{iб}$ принималась равной 5000, 6000 и в настоящее время составляет 7000 авт./сут. Таким образом, в зависимости от принимаемого значения базового показателя качество продукции на каждом уровне модели может принимать различное относительное значение независимо от его абсолютной величины. В связи с этим большое значение имеет установление не только абсолютных, но и базовых показателей.

4. Каждое свойство на любом уровне модели качества обуславливается изменчивостью различных процессов и явлений и имеет стохастическую природу. Поэтому измерение абсолютных значений показателей и оценка их уровня должна базироваться на статистико-вероятностном принципе.

5. При анализе (оценке) обобщенного свойства на данном уровне необходимо учитывать значимость (весомость) каждого простого свойства. Значимость указывает на влияние данного дифференциального свойства на формирование комплексного свойства и выражается в процентном отношении.

Таким образом, свойство продукции j -го уровня представляет собой сумму простых свойств с учетом их значимости:

$$K_j = \sum_{i=1}^n K_i m_i^j \quad (2.2)$$

где K_i – дифференциальный относительный показатель простого свойства с коэффициентом значимости m_i^j .

6. Свойства каждого уровня оказывают взаимное влияние друг на друга, а обобщенные свойства одного уровня влияют на обобщенные свойства другого уровня. Следовательно, между комплексным показателем качества продукции и i -м свойством p -го уровня имеется определенная количественная зависимость.

7. Значимость свойств на любом уровне или в группе данного уровня подчиняется зависимости

$$\sum_{i=1}^n m_i = 1. \quad (2.3)$$

Имея ввиду эту связь, можно определить влияние любого свойства последнего n уровня на комплексный показатель качества (на нулевом уровне). Так при уровневой модели качества, представленной на рис. 2.1, имеем:

$$K_{0-1} = K_{2-2} \cdot K_{2-3} \cdot K_{2-5} \cdot K_{3-1} \cdot K_{3-4} \cdot K_{n-1} \cdot \dots \cdot K_{n-m}. \quad (2.4)$$

Аналогично такую количественную оценку можно дать для любого p -го уровня.

В дорожном строительстве для оценки качества в основном нужно применять комплексную оценку. Такую оценку с учетом приведенных квалиметрических принципов необходимо проводить по следующей методике:

- 1) определить объект и цель оценки;
- 2) установить номенклатуру показателей качества по видам и группам. Анализируя их, отобрать наиболее существенные;
- 3) назначить число уровней и составить модель качества оцениваемой продукции;
- 4) выбрать метод и вычислить абсолютные показатели качества K_{ia} продукции;
- 5) установить базовые показатели качества K_{i6} продукции;
- 6) вычислить дифференциальные показатели качества на каждом уровне модели K_i ;
- 7) выбрать методы и установить коэффициенты значимости m_i ;
- 8) определить уровень качества продукции;
- 9) принять решение по управлению качеством.

Принципы построения моделей качества дорожно-строительной продукции. Модель качества – это многоуровневая иерархическая система показателей, всесторонне и рационально (достаточно полно, но при минимуме показателей) характеризующая свойства оцениваемой продукции. Для составления моделей качества различной продукции пока не разработаны единые стандартные правила, позволяющие безошибочно проектировать многоуровневые системы. Это не вызывает серьезных возражений, поскольку та или иная продукция характеризуется лишь свойственной ей номенклатурой показателей. Так, казалось бы, одинаковые или близкие объекты, находящиеся в одном классе и группе продукции, не могут быть квалиметрированы по идентичной расчетной модели. Например, качество двух минеральных вяжущих – цемента и извести – не может оцениваться по одной и той же модели в связи с тем, что модели различны для разноклассной продукции.

Применительно к дорожно-строительной продукции построение моделей качества можно базировать на следующих принципах.

При составлении модели все свойства делятся на три части: сложные, включающие в себя сочетание многих свойств; средние, включающие несколько простых свойств; простые. Так, применительно к табл. 2.1, к сложным можно отнести показатели, которые классифицированы на виды, к средним – на группы.

При составлении моделей качества все свойства в иерархическом порядке необходимо разделить на уровни от нулевого наинизшего до n -го наивысшего (см. рис. 2.1). Нулевой уровень определяет комплексное, или интегральное, качество продукции. По мере возрастания уровней происходит постепенное «упрощение» свойств модели, т.е. они претерпевают изменение от сложных, через средние к простым.

В зависимости от общественных потребностей, предъявляемых к объекту (продукции), цели оценки, число уровней n может быть различным. Чем больше уровней, тем глубже представление о качестве продукции, однако тем более трудоемкий процесс измерений и оценки. Поэтому одним из основных принципов построения моделей является минимум количества классификационных уровней при удовлетворяющей степени точности оценки качества продукции (в наилучшем случае – это два свойства).

Качество дорожно-строительной продукции 1-го класса часто достаточно оценить диапазоном 0 – 3, т.е. трехуровневым диапазоном. Продукцию 2-го класса во многих случаях требуется оценивать в диапазоне 0 – 5 и выше 0 – 8. Для ускоренной оценки можно использовать меньшие уровни 0 – 2 и 0 – 3.

В результате разложения сложных и средних свойств на простые растет число уровней. Модель считается законченной, полной, когда последний n -й уровень представлен простыми, неделимыми свойствами. Не всегда оценку следует вести на полных моделях. Во многих случаях, особенно для продукции 2-го класса, приходится применять неполные модели, у которых n -й уровень заканчивается средними свойствами.

При составлении моделей с целью установления интегральной оценки уровень 1 имеет две связи: верхний – качество, нижний – экономичность. Если устанавливается обобщенный комплексный показатель, то экономичность, как правило, отсутствует, и уровень 1 состоит из связей, характеризующих функциональные свойства продукции.

Разделение сложных свойств на средние, а их на простые в каждом случае вызывает определенные трудности, поскольку могут возникать различные варианты показателей качества. Поэтому при выделении новых связей (движение в модели вправо), например, на уровне 3, необходимо принимать те показатели, которые: во-первых, наилучшим образом удовлетворяют требованиям, предъявленным к оцениваемой продукции; во-вторых, в наибольшей степени раскрывают свойство (показатель) преды-

дущего (смежного слева) уровня. Например, оценивается качество автопавильона. На одном из уровней, например третьем, установлено свойство – функциональность павильона. При составлении связей на уровне 4 (более простых) возникли два варианта: первый – три связи (планировка, эстетичность, материалы); второй – две связи (планировка, надежность). Проанализируем оба варианта. Первый вариант составлен неверно. Свойство эстетичность практически мало характеризует функциональность, а материалы не имеют никакого отношения к функциональности. Ожидающим пассажирам нет дела до материала, из которого построен павильон, важно, чтобы он был удобен при ожидании автобусов. Второй вариант правильный – и планировка, и надежность характеризуют функциональность автопавильона.

При разделении свойств на более простые необходимо соблюдать эквивалентность (равнозначность) свойств в одной и той же ветви данного уровня. Этот принцип соблюдается в том случае, если при построении связей соблюдаются идентичные требования. Например, при оценке сложного свойства – долговечности одежд на более высоком уровне одной ветви – показано шесть свойств: безотказность, ремонтпригодность, долговечность, ширина, сохраняемость и цвет. Понятно, что ширина и цвет одежд не эквивалентны остальным четырем свойствам надежности.

В процессе разработки модели каждая ветвь должна содержать минимально необходимое, но достаточное число свойств. Это означает, что свойства последующего уровня должны достаточно полно и всесторонне раскрыть более сложные свойства предыдущего уровня, но без лишних, ненужных связей. Например, при контроле уплотнения грунта для соблюдения требования необходимости и достаточности нужны две связи – количество измерений и коэффициент уплотнения. Третья связь, например, скорость уплотнения, оказывается лишней. При оценке расхода воды двух связей (ширина и глубина русла) оказывается недостаточным, поэтому для соблюдения требования необходимости и достаточности нужно ввести еще одну связь – скорость потока воды.

Важным является принцип минимума связей в целом в расчетной схеме. Одним из приемов в соблюдении этого принципа является тщательный анализ разветвления связей. При построении полных моделей меньшее число связей будет достигаться в том случае, если на каждом следующем уровне по возможности полнее раскрываются свойства предыдущего. В этом случае возможны следующие полные математические модели:

$$AK_k = m_0 + 4m_1 + 8m_2; \quad \sum m_i = 13;$$

$$BK_k = m_0 + 2m_1 + 8m_3; \quad \sum m_i = 11;$$

$$CK_k = m_0 + 2m_1 + 4m_3; \quad \sum m_i = 7.$$

В модели *A* на первом уровне сделана попытка раскрыть по возможности сразу больше средних свойств, что повлекло за собой потребность в их детализации по минимуму признаков на втором уровне (два свойства). Однако всего на втором уровне получилось $2 \times 4 = 8$ свойств. В модели *B* на первом уровне раскрыто меньше свойств и дана большая детализация на втором уровне, что сократило общее количество свойств (при эквивалентном, как и в модели *A*, раскрытии сложного свойства) до 11. Идеальна модель *C*. Она позволяет с наименьшим числом свойств описать сложное качество. Из приведенного примера видно, что более рациональна та модель, у которой при раскрытии сложных свойств отдается предпочтение на следующих уровнях вначале меньшему количеству связей. Чем меньше связей имеет модель на низших уровнях, тем меньшим количеством простых свойств можно описать комплексное качество продукции. В процессе построения модели возможны случаи, когда отдельные связи очень быстро достигают простых свойств. Так, для модели оценки процесса дробления щебня первый уровень нужно представить двумя связями – качеством дробления и экономичностью дробления. Если качество дробления на таком и последующих уровнях приобретает интенсивное разветвление (качество исходной горной породы, качество переработки и т.д.), то экономичность на последующих уровнях не разветвляется, поскольку критерием экономичности везде будут приведенные затраты. Связи, имеющие постоянные свойства на разных уровнях, продлевают вправо до конца простых свойств модели.

Расчет показателей качества. Для установления показателей качества дорожно-строительной продукции применяют различные методы: экспериментальный, расчетный, социологический и экспертный.

Экспериментальный метод определения показателей – основной. Он обеспечивает наиболее надежные результаты оценки качества. Достоверность экспериментального метода зависит от качества средств измерений и количества измерений. Обычно количество отбираемых проб задают в инструкциях или стандартах предприятия (СТП). Для указанного числа отбора проб вычисляют среднеарифметическое значение, которое и характеризует показатель качества.

Расчетный метод основан на экспериментальном определении характеристики *y* и вычислении по ней показателя качества. В этом случае измерение *y* значительно упрощается по сравнению с экспериментальным методом определения показателя. Расчетный способ позволяет снизить трудоемкость и затраты времени на установление показателя.

Социологический метод основан на массовом опросе анкетным способом потребителей продукции и обработке полученной информации статистическим способом. В дорожном строительстве применяется редко.

Экспертный метод основан на анализе мнений высококвалифицированных специалистов-экспертов (подробнее об этом методе см. в п. 2.4).

Установление базовых показателей качества. Для оценки качества продукции необходимо знать базовые показатели. Базовым называется показатель качества продукции, который принимается за исходный (эталонный) при сравнительных оценках.

Назначение базового показателя при оценке качества продукции в системе управления качеством является очень ответственным этапом. От достоверности значений K_{i6} зависят параметры статистического регулирования качества выпускаемой продукции.

Основной принцип назначения базовых показателей – обеспечение максимального эффекта в народном хозяйстве от внедрения продукции. Базовые образцы могут представляться существующей, реально выпускаемой продукцией или некоторой перспективной продукцией, планируемой к выпуску в ближайшее время. Различают несколько эталонов базовых образцов:

- средний и высший достигнутый в настоящее время народнохозяйственный или мировой уровень продукции;
- экономически оправданный в настоящее время оптимальный уровень качества;
- перспективный народнохозяйственный или мировой уровень качества.

Первые два эталона достигнутого уровня (средний и высший) применяются для оценки уровня качества проектируемой или выпускаемой продукции. Перспективный уровень служит эталоном для продукции, которая намечается к освоению. Обычно это более высокий уровень, не достигаемый при освоении продукции на новом этапе. Так, пока еще не освоен литой асфальтобетон высокого качества. Для него должны быть разработаны перспективные эталоны качества.

В качестве эталона можно применять планируемую или изготавливаемую продукцию, а также стандарты.

Планируемая продукция должна иметь параметры, оцениваемые перспективным уровнем качества. Примером могут служить базовые дифференциальные показатели перспективной интенсивности или грузонапряженности дороги, требуемый модуль упругости проезжей части и др. Базовым образцом выпускаемой продукции служит такой, который характеризуется четко выраженной представительностью на общем фоне изготавливаемой продукции, но сохраняет все основные ее особенности. Распространенным является случай, когда за базовый вариант принимают стандарты.

На стадиях проектирования, строительства и эксплуатации дорог продукция 1-го и 2-го классов оценивается по базовым образцам, показатели которых заложены в СНиПе, инструкциях, различных указаниях, стандартах предприятий. В этих официальных документах приводятся допускаемые значения показателей качества, которые и представляют собой базовые, показатели.

Определение коэффициентов значимости (весомости).

Коэффициенты значимости необходимы для оценки уровня качества продукции. От правильности их назначения в большой степени зависит достоверность оценки качества продукции. Установить эти коэффициенты можно различными методами: стоимостным, предельных значений, статистическим, экспертным, комбинированным.

Стоимостный метод основан на предположении, что качество пропорционально стоимости, а весомость свойства идентична затратам, т.е. между весомостью m_i и стоимостью C_i существует функциональная связь

$$m_i = f(C_i), \text{ если } C_i > C_{i-1} \text{ и } m_i > m_{i-1}.$$

В таком случае

$$m_i = \frac{C_i}{\sum_i^n C_i}, \quad (2.5)$$

где n – число свойств, показателей качества продукции;

C_i – стоимость продукции с учетом отдельного показателя качества;

$\sum C_i$ – полная стоимость продукции.

В дорожном строительстве качество продукции K_i пропорционально ее стоимости. Эту зависимость можно приближенно аппроксимировать прямой линией. В этом случае коэффициент весомости

$$m_i = \frac{K_i}{C_i}, \quad (2.6)$$

где K_i – оценка качества продукции стоимостью C_i .

Иногда приходится иметь дело с более сложной зависимостью, которую можно аппроксимировать выражением полинома

Метод предельных значений показателей качества основан на анализе их отклонений при комплексной оценке качества продукции.

Статистический метод определения коэффициентов весомости основан на анализе качества продукции. Аналогом ему может быть вероятностный метод.

Экспертный метод определения коэффициентов весомости основан на анализе мнений специалистов.

2.4. Методы экспертной оценки качества

В настоящее время метод экспертных оценок приобретает особую актуальность.

При принятии решений обычно рассматривается множество ситуаций, x_1, x_2, \dots, x_n , из которых необходимо выбрать одно или несколько опти-

мальных. Достоверность полученных решений намного повышается, если прогнозируемое явление формируется несколькими высококвалифицированными специалистами-экспертами. Обработка результатов групповой экспертизы обеспечивает самое обоснованное решение. На основе метода экспертной оценки можно решать различные задачи: определять номенклатуру показателей; устанавливать коэффициенты значимости; сопоставлять в различных сочетаниях и отбирать лучшие образцы продукции; составлять с различной вероятностью прогнозы возможных событий; устанавливать предпочтительность разных событий; определять лучшие варианты альтернативных решений.

Исходный принцип экспертной оценки – распознавание объектов сравнения и их количественное измерение. Для проведения измерений применяют различные методы.

При измерении оценивается множество показателей P_1, \dots, P_n , связанных между собой той или иной зависимостью Z_1, \dots, Z_m .

При измерении свойств объектов наибольшее распространение получил простейший способ ранжирования, когда объекты располагаются в порядке предпочтения: $P_1 > P_2 > P_3 > \dots > P_n$. В зависимости от вида функции $P_i = f(Z_i)$ могут быть различные варианты упорядочения ряда показателей. В таких ранжированных функциональных или эквивалентных рядах ранги определяют порядок расположения показателей по сравниваемым критериям (показателям). Метод ранжирования наиболее прост, особенно при малом числе показателей. Он позволяет эксперту с минимальной затратой времени устанавливать порядок предпочтения свойств.

На примере такой же методологической основы построен экспертный метод предпочтения, в котором составляется также статистический ряд показателей объекта с признаками возрастания или уменьшения свойств.

Метод непосредственной оценки применяется при сравнении ряда свойств и количественной оценки абсолютных показателей в заданном интервале. Объекту устанавливается определенный интервал численных значений, которые необходимо оценить. В этом случае, с целью исключения ошибок при оценке, эксперт должен быть хорошо знаком с данным объектом.

Метод парного сравнения основан на простом сравнении пары свойств (показателей) между собой или пар между собой. Возможны следующие варианты сравнения пар: $P_1 > P_2$; $P_2 > P_1$; $P_1 \cong P_2$. В зависимости от поставленной задачи может быть простое парное сравнение, когда устанавливают лишь предпочтение одному из свойств, и сложное, когда каждое свойство сопоставляется поочередно с другим, например: свойство 1 – свойство 2, свойство 3 – свойство 7 и т.д.

Сравнение проводят по заранее подготовленным матрицам и условиям оценки. Вся процедура экспертной оценки состоит из четырех этапов: подготовка опроса, организация опроса, обработка результатов опроса и анализ экспертной информации. Достоверность экспертной оценки зависит от

количества и квалификации экспертов. Комплексная оценка квалификации эксперта наиболее просто может быть получена расчетом коэффициента приближения эксперта к средней оценке группы экспертов:

$$K_{\text{в}} = P_i / P_{\text{ср}}, \quad (2.7)$$

где P_i – оценка эксперта;

$P_{\text{ср}}$ – средняя групповая оценка.

Опрос экспертов и анализ результатов. Возможны следующие виды опроса экспертов: анкетирование, интервьюирование, дискуссии (совещания). Рассмотрим их подробнее.

Анкетирование. Суть его сводится к письменным ответам на вопросы, поставленные в анкетах. Чаще применяется заочное анкетирование. Опросная анкета составляется в соответствии с моделью оценки.

Интервьюирование – разновидность анкетирования. Опрос эксперта осуществляется в устной форме.

Дискуссия – это один из способов коллективного решения задач, применяемых в управлении строительством.

На основе полученных данных определяют комплексный или интегральный показатель качества оцениваемой продукции.

Оценка согласованности мнений экспертов. При производстве экспертной оценки мнения экспертов по одним и тем же вопросам не всегда идеально совпадают, поэтому при анализе экспертной информации возникает задача о количественной оценке степени согласованности экспертов.

Критерий согласованности рассчитывается на основе дисперсионного анализа.

2.5. Методы комплексной оценки качества

В настоящее время в дорожном строительстве используются различные методы комплексной оценки качества.

Комплексная оценка проектно-сметной документации. Метод основан на дефектном принципе. Начальный максимальный оценочный балл снижается экспертизой в зависимости от наличия дефектов в проектно-сметной документации. При отсутствии дефектов назначается наивысший балл. В результате возникших недоработок проекта качество снижается.

Снижение качества проектно-сметной документации осуществляется с помощью коэффициента дефектности проекта D_i . Величина коэффициента D_i определяется степенью недостаточности полноты технико-экономического обоснования строительства, полноты вариантных проработок, недостаточности внедрения в проектах законченных научно-исследовательских и конструктивных разработок при возможности их применения и т.д.

Комплексная оценка качества строительно-монтажных работ. Для оценки качества строительно-монтажных работ в настоящее время может быть использована балльная система: отлично – 5 баллов, хорошо – 4 балла, удовлетворительно – 3. При оценке качества строительно-монтажных работ необходимо проверять геометрические, физико-механические и другие параметры, а также учитывать эстетические показатели. Качество отдельных работ может быть оценено на «отлично» при условии, что все работы выполнены особо тщательно с показателями, превосходящими нормативные без увеличения сметной стоимости работ; на «хорошо», если все работы выполнены в соответствии с проектом и действующими стандартами; на «удовлетворительно», когда работы выполнены с малозначительными отклонениями от проекта, по согласованию с проектной организацией и заказчиком.

Методы диагностики и комплексной оценки качества строительства дорог и их элементов. Диагностика и оценка состояния автомобильных дорог осуществляется в соответствии с правилами ОДН 218.0.006–2002, которые устанавливают порядок выполнения работ по диагностике и оценке состояния дорог, раскрывают методологию оценки каждого показателя состояния дороги и формирования банка данных, рассматривают принципы планирования и оценки эффективности дорожно-ремонтных работ по результатам диагностики. Подробному рассмотрению методов диагностики и комплексной оценки качества строительства дорог и их элементов посвящен раздел 4 данного учебного пособия.

Из изложенного следует, что для оценки качественной стороны продукции в дорожном строительстве необходимо разделение ее на два класса: первый – продукцию на стадии производства и второй – продукцию на стадии использования с последующим установлением номенклатуры показателей для обеих ее классов. Для количественной оценки качества продукции могут быть успешно использованы методы квалиметрии, экспертной и комплексной оценки.

В процессе применения методов квалиметрии при оценке качества в дорожном хозяйстве может быть предложен следующий перечень единичных показателей для оценки качества производимых дорожных работ и формирования комплексного показателя:

- x_1 – показатель качества геодезических и разбивочных работ;
- x_2 – показатель качества земляных работ;
- x_3 – показатель качества материалов и устройства нижних слоев дорожной одежды;
- x_4 – показатель качества материалов и устройства верхних слоев дорожной одежды;
- x_5 – показатель качества инженерных сооружений (эстакад, путепроводов, мостов, тоннелей, водопропускных труб и пр.);

- x_6 – показатель качества обустройства дороги (транспортные развязки, переезды, примыкания);
- x_7 – показатель качества средств обеспечения безопасности движения (сплошные барьерные ограждения, сигнальные столбики, дорожная разметка, указатели и пр.).

Все перечисленные показатели следует измерять по пятибалльной шкале. Если будет признано целесообразным, указанный перечень может быть расширен. На предварительном этапе может осуществляться ранжирование (упорядочивание в порядке убывания важности или значимости) перечисленных показателей, что соответствует шкале порядков. Упорядочивание может осуществляться по данным опроса группы экспертов - ведущих специалистов Росавтодора, проводимого по методике, специально разработанной для рассматриваемых задач в соответствии с общими принципами экспертного оценивания. По результатам опроса может быть установлен следующий ряд предпочтительности (значимости):

$$x_2 > x_4 > x_3 > x_1 > x_5 > x_7 > x_6. \quad (2.8)$$

Дальнейшее построение комплексного показателя качества может производиться в аддитивной форме $F = \sum \alpha_i x_i$.

Значения весовых коэффициентов α_i могут быть выбраны по статистической обработке результатов экспертного опроса. Предлагаемый метод оценки качества строительства дорог был опробован на практике в ряде подрядных организаций Росавтодора. Результаты показали хорошее соответствие оценкам этих дорог, непосредственно произведенным опытными экспертами.

2.6. Производственный контроль качества дорожных работ

В процессе сооружения земляного полотна и дорожной одежды для постоянного учета и регулирования качества работ проводится производственный контроль.

Производственный контроль качества включает следующие этапы: входной, операционный и приемочный. Данные контроля на всех этапах фиксируются в журналах работ и обобщаются в специальных ведомостях. Результаты производственного контроля предъявляются при сдаче-приемке законченного земляного полотна и дорожной одежды, а также используются для непосредственной оценки работы исполнителей в целях материального и морального стимулирования и разработки мероприятий по совершенствованию производственных процессов.

Кроме производственного контроля в строительных организациях осуществляется проверка качества строительства объекта государственными и ведомственными органами контроля и надзора, а также авторского

надзора со стороны проектной организации. Порядок и содержание контроля специальными органами определяются соответствующими положениями и инструкциями.

В строительных организациях должны систематически разрабатываться организационные, технические и экономические мероприятия, направленные на повышение качества строительства за счет улучшения работы исполнителей, повышения их квалификации, совершенствования оборудования и инструмента, улучшения лабораторных и геодезических служб.

2.6.1. Входной контроль качества земляного полотна

До начала работ по сооружению земляного полотна на данном участке должны быть полностью выполнены все подготовительные работы: геодезическая разбивочная основа; перенос и переустройство линий коммуникаций, снос и перенос зданий и сооружений, восстановление и закрепление трассы дороги, расчистка дорожной полосы и др. Окончание подготовительных работ должно быть подтверждено актом освидетельствования скрытых работ по специальной форме. Кроме того, должно быть проверено соответствие принятых в проекте и фактических показателей состава и состояния грунтов в карьерах, резервах, выемках, естественных основаниях.

При входном контроле земляного полотна проверяют правильность определения объемов резервов с учетом фактической ситуации в плане, состава грунта по наименованию вида и разновидности (в том числе особых разновидностей), наличию крупных включений, влажности.

Проверка резервов (карьеров, выемок) проводится путем бурения или шурфования с отбором проб. Количество скважин или шурфов устанавливают в зависимости от сложности геологического разреза, но не менее двух на каждый километр притрассовых резервов или каждые 10 тыс. м³ сосредоточенных резервов (карьеров, выемок). При установлении наличия слоев грунта разных видов число скважин или шурфов соответственно увеличивается. Глубина отбора проб должна быть не меньше проектной - глубины выработки. При однородных грунтах допустимо отбирать одну пробу, при изменении состава или влажности - не менее трех по глубине.

Состав (вид, разновидность) и влажность проб определяют в производственных лабораториях по действующим нормативным документам. Данные входного контроля грунтовых резервов оформляются ведомостью.

В процессе разработки резервов (выемок, карьеров) проводятся систематические наблюдения за изменением влажности грунтов в зависимости от условий увлажнения и просыхания. Отбор проб на влажность должен осуществляться не менее двух на каждый километр притрассового резерва или каждые 10 тыс. м³ выемки или карьера с периодичностью 1 раз в неделю при устойчивой погоде и ежедневно после дождей интен-

сивностью более 5 мм/сут. Результаты измерения влажности заносятся в общий журнал работ.

Прогнозирование изменения влажности грунта в резерве при составлении проекта производства работ ведется по данным ближайших метеостанций с расчетной обеспеченностью 90%.

При обнаружении расхождений фактических показателей вида грунта, влажности или других характеристик с проектными данными в случаях, если эти расхождения могут оказать влияние на качество сооружения или на технологию производства работ, Заказчик обязан внести в рабочую документацию соответствующие изменения.

На этапе входного контроля строительной организацией выполняется настройка основных технологических процессов на пионерных участках.

Настройка технологического процесса уплотнения грунтов осуществляется методом пробного уплотнения. Результаты пробного уплотнения фиксируются в специальном журнале.

При наличии в зоне земляных работ косогоров, склонов круче 1:3, слабых и обводненных грунтов, водных источников, марей, наледей до начала работ следует проверить полноту учета в проекте требований безопасности, касающихся обеспечения устойчивости как во время строительства, так и в период эксплуатации сооружения, предупреждения обвалов, оползней, затопления и других потенциально опасных явлений.

До начала земляных работ обязательной проверке подлежит соответствие технологических схем условиям безопасного ведения работ по фактическому положению проводов и кабелей энергопередачи, трубопроводов и других пересекаемых и смежных сооружений.

Строительные конструкции, изделия, материалы и инженерное оборудование, поступающие на стройку, должны иметь паспорт, подтверждающий их соответствие предусмотренным проектом показателям качества (или предусмотренным стандартам, техническим условиям и т. п.). Строительная организация обязана производить выборочную проверку соответствия фактических показателей паспортным данным.

2.6.2. Операционный контроль качества земляного полотна

Операционный контроль проводится в ходе производственных процессов с целью установления соответствия выполняемых работ нормативным требованиям, проектной документации и соблюдения заданной технологии. Операционный контроль должен охватывать полный объем всех видов работ за время их выполнения.

Отклонения от заданной технологии (ППР, технологических карт) фиксируются по всем в дальнейшем контролируемым показателям, изменение которых может оказать влияние на качество: погодные условия, состав машин, применяемое оборудование, очередность и длительность операций

и т.п. Отклонения от заданной технологии фиксируются в общем журнале работ.

К постоянно контролируемым показателям качества сооружения земляного полотна относятся правильность осевой линии поверхности земляного полотна в плане и профиле; плотность естественного основания (перед устройством вышележащих слоев земляного полотна или одежды); однородность грунта в слоях насыпи; плотность грунта в слоях насыпи, ровность поверхности, соблюдение поперечных уклонов; ширина земляного полотна, крутизна откосов, возвышение насыпи на величину осадки, правильность выполнения водоотводных и дренажных сооружений, укрепления откосов.

В особых условиях в индивидуальном проекте могут быть предусмотрены специальные виды работ, которые также подлежат постоянному контролю с фиксацией возможных отклонений (насыпи на слабых основаниях, разработка неустойчивых склонов и т. п.).

Организация и методы операционного контроля должны позволять регулировать технологию непосредственно по мере изменения условий работы, технического обеспечения, сроков производства работ. Поэтому для операционного контроля предпочтительно применять ускоренные методы, упрощенные схемы измерений, обеспечивающие немедленное получение результатов.

Правильность размещения земляного полотна в плане и профиле обеспечивается полнотой и точностью разбивочных работ, выполняемых по знакам выноски проекта на местность и реперам. Выноска отметок и границ земляного полотна в плане производится с помощью геодезических инструментов, установление крутизны откосов - шаблонами.

Контроль рабочей разбивки осуществляется повторными выносками и измерениями (как правило, по новым ходам и направлениям). Обнаруженные отклонения исправляются немедленно.

Однородность грунта в слоях насыпи по составу и влажности контролируется на операциях разработки и перемещения. Контроль осуществляют визуально по цвету, структуре (степени агрегатированности), липкости. В необходимых случаях применяют экспресс-методы определения свойств на месте (раскатывание, пенетрацию, прокаливание и др.).

При обнаружении отклонений, превышающих технологические допуски, указанные в ППР или технологических картах, выполняется соответствующее регулирование производственного процесса (изменение толщины слоя, порядка и числа проходов катка, доувлажнение и др.).

Ввиду недопустимости смешения в одном слое разных грунтов переход от одного вида грунта к другому выполняют по типу выклинивания по всей ширине насыпи.

Качество уплотнения грунтов контролируется при устройстве насыпей и оснований под дорожные конструкции в выемках, нулевых местах и в

других случаях, когда строительными нормами или проектом предусмотрены определенные требования к плотности.

Качество уплотнения грунтов определяется сравнением фактической плотности скелета грунта или коэффициента уплотнения с требуемыми значениями.

Существующие методы контроля плотности достаточно точны, однако время определения характеристик пробы велико и не позволяет оперативно менять режим работы машин и быстро реагировать на изменение условий.

Контроль качества уплотнения грунта заключается в отборе проб из уплотняемого слоя методом режущего кольца (рис. 2.2) с последующим определением объемной массы и влажности пробы в лабораторных условиях (ГОСТ 5180–84).

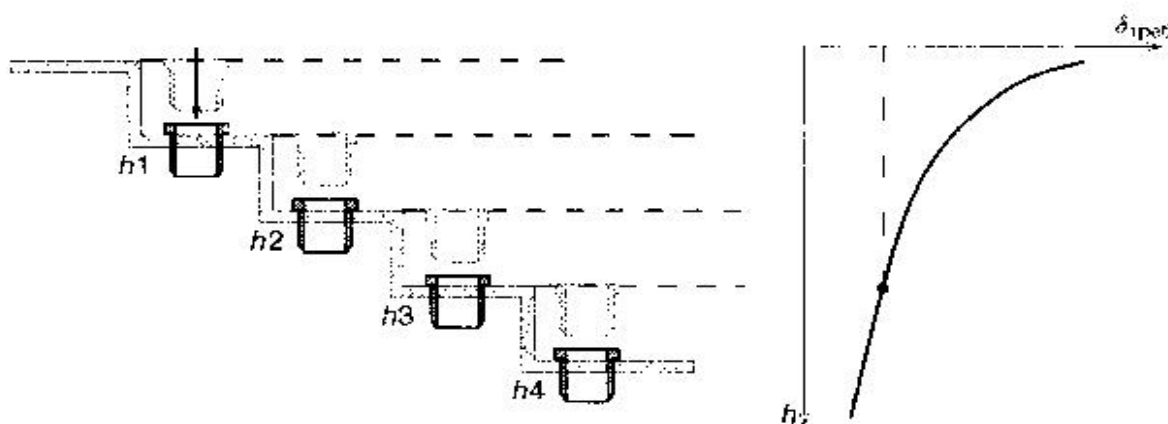


Рис.2.2. Отбор проб грунта с использованием режущего кольца

Для отбора проб применяют грунтоотборник, состоящий из режущего кольца и приспособлений для отбора проб. При взятии пробы снимают предварительно верхний слой грунта толщиной 4-5 см и забивают кольцо в грунт. Затем оно извлекается, а содержимое кольца (кern) используется для определения плотности.

Контроль плотности гравийно-галечниковых, а также грунтов с включением крупных фракций осуществляют луночным методом отбора проб (рис. 2.3, 2.4). При этом отрывают шурфик (или лунку) грунта с последующим замером его объема путем заполнения лунки калиброванным песком или помещением в нее резинового мешочка, заполняемого жидкостью.

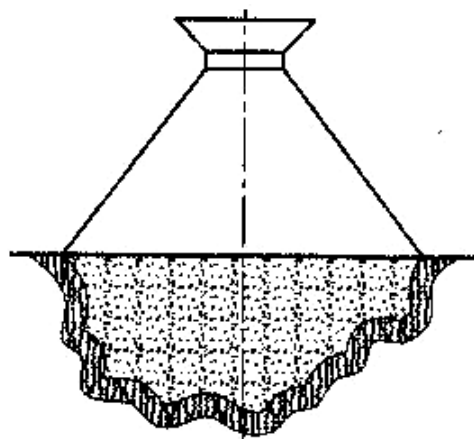


Рис. 2.3. Определение плотности грунта методом двойной воронки над лункой и заполнением лунки песком

В дополнение к этим методам необходимо иметь оперативные экспресс-методы и средства контроля, которые позволяют быстро контролировать степень уплотнения грунта в процессе производства работ.

В последние годы большое распространение получили радиоизотопные приборы как поверхностного, так и глубинного контроля. Однако сложность используемой аппаратуры и необходимость придерживаться специальных условий в процессе измерения ограничивают их широкое распространение.

Поэтому применение простых в эксплуатации приборов и устройств в этих случаях целесообразнее. Например, для экспресс-контроля плотности грунта часто используют статические и динамические плотномеры (рис. 2.5, 2.6). Конусный наконечник статического плотномера заглубляют до касания ограничительной шайбы поверхности грунта. Затем по шкале динамометра считывают приложенное для заглубления усилие, по которому согласно графике для данного типа грунта определяют плотность.

Поэтому применение простых в эксплуатации приборов и устройств в этих случаях целесообразнее. Например, для экспресс-контроля плотности грунта часто используют статические и динамические плотномеры (рис. 2.5, 2.6). Конусный наконечник статического плотномера заглубляют до касания ограничительной шайбы поверхности грунта. Затем по шкале динамометра считывают приложенное для заглубления усилие, по которому согласно графике для данного типа грунта определяют плотность.

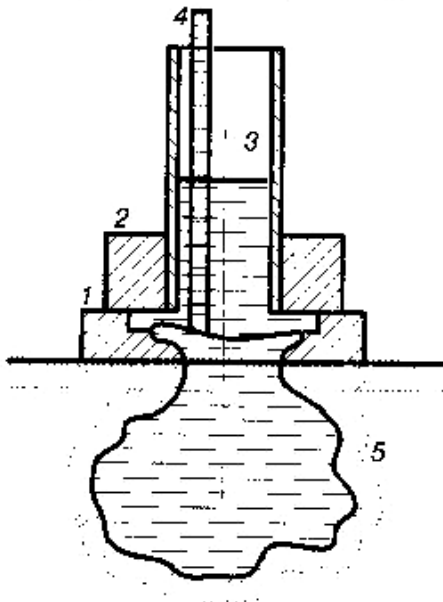


Рис. 2.4. Прибор для определения плотности скелета грунта методом лунки:

- 1 – подставка; 2 – основание;
- 3 – стеклянный мерный цилиндр; 4 – трубка;
- 5 – резиновый мешочек

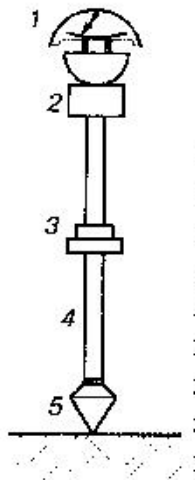


Рис. 2.5. Статический плотномер конструкции ЦСЛ «Ленавтодорога»:
1 – динамометр; 2 – тарировочная втулка; 3 – ограничительная шайба; 4 – стержень; 5 – конусный наконечник

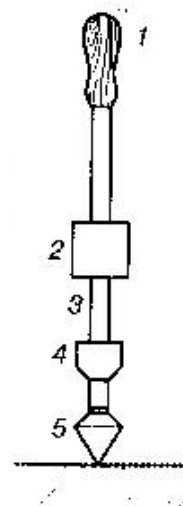


Рис. 2.6. Динамометрический плотномер ДПУ:
1 – рукоятка; 2 – гиря; 3 – направляющая; 4 – наковальня; 5 – конусный наконечник

Наряду с приборами контроля уплотнения грунта получили применение индикаторы плотности (рис. 2.7). Например, на катке ДУ-111 производства ЗАО «Раскат» установлен индикаторный щиток «БАЛЛАДА», который с помощью датчика плотности ПВ-1 осуществляет непрерывный контроль относительной плотности грунта при движении катка по уплотняемому участку с включенным вибратором.

При использовании динамического плотномера плотность определяют по числу ударов, необходимых для забивания наконечника на определенную глубину. С увеличением числа проходов катка по уплотняемому участку происходит заполнение сегментов шкалы индикатора в процентах от требуемого уровня плотности. По вызову моториста на цифровой индикатор выводится значение необходимого доуплотнения грунта в процентах (рис. 2.8). Индикаторный щиток «БАЛЛАДА» позволяет оперативно оценивать качество уплотнения и снижать затраты на производство работ.

Опыт организаций, контролирующих качество работ по возведению земляного полотна, свидетельствует о том, что контроль плотности неоперативен, в том числе и весовой метод определения коэффициента уплотнений. Необходимо переходить на оценку качества возводимого земляного полотна по инженерным расчетным характеристикам (E , σ_p , C).

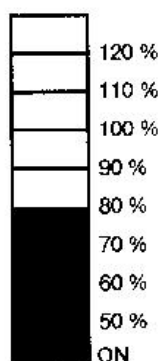


Рис. 2.7. Дискретная индикация плотности

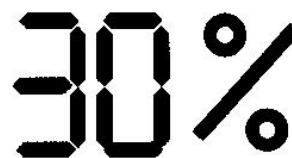


Рис. 2.8. Цифровая индикация необходимого доуплотнения

В настоящее время у строителей появилось достаточное количество уплотняющих средств, которые могут обеспечить требуемую плотность. Поэтому актуальным является разработка норм прочностных характеристик грунтов в зависимости от коэффициента переуплотнения – от 1,07 до 1,10. Однако следует иметь в виду, что повышение норм плотности земляного полотна потребует увеличение объемов грунта в насыпях до 15 % и многократного удорожания уплотнения. К тому же грунт, уплотненный до 1,07-1,10, со временем из-за процессов замораживания-оттаивания разуплотняется на 0,02-0,04 в год, по сравнению с первоначальной степенью уплотнения, и далее стремится к естественной бытовой плотности.

Измерение плотности проводится не реже одного раза в рабочую смену при объеме отсыпки до 1 тыс. м³ не менее чем в трех местах по ширине на-

сыпи. При объеме отсыпки более 1 тыс. м³ в смену на каждую тысячу добавляются одна-две проверки. Число измерений в каждом месте определяется технической характеристикой (погрешностью) метода.

Места измерений размещаются по оси и в 1-2 м от бровки насыпи со смещением в продольном направлении не менее чем на 10 м.

При значительных объемах работ и скоростном строительстве текущий операционный контроль допускается осуществлять по отклонению процесса от данных пробного уплотнения. При этом фиксируется соответствие вида и влажности грунта, толщины уплотняемого слоя, измеряемой не менее чем в трех точках поперечников через 50 м по длине трассы, предъявляемым требованиям.

Заданную технологию можно считать выполненной, если число проходов катка по одному следу не меньше определенных при пробном уплотнении, вид грунта идентичен, толщина слоя отличается от пробного уплотнения не более чем на 10 %.

Поверхность каждого слоя земляного полотна должна быть спланирована во избежание избыточного увлажнения при атмосферных осадках. Ровность поверхности определяется визуально исходя из требования обеспечения поверхностного стока. Наличие ям, колеи, местных возвышений, выходов скальных пород более чем на 50 мм от отметки поверхности в данной точке не допускается.

При разработке грунтов необходимо следить, чтобы дно и откосы резервов и выемок имели уклоны, обеспечивающие сток воды от земляного полотна и рабочего забоя с обязательным выпуском ее к ближайшему искусственному сооружению или в сторону от дороги. Если дно резерва имеет значительный продольный уклон, во избежание размыва дна стекающей водой необходимо проследить за тем, чтобы резерв был разделен на отдельные участки с допустимыми для данных грунтов уклонами.

При укреплении откосов насыпей и выемок, бровок земляного полотна, дна и откосов канав проверяют пригодность грунта для развития засеваемых трав, правильность закрепления на откосах бетонных в железобетонных плиток, плетневых клеток, дернин и других защитных конструкций.

Геометрические размеры земляного полотна в процессе сооружения постоянно должны соответствовать рабочей разбивке. Отклонение слоев насыпи по ширине, завышение или занижение крутизны откосов, другие искажения поперечного профиля должны устраняться в том же слое, где они обнаружены.

Особое внимание уделяется полноте разработки выемок и сооружению насыпей по ширине, начиная с первых слоев. Дополнительная срезка откосов выемки или последующая досыпка откосных частей насыпи, как правило, приводит к возникновению дефектов земляного полотна в первые годы эксплуатации.

Измерение и оценка качественных показателей осуществляются после выполнения операций по отсыпке слоя насыпи на захватке, разработке участков выемки, другой части земляного полотна, а также при приемке к оплате промежуточных этапов работы от исполнителей. По результатам измерений проводится оценка качества работы исполнителей, а в случаях обнаружения дефектов предлагаются меры по их устранению и предупреждению.

Результаты операционного контроля фиксируются в актах освидетельствования скрытых работ, актах промежуточной приемки ответственных конструкций, нарядах на оплату также в общую ведомость оценки качества строительно-монтажных работ, входящую в состав общего журнала работ.

Составление актов освидетельствования скрытых работ надлежит производить после выполнения следующих работ:

- снятия плодородного слоя почвы, мохового или дернового слоя, выторфовывания, устройства уступов на косогорах, замены грунтов или осушения основания, устройства свайных или иных типов оснований под насыпями, гидро- и теплоизоляционных слоев; укладки армирующих элементов, слоев текстильных материалов;

- устройства водоотвода и дренажей, укрепления русел у водоотводных сооружений, возведения и уплотнения земляного полотна и подготовки его поверхности к укладке слоев дорожной одежды; засева трав или выполнения других работ по биологической защите откосов;

- возобновления плодородного слоя почвы и выполнения других работ по рекультивации нарушенных площадей.

Приемку скрытых работ и составление актов освидетельствования в случаях, когда последующие работы предстоит начать после длительного перерыва (сверх предусмотренного графиком поточного строительства), следует осуществлять непосредственно перед последующими работами.

Оценка качества отдельных видов работ (подготовка основания земляного полотна, возведение насыпей и разработка выемок, устройство водоотвода, присыпных обочин производится по средневзвешенной величине оценок основных качественных параметров O_i , с учетом коэффициентов их значимости:

$$S_{\Pi} = \frac{\alpha_1 O_1 + \alpha_2 O_2 + \dots + \alpha_i O_i}{\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_i} = \frac{\sum_{i=1}^h \alpha_i O_i}{\sum_{i=1}^h \alpha_i}, \quad (2.9)$$

где $\alpha_1, \dots, \alpha_i$ – коэффициенты значимости;

n – число оцениваемых параметров.

Степень соответствия каждого контролируемого параметра требованиям проекта, нормативных документов и стандартов оценивается на:

- «отлично» (5), если значение параметра в части допускаемых отклонений превосходит требования нормативных документов и стандартов без увеличения сметной стоимости соответствующих видов работ;

- «хорошо!» (4), если значение параметра полностью соответствует требованиям проекта, нормативных документов и стандартов;

- «удовлетворительно» (3), если допущено малозначительное отклонение от требований технической документации, согласованное с проектной организацией и заказчиком, не снижающее показателей надежности, прочности, устойчивости, долговечности и эксплуатационных качеств и не

Оценка качества отдельных видов работ (конструктивных элементов) в целом определяется в зависимости от значений комплексного показателя S :

$S = 4,51 + 5,00$ – отлично;

$S = 3,51 + 4,50$ – хорошо;

$S = 3,00 + 3,51$ – удовлетворительно.

Толщина снятия растительного слоя контролируется по разности отметок и непосредственным измерением на обрезах, а также по цвету грунта. Величина допускаемого отклонения от проектной толщины $\pm 1.0\%$.

Плотность грунта в насыпи и естественном основании выемки или низкой насыпи должна контролироваться в каждом уплотняемом слое при ширине отсыпаемого слоя 20 м по оси дороги и в 1,5-2,0 м – от бровки земляного полотна, а при ширине отсыпаемого слоя более 20 м – дополнительно в середине между осью и бровкой.

Контроль плотности грунта по указанным поперечникам должен производиться на каждой сменной захватке работы уплотняющих машин, но не реже, чем через 200 м при высоте насыпи до 3 м и через 50 м при высоте насыпи более 3 м. Контроль плотности верхнего слоя производится не реже чем через 50 м независимо от высоты насыпи. Дополнительно контроль плотности следует осуществлять в каждом слое насыпи над трубами в кюветах и местах сопряжения с мостами, а также при засыпке траншей и котлованов. Контроль плотности необходимо проводить на глубине 8-10 см от поверхности уплотняемого слоя.

На каждом контрольном поперечнике должны быть определены вид грунта и соответствие фактической толщины уплотняемого слоя толщине, указанной в ППР. Отклонения от требуемого показателя плотности в сторону уменьшения допускаются не более чем у 10 % образцов и не должны превышать 4 %. Разница в показателях плотности на одном поперечнике верхнего слоя земляного полотна для дорог с усовершенствованными покрытиями не должна превышать 2 %. Замеренные данные вносятся в журнал.

Основным методом контроля плотности грунтов в насыпи или в естественных отложениях следует считать метод отбора образцов с последующим лабораторным определением требуемых показателей по ГОСТ 22733–77. Допускается использовать экспресс-методы и приборы для ускоренного контроля плотности (радиометрические, пенетрационные, штамповые, прибор Ковалева и др. При этом в целях проверки не менее 10 % всех измерений необходимо выполнять стандартным методом с отбором образцов.

Степень уплотнения крупнообломочных грунтов, содержащих более 60 % обломочной фракции, следует считать достаточной, если полная величина осадки поверхности грунта в результате уплотнения составляет 8-10 % первоначальной толщины, для верхнего слоя – 10-12 %.

Относительную плотность крупнообломочных грунтов необходимо измерять следующим образом:

- по коэффициенту уплотнения - отношением плотности сухого грунта, определяемого методом лунок, к максимальной плотности при стандартном уплотнении в укрупненном цилиндре. Диаметр укрупненного цилиндра, в котором ведется стандартное уплотнение, должен быть в 4-5 раз больше размера крупной фракции грунта (метод целесообразен для грунтов с включениями обломков не крупнее 60-65 мм);

- методом пробного динамического нагружения через жесткий штамп диаметром 40-50 см путем сравнения по лученной при 20-кратном нагружении ударами интенсивностью 0,5-1,05 Па (груз массой 35-45 кг падает с высоты 0,9-1,0 м) остаточной осадки штампа с допустимой, находящейся в пределах 0,4-0,6 % от его диаметра. Этот метод пригоден для грунтов с максимальным размером крупных обломков до 100-120 мм;

- методом пробного нагружения поверхности уплотненной насыпи грузовым автомобилем со спаренными шинами с нагрузкой на ось не менее 10 т или тяжелым гладковальцовым катком массой не менее 10т. При этом насыпь считается уплотненной до требуемой плотности, если осадка ее поверхности не превышает 3 мм при проходе автомобиля и 5 мм при проходе гладковальцового катка. Метод можно применять, когда грунт включает обломки размером более 100-120 мм, а также при сооружении насыпей из скальных грунтов.

Каждый слой насыпи должен обладать однородными физико-механическими свойствами. Для выполнения этого требования слои следует отсыпать из грунтов одного вида. В тяжелых и пылеватых грунтах допускаются включения обломочных и песчаных грунтов при условии их равномерного распределения по объему. При наличии в резервах и выемках грунтов различных видов указания об их размещении в слоях насыпи должны быть даны в проекте.

Проверка однородности грунтов в слое выполняется при отборе образцов для контроля плотности по числу пластичности и гранулометрическому составу.

Поверхность слоев земляного полотна планируется в соответствии с нормативными требованиями.

Поверхность верхнего слоя или слоя, после устройства которого следует технологический перерыв более 3-5 сут, должна иметь поперечные уклоны 20-40 ‰ с допустимыми отклонениями ± 10 ‰ для машин без автоматической системы задания планировочных отметок и ± 5 ‰ – для машин с автоматической системой задания.

При оценке качества измеряются ширина земляного полотна, крутизна откоса, размещение, уклоны и размеры водоотводных и дренажных устройств и другие геометрические параметры земляного полотна и входящих в его комплекс сооружений.

Контроль соблюдения геометрических параметров ведется геодезическими инструментами и шаблонами, привязанными к разбивочной сети.

В местах появления признаков нарушения устойчивости земляного полотна следует проводить систематические контрольные наблюдения за его состоянием с занесением данных наблюдений в общий журнал работ.

При возведении насыпи над трубами особому контролю подлежит равномерная отсыпка грунта тонкими горизонтальными слоями одновременно с обеих сторон трубы. Как исключение насыпь может быть выполнена до устройства трубы. В этом случае оставленный котлован должен быть засыпан грунтом, однородным с грунтом насыпи, или хорошо дренирующим несвязным грунтом. Данные контроля качества уплотнения по всей толщ насыпи с обеих сторон трубы фиксируются в ведомости.

Оценка качества рекультивационных работ включает проверку соблюдения границ отвода (отсутствие повреждений растительного и почвенного покровов); определения толщины почвенного слоя, возвращенного на временно занимаемые площади, качество посева и посадки растений (по агротехническим показателям).

Наличие размывов, водной и ветровой эрозии земляного полотна на промежуточных этапах строительства фиксируется в общем журнале работ с целью их устранения и принятия мер к предупреждению на других участках.

2.6.3. Организация производственного контроля

Производственный контроль на объекте выполняется строительной организацией – непосредственным исполнителем работ (строительным управлением, механизированной колонной и т.п.) с привлечением производственной лаборатории и геодезической службы. Ответственность за полноту и качество производственного контроля несут персонально главные инженеры соответствующих организаций; за методическую правильность и достоверность данных испытаний грунтов и других материалов – заведующие лабораториями, а по геодезическим измерениям – руководители геодезических служб.

Входной контроль (выборочная проверка резервов, обследование оснований, устойчивости и т.п.) на стадии предпроизводственной подготовки выполняется центральной лабораторией, а в процессе выполнения работ – производственными лабораториями.

Пробное уплотнение осуществляется производственной лабораторией под методическим руководством и при участии Центральной лаборатории.

Операционный контроль выполняется прорабами и мастерами при непосредственном участии производственных лабораторий (лабораторных постов) и геодезических служб. Операционный контроль проводится в соответствии со схемами операционного контроля, входящими в состав технологической карты или составляемыми непосредственно при разработке проекта производства работ на каждый технологический процесс.

Схема операционного контроля должна содержать:

- эскиз элементов земляного полотна во всех характерных сечениях с указанием способов рабочей разбивки, допускаемых отклонений от геометрических размеров, способов и требуемой точности измерений;
- ведомость применяемых грунтов с указанием места получения и места укладки, вида и разновидности, оптимальной влажности, максимальной стандартной плотности и допускаемых отклонений от плотности, требуемой толщины слоев и числа проходов катка (по данным журнала пробной укатки);
- состав, сроки и указания о способах операционного контроля;
- перечень контрольных операций, выполняемых прорабом, мастером, лабораторией, геодезической службой;
- перечень скрытых работ, подлежащих освидетельствованию с составлением акта.

Оценка качества на этапе производственного контроля осуществляется прорабом с участием производственной лаборатории по законченным элементам конструкций, а по земляному полотну - с проверкой плотности по каждому технологическому слою.

При массовом выполнении земляных работ в Центральной лаборатории и в производственных лабораториях выделяются группы специалистов для оперативной работы по контролю сооружения земляного полотна. Часть специализированной группы производственных лабораторий направляется для постоянной работы на объекты строительства земляного полотна в качестве лабораторных постов.

Лабораторные посты создаются при объеме сооружения насыпей более 2 тыс. м/смену и должны работать ежесменно в течение всего времени выполнения земляных работ. При объеме работ более 5 тыс. м³/смену в составе лабораторного поста должно быть не менее двух лаборантов.

Лабораторные посты осуществляют под непосредственным руководством производителя работ постоянный операционный контроль и принимают участие в приемочном контроле. Они должны обеспечиваться необходимым оборудованием и инвентарем и иметь непосредственно на объектах производства работ специально приспособленные для лабораторных работ передвижные помещения.

Перечень основных операций производственного контроля приведен в табл. 2.3, результаты заносятся в специальные журналы.

2.6.4. Производственный контроль земляного полотна в особых условиях

При сооружении земляного полотна в зимнее время должен осуществляться постоянный контроль за составом и влажностью грунта, использованием мерзлых включений.

Темпы укладки грунта, разравнивания слоев и работы уплотняющих машин следует устанавливать с учетом необходимости уплотнения грунта до замерзания при плюсовой температуре, определяемой на поверхности слоя.

В задачи производственного контроля в условиях зимних работ входят:

- предварительное до начала работ обследование грунтов в намеченных к разработке выемках и резервах, на основании которого устанавливается ориентировочный режим работы землеройных и уплотняющих машин и уточняется средний объем разработки мерзлого слоя;
- уточнение режима работы уплотняющих машин (толщины слоя и количества проходов) при изменении характера грунтов и погодных условий;
- постоянный операционный контроль за качеством уплотнения, влажностью грунта, количественным содержанием мерзлых комьев и их размерами.

Т а б л и ц а 2.3

Перечень основных операций производственного контроля

Выполняемые работы	Контролирующие подразделения
<p>Определение оптимальной влажности и максимальной плотности характеристик грунтов в резервах (карьерах):</p> <ul style="list-style-type: none"> - пробное уплотнение грунтов (с участием производственной лаборатории) - определение характеристик грунтов особых разновидностей - осуществление методического руководства и контроль за деятельностью производственных лабораторий и контрольных постов, инструктаж работников лабораторий - обеспечение необходимым оборудованием, наблюдение за исправностью контрольных и измерительных приборов, организация метрологической проверки 	Центральная лаборатория
<p>Дополнительное обследование резервов (совместно с Центральной лабораторией)</p> <p>Установление рационального режима работы уплотняющих машин – пробное уплотнение (совместно с Центральной лабораторией)</p> <p>Оценка качества уплотнения грунта в земляном полотне (на всех этапах контроля)</p> <p>Определение физико-механических свойств грунтов по действующим ГОСТам. Участие в сдаче законченных работ</p>	Производственная лаборатория СУ
<p>Послойное определение плотности грунтов насыпей в процессе их воздействия</p> <p>Выполнение наблюдений за составом, однородностью грунтов, толщиной уплотняемого слоя, числом проходов (ударов) грунтоуплотняющей машины по одному месту</p>	Лабораторный пост

В составе операционного контроля дополнительно определяют относительное содержание мерзлых комьев в грунте. Отношение массы мерзлых комьев к массе всей пробы определяют на пробе размером 0,5х0,5х0,3 м. Весь грунт пробы просеивают через сито с размером отверстий 25 мм; из остатков на сите вручную удаляют комья талого грунта. Контрольные пробы отбирают из каждых 500 м³ грунта, уложенного в тело насыпи, но не реже одного раза в смену. Размеры наиболее крупных комьев определяют непосредственным измерением.

Качество уплотнения проверяют только до замерзания слоя. Плотность грунтов с содержанием более 10 % мерзлых комьев определяют методом лунок с использованием песчаного или жидкостного (балонный плотномер) эквивалента-заполнителя, методом парафинирования или методом выбуривания керна для мерзлых грунтов.

При операционном контроле лабораторные посты должны следить за соблюдением правил производства работ и дополнительно к общим требованиям фиксировать следующие данные: процентное содержание мерзлого грунта и среднюю крупность мерзлых комьев, степень уплотнения, температуру воздуха и силу ветра во время производства работ, время перерыва в работе, часы снегопада, методы удаления снега и льда с насыпи, попкикетные отметки части насыпи, возведенной за смену.

При наступлении весеннего потепления необходимо установить тщательное наблюдение за разработанными зимой выемками и возведенными насыпями, а появляющиеся на них деформации немедленно ликвидировать. Трещины, возникающие в насыпи при неравномерной ее осадке, следует расчищать на возможно большую глубину и заполнять с тщательной утрамбовкой тем же грунтом, из которого возведена насыпь. Весной, после оттаивания мерзлого грунта на всю глубину промерзания, требуется проверить качество всех возведенных зимой насыпей и разработанных выемок. Необходимо проверить отсутствие на них оползней, сплывов и т.п. Возобновление работ допускается только на основании акта.

При сооружении земляного полотна на болотах методами выторфовывания осуществляется операционный контроль полноты удаления торфа по визуальной оценке изменения вида грунта в ковше экскаватора, осуществляющего выторфовывание, и по глубине траншеи, измеряемой рейкой, прикрепленной к перекладине.

При возведении насыпей на торфе и других сильносжи-маемых грунтах необходим контроль толщины насыпи и величины осадки. Толщина насыпи определяется бурением или ручным пенетрометром-зондом ударного (забивного) действия. Осадка в данной точке может быть вычислена по разности отметки поверхности земли и вычисленной отметки низа насыпи.

Изменение осадки во времени после окончания возведения насыпи контролируется систематическим измерением высотных отметок постоян-

ных марок, установленных по оси насыпи через 50 м. В первые 3 месяца измерения выполняются 1 раз в неделю, в последующие – 1 раз в месяц.

В случаях негарантированной устойчивости слабых оснований, а также естественных склонов должны выполняться наблюдения за горизонтальным смещением бровок верха и подошвы насыпей и изменением их высотных отметок. Точки наблюдений закрепляются кольями. Наблюдения следует выполнять с помощью геодезических инструментов с привязкой к разбивочной основе. При появлении смещений наращивание насыпи должно быть немедленно прекращено до разработки мер по обеспечению устойчивости.

В период производства работ на неустойчивых основаниях и склонах наблюдения должны выполняться на наиболее опасных поперечниках не менее 2 раз в смену, а после окончания устройства насыпей – через 2-3 сут.

При использовании метода постепенного загрузки (предварительной консолидации) контроль за изменением прочности грунта основания осуществляется методом вращательного среза с помощью болотной крыльчатки или зондированием ручным пенетрометром.

Данные наблюдений за осадкой и горизонтальными смещениями насыпи, замеры толщины насыпного слоя фиксируются в специальном журнале работ и включаются в акты освидетельствования скрытых работ.

В связи со сложностью и индивидуальным характером наблюдений за работой земляного полотна на слабых основаниях к их выполнению предпочтительно привлекать специалистов проектных или научно-исследовательских организаций.

Операционный контроль буровзрывных работ надлежит осуществлять:

- после окончания прохода зарядных камер, скважин или шпуров путем замера их глубины, формы, диаметра, положения в плане и профиле;
- в процессе производства земляных работ по количеству и ассортименту закладываемых взрывчатых веществ;
- после окончания монтажа взрывной сети по соответствию ее расчетным параметрам;
- после взрыва путем инструментального обмера в натуре объема образовавшейся выемки;
- в процессе разработки разрыхленного грунта путем установления объема негабаритов.

При сооружении земляного полотна в засушливых районах дополнительно к операциям производственного контроля, применяемого в обычных условиях, следует установить еженедельный контроль влажности грунтов с установлением в местах искусственного орошения фактического уровня грунтовых вод.

Проверке подлежит правильность выполнения предусмотренных проектом мероприятий по сохранению влаги в грунте и влагонакоплению.

При засоленных грунтах на этапе входного контроля следует проверять состав и количество солей, условия увлажнения грунтов.

При разработке солончаков и такыров перенасыщенная солями поверхностная кора толщиной более 2 см должна быть снята бульдозерами и собрана в специально отведенные отвалы.

При сооружении земляного полотна в песчаных пустынях на этапе входного контроля должны быть определены требования к уплотнению грунта. Специально проверяется пригодность для защитных слоев отведенных резервов связных грунтов. На этапе операционного контроля производится выборочная проверка толщины защитного слоя.

Контроль качества закрепления поверхности песков жидким битумом, эмульсиями или другими составами производится по степени однородности и эффективности закрепления.

При наличии на участках подвижных песков растительности необходимо постоянно контролировать ее сохранность, принимать меры против ее повреждения при движении и стоянке транспортных средств.

2.6.5. Приемка земляного полотна

Земляное полотно, представляющее собой ответственную конструкцию, как правило, подлежит промежуточной приемке с участием представителей технического надзора Заказчика и авторского надзора проектной организации (при его осуществлении) с обязательным оформлением акта.

Работы по устройству вышележащих слоев дорожной одежды без приемки земляного полотна не допускаются. Земляное полотно предъявляется к сдаче в полностью готовом виде, как правило, включая укрепление откосов. Отсыпка и уплотнение присыпных обочин осуществляются по мере устройства одежды. Перенос сдачи укрепительных работ на последующие этапы допускается лишь при соответствующем техническом обосновании (продолжение осадки насыпи, отсутствие фронта работ в горных условиях и т.п.).

Промежуточная приемка водоотвода, дренажей, подпорных стенок, противооползневых, противоналедных сооружений должна быть проведена до сдачи земляного полотна.

При выполнении земляных работ специализированными подразделениями одновременно с земляным полотном должны быть предъявлены к сдаче в рекультивированном виде резервы, грунтовые карьеры и отвалы.

Приемка земляного полотна и входящих в его комплекс сооружений производится на основе визуального освидетельствования в натуре, контрольных замеров, исполнительных чертежей, актов освидетельствования скрытых работ, документации производственного контроля, общего журнала работ и специальных журналов наблюдений и лабораторных испытаний.

При выполнении работ в сложных условиях дополнительно представляют ведомости участков неустойчивого земляного полотна на слабых грун-

тах, оползневых участков, наблюдений за осадкой и т. п. Дефекты и нарушения, выявившиеся во время технологических перерывов, независимо от их причин, к моменту сдачи должны быть устранены.

Работы по устройству дренажей принимают по мере готовности отдельных элементов как скрытые работы. Продольный дренаж, как правило, подлежит отдельной промежуточной приемке.

В акте приемки дренажных устройств в целом должно быть отмечено состояние отдельных элементов и дана характеристика труб и заполнителя. К акту должны быть приложены инженерно-геологические разрезы, схема вертикальных отметок по лоткам, план дренажей системы с указанием выпусков, колодцев и мест расположения опознавательных знаков.

Положение земляного полотна в плане проверяют, измеряя отдельные углы поворота и прямые между ними, а также производят контрольную проверку разбивки кривых. Отметки продольного профиля земляного полотна проверяют нивелированием на всех пикетах и в точках изменения проектных уклонов. При этом контролируют отметки оси дороги, бровок и дна кюветов, определяют поперечные уклоны поверхности.

Ширину земляного полотна и крутизну откосов проверяют не менее чем в трех местах на каждом километре дороги, а также в местах, вызывающих сомнение при осмотре.

Одновременно осматривают поверхность земляного полотна, которая должна быть спланирована в соответствии с нормативными требованиями, убеждаются в отсутствии местных просадок грунта, колеи, переувлажненных участков.

Расстояние между осью и бровкой полотна в плане не должно иметь отклонений от проектных размеров более чем на 10 см. Крутизна откосов должна быть соблюдена с допустимыми отклонениями не более 10 %. Неровности откоса и отклонения от проектной линии (образующей) более 10 см не допускаются.

При приемке готового земляного полотна качество уложенного в насыпь грунта и степень его уплотнения проверяют по документации выполненных этапов производственного контроля и данным лабораторных испытаний. Особое внимание при этом уделяется местам засыпки труб и подходам к мостам.

Контрольную проверку производят не менее чем в трех местах на каждом километре дороги и дополнительно над трубами и конусами мостов не менее чем на 1/3 от общего их числа путем отбора из специальных буровых скважин или шурфов по три образца с глубины 1,0-1,5 м. Отбор образцов осуществляется режущими кольцами. Определение вида, плотности и влажности грунта выполняется в лаборатории стандартными методами.

В случае изменения вида грунтов по высоте насыпи может быть назначен дополнительный отбор проб с соответствующей глубины.

При приемке насыпей на болотах и в других случаях учета в конструкции расчетной осадки проверка толщины насыпного слоя и величины достигнутой фактической осадки выполняется динамическим зондированием. В приемочном акте должна быть зафиксирована осадка насыпи в осевом сечении, замеренная по трем датам, предшествующим приемке не менее чем с 10-дневными интервалами в трех различных точках наиболее мощной толщи сжимаемого слоя.

Основания с вертикальными дренами, грунтовыми сваями, дренажными прорезями, а также с полным или частичным удалением торфа подлежат отдельной промежуточной приемке с выполнением натуральных замеров и зондированием для проверки не менее чем по трем поперечникам на 1 км (или на каждый переход через болото).

Отклонения расстояний между сваями (дренами) не должны быть больше 1/2 диаметра (ширины). Глубина дрен не должна отличаться от проектной более чем на 10 % длины. При полном выторфовывании наличие прослоек торфа в основании под средней частью насыпи (в границах проезжей части) не допускается.

При приемке водоотводных сооружений, входящих в комплекс земляного полотна (кюветы, нагорные и отводные каналы, быстротоки, резервы, защитные банкеты), должны быть проверены продольные и поперечные уклоны, размеры поперечных сечений. Измерения проводятся с привязкой к оси или бровке земляного полотна на двух-трех поперечниках на каждый километр длины, а также во всех местах изменения конструктивных сечений.

Все водоотводные сооружения должны обязательно иметь постоянные или временные (как исключение) выпуски для бесперебойного стока воды в установленные проектом места.

Укрепление откосов земляного полотна и рекультивация притрассовых резервов и других выработок принимаются в составе комплекса земляного полотна с проверкой следующих показателей: вида и толщины почвенного слоя, подготовленного под засев; количества внесенных семян и удобрений (по данным документации производственного контроля); прорастания семян на 1 м² качества посадки древесных и кустарниковых насаждений.

При укреплении сборными плитами или решетчатыми конструкциями следует проверять прочность основания, ровность укладки, качество заделки швов.

Качество материала монолитных укрепительных слоев оценивают в соответствии с требованиями укрепления грунтов.

При приемке обочин проверяют плотность верхнего слоя грунта, качество примененных для укрепления составов и смесей, соответствие их проекту, ровность, соблюдение поперечных уклонов.

При сдаче земляного полотна должны быть закончены рекультивация дна всех притрассовых резервов и карьеров, ликвидация временных дорог, съездов (за исключением действующих после сооружения земляного полотна). Места с поврежденной растительностью или нарушенным почвенным покровом как на полосе отвода, так и вне ее должны быть спланированы, закрыты почвой и засеяны травой.

Карьеры, не входящие в состав комплекса земляного полотна, рекультивируются и сдаются по общему календарному плану строительства.

При приемке земляного полотна по формуле (2.10) дается общая оценка качества работ на основе оценок отдельных элементов или видов работ с учетом их значимости, полученных на приемочном этапе производственного контроля.

$$P = 0,26[0,7S_1 + S_2 + 0,8S_3 + 0,7S_4 + 0,6S_5], \quad (2.10)$$

где числовые коэффициенты и индексы оценок видов работ соответствуют порядковым номерам перечисленных работ:

- 1) проведение подготовительных работ;
- 2) возведение насыпей и разработки выемок;
- 3) устройство водоотвода;
- 4) укрепительные работы;
- 5) устройство присыпных обочин (как правило, сдается отдельно на следующих этапах).

2.6.6. Контроль при укреплении грунтов минеральными, органическими вяжущими и комплексными методами

Не реже *одного раза в смену* необходимо проверять:

- степень размельчения (агрегатный состав) глинистых грунтов путем рассева средних проб на ситах с отверстиями 5 и 10 мм;
- точность дозирования вяжущего и равномерность распределения его по грунту;
- влажность обрабатываемых грунтов и готовой смеси;
- степень уплотнения слоя укрепленного грунта;
- толщину слоя, ровность и поперечный уклон.

Не реже *одного раза в квартал* проверяют:

- гранулометрический состав несвязных грунтов;
- число пластичности связных грунтов;
- засоление грунтов легкорастворимыми солями;
- марку материала по морозостойкости и прочности при изгибе (раскалывании);
- удельную активность естественных радионуклидов в грунтах.

Точность дозирования вяжущего и равномерность его распределения определяют путем отбора проб готовой смеси из партии, изготовления об-

разцов в соответствии с ГОСТ 23558–94, их формирования и последующего испытания на прочность при сжатии. Партией считают количество укрепленного грунта, изготовленное в течение одной смены, но не более 1000 м³.

Влажность грунтов и смесей определяют:

- в термостате высушиванием средней пробы до постоянной массы при температуре 105°C;
- влагомером-плотномером системы Ковалева;
- с помощью радиоизотопных приборов ВПГР-1, УР-70, РВП-1 в соответствии с требованиями ГОСТ 23061–90;
- карбидным влагомером ВП-2;
- высушиванием средней пробы на газовой плитке или при сжигании денатурированного спирта в случае отсутствия в фунте органических включений.

Плотность укрепленного грунта определяют:

- с помощью режущих колец;
- плотномером системы Ковалева;
- обмером и взвешиванием вырубков правильной геометрической формы или их гидростатическим взвешиванием;
- методом «лунки» для крупнообломочных грунтов;
- с помощью радиоизотопных приборов РПП-2 (ВПГР-1). Ровность основания определяют с помощью трехметровой рейки в соответствии со СНиП 3.06.03–85, а поперечный уклон – с помощью уклономера.

Содержание легкорастворимых солей в засоленных грунтах определяют по ГОСТ 25100–95. Морозостойкость и прочность укрепленных грунтов при изгибе устанавливают в соответствии с ГОСТ 23558–94. Удельную активность естественных радионуклидов определяют гамма-спектрометрическим методом по ГОСТ 30108–94.

Контроль при укреплении грунтов органическими вяжущими и комплексными методами. Для проверки соответствия качества укрепленных грунтов требованиям ГОСТ 30491–97 проводят приемо-сдаточные и периодические испытания партий смесей.

При изготовлении смесей в грунтосмесительных установках партией считают количество материала, выпускаемого в течение одной смены, но не более 400 т.

При проведении работ методом смешения на месте партией считают количество материала, обрабатываемого в течение одной смены, но не более 300 т.

При приемо-сдаточных испытаниях определяют температуру смесей, водонасыщение, набухание, прочность при сжатии при температурах 20 и 50 °С, водостойкость и слеживаемость смесей с жидкими органическими вяжущими, степень размельчения глинистых грунтов, влажность и плотность укрепленных фунтов.

При периодических испытаниях определяют:

- ✓ один раз в месяц – состав укрепленных грунтов;
- ✓ один раз в полгода – водостойкость при длительном водонасыщении, прочность на растяжение при изгибе, морозостойкость и удельную эффективную активность естественных радионуклидов.

Периодические испытания проводят также в случае изменения свойств грунтов и вяжущих.

Для контроля качества укрепленных грунтов от каждой партии отбирают и испытывают одну объединенную пробу, которую получают смешением трех-четырёх точечных проб.

Укрепленные грунты и смеси испытывают в соответствии с ГОСТ 30491–97, ГОСТ 12801–98, Руководством по грунтам и материалам, укрепленным органическими вяжущими.

2.6.7. Контроль качества работ при устройстве дорожных асфальтобетонных покрытий

Контроль качества при устройстве дорожных асфальтобетонных покрытий также как и при контроле качества земляных работ подразделяется на входной, операционный и приемочный.

Входной контроль. Перед началом укладки асфальтобетонных слоев проверяют готовность нижележащего слоя к укладке смесей (ровность, плотность и чистоту поверхности нижележащего слоя, а при наличии бортовых камней – правильность их установки, качество очистки от пыли и грязи, качество подгрунтовки).

Ведут учет объема и качества асфальтобетонной смеси, поступающей на объект. Отмечают время выпуска смеси на АБЗ, время поступления смеси на объект, температуру смеси в кузове автосамосвала при выгрузке в бункер укладчика и на выходе из укладчика сразу за выглаживающей плитой. Оценивают однородность смеси в кузове. Расслоение асфальтобетонной смеси недопустимо. Выполняют визуальную оценку качества смеси. Доброкачественность асфальтобетонной смеси оценивают по следующим признакам: цвету, запаху, форме конуса, однородности покрытия зерен щебня битумом, отсутствию расслоения. Цвет качественной смеси – темно-серый, без характерного битумного блеска. Коричневый оттенок свидетельствует о нарушении температурного режима приготовления смеси.

Форма конуса асфальтобетонной смеси в самосвале должна быть полой. Если смесь растекается по кузову или образует конус с острой вершиной, ее следует браковать и не допускать к укладке в слой.

На объекте необходимо вести журнал входного контроля, в который заносят номер автомашины, время поступления смеси, ее температуру.

Операционный контроль. Это контроль за выполнением каждой технологической операции. На стадии операционного контроля оценивают толщину и плотность слоя, продольный и поперечный уклоны, ровность слоя, ширину полосы укладки, ровность кромок, качество продольных и поперечных швов и отделки стыков (сопряжений) смежных полос укладки.

Толщину укладываемого слоя контролируют в процессе укладки металлическим щупом с делениями.

Важнейшим показателем качества построенного слоя является его плотность. Для ее определения чаще используют неразрушающие методы контроля (порометрический, радиоизотопный, акустический и др.).

Контролируют работу укладчика: скорость движения, режим работ вибрационной плиты и трамбующего бруса, толщину слоя и уклоны в продольном и поперечном направлениях.

На готовом покрытии контролируют ровность, шероховатость, толщину слоев, прочность сцепления между слоями и соответствие свойств асфальтобетона нормативным требованиям. Из готового слоя отбирают и испытывают пробы в виде вырубков или кернов.

Пробы в количестве 3 шт. с каждых 7000 м² отбирают не ранее чем через 3 сут после устройства покрытия из горячего асфальтобетона и через 5...30 сут – из холодного асфальтобетона.

Качество асфальтобетонной смеси, а также асфальтобетонных покрытий и оснований оценивают по соответствию требованиям ГОСТ 9128-2009 на основании проведения испытаний по методикам, регламентированным ГОСТ 12801-98.

Степень уплотнения конструктивных слоев оценивают коэффициентом уплотнения K_y , который должен быть: не ниже 0,99 – для асфальтобетона из горячих смесей типа А и Б и не менее 0,98 – для асфальтобетонов типа В, Г и Д.

Не ранее чем через 10 сут с момента открытия движения определяют коэффициент сцепления колеса с покрытием.

При визуальном контроле на готовом покрытии не допускается наличие каких-либо дефектов и загрязнений. Выявленные дефекты устраняют до приемки покрытия в эксплуатацию.

2.6.8. Правила приемки асфальтобетонных покрытий в эксплуатацию

Приемку работ при устройстве дорожных асфальтобетонных покрытий осуществляют в соответствии со СНиП 3.06.03–85 «Автомобильные дороги, СНиП 3.01.04–87 «Приемка в эксплуатацию законченных строительством объектов», а также ВСН 19-89 «Правила приемки работ при строительстве и ремонте автомобильных дорог».

При приемочном контроле проводят анализ журналов входного и операционного контроля, обрабатывают результаты лабораторных испы-

таний при текущем и приемочном контроле и записи в рабочих журналах. При необходимости проводят дополнительные испытания.

Готовое асфальтобетонное покрытие не должно иметь просадок, выбоин и иных повреждений, затрудняющих движение транспортных средств, участков выпотевания битума, признаков расслоения слоя, участков с признаками дробления щебня в слое, шелушения слоя и других повреждений.

Контроль линейных параметров дороги следует осуществлять с помощью диагностических лабораторий, курвиметров, рулеток или линеек. Контроль параметров, не имеющих количественной оценки, осуществляют визуально.

На готовом покрытии не допускается наличие каких-либо дефектов и загрязнений. Выявленные дефекты должны устраняться до приемки покрытия в эксплуатацию.

2.6.9. Контроль качества строительства цементобетонных покрытий

На бетонном заводе контролируют качество материалов для бетона, состав бетонной смеси, ее подвижность (жесткость) и количество вовлеченного воздуха, прочность и морозостойкость бетона. Образцы для определения прочности и морозостойкости бетона должны храниться в специальных помещениях с контролируемой температурой и влажностью воздуха.

Перед началом строительства цементобетонного покрытия оценивают качество изготовленного основания, его плотность и ровность. В процессе установки копирной струны основным контролируемым параметром является положение струны в плане и профиле с предельными отклонениями от проектной линии: в профиле ± 3 мм; в плане $+5$ мм. Отклонения контролируются измерительными приборами. Натяжение струны контролируют визуально – по отсутствию провисания между стойками.

При производстве работ по устройству цементобетонного покрытия контролируют следующие параметры:

- раскладку и крепление полиэтиленовой прокладки на основании;
- установку и крепление секций арматурного каркаса и сеток;
- правильность установки копирных струн.

При работе распределителя бетонной смеси контролируют:

- ширину и толщину слоя распределяемой смеси;
- соблюдение скоростного режима;

- сплошность распределяемой смеси. При работе бетоноукладчика контролируют:

- соблюдение режимов работы рабочих органов и скорости движения бетоноукладчика;

- просвет под рейкой длиной 3 м;

- ширину и толщину полосы бетонирования;
- поперечные уклоны;
- толщину защитного слоя бетона для верхней и боковой арматуры;
- геометрию и качество продольных кромок;
- отделку поверхности после прохождения бетоноукладчика. Высотные отметки контролируют по копирной струне.

При работе машины по уходу за бетоном контролируют:

- нормы розлива пленкообразующего материала;
- равномерность распределения пленкообразующего материала; При устройстве деформационных швов контролируют:

- своевременность устройства швов;
- геометрические размеры пазов швов;
- состояние кромок пазов швов;
- качество подготовки пазов швов перед их заполнением;
- качество заполнения пазов швов герметикой.

Ровность и поперечный уклон уложенного бетонного покрытия контролируются с помощью трехметровой рейки не реже чем через 20 м в соответствии с ГОСТ 30412–96.

Требования, которые следует выполнять и контролировать их выполнение при устройстве монолитных цементобетонных покрытий, приведены в табл. 2.4.

Т а б л и ц а 2.4

**Контроль качества производства работ
при устройстве цементобетонных покрытий**

Операционный контроль на месте бетонирования покрытия			
Контролируемые параметры	Величина нормативных требований	Объем испытаний	Метод контроля
1	2	3	4
Продолжительность нахождения смеси в транспортном средстве, не более, при температуре воздуха, С: от 20 до 30 менее 20	30 мин 60 мин	Каждую машину	Измерение времени
Удобоукладываемость бетонной смеси, не более	2 см	Не реже одного раза в смену и дополнительно при изменении удобоукладываемости	ГОСТ 7473 ГОСТ 10181
Объем вовлеченного воздуха, %	5...7	Не реже одного раза в смену и дополнительно при изменении показателей	ГОСТ 10181 п. 3.8

Окончание табл. 2.4

1	2	3	4
Плотность бетонной смеси	В соответствии с подбором состава бетона	Не реже одного раза в смену показателем, ГОСТ 7473	ГОСТ 10181
Прочность бетона по контрольным образцам (на сжатие и на растяжение при изгибе), твердеющим в нормальных условиях	Не ниже проектного класса бетона	Каждую смену, ГОСТ 53231	ГОСТ 10180
Морозостойкость бетона по контрольным образцам, твердеющим в условиях твердения конструкции	Не ниже проектного класса бетона	Не реже чем один раз в 6 мес, СНиП 3.06.03–85	ГОСТ 10060, второй базовый метод или третий ускоренный
Расстояние между стойками для копирной струны, не более: на прямых на криволинейных	15 м 4...6 м	При установке струны	Измерение рулеткой
Отклонение фактических отметок от проектных не более: для копирной струны облегченной инвентарной опалубки	±5 ±5	На каждой стойке На каждом стыке	Нивелирная съемка
Размер ширины паза шва, устанавливаемого с прокладкой (по типу шва расширения)	На 3...5 мм шире толщины прокладки	На каждом шве	Измерение линейкой
Глубина бороздок шероховатости на поверхности покрытия	0,5...1,5 мм	Один раз в пять дней и при изменении рисунка шероховатости	Измерение методом «песчаного пятна»
Расход пленкообразующих материалов	В соответствии с рекомендациями по применению	Один раз в смену	Расчетом по расходу на заданную площадь
Равномерность нанесения пленкообразующего материала	Цвет поверхности должен быть однородным	То же	То же

При контроле качества строительства сборных бетонных покрытий проверяют геометрические параметры плит, их внешний вид и качество поверхности в соответствии с требованиями стандартов или рабочих чертежей.

Не реже одного раза в смену (из расчета оценки одной из ста уложенных плит) проверяют качество контактирования сборного покрытия с основанием (выравнивающим слоем) перед сваркой стыковых скоб путем поднятия плиты. В трех поперечниках на I км сборного покрытия прове-

ряют превышение граней смежных плит. Оценке подлежит качество заполнения швов герметизирующими материалами.

Контрольные вопросы

1. Классы дорожно-строительной продукции.
2. Классификация дорожно-строительной продукции в зависимости от различных признаков показателей качества.
3. Принципы и методы количественной оценки качества дорожно-строительной продукции.
4. Способ ранжирования, методы непосредственной оценки и парного сравнения продукции.
5. Комплексная оценка проектно-сметной документации.
6. Комплексная оценка качества строительно-монтажных работ.
7. Методы диагностики и комплексной оценки качества строительства дорог и их элементов.
8. Организация перевозки тяжеловесных и крупногабаритных грузов по автомобильным дорогам и искусственным сооружениям.
9. Какие этапы включает производственный контроль качества?
10. Входной контроль качества земляного полотна.
11. Операционный контроль качества земляного полотна.
12. Производственный контроль земляного полотна в особых условиях.
13. Приемка земляного полотна.
14. Контроль при укреплении грунтов минеральными, органическими вяжущими и комплексными методами.
15. Контроль качества работ при устройстве дорожных асфальтобетонных покрытий.
16. Правила приемки асфальтобетонных покрытий в эксплуатацию.
17. Контроль качества строительства цементобетонных покрытий.

3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА И НАДЕЖНОСТИ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

3.1. Обеспечение надежности автомобильных дорог и дорожных конструкций

Транспортно-эксплуатационное состояние и эффективная работа автомобильных дорог в процессе эксплуатации непосредственно определяются качеством их проектирования и строительства. В частности, согласно исследованиям, проведенным в США, отмечается четкая обратная связь величины эксплуатационных расходов с качеством работ и стоимостью строительства автомобильных дорог. Так, даже незначительные ошибки, недоработки в проектах или плохое качество строительства приводят в дальнейшем к неоправданному повышению эксплуатационных расходов и ухудшению дорожных условий. Из этого следует, что обеспечение качества работ на всех стадиях (проектирование, строительство, эксплуатация) должны быть взаимосвязаны между собой. Это единый комплекс, обеспечивающий требуемые транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог, а следовательно, и требуемый уровень перевозочного процесса.

Автомобильная дорога в результате строительства представляет собой неоднородную систему со случайным набором свойств в каждом ее элементе в связи с естественной неоднородностью физико-механических свойств грунтов земляного полотна и материалов конструктивных слоев дорожной одежды, колебаний толщин конструктивных слоев в пределах нормативных допусков. В результате несущая способность дорожной конструкции по длине дороги неодинакова и носит случайный характер, что позволяет использовать математическую статистику и теорию надежности для обоснования требований к транспортно-эксплуатационному состоянию дороги.

Как показали опыт строительства дорог и исследования, большинство показателей, характеризующих прочность дорожной конструкции (модули упругости слоев дорожно-строительных материалов и грунтов, прочность при изгибе и сдвиге, плотность, влажность, сцепление слоев), подчиняются нормальному закону распределения случайных величин (закону Гаусса). Этот закон характерен для тех случаев, когда на случайную величину оказывают влияние несколько факторов, каждый из которых вносит относительно небольшой вклад в общую изменчивость случайной величины.

В то же время использование некондиционных материалов, отдельные технологические нарушения влияют на особенности распределения случайных величин. Показательным может быть распределение эквивалентных модулей упругости дорожной конструкции (рис. 3.1) при разном ко-

эffициенте вариации, являющимся относительной характеристикой качества строительства.

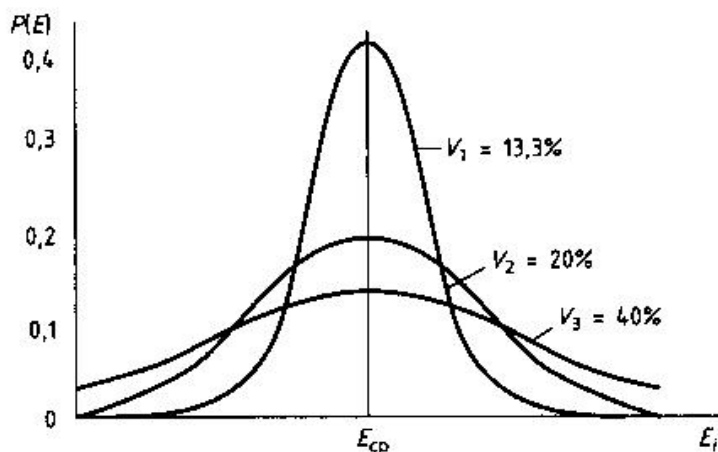


Рис. 3.1. Распределение эквивалентных модулей упругости дорожной конструкции (E_i) при разном качестве производства работ: V – коэффициент вариации; $P(E)$ – частота показателя

Коэффициент вариации выражают в процентах:

$$V = \frac{\sigma_e}{E_{ср}} 100, \quad (3.1)$$

где σ_e и $E_{ср}$ – среднее квадратичное отклонение и средняя арифметическая модуля упругости дорожной конструкции;

$$\sigma_e = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_1^n (E_i - E_{ср})^2};$$

$$E_{ср} = \frac{1}{n} \sum_1^n E_i, \quad (3.2)$$

где n – число измеренных значений модуля упругости;

E_i – значение измеренного модуля упругости, МПа.

При одном среднеарифметическом значении модуля упругости дорожной конструкции (см. рис. 3.1) с увеличением коэффициента вариации кривая распределения модулей упругости уплощается и возрастает частота низких модулей упругости. Это приводит к увеличению степени деформирования дорожной конструкции и ухудшению ровности покрытия к концу расчетного (нормативного) срока службы. Однако за счет проведения организационно-технологических мероприятий и текущего контроля качества производства работ становится возможным обеспечить распределение показателей прочности дорожной конструкции в пределах требований надежности дорожной одежды, заложенных при проектировании автомобильной дороги.

3.2. Надежность автомобильных дорог и дорожных конструкций

Под *надежностью* автомобильной дороги понимают вероятность того, что транспортно-эксплуатационное состояние дороги в течение нормативного срока службы будет отвечать требованиям безопасности дорожного движения и эффективности перевозочного процесса и обеспечивать вероятность безотказной работы до момента ее реконструкции. В общем случае **отказ** – это переход дороги (конструкции) в предельное состояние, при котором она перестает удовлетворять заданным требованиям. Для оценки этого состояния в качестве критерия надежности автомобильной дороги принимают уровень загрузки дороги движением, характеризуемый коэффициентом загрузки:

$$Z = \frac{N_{\text{д}}}{[N_{\text{д}}]}, \quad (3.3)$$

где $N_{\text{д}}$ – фактическая часовая интенсивность движения на дороге или на полосе движения, приведенная к расчетному легковому автомобилю;

$[N_{\text{д}}]$ – пропускная способность дороги или полосы движения.

При достижении по экономическим соображениям оптимального коэффициента загрузки принимают решение о переводе автомобильной дороги в новую техническую категорию.

Одним из основных элементов автомобильной дороги является дорожная конструкция, от работоспособности которой зависит надежность автомобильной дороги в целом. Работоспособность определяют как способность системы выполнять заданные функции и сохранять требуемые транспортно-эксплуатационные показатели в пределах нормативных межремонтных сроков.

Работоспособность дорожной конструкции определяется надежностью дорожной одежды в течение всего периода от начала эксплуатации до момента проведения капитального ремонта. Под воздействием движения и погодных-климатических факторов происходят необратимые изменения в дорожной одежде, и она постепенно переходит в предельное состояние. Внезапного отказа автомобильной дороги не происходит в связи с тем, что прочностные показатели вдоль дороги неодинаковы из-за неоднородности физико-механических свойств используемых материалов в дорожной одежде и земляном полотне и образование различных деформаций и разрушений (дефектов) происходит в разное время, постепенно накапливаясь во времени (рис. 3.2).

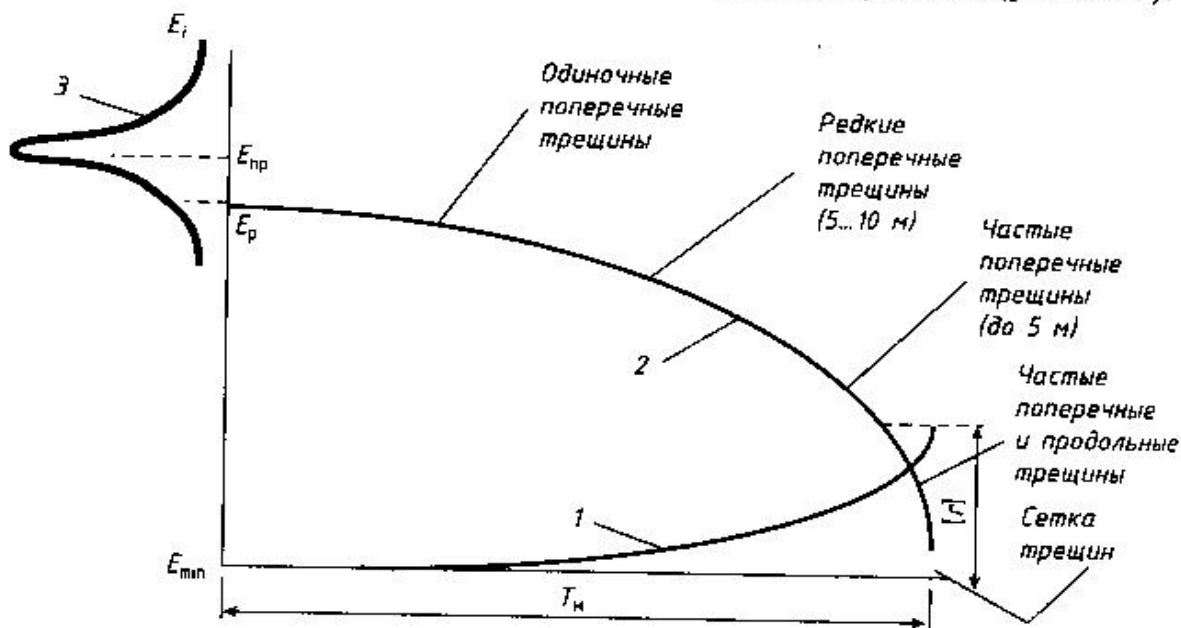


Рис. 3.2. Развитие различных дефектов на поверхности покрытия в период расчетного срока службы дорожной одежды T , по мере снижения несущей способности дорожной конструкции:

1 – повышение вероятности разрушения покрытия (сетка трещин);
 2 – закономерность снижения расчетных (требуемых) модулей упругости дорожной конструкции; 3 – распределение фактических модулей упругости дорожной конструкции на стадии ввода автомобильной дороги в эксплуатацию;
 $E_{пр}$ – проектный наиболее вероятный модуль упругости дорожной конструкции, МПа; $E_{мин}$ – предельно допускаемый модуль упругости в конце расчетного (межремонтного) срока службы дорожной одежды, МПа; $E_p = E_{пр}$ – расчетные (требуемые) модули упругости дорожной одежды и земляного полотна, МПа;
 $[r]$ – допустимая вероятность повреждения покрытия, соответствующая расчетной надежности дорожной одежды

Можно ли построить дорогу без дефектов? Теоретически можно, а практически нецелесообразно, Стремление к полному предотвращению дефектов (например, трещин) экономически невыгодно в силу того, что те или иные дефекты поддаются ремонту и не оказывают существенного влияния на удобства и безопасность движения.

Степень деформирования или вероятность повреждения покрытия r оценивают отношением протяженности деформированных участков покрытия l_D к общей протяженности L рассматриваемого участка автомобильной дороги:

$$r = \frac{l_D}{L}. \quad (3.4)$$

С учетом этого допустимую степень деформирования покрытия определяют в зависимости от коэффициента надежности дорожной одежды K_H :

$$[r] = 1 - K_H \quad (3.5)$$

В соответствии с нормами проектирования ОДН 218.046-01 требуемый уровень проектной надежности дорожной одежды рекомендуется назначать на основе норм, принимаемых административными органами по согласованию с региональными дорожными организациями. Учитывая это, в настоящее время проектная организация должна пользоваться нормами коэффициентов надежности K_n принимаемых в зависимости от межремонтного срока службы дорожной одежды до капитального ремонта T_0 (табл. 3.1).

Здесь *межремонтный срок службы дорожной одежды* - это экономически эффективный период времени, равный расчетному сроку службы, при котором обеспечивается минимум суммарных приведенных дорожных, транспортных и внетранспортных издержек. *Расчетный срок службы дорожной одежды* – это период времени, в пределах которого снижается несущая способность дорожной конструкции до уровня, при котором достигается расчетная надежность дорожной одежды и соответствующее ей предельное состояние покрытия по ровности. Показательно, что принятые нормы надежности увязаны с предельным состоянием дорожного покрытия по ровности (надежность по ровности покрытия соответствует надежности дорожной одежды).

Т а б л и ц а 3.1

Межремонтные сроки службы дорожных одежд T_0
до капитального ремонта

Категория дороги	Тип дорожной одежды	Дорожно-климатическая зона					
		I...II		III		IV...V	
		T_0 (годы)	K_n	T_0 (годы)	K_n	T_0 (годы)	K_n
Ia, Ib, Iв	Капитальный	12	0,98	14	0,95	18	0,88
II	Капитальный	12	0,94	12	0,92	15	0,88
III	Капитальный	12	0,92	12	0,90	15	0,85
	Облегченный	12	0,86	12	0,85	12	0,84
IV	Капитальный	12	0,85	12	0,84	12	0,83
	Облегченный	10	0,85	10	0,84	12	0,82
	Переходный	5	0,82	5	0,80	5	0,77
V	Облегченный	10	0,82	10	0,8	12	0,79
	Переходный	5	0,65	5	0,6	5	0,58
	Низший	3	0,65	3	0,6	3	0,58

П р и м е ч а н и я : 1. При планировании реконструкции автомобильной дороги в сроки, меньше указанных в таблице, межремонтные сроки принимают равными периоду до реконструкции дороги без изменения коэффициента надежности дорожной одежды.

2. При использовании и в покрытии асфальтобетона типа А на основе полимерно-битумных вяжущих межремонтные сроки увеличивают на 8...10% с округлением до года.

3. Для жестких дорожных одежд межремонтный срок принимают равным 25 годам.

4. Коэффициент надежности K_n определяет предельное состояние покрытия по ровности в конце межремонтного срока службы дорожной одежды.

K_n	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95
δ (см/км)	2000	1900	1800	1750	1650	1600	1200	850	500

Приведенные в таблице значения коэффициентов надежности дорожной одежды и соответствующие им предельные величины показателя ровности дорожного покрытия справедливы только при обеспечении требуемого качества производства дорожных работ. Формальное использование показателя ровности покрытия как критерия проведения капитального ремонта не всегда оправданно. На практике надо принимать во внимание причины образования неровностей покрытия. Неудовлетворительная ровность может быть вызвана технологическими причинами, а не пониженной прочностью дорожной одежды, и для улучшения состояния покрытия в этих случаях достаточно устройства поверхностной обработки с выравнивающим слоем, а не капитального ремонта автомобильной дороги.

3.3. Контроль и обеспечение надежности дорожных конструкций в период строительства

При строительстве дорожных одежд основной задачей инженеро-строителей является производство дорожно-строительных работ при гарантированном достижении требуемого уровня надежности дорожной конструкции по несущей способности. Для этого необходимо в процессе строительства использовать эффективные технологические приемы и способы, дорожно-строительные машины и материалы, а также высокопроизводительный и оперативный технический контроль качества. Значительное внимание уделяют послойному контролю соответствия проекту несущей способности и однородности дорожной одежды и земляного полотна.

Оценку общей прочности дорожной одежды и на поверхности ее конструктивных слоев обычно производят по величине обратимого (упругого) прогиба под нагрузкой или вычисляемого по прогибу модуля упругости слоев и дорожной конструкции в целом.

Полевые испытания дорожной конструкции осуществляют методом статического нагружения колесом автомобиля или кратковременным нагружением с использованием специальных передвижных лабораторий с установками динамического нагружения (УДН). Испытания осуществляют организации, имеющие соответствующее оборудование.

Для оценки качества построенной дорожной конструкции проводят ее линейные испытания вдоль рассматриваемого участка дороги. В результате, используя известный метод статистической обработки данных,

имеют фактическое распределение прогибов конструкции и соответствующую ему кривую накопления (рис. 3.3). Затененная площадь на кривой распределения соответствует вероятности появления прогиба (модуля) ниже значения, соответствующего проектной надежности дорожной одежды.

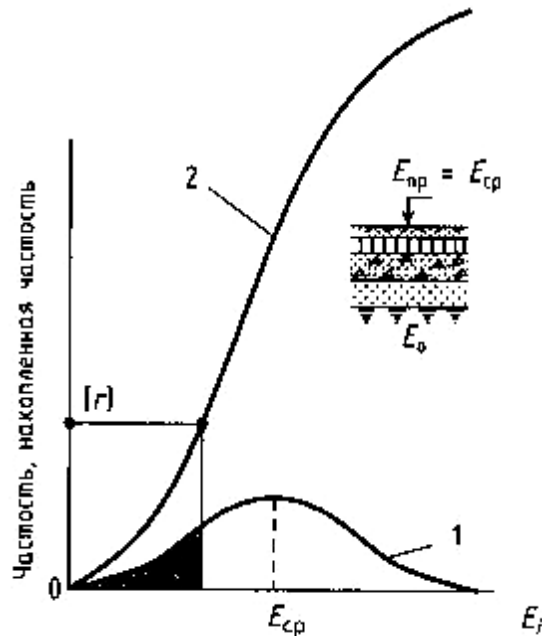


Рис. 3.3. Результаты испытания дорожной одежды: 1 – кривая распределения прогибов; 2 – кумулятивная кривая

Фактическую кривую накопления сопоставляют со «стандартной» зависимостью, полученной в результате обобщения статистических данных испытаний различных конструкций.

Параметры «стандартной» зависимости в аналитическом виде при $r \leq 0,49$:

$$X_{jc} = \frac{l_i}{l_{cp}} = \frac{E_i}{E_{cp}} = \frac{0,96}{[r]^{0,28}}, \quad (3.6)$$

E_{cp} , E_i – соответственно средний и текущий эквивалентные модули упругости в статистической выборке (l_{cp} , l_i – то же прогибов).

На рис.3.4 дается относительная оценка кривых накопления, позволяющая определить коэффициент отклонения прогибов K_i при допускаяемой вероятности повреждения покрытия $[r]$:

$$K_i = \frac{x_{ji}}{x_{jc}}, \quad (3.7)$$

где x_{ji} , x_{jc} – относительные прогибы дорожной конструкции, соответствующие допустимой степени деформирования покрытия, соответственно для фактической и стандартной кривым накопления.

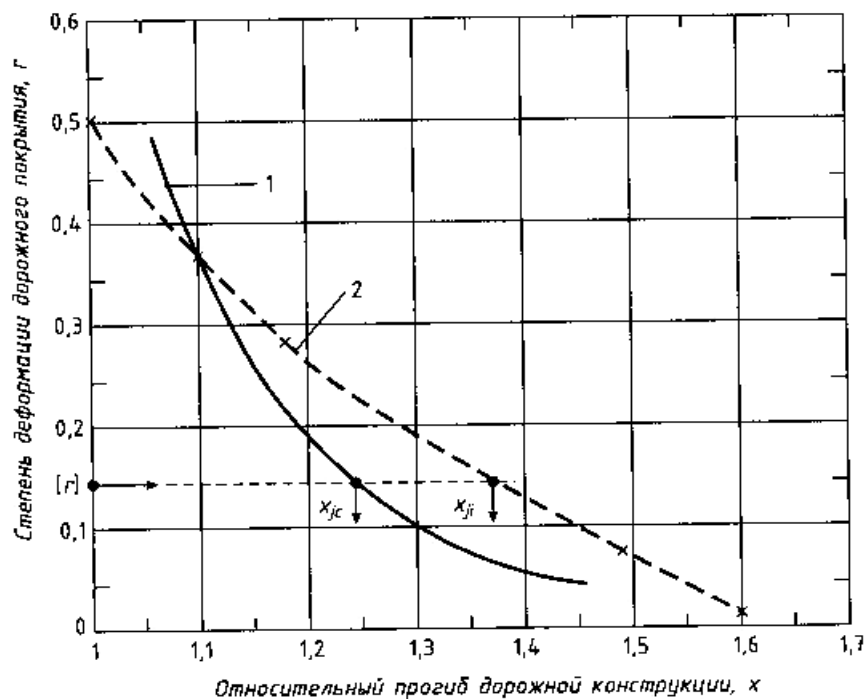


Рис. 3.4. Сопоставление стандартной (1) и фактической (2) кривых накопления для определения относительных прогибов дорожной конструкции X_i по допустимой вероятности повреждения покрытия $[r]$ на характерном участке дороги

Окончательно фактический модуль упругости E_ϕ построенной дорожной конструкции:

$$E_\phi = \frac{1}{K_i} E_{тр}, \quad (3.8)$$

где $E_{тр}$ – требуемый модуль упругости дорожной конструкции, соответствующий проектной надежности.

При $K_i \leq 1$ дорожная конструкция отвечает предъявляемым требованиям. В остальных случаях требуется усиление дорожной одежды. Величину слоя усиления определяют по соотношению требуемого и фактического модулей упругости, используя номограмму приложения 6 ОДН 218.1.052-2002.

Проблема обеспечения надежности дорожного сооружения – комплексная, так как уровень показателей его надежности зависит не только от конструктивных (проектных) решений, но и от технологического исполнения и соответствующих эксплуатационных мероприятий.

С учетом вышеизложенных задач надежность дорожно-строительной продукции необходимо рассматривать в трех аспектах: надежность продукции, обуславливаемая качеством проектных решений; надежность, обуславливаемая качеством применяемых материалов и совершенством

технологического процесса; надежность продукции, обуславливаемая условиями эксплуатации при некотором начальном уровне качества.

Надежность продукции закладывается при проектировании и строительстве и реализуется при эксплуатации (рис. 3.5).

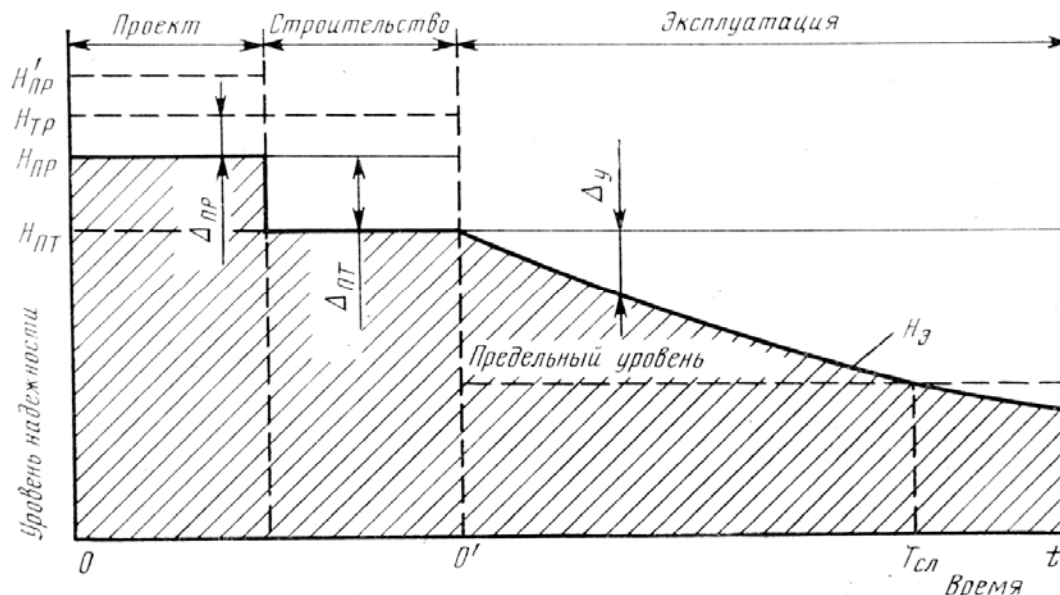


Рис. 3.5. Уровни надежности дорожного сооружения на трех его стадиях

В зависимости от назначения автомобильной дороги в проекте устанавливают такой уровень надежности, который обеспечил бы требуемую долговечность сооружения до истечения межремонтных сроков. Проектный уровень надежности назначается исходя из значимости автомобильной дороги, перспективной интенсивности и состава движения, а также с учетом местных климатических условий, свойств применяемых материалов, грунтовых и гидрологических условий и т.д. Заложенный в проекте уровень надежности должен быть оптимальным по отношению к данной категории дороги. Попытки установить более высокий, чем требуется по категории дороги и климатическим условиям, уровень надежности приведут к повышению строительных затрат и, следовательно, к снижению экономической эффективности. К аналогичному результату можно прийти при недостаточно высокой проектной надежности, когда заметно сокращаются сроки службы сооружения и повышаются расходы на его содержание, ремонт и восстановление.

Таким образом, проектный уровень надежности — есть уровень потенциальной надежности, который следует обеспечить в реальных условиях дорожного строительства.

Проектный уровень надежности $H_{пр}$ — первый этап реализации замысла проектировщика. Подбор материалов, составов смесей, определение требований к их качеству, расчет конструкции, обоснование параметров технологических операций и процессов — все это должно приблизить проект-

ный уровень надежности к требуемому уровню $N_{тр}$. Последний, как известно, устанавливается на основе расчетов, опыта строительства и эксплуатации данного типа сооружения, а также на основе интуиции проектировщика.

Проектный уровень надежности может полностью соответствовать требуемому (оптимальному) уровню надежности $N_{тр}$, быть выше или ниже его на величину $\Delta_{пр}$. Эта величина представляет собой смещение проектного уровня качества и надежности по отношению к требуемому из-за следующих причин: систематических погрешностей оценки качества исходных материалов; неточного определения фактической и перспективной интенсивности и состава движения; недоучета особенностей данной конструкции применительно к условиям воздействия транспортных нагрузок и климатических факторов и др.

Таким образом, смещение проектного уровня надежности по отношению к требуемому может повлиять на эксплуатационное поведение сооружения после реализации проекта. При этом будут изменяться и долговечность сооружения, интенсивность отказов и т.п.

На этапе строительства дорожного сооружения проектная надежность реализуется в условиях производства, где проявляется влияние производственно-технологических факторов. Итоговым результатом их воздействий служат смещения фактического (технологического) уровня качества готовой продукции по отношению к проектному на величину $\Delta_{пт}$ (производственно-технологическое смещение). Поскольку в реальных условиях строительства чаще проявляются отрицательные, чем положительные факторы, величина $\Delta_{пт}$ будет направлена в сторону снижения надежности до выходного уровня, равного технологическому уровню $N_{пт}$.

Скачкообразное падение выходного уровня надежности сооружения объясняется воздействием на условия формирования качества различных производственно-технологических факторов, приводящих к систематическим и случайным погрешностям. Потери надежности $\Delta_{пт}$ происходят за счет: 1) изменения свойств продукции при ее изготовлении (технологические потери); 2) допущенных отклонений свойств при изготовлении материалов и смесей и их укладке, в частности, за счет поставки исходных материалов с несколько иными свойствами, чем требуется; 3) изменчивости темпов изготовления сборных элементов и материалов и их укладки, а также влияния климатических условий во время строительства дороги и т.п. (производственные потери).

Снижение качества из-за отклонений в технологии и организации строительства дороги изменяет уровень надежности в неодинаковой мере. В одних случаях систематические погрешности технологии могут быть незначительными, и выходная величина надежности оказывается близкой к проектной $N_{пр}$ (рис. 3.6, а); в других случаях понижение выходного уровня

надежности может быть весьма ощутимым, если грубо нарушается технология и допускаются отступления от проекта (рис. 3.6, б).

Наиболее неблагоприятно такое сочетание изменения уровня надежности, в котором при проектировании и строительстве $\Delta_{пр}$ и $\Delta_{пт}$ направлены в сторону снижения.

После завершения строительства сооружения, при его сдаче в эксплуатацию, выходной уровень надежности становится входным уровнем эксплуатационной надежности в координате времени $0'$. В любой момент времени t эксплуатационный уровень надежности $N_э$ будет ниже входного на величину $\Delta_э(t)$. По мере приближения уровня $N_э$ к предельному уровню надежности в сооружении появляются отказы, и срок его службы исчерпывается.

Пересечение кривой падения надежности $N_э$ с прямой предельной надежности определяет фактический срок службы сооружения (см. рис. 3.6, б).

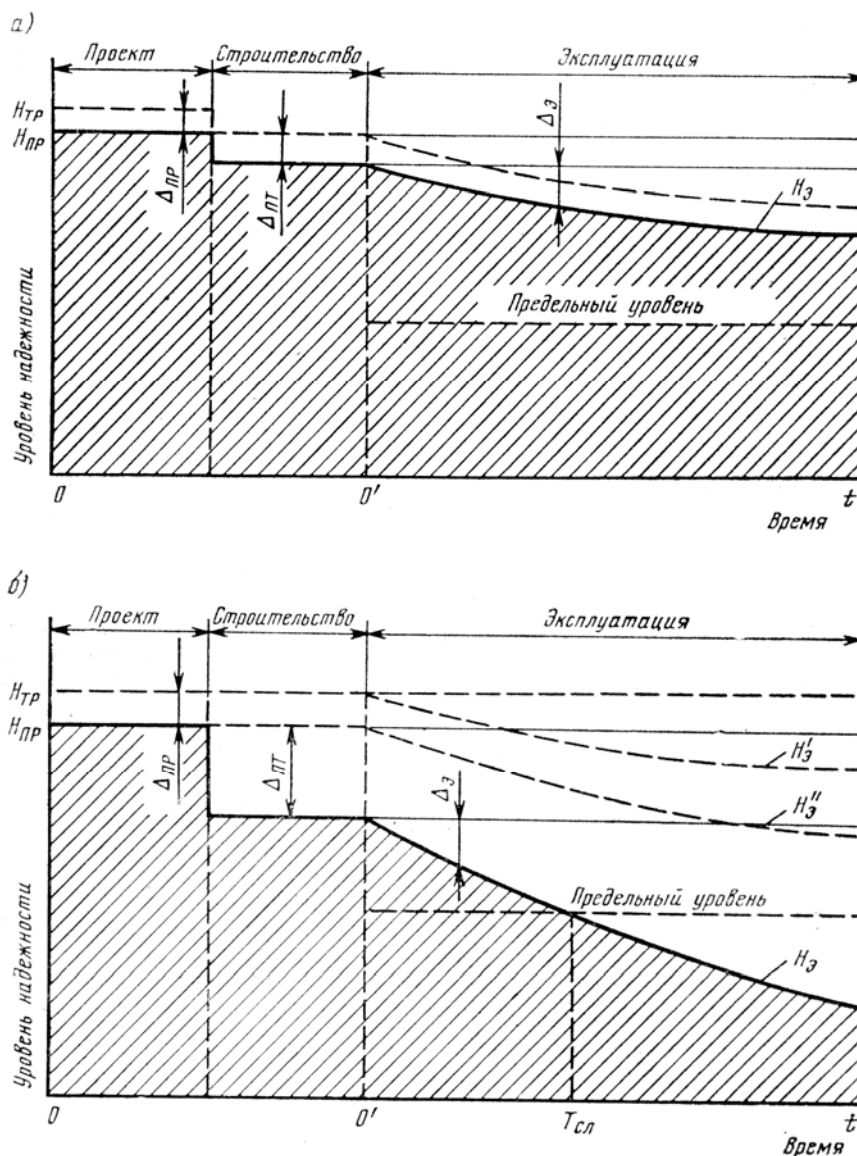


Рис. 3.6. Диаграмма снижения надежности дорожного сооружения в ходе проектирования, строительства и эксплуатации

Потери $\Delta_3(t)$ эксплуатационной надежности, т.е. падение кривой N_3 во время эксплуатации, обуславливаются величинами $\Delta_{пр}$ и $\Delta_{пт}$ и характеризуются весьма сложной их зависимостью. Как видно из рис. 3.6 (а и б), при отсутствии снижения качества в ходе проектирования и из-за нарушения технологии, т.е. при $\Delta_{пр} = 0$ и $\Delta_{пт} = 0$ кривая эксплуатационной надежности понижается во времени с меньшим уклоном, чем при наличии потерь $\Delta_{пр}$ и $\Delta_{пт}$. Следовательно, чем меньше потери за счет проекта и технологии, тем выше входной уровень эксплуатационной надежности и тем медленнее расходуется этот запас при эксплуатации сооружения. И наоборот, большие потери $\Delta_{пр}$ и $\Delta_{пт}$ приводят к быстрому расходованию эксплуатационной надежности во времени, и долговечность дорожного сооружения резко сокращается.

Как известно, готовое земляное полотно, дорожную одежду или другой элемент дороги получают в результате многих технологических операций, поэтому формирование его качества происходит не мгновенно, а по мере протекания технологического процесса во времени.

При формировании качества продукции, в частности дорожного асфальтобетона, исходные материалы, оказавшись в технологическом процессе, приобретают новые свойства в результате взаимодействия температуры, транспортирования, механических нагрузок и т.п. Получаемый новый материал – асфальтобетон – по своим свойствам, и с точки зрения выполнения требуемых функций, превосходит любой из исходных компонентов, входящих в его состав.

Реализация проектного решения в производстве происходит в условиях воздействия различных факторов, носящих стохастический характер. Так, при строительстве дорожного покрытия на формирование его качества оказывают влияние производственно-технологические факторы, приводящие к появлению систематических и случайных погрешностей. Результатом их влияния становится неоднородность покрытия дорожной одежды.

Значительная вариация состава и свойств асфальтобетонного покрытия оказывает большое влияние на вид кривой N_3 и скорость ее падения.

Желательно, чтобы распределение производственно-технологических потерь $\Delta_{пт}$ на каждом участке дороги или в пределах отдельного ее сооружения было равномерным, так как тогда сооружение будет однородным и равнопрочным. Чем выше начальная однородность, тем больше его долговечность, т.е. тем меньше наклон кривой N_3 . Уменьшение однородности приводит к увеличению вероятности появления отказов (трещин, выбоин, деформаций сдвига) в наиболее слабых местах земляного полотна или дорожного покрытия.

Таким образом, на реализацию надежности при эксплуатации оказывают влияние не только систематические погрешности в технологии дорожного строительства, но и недостаточная стабильность технологического процесса.

3.4. Значение технологических процессов в обеспечении качества продукции

Отклонения параметров технологического процесса устройства хотя бы одного из элементов сооружения, например слоев дорожной одежды, могут значительно сократить сроки его службы. В проектных решениях обычно ориентируются на некоторый оптимальный уровень надежности сооружения, которому соответствует некоторый средний уровень качества и надежности технологического процесса. В результате существенных отклонений в технологии строительства в дорожном сооружении преждевременно образуются разрушения и деформации.

Дорожная одежда или земляное полотно при одинаковых геометрических параметрах имеют изменчивую упругость, жесткость, вязкость, т.е. некоторое рассеяние показателей качества. Это определяется в основном технологическими причинами. Погрешности в составе и форме исходных материалов, рассеяние их физико-механических свойств и залегания, появившиеся в процессе производства или обусловленные природными условиями, приводят к различным формам контактирования компонентов составного материала и к различному поведению сооружения при действии механических нагрузок или климатических факторов.

Как качество в целом, так и надежность, в частности, дорожных одежд могут резко меняться при колебаниях даже в пределах допусков состава смесей и свойств исходных материалов. Таким образом, реальные условия работы дорожной одежды в значительной степени определяются технологией изготовления смесей и их укладки и могут резко отличаться от тех, которые были сформированы проектировщиком на основе идеализированной схемы.

В силу сказанного технологический аспект рассмотрения проблемы качества дорожных сооружений выдвигается в число главных. Сами понятия качества и надежности должны рассматриваться не статически, а в динамике. Технологический процесс изготовления материалов, бетонов, смесей и их укладки и уплотнения должен проектироваться и оцениваться с учетом этого важного обстоятельства.

При таком подходе к проблеме качества придется отказываться от мнения, что качества продукции создаются лишь на финишных операциях, например, при удачном смешении или уплотнении смеси. Понятие «технологический процесс» должно включать в себя всю последовательность операций, начиная с момента оценки качества грунта или материала в карьере и кончая приданием конструктивному элементу дороги желаемых размеров и качеств. Исходные материалы — песок, щебень, минеральный порошок, битум, цемент, известь за технологический процесс проходят через ряд состояний, характеризующихся геометрическими и физическими па-

раметрами. Любая технологическая операция приводит к изменению этих параметров.

Чем выше точность и стабильность технологических операций, тем выше надежность всего технологического процесса, тем меньше различия в показателях качества изготавливаемой продукции.

Применительно к дорожному покрытию мерой надежности его устройства является вероятность поддержания показателей качества заданной величины в течение всего строительного сезона. Таким образом, под надежностью технологического процесса нужно понимать свойство технологического процесса обеспечивать выпуск качественной продукции, т.е. устройства дорожного покрытия в течение заданного времени в заданном объеме.

В общем случае при наличии требуемых материалов для реализации технологического процесса нужны два элемента:

- средства технологического оснащения – технологическое оборудование, инструменты, приборы;
- исполнители – операторы, рабочие, техники, выполняющие отдельные технологические операции.

На качество и надежность изготавливаемой продукции влияют каждый из этих элементов технологического процесса.

При исследовании надежности технологического процесса строительства отдельных элементов дороги целесообразно использовать системный подход, позволяющий учитывать весь комплекс факторов, влияющих на качество. К этим факторам можно отнести:

- качество исходных материалов (щебня, песка, минерального порошка, битума, цемента и др.);
- надежность технологического оборудования, предназначенного для изготовления, укладки и уплотнения материалов и смесей (укладчиков, уплотняющих машин и др.);
- точность технологических операций (транспортирования, нагревания, грохочения, дозировки, перемешивания, хранения и т.д.);
- качество и производительность труда исполнителей (операторов смесителей и укладчиков, машинистов уплотняющих катков, техников и мастеров, вспомогательных рабочих и др.);
- достоверность результатов контроля качества исходных материалов, полуфабрикатов и готовой продукции.

Параметры технологического процесса изготовления дорожно-строительной продукции можно рассматривать с позиций **качества и производительности**.

Надежность процесса по качеству продукции – это свойство технологического процесса обеспечивать выпуск дорожно-строительной продукции с заданным уровнем качества в течение заданного времени.

Надежность по производительности – свойство технологического процесса сохранять производительность выпуска продукции в течение заданного времени на заданном уровне качества. В связи с тем, что на качество и производительность влияют все вышеназванные факторы, они в общем случае являются взаимозависимыми.

Очень важно четко определить характеристики надежности технологического процесса применительно к особенностям дорожного строительства.

Отказ технологического процесса заключается в нарушении его нормального хода и в выпуске продукции (цементобетона, асфальтобетона) низкого качества (отказ по параметрам качества), или в резком снижении производительности, или в полном срыве производства (отказ по производительности).

Безотказность технологического процесса дорожного строительства следует понимать как свойство непрерывно сохранять данный уровень качества продукции или заданную производительность в течение некоторого времени.

Ремонтопригодность технологического процесса также оценивается по параметрам качества и производительности. Она включается в способности технологического оборудования цементобетонного, асфальтобетонного или камнедробильного заводов и режимов технологических процессов предупреждать и обнаруживать причины отказов и устранять их последствия путем технологического обслуживания и ремонта.

Время, необходимое для поиска причины отказа, обнаружения и устранения его последствий, называется *временем восстановления*. Это вероятностная характеристика случайной величины, являющаяся показателем ремонтпригодности технологического процесса изготовления цементобетона, асфальтобетона, щебня и другой продукции.

Безотказность и ремонтпригодность технологического процесса изготовления продукции необходимо рассматривать одновременно, что позволяет комплексно оценивать его надежность.

Технологический процесс как изготовления материалов, так и устройства слоев одежды по любой схеме состоит из ряда технологических операций. Взаимосвязь технологических операций и последовательность их выполнения составляют структуру технологического процесса. Поэтому надежность технологического процесса в целом определяется надежностью входящих в него операций и структуры процесса. Необходимо различать безотказность технологических операций по производительности и по качеству. Безотказность технологической операции по производительности определяется надежностью технологического оборудования или качеством (точностью) и производительностью труда исполнителей (операторов, рабочих). Безотказность технологической операции по качеству определяется качеством данной операции, безотказностью технологического оборуду-

дования и точностью работы исполнителей. Под качеством операции нужно понимать не только точность, но и стабильность ее выполнения.

Обозначим через $P_0(t)$ вероятность безотказного выполнения технологической операции на цементно- или асфальтобетонном заводе в течение времени t по производительности (иными словами, вероятность того, что в течение времени не возникает отказа). Приближенно ее можно выразить так:

$$P_0(t) \approx P_T(t) P_r(t), \quad (3.9)$$

где $P_T(t)$ – вероятность безотказной работы технологического оборудования ЦБЗ, АБЗ в течение времени t ;

$P_r(t)$ – вероятность точной работы операторов и рабочих (исполнителей) ЦБЗ, АБЗ с требуемой производительностью в течение времени t .

Вероятность безотказного выполнения технологической операции изготовления цементобетона или асфальтобетона по качеству при отсутствии ошибок исполнителей и отказов технологического оборудования АБЗ можно обозначить через $P_k(t)$. В действительности, если возникает отказ в ходе технологической операции по качеству, то он одновременно превращается в отказ по производительности АБЗ, так как выполнение технологической операции прекращается для корректировки (восстановления точности). Таким образом, безусловную вероятность безотказного выполнения технологической операции по параметрам качества продукции и производительности смеси можно выразить так:

$$P(t) = P_k(t) P_T(t) P_r(t). \quad (3.10)$$

Условную вероятность $P_k(t)$ можно оценить, если рассмотреть процессы разрегулирования технологического оборудования смесительной установки, приводящие к постепенному ухудшению стабильности качества цементобетона или асфальтобетона и потере точности операции. С течением времени на каждой операции поле рассеяния δ значений контролируемого параметра, как правило, увеличивается, а центр рассеяния μ смещается на величину Δ по направлению к границе T_B или T_H поля допуска (рис. 3.7).

Исследования в машиностроении и приборостроении показывают, что процессы разрегулирования описываются зависимостями гауссовских случайных процессов с монотонными реализациями.

Если границы контролируемого параметра, например, чистоты просеивания горячей минеральной смеси асфальтобетона, обозначить $[X_{hi}, X_{bi}]$, то в момент времени t измеренное фактическое значение $X_i(t)$ может находиться в интервале

$$X_{hi} \leq X_i(t) \leq X_{bi}. \quad (3.11)$$

Вероятность нахождения значений $X_i(t)$ в указанных границах будет следующей:

$$P_k(t) = P \{U_{i=1} (X_{ni} \leq X_i(t) \leq X_{vi})\}. \quad (3.12)$$

Если вероятности $P_T(t)$ и $P_r(t)$ можно оценить известными методами, то с учетом формулы (3.12) можно подсчитать, безусловно, вероятность технологической операции $P(t)$.

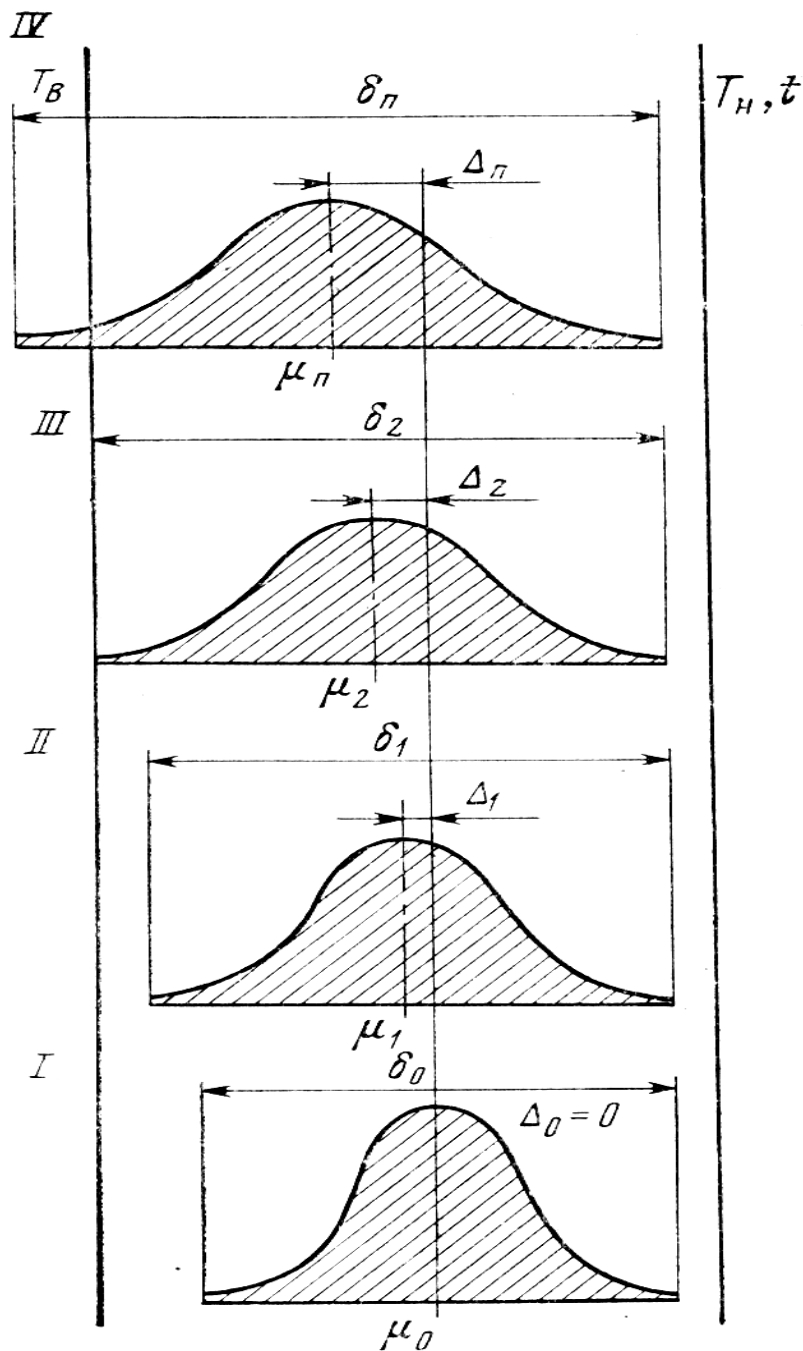


Рис. 3.7. Увеличение поля рассеяния δ и смещение центра рассеяния μ на величину Δ параметра технологической операции во времени t (для случаев I–IV по результатам выборочных наблюдений)

Определение конкретных величин безотказности работы смесителей, укладчиков, уплотняющих машин, а также операторов и машинистов представляет большой интерес, однако оно сопровождается определенными трудностями. Если по производительности изготовления цементобетонных и асфальтобетонных смесей и их укладки в покрытия могут быть сделаны хотя бы приближенные оценки надежности, то по их качеству вообще отсутствуют какие-либо данные. В связи с этим возникает необходимость исследования технологических операций массового промышленного изготовления смесей и устройства из них слоев дорожных одежд с целью накопления объективных данных об их надежности. При этом большее значение будет иметь сбор статистических данных об изменчивости параметров операции и ее влияния на производительность и качество дорожно-строительной продукции.

Для оценки надежности совокупности операции, образующих технологический процесс, необходимо определить структуру этого процесса и использовать для анализа соответствующий математический аппарат.

3.5. Технологическая наследственность и ее влияние на обеспечение качества продукции

Влияние отдельных технологических факторов на качество устройства земляного полотна, изготовления щебня, сортировки гравия, приготовления различных смесей минеральных материалов с вяжущими изучено достаточно. Рассмотрено также влияние технологических факторов на качество устройства оснований и покрытий дорожных одежд. Как известно, значимость технологических факторов учитывается при предложении новых типов дорожных конструкций, внедрении новой или усовершенствованной технологии изготовления и укладки смесей, устройстве из них конструктивных слоев. Однако до сих пор влияние каждого фактора, в частности технологической операции, чаще всего рассматривалось лишь с качественной стороны и вне связи с предшествующими или последующими операциями, т.е. без учета технологической наследственности.

Технологическую наследственность следует понимать как явление переноса качеств от предшествующих операций к последующим, которое в дальнейшем влияет на эксплуатационное качество дорожного сооружения. Таким образом, эксплуатационные свойства дорожного сооружения определяются качеством технологических операций приготовления как исходных материалов, так и их смесей с вяжущими, растворов, бетонов, перевозки к месту укладки, распределения и уплотнения и т.д.

С целью повышения эксплуатационной надежности дорожного сооружения недостаточно ограничиться рассмотрением способов и условий выполнения лишь одной, часто последней операции, завершающей техноло-

гический процесс. Например, хотя качество асфальтобетонной смеси во многом зависит от последней операции, т.е. тщательности перемешивания, однако кроме нее, на качество имеют влияние еще интенсивность и режим нагрева минеральных материалов, точность грохочения горячей минеральной смеси, дозировки компонентов перед смешением и т.д. Известно, что на качество готового асфальтобетонного покрытия большое влияние оказывает последняя операция, т.е. уплотнение. Однако необходимо учитывать влияние и других операций, выполняемых до уплотнения, например точность распределения смеси, предварительное уплотнение вибробрусом и т.д.

На сроки службы дорожного сооружения оказывают влияние точность и стабильность технологических процессов, однако эти факторы до сих пор мало учитывались. Между тем постановка и рассмотрение проблемы надежности дорожного сооружения с позиций воздействия всего комплекса технологических факторов, т.е. надежности на основе технологической наследственности, весьма актуальны и важны.

Наиболее очевидным примером технологической наследственности является формирование неровности дорожного покрытия. Конечные неровности Δh_1 и $\Delta h_1'$ многослойной дорожной одежды (рис. 3.8, а и б) зависят не только от точности соблюдения толщины верхнего слоя, но и от наличия неровностей Δh_2 , Δh_3 и Δh_4 на нижележащих слоях.

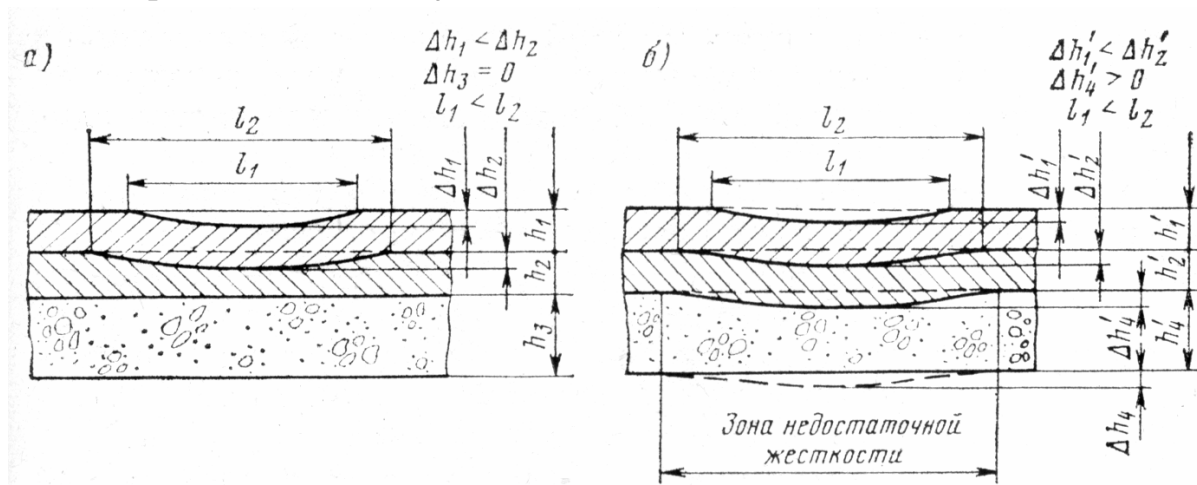


Рис. 3.8. Неровности поверхности дорожного покрытия как результат технологической наследственности:

а – при жестком основании; б – при недостаточной жесткости основания

Известно, что при устройстве ряда слоев дорожной одежды неровности нижних слоев постепенно устраняются, однако исходные неровности каждого предшествующего слоя часто (хотя и в уменьшенном масштабе) копируются вышележащим слоем. В связи с этим сохраняются неравенства: $\Delta h_1 < \Delta h_2$ (см. рис. 3.4, а) и $\Delta h_1' < \Delta h_2' < \Delta h_4' < \Delta h_4$ (см. рис. 3.4, б).

Показанные просадки верхнего слоя появляются или непосредственно в процессе строительства, или в первые годы эксплуатации дорожной одежды. При жестком основании (см. рис. 3.4, а) местное понижение Δh_1 по-

верхности покрытия на участке l_1 происходит вследствие большего уплотнения слоя рыхлой смеси толщиной $h_1 + \Delta h_2$, находящегося на участке длиной l_2 .

Если в пределах некоторой зоны жесткость дорожной одежды недостаточна, то в основании могут появиться просадки $\Delta h_4'$ на участке l_2 и в покрытии величиной $\Delta h_1'$ на участке l_1 . При этом могут суммироваться неровности не только за счет упругих и пластических отжатий, но и за счет вариации толщины слоев и различий в их уплотняемости (см. рис. 3.4, б).

Необходимость в устранении результатов технологической наследственности геометрического характера, т.е. неровностей покрытия, привела к изобретению и внедрению укладчиков с нивелирующими устройствами.

Технологическая наследственность может влиять на изменение не только геометрических размеров, но и свойств дорожного сооружения (верхнего слоя и всей конструкции дорожной одежды), причем не только в процессе формирования качества при завершении технологического процесса, но и при эксплуатации. Несмотря на важность этого явления, влияние технологической наследственности на сроки службы дорожной одежды и дорожного покрытия почти не изучено.

На конечное состояние рассматриваемого материала, сборного элемента, слоя дорожной одежды могут иметь влияние все операции от первой до последней, однако сила воздействия каждого фактора, обусловливаемого операцией, неодинакова. Влияние одних факторов проявляется только в пределах одной операции и не выходит на последующую. Однако влияние других факторов может распространяться до последней операции. Так, подача влажных холодных минеральных материалов имеет влияние на режим высушивания. В то же время неточности грохочения горячей смеси передаются на погрешности дозировки компонентов, а отсюда и на погрешности состава готовой смеси. Следовательно, неточности грохочения влияют и на однородность уплотнения готового покрытия, и на его долговечность.

В цепи технологических операций имеются как бы «технологические барьеры». Некоторыми факторами эти «барьеры» не преодолеваются и на конечные свойства продукции их влияние не распространяется. Другие факторы переходят такие «барьеры», однако при этом теряют свою исходную силу и влияют на конечные свойства очень слабо.

На различных стадиях технологического процесса появляются как положительные, так и отрицательные факторы, однако одни из них угасают, а другие продолжают действовать. Конечное качество готовой продукции будет зависеть от того, сколько отрицательных факторов окажется подавлено или нейтрализовано положительными и сколько их пройдет через весь технологический процесс. Поэтому для изготовления каждого определенного вида продукции необходимо спроектировать такую технологию,

которая не допустила бы прохождения отрицательных факторов к заключительной операции.

Технологические погрешности, возникшие, например, при изготовлении исходных материалов (крупность помола цемента или минерального порошка, наличие пылевато-глинистых частиц в щебне, наличие собственно минерального порошка в песке и т.д.), проходят в дальнейшем всю технологическую цепь операций и оказывают сильное влияние на формирование окончательных показателей качества смеси и готового покрытия. Тем самым влияние технологической наследственности отражается на прочности, деформативности, долговечности и других свойствах дорожного покрытия.

С технологической наследственностью тесно связана структурная наследственность. Технологические факторы должны способствовать формированию нормальной структуры цементогрунта, цементобетона, асфальтобетона и т.п. или даже ее улучшению, но чаще всего они приводят к формированию такой структуры, которая заметно ухудшает свойства готовой продукции. Следовательно, имеются некоторые критические величины технологических факторов, отклонения от которых улучшают или ухудшают свойства. Например, к таким критическим величинам относятся наибольшая скорость нагрева битума, наименьшая продолжительность перемешивания минеральной смеси с цементом и водой, наименьшая температура асфальтобетонной смеси при укладке, скорость схватывания цементобетонной смеси при ее уплотнении.

Структурная наследственность влияет на формирование прочностных свойств сооружения и на сроки его службы. Например, известно, что более высокая температура нагрева битумов, чем та, при которой достигается оптимальная вязкость битума, таит в себе опасность ухудшения эксплуатационных свойств асфальтобетона, так как в условиях высоких температур в результате термоокислительных процессов происходят необратимые изменения структуры и свойств битума.

Не всегда структурная наследственность влияет отрицательно. Ее можно направить на повышение прочности и сроков службы дорожного сооружения. Например, включение в технологический процесс изготовления асфальтобетонных смесей дополнительных операций для активации минеральных материалов приводит к существенным структурным изменениям асфальтобетона и повышению его качества. Известно, что физико-химическая активация минерального порошка, песка, гравийных и других материалов приводит к повышенной плотности, теплоустойчивости, прочности, водо- и морозостойкости асфальтобетона.

В то же время отрицательное влияние технологической наследственности может быть ослаблено различными путями. Например, повышенная пористость цементогрунтовой смеси может быть в некоторой степени уравновешена повышенным ее уплотнением при укладке.

В технологии очень важно своевременно заметить погрешности, порождаемые различными факторами. Путем применения методов активного контроля, в частности статистических методов контроля, такие погрешности могут быть быстро обнаружены и устранены порождающие их источники.

Технологическая наследственность может проявляться не только на этапе изготовления дорожно-строительных материалов и устройства конструктивных слоев, но и при эксплуатации дорожного сооружения. Необходимо определить непосредственные связи между эксплуатационными характеристиками дорожно-строительной продукции (прочностью, сдвигоустойчивостью, усталостной прочностью, деформативностью и др.), методами и режимами ее изготовления. Технологические процессы должны обеспечить оптимальное сочетание методов изготовления, т.е. такое сочетание, которое обеспечит нужное эксплуатационное качество при минимальных затратах. Для этого может быть использован различный математический аппарат – дисперсионный анализ, построение ранговых диаграмм и др.

Научные исследования проявления технологической наследственности нужно проводить в два этапа: 1) рассмотрение физической сущности явлений технологической наследственности, 2) разработка методов управления технологической наследственностью.

Как качественные, так и количественные показатели технологической наследственности необходимо учитывать при проектировании технологических процессов, в частности, схем и оборудования для изготовления дорожно-строительной продукции. Перспективным подходом является создание математических моделей проектирования технологических процессов, в частности, приготовления асфальтобетона с помощью ЭВМ.

Для технологического управления качеством продукции важно установить количественные зависимости. С их помощью можно отобразить в комплексе весь процесс ее изготовления, учесть явление технологической наследственности. Подобные зависимости, полученные для широкого круга схем изготовления данной продукции, могут быть использованы для создания математической модели определенного технологического процесса. В основу такой модели должны быть положены принципы оптимизации по заданным характеристикам эксплуатационного качества дорожного сооружения.

При дальнейшем исследовании технологической наследственности наряду с количественными зависимостями в виде формул, диаграмм и таблиц, описывающих влияние технологических факторов на качество изготовления продукции, необходимо рассмотреть вопросы моделирования процессов, в частности, на основе структурного анализа, методов исследования операций и др. Исследования показывают, что математическое моделирование на основе многомерного структурного анализа возможно для технологического процесса изготовления асфальтобетонов.

3.6. Техническое и организационное обеспечение качества продукции

В строительстве дорог требуемый уровень качества продукции может быть достигнут в том случае, если технологические процессы выполняются машинами и механизмами с высокой производительностью, точностью и стабильностью.

Основные направления развития технологического оборудования. Наибольшее влияние на качество готовой продукции оказывает уровень совершенства технологического оборудования и машин. Среди различных характеристик машин и механизмов важнейшими следует считать точность выполнения отдельных операций технологического процесса. Как известно, по мере совершенствования дорожно-строительных машин и технологического оборудования производственных предприятий точность технологических операций постепенно улучшается, однако при этом остается ряд проблем, решение которых могло бы привести к существенному улучшению качества дорожно-строительной продукции. Некоторые проблемы технического обеспечения особенно негативно отражаются на качестве строительства цементобетонных и асфальтобетонных покрытий.

Следует отметить, что технологические принципы изготовления асфальтобетонных и цементобетонных смесей за последние годы претерпели некоторые изменения, причем постоянно повышается уровень требований к отдельным операциям технологического процесса.

Одна из основных тенденций развития современного технологического оборудования асфальтобетонных и цементобетонных заводов – увеличение производительности.

Для повышения качества продукции скоростного и обычного строительства автомобильных дорог требуется промышленный выпуск современных высокопроизводительных грунтосмесителей и бетоносмесителей.

В условиях расширения объемов дорожного строительства требуется увеличение темпов укладки цементобетонных покрытий. В связи с этим необходимы современные бетоноукладочные машины, обеспечивающие высокие темпы строительства (1000 м в смену), равномерную проработку бетонной смеси по ширине и толщине слоя, высокую эффективность уплотнения малоподвижных дорожных бетонов.

Качество строительства асфальтобетонных покрытий можно повысить путем внедрения скоростных методов строительства. Более широкому внедрению скоростного строительства асфальтобетонных покрытий может способствовать расширение выпуска передвижных высокопроизводительных асфальтосмесителей и широкозахватных асфальтоукладчиков.

Развитие современного оборудования асфальтобетонных заводов (АБЗ) характеризуется повышенной сложностью конструкций отдельных агрегатов. Целью такого усложнения является удовлетворение возрастающих

требований к основным операциям технологического процесса приготовления асфальтобетонной смеси, повышения качества продукции и эффективности работы установок, а также улучшения санитарно-гигиенических условий работы обслуживающего персонала.

Важная тенденция в развитии технологического оборудования – расширение механизации и автоматизации различных операций технологического процесса приготовления смесей.

Увеличение выпуска высокопроизводительного оборудования дает возможность существенно увеличить суммарную производительность парка машин, повысить производительность труда на АБЗ и получить значительную экономию материальных ресурсов.

Весьма большое влияние на качество асфальтобетонной смеси оказывает точность дозирования ее компонентов.

Большое внимание уделяется хранению, транспортированию на заводе и дозированию в смесителе одного из важнейших структурирующих компонентов смеси – минерального порошка.

На точность дозирования минерального порошка значительное влияние оказывают его слеживание, образование сводов в выходных отверстиях. Для предотвращения слеживания минерального порошка при использовании механического транспорта используется принцип постоянной циркуляции материала по всем элементам агрегата, включая бункера.

Обеспечение стабильности качества продукции. Средний уровень качества продукции – основная, но недостаточная характеристика. Средние показатели качества продукции можно получить как из весьма плотно примыкающих друг к другу результатов испытаний, так и из весьма широко рассеянных отдельных результатов по рассматриваемому показателю качества. Чем меньше рассеяние показателя качества, тем выше однородность продукции, тем выше ее качество.

Однородность продукции – это степень постоянства значений показателей качества. Ее можно рассматривать в пространстве (по ширине, длине, толщине дорожного сооружения) и во времени (в течение рабочей смены, недели, месяца или года).

Недостаточная однородность дорожного сооружения приводит к сокращению его сроков службы, преждевременному появлению деформаций и разрушений, снижению безопасности движения.

Однородность дорожных сооружений в значительной мере зависит от точности и стабильности выполнения технологических операций, зависящих, в свою очередь, от совершенства дорожно-строительных машин и технологического оборудования. Так, в связи с ростом интенсивности и скоростей движения все большее значение приобретают устройства шероховатых дорожных покрытий. Как известно, наиболее распространенный метод повышения шероховатости – поверхностная обработка покрытия, требующая минимального количества щебня на единицу площади проез-

жей части. Однако качество шероховатости поверхностных обработок в значительной степени зависит от равномерного распределения вяжущего материала по ширине проезжей части.

Равномерность распределения вяжущих материалов по ширине покрытия необходимо улучшать.

Для повышения точности и стабильности состава изготавливаемых асфальтобетонных смесей необходимо обеспечить точность сортировки горячей смеси.

Производительность, состав минеральной смеси, расход топлива для нагрева материалов – это управляемые факторы. К управляемым факторам следует отнести гранулометрический состав песка и щебня, их влажность, температуру, а также неравномерности подачи материалов питающими и транспортными устройствами.

Высокая влажность минеральных материалов приводит к забивке горловины бункеров агрегатов питания. Изменение производительности смесительной установки приводит к изменению степени загрузки сушильного барабана и тем самым влияет на теплообменные свойства барабана. На конечную температуру нагретых материалов оказывает влияние состав смеси, в частности содержание минерального порошка

Перечисленные факторы в одних случаях суммируются и усиливают режим высушивания, в других случаях действуют в противоположных направлениях, компенсируя влияние друг на друга, и режим высушивания протекает нормально. С учетом вероятностей сложения и компенсации возмущающих воздействий теплопроизводительность топочного агрегата находится в пределах 40–120 % от номинальной. Отсюда видно, что в существующих сушильных барабанах невозможно регулировать процесс высушивания в столь широких пределах.

Исследования показали, что температура готовой смеси после выпуска из смесителя весьма неустойчивая (рис. 3.9).

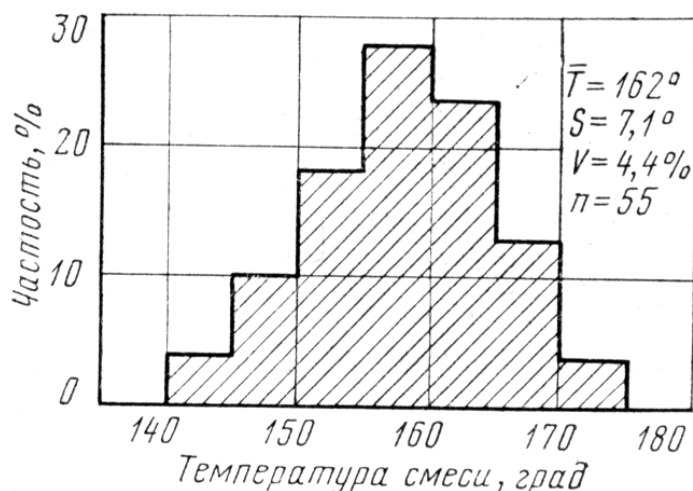


Рис. 3.9. Гистограмма температур готовой асфальтобетонной смеси, измеренных в отдельных случайных замесах рабочей смены смесительной установки

В серийных отечественных и зарубежных сушильных барабанах также не обеспечивается поддержание температуры газов в узких пределах.

Проблема управления тепловым режимом сушильного барабана сводится к поддержанию требуемого уровня двух выходных параметров: температуры нагрева минеральных материалов и температуры уходящих газов. Оба параметра должны быть обеспечены при заданной производительности сушильной установки.

Эффективное регулирование тепловым процессом отечественных сушильных барабанов может быть обеспечено путем модернизации топочно-агрегата и самого сушильного барабана. Во-первых, топочные агрегаты должны обеспечивать регулирование длины и излучательной способности факела. Регулирование теплопроизводительности требуется поддерживать в диапазоне 0,4–1,2 от номинальной. Во-вторых, необходимо увеличивать длину радиационной зоны сушильного барабана.

Ритмичность производства и однородность продукции. Резерв роста эффективности дорожно-строительного производства – максимальная загрузка оборудования, рациональное использование рабочего времени, увеличение фондоотдачи. Все эти факторы могут привести и к повышению качества продукции. При правильном использовании таких резервов обеспечивается ритмичность производства. Аритмичность в дорожном строительстве приводит ко многим отрицательным явлениям, вследствие которых простаивают дорожно-строительные машины и оборудование, увеличивается продолжительность строительства, снижаются темпы роста производительности труда, снижается качество продукции. Планирование и обеспечение в процессе производства ритмичного выполнения дорожно-строительных работ может привести к устранению указанных недостатков.

Показатель ритмичности (в %) для выбранной группы работ

$$P_T = \left(1 - \frac{\sigma}{\bar{X}}\right) 100, \quad (3.13)$$

где \bar{X} – среднее арифметическое значение годовых объемов работ для определенной классификационной группы автомобильных дорог;

σ – среднее квадратичное отклонение годовых объемов работ.

Наиболее вероятные значения показателей P_T , подсчитанные с помощью методов математической статистики в зависимости от группы работ, колеблются в пределах 75–82 %.

С показателем ритмичности непосредственно связана однородность качества продукции как на отдельных участках дороги, так и на различных дорогах. Однородность качества можно рассматривать в пределах строительного сезона, месяца, недели или одной смены.

Организационно-технологическая деятельность дорожно-строительного управления (ДСУ) имеет непосредственное влияние на

аритмичность дорожно-строительного потока и однородность готовой продукции. Так, по наблюдениям ритмичности работы дорожно-строительного отряда, укладывающего асфальтобетонное покрытие на автомагистрали тремя параллельно движущимися асфальтоукладчиками, среднее квадратичное отклонение σ сменной длины готового участка составляет 90,4 м при среднем арифметическом значении $\bar{X} = 552$ м. Тогда сменная аритмичность работы $P_T = 84$ %.

Более детальное исследование неоднородности готового асфальтобетонного покрытия, устроенного тремя параллельно движущимися асфальтоукладчиками, показало, что качество устройства заметно изменяется в пределах исследуемой смены. Таким образом была получена важная информация о неоднородности асфальтобетонного покрытия вдоль дороги.

Качество устройства асфальтобетонного покрытия оценивали по объемной массе асфальтобетона, характеризующей в некоторой степени его степень уплотнения. Для определения объемной массы применяли радиометрические приборы. Измерения проводили последовательно в течение 14 рабочих смен. При этом было получено более 790 результатов измерений объемной массы асфальтобетона. Степень уплотнения покрытия оценивали в начале рабочей смены и далее каждый час до ее конца. Таким образом, в каждый час смены производили измерения в семи точках поперечного сечения проезжей части. Статистические характеристики неоднородности асфальтобетонного покрытия, устроенного в различное время смены, приведены в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Статистическая характеристика плотности асфальтобетона	Обозначение	Время от начала рабочей смены, ч								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
Среднее значение	\bar{X}	2,356	2,354	2,358	2,359	2,353	2,358	2,351	2,346	2,330
Стандартное отклонение	σ	0,023	0,019	0,017	0,022	0,020	0,018	0,020	0,021	–
Коэффициент вариации	v	0,98	0,80	0,71	0,92	0,85	0,78	0,86	0,91	–

Изменение плотности асфальтобетона во время рабочей смены можно разделить на пять зон (рис. 3.10).

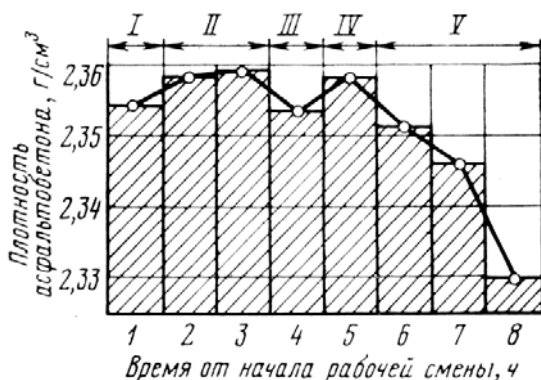


Рис 3.10. Зоны I–V изменения степени уплотнения асфальтобетонного покрытия в течение рабочей смены

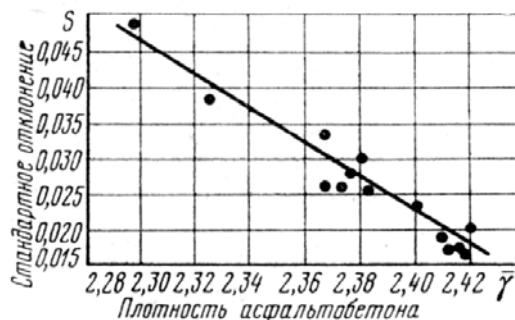


Рис 3.11. Повышение однородности асфальтобетонного покрытия при увеличении степени уплотнения

I и III зоны – некоторое уменьшение степени уплотнения в начале рабочей смены и в обеденное время из-за организационных недостатков;

II и IV зоны – максимальное уплотнение асфальтобетона в условиях ритмичной работы и налаженного технологического процесса;

V зона – постоянное падение степени уплотнения по мере приближения конца рабочей смены (организационные недостатки).

Четкая организация работ по укладке асфальтобетонных смесей и контроль за работой уплотняющих машин способствуют повышению не только средних значений плотности, по и увеличению однородности покрытия (рис. 3.11).

Высверливание более 800 кернов из готовых асфальтобетонных покрытий и их испытания показали, что неравномерное распределение числа проходов уплотняющих машин приводит к пониженной плотности асфальтобетона на краях проезжей части. Существенное понижение плотности и повышение водонасыщения асфальтобетона наблюдается для кернов, высверленных из зоны стыков двух смежных полос, укладываемых одним и тем же асфальтоукладчиком.

3.7. Статистические методы контроля и обеспечения качества

Роль технического контроля в обеспечении качеством продукции. Контроль качества играет особую роль в комплексной системе управления качеством продукции дорожного строительства. При управлении качеством установление, обеспечение и поддержание необходимого уровня качества продукции осуществляется путем систематического контроля. Он должен применяться при проектировании, производстве и эксплуатации продукции.

В промышленности под контролем качества чаще всего понимают отделение брака от доброкачественной продукции. В дорожном строительстве **под контролем качества** понимают испытание отобранных проб готовой продукции или полуфабрикатов и сопоставление результатов с требованиями стандартов, технических условий или проектного решения. Как видно, цели и функции контроля качества уже и его эффективность ниже, чем управления качеством, при котором организуются целенаправленные воздействия на условия и факторы, влияющие на качество продукции. В связи с этим объединение в группу нескольких методов и приборов, предназначенных для контроля качества одной или нескольких операций, нельзя считать системой управления качеством. Особенностью контроля качества продукции дорожного строительства является то, что исключение брака из готового земляного полотна, покрытия или моста часто невозможно. В связи с этим возникает необходимость в создании такого метода управления качеством, который воздействовал бы не только на качество изготовления полуфабрикатов и готовой продукции, но и на проектные решения. При управлении качеством необходима регламентация качества исходных материалов, учет эффективности контроля качества и опыта эксплуатации готовой продукции.

Рассмотрим структурные связи и функции контроля качества в основных стадиях строительства (рис. 3.12).

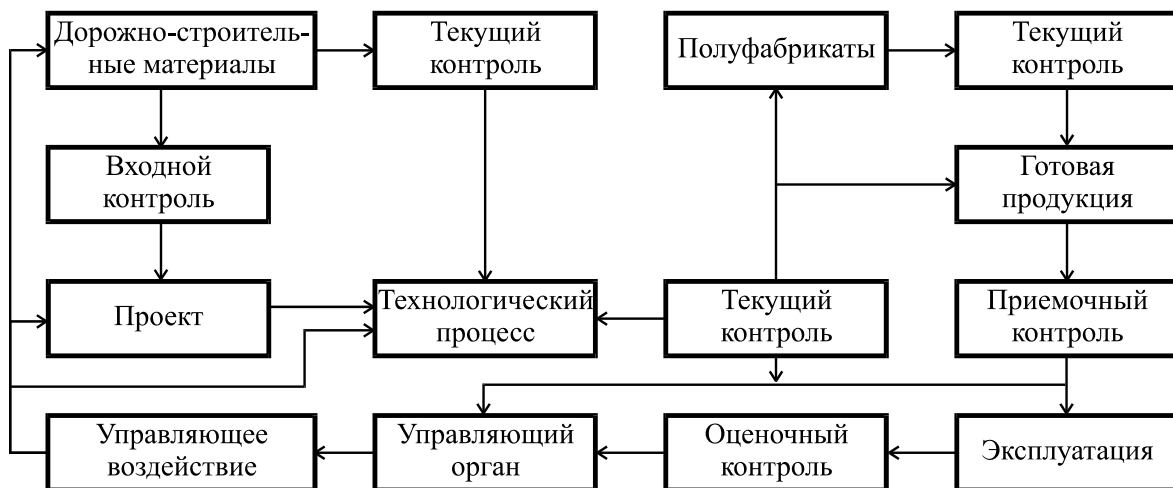


Рис. 3.12. Структурная схема функциональных связей системы контроля качества продукции

Основные элементы системы представлены следующими блоками: материалы – проект – технология – продукция – эксплуатация – управляющий орган. Остальные элементы (блоки) дополняют основную цепь и делают ее управляемой. К ним относятся: входной контроль, текущий контроль, приемочный контроль, оценочный контроль, управляющие воздействия и корректировка. Отличительный признак этой структурной схемы – наличие между двумя смежными структурными элементами производства

хотя бы одного элемента контроля или корректировки. Таким образом, между блоками «материалы» и «проект» включается блок «входной контроль», а между блоками «материалы» и «производство» – блок «текущий контроль». При переходе от производства к продукции или полуфабрикатам также включается блок «текущий контроль».

Между блоками «продукция» и «эксплуатация» в системе включен блок «приемочный контроль». При приемке земляного полотна или дорожного покрытия необходимо достоверно определить геометрические, физико-механические, прочностные и деформативные характеристики материала. Вся эта информация нужна для оценки начального качества дороги. Результаты приемочного контроля дают возможность оценить точность выполнения проектных решений. Кроме того, они служат основой составления прогнозов долговечности и надежности дорожного сооружения.

В систему управления качеством вновь включен так называемый **эксплуатационный контроль**. Его цель – сбор и систематизация информации за время эксплуатации дорожного сооружения об изменениях прочностных характеристик, возникновении и развитии различных деформаций, о частичных или массовых разрушениях и их причинах, интенсивности движения, климатических и местных природных факторах, фактических межремонтных сроках и др. Сбор такой информации необходимо продолжать ряд лет с тем, чтобы обобщить массовый материал наблюдений и получить выводы о надежности материалов и конструкций.

В блок «управляющий орган» входит объединенная группа научных и инженерно-технических работников. Это аналитико-исполнительный центр, учитывающий результаты всех видов контроля и проектные решения. В деятельности этой группы различаются два направления:

- оперативное управление качеством – информация поступает непосредственно от блока «текущий контроль» и немедленно принимается решение о корректировке проекта, применяемых материалов или технологического процесса;

- перспективное управление качеством, т.е. корректировка основных решений технической политики в области качества с учетом результатов приемочного контроля, условий эксплуатации, а также результатов и выводов эксплуатационного контроля. Это управление качеством продукции в более широком масштабе и на более продолжительное время. Целенаправленность и точность долгосрочных корректировок зависят от объективности поступившей информации и достоверности прогнозов в области дорожного строительства.

Статистические методы контроля и обеспечения качества. Научный подход к проблеме управления качеством невозможен без применения статистических методов обеспечения качества. В связи с этим в различных областях промышленного производства, машиностроения, приборостроения и т.д. появилось понятие «статистическое» управление качеством. Стати-

статистическое регулирование технологического процесса заключается в том, что в определенные моменты времени из совокупности единиц продукции, прошедших контролируемый процесс, извлекают выборку и измеряют контролируемый параметр. По результатам измерений принимают решение о корректировке процесса или о продолжении процесса без корректировки.

Внедрение в производство статистических методов регулирования должно основываться на результатах предварительной оценки точности и стабильности технологических процессов. Точность и стабильность технологических процессов в дорожном строительстве исследованы недостаточно, а некоторые процессы вообще не исследованы. Наибольший объем информации о точности и стабильности технологических процессов получен на асфальтобетонных заводах, однако и эти исследования нужно считать лишь начальными.

Статистическое управление качеством основывается на применении контрольных карт, которые оправдали себя в различных отраслях производства. Известны два типа контрольных карт: типа Шьюхарта и кумулятивных сумм. Каждый тип контрольных карт представляет собой способ активного контроля качества технологического процесса.

При статистическом регулировании уровня наладки технологического процесса используют контрольные карты средних арифметических \bar{X} или медиан \bar{X} , а при статистическом регулировании рассеяния значений параметров технологического процесса – контрольными картами среднеквадратических отклонений σ и размахов R .

Применение контрольных карт типа \bar{X}/R Шьюхарта. Сущность контроля качества на основе контрольной карты \bar{X}/R заключается в статистической проверке наладки технологического процесса в определенные промежутки времени. По значениям контролируемого параметра в последовательных выборках контрольные карты \bar{X}/R позволяют своевременно обнаруживать разладку технологического процесса и принимать меры к ее устранению. Техника контрольных карт – это, по сути дела, не что иное, как статистический метод проверки определенной статистической гипотезы. Он переработан для использования в практических целях, упрощен и путем непосредственного включения в технологический процесс позволяет обеспечить текущий контроль производства.

В начале производства технологический процесс настраивают на номинальное (проектное) значение контролируемого параметра. С течением времени в технологическом процессе могут произойти отклонения от установленного уровня, обуславливаемые случайными и систематическими погрешностями.

Качество изготавливаемой продукции может заметно ухудшаться, если отклонения в технологическом процессе превышают заданный допуск. Поэтому через определенные, заранее установленные промежутки времени

берут пробы готовой продукции или проводят серию измерений контролируемого параметра и на основе полученных и индивидуальных значений X_1, X_2, \dots, X_n проверяют статистическую гипотезу.

Применение статистического метода проверки статистической гипотезы о настройке (состоянии) технологического процесса возможно при условии, что контролируемый параметр X имеет нормальное (гауссовское) распределение с математическим ожиданием μ и дисперсией σ^2 . При этом статистическая гипотеза H_0 формулируется в виде следующего допущения: среднее значение контролируемого параметра \bar{X} , рассчитанное из n индивидуальных значений, существенно не отличается от номинального (проектного) значения a . Гипотеза не отвергается, если при $\mu_0 = a$ удовлетворено неравенство

$$|z| = \left| \frac{\bar{X} - a}{\sigma} \sqrt{n} \right| < z_a, \quad (3.14)$$

где z_a – критическое значение отклонения, при котором с заданной вероятностью a ошибки гипотеза H_0 отвергается. Оно рассчитывается из соотношения

$$\Phi(z_a) = 1 - 0,5 a. \quad (3.15)$$

Значения z_a зависят от вероятностей ошибки a или статистической достоверности $P = 1 - a$:

a	0,001	0,0027	0,010	0,0455	0,050
$P=1 - a$	0,999	0,9973	0,990	0,9545	0,950
z_a	3,291	3,000	2,576	2,000	1,960

Основное неравенство контрольной карты имеет вид:

$$a - z_a \frac{\sigma}{\sqrt{n}} < \bar{X} < a + z_a \frac{\sigma}{\sqrt{n}}. \quad (3.16)$$

При известном среднеквадратичном (стандартном) отклонении σ и номинальном заданном контролируемом параметре при постоянном объеме n выборки можно рассчитать контрольные границы:

$$\text{нижнюю} \quad P_H = a - z_a \frac{\sigma}{\sqrt{n}}; \quad (3.17)$$

$$\text{верхнюю} \quad P_B = a + z_a \frac{\sigma}{\sqrt{n}}. \quad (3.18)$$

Если среднее значение \bar{X} контролируемого параметра технологического процесса находится внутри указанных границ, т.е. если

$$P_H < \bar{X} < P_B, \quad (3.19)$$

то процесс нужно считать настроенным правильно (с вероятностью ошибки a).

В некоторых случаях процесс может находиться в статистически подконтрольном состоянии. Если же выборочное среднее значение \bar{X} выходит за верхнюю P_B или нижнюю P_H контрольную границу, то этим подается сигнал о необходимости остановки производства и проверки настройки технологического процесса.

В дорожном строительстве как стабильность параметров технологических процессов, так и показателей качества продукции еще недостаточно исследована и часто дисперсия контролируемых показателей остается неизвестной. Поэтому как неравенство (3.17), так и контрольные границы (3.18) и (3.19) можно рассчитать лишь путем подстановки оценок среднеквадратического отклонения $\hat{\sigma} = S$, полученных на основе предварительных выборочных исследований.

Для оценки неизвестного параметра нормально распределенной генеральной совокупности применяются три наиболее важных метода.

Согласно первому методу, при предварительных исследованиях извлекают k выборок по n проб продукции, например, асфальтобетонной смеси. Для каждой из k проб рассчитывают среднее значение \bar{X}_i :

$$\bar{X}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n X_{ij} \text{ при } j=1, 2, \dots, n, \quad (3.20)$$

где $X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{in}$ – результаты измерений в i -й выборке.

По всем выборкам получают значение:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \bar{X}_i \text{ при } i=1, 2, \dots, k, \quad (3.21)$$

или

$$\bar{\bar{X}} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \bar{X}_i \text{ при } i=1, 2, \dots, m, \quad (3.22)$$

где \bar{X}_i – результаты измерений, полученные во всех m предварительных исследованиях.

Тогда по $m = kn$ индивидуальным значениям дисперсии S^2 вычисляется по формуле

$$S^2 = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (X_i - \bar{\bar{X}})^2. \quad (3.23)$$

Несмещенная оценка для σ рассчитывается по формуле

$$\sigma = S/C_m, \quad (3.24)$$

где C_m – коэффициент, зависящий от $m=kn$, значения которого приведены в табл. 3.3.

Таблица 3.3

Объем выборки n	C_2	C_m	d_n	B_1	B_2	D_1	D_2	D_3	D_4
2	0,798	0 564	1,128	0	3,27	0	3,27	1,121	5,693
3	0,886	0,723	1,693	0	2,57	0	2,57	1,207	5,737
4	0,921	0,798	2,059	0	2,27	0	2,28	1,285	5,779
5	0,940	0,841	2,326	0	2,09	0	2,11	1,359	5,817
6	0,952	0,869	2,534	0,04	1,96	0	2,00	1,426	5,854
7	0,959	0,888	2,704	0,12	1,89	0,08	1,92	1,490	5,888
8	0,965	0,902	2,847	0,19	1,82	0,14	1,86	1,548	5,922
9	0,969	0,914	2,970	0,24	1,77	0,18	1,82	1,606	5,95
10	0,973	0,923	3,078	0,29	1,71	0,22	1,78	1,659	5,979

При возрастании величина m приближается к 1, например, при $m = 100$ имеем $C_m = 0,9975$. Таким образом, при большом числе предварительных испытаний среднее квадратическое отклонение S можно использовать в качестве оценки для σ .

Второй метод получения оценки для σ заключается в определении для каждой из k выборок по n индивидуальным измерениям дисперсии

$$S_i^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (X_{ij} - \bar{X}_i)^2 \quad (3.25)$$

и среднее квадратическое отклонения

$$S_i = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (X_{ij} - \bar{X}_i)^2}. \quad (3.26)$$

Из k выборочных среднее квадратических отклонений S_i определяют их среднее значение:

$$\bar{S} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k S_i. \quad (3.27)$$

Это внутригрупповое среднее квадратическое отклонение может приниматься в качестве оценки σ . Поскольку \bar{S} является смещенной оценкой σ , то несмещенную оценку можно получить из соотношения

$$\sigma = \bar{S}/C_2, \quad (3.28)$$

где C_2 – коэффициент, зависящий от объема выборки n , значения которого приведены в табл. 3.2.

При третьем методе оценку параметра σ генеральной совокупности получают из размаха:

$$R = X_{\max} - X_{\min}. \quad (3.29)$$

Для каждой из выборок вычисляют размахи R_i и рассчитывают их среднее значение:

$$\bar{R} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k R_i. \quad (3.30)$$

Оценку σ получают из соотношения

$$\sigma = \bar{R}/d_n, \quad (3.31)$$

где d_n – коэффициент, зависящий от объема выборки (см. табл. 3.3)

Каждый из трех методов получения оценок среднее квадратическое отклонения генеральной совокупности имеет свои преимущества и недостатки. Расчет дисперсий S^2 по формуле (3.23), характеристик S_i^2 , и \bar{S} по формулам (3.25) и (3.27) считают затруднительным, однако он имеет оправдание при объеме выборок $n > 10$. Как известно, в таком случае размах R дает недостаточно информации о рассеянии индивидуальных значений измерений внутри выборки.

Если стоимость отдельных измерений высока и оперативность испытаний низка, то, разумеется, рационально рассчитывать размахи по формулам (3.29) и (3.30) и определять оценку для σ по формуле (3.31).

В формулах (3.17) и (3.18) номинальное значение a контролируемого показателя в дорожном строительстве применяется весьма редко, поэтому туда нужно подставлять, как правило, заранее известную проектную величину X_n показателя. Тогда основное неравенство статистического контроля при неизвестном среднеквадратическом отклонении σ , но при известной его оценке $\hat{\sigma} = S$, получает вид:

$$X_n - \frac{tS}{\sqrt{n}} < \bar{X} < X_n + \frac{tS}{\sqrt{n}}. \quad (3.32)$$

Неравенством (3.16) или (3.32) определяется, по сути дела, доверительный интервал для выборочных средних значений. Если процесс находится в статистически подконтрольном состоянии, то выборочные средние \bar{X} , рассчитанные из индивидуальных значений X_1, X_2, \dots, X_n при постоянном объеме выборки n , не должны выходить за границы их доверительного интервала с вероятностью, соответствующей значимости z_a или t .

В связи с этим недопустимо согласиться с утверждением, что при помощи формулы (3.32) определяется доверительный интервал генерального среднего, а при помощи формул (3.17) и (3.18) – границы доверительного интервала генерального среднего. Действительно, этими формулами описываются границы доверительного интервала выборочных средних значений, что и дает возможность проводить статистический контроль.

При контроле качества в дорожном строительстве для некоторых видов работ задаются не проектные величины, а лишь нижняя или верхняя норма. Поэтому в начале выполнения работ технологический процесс настраивают на некоторый уровень, превышающий нижнюю норму, или некоторый уровень, находящийся ниже верхней нормы. В таких условиях среднее значение μ генеральной совокупности заранее неизвестно. Так, при контроле качества по степени уплотнения земляного полотна задаются заранее известные лишь нижние значения норм коэффициента уплотнения, а при контроле качества изготовления асфальтобетона по физико-механическим показателям известны нижние нормы прочности при сжатии R_{20} и R_{50} , верхние нормы прочности при сжатии R_0 , набухания и др.

В таких случаях с целью проверки точности начального уровня настройки процесса берут ряд выборок и по формулам (3.21) или (3.22) определяют фактическое среднее значение $\bar{\bar{X}}$ контролируемого показателя. Тогда основное условие проверки состояния, т.е. уровня настройки технологического процесса, имеет следующее выражение:

$$\bar{\bar{X}} - z_a \frac{\sigma}{\sqrt{n}} < \bar{X} < \bar{\bar{X}} + z_a \frac{\sigma}{\sqrt{n}}. \quad (3.33)$$

Контрольные границы при заданном объеме выборки n и уровне значимости доверительной вероятности будут:

$$\text{верхняя} \quad P_B = \bar{\bar{X}} + z_a \frac{\sigma}{\sqrt{n}}; \quad (3.34)$$

$$\text{нижняя} \quad P_H = \bar{\bar{X}} - z_a \frac{\sigma}{\sqrt{n}}. \quad (3.35)$$

Сущность статистической проверки настройки процесса по формуле (3.33) несколько отличается от упомянутых случаев. Рассчитанное среднее значение \bar{X} по результатам предварительных испытаний нужно оценивать с точки зрения ее удаленности от верхней или нижней нормы. При достаточно устойчивом среднеквадратичном отклонении σ выборочные средние, полученные из n испытаний, могут нормально рассеиваться вокруг генерального среднего $\mu = \bar{\bar{X}}$, однако значение \bar{X} может быть недостаточно удалено от нормы и в технологическом процессе будут часто встречаться смещения средних выборочных ниже или выше нормы (заштрихованная часть на рис. 3.13, *а* и *б*).

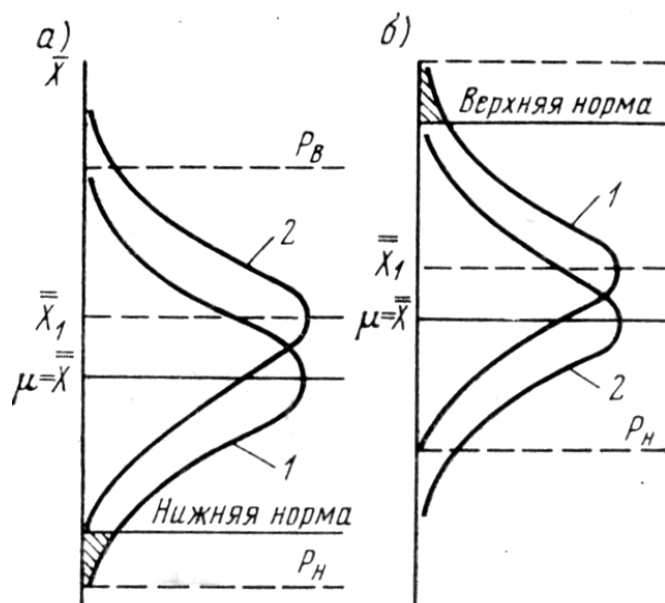


Рис. 3.13. Уровень контрольных границ по отношению:
а – к нижней норме показателя качества; *б* – то же верхней;
 1 – неудовлетворительно; 2 – удовлетворительно

Следовательно, при настройке технологического процесса необходимо согласовывать уровень контрольных границ P_H , P_B с нормами технических условий.

Контроль одной величины параметра технологического процесса часто бывает недостаточным, так как важно знать не только общую тенденцию изменения среднего уровня настроенности процесса, но и рассеяния отдельных значений в выборках во времени. Поэтому в технике контрольных карт совместно с картой средних значений ведут карту среднеквадратич-

ных отклонений S и карту размахов R . Таким образом получают карту \bar{X}/S или \bar{X}/R (рис. 3.14).

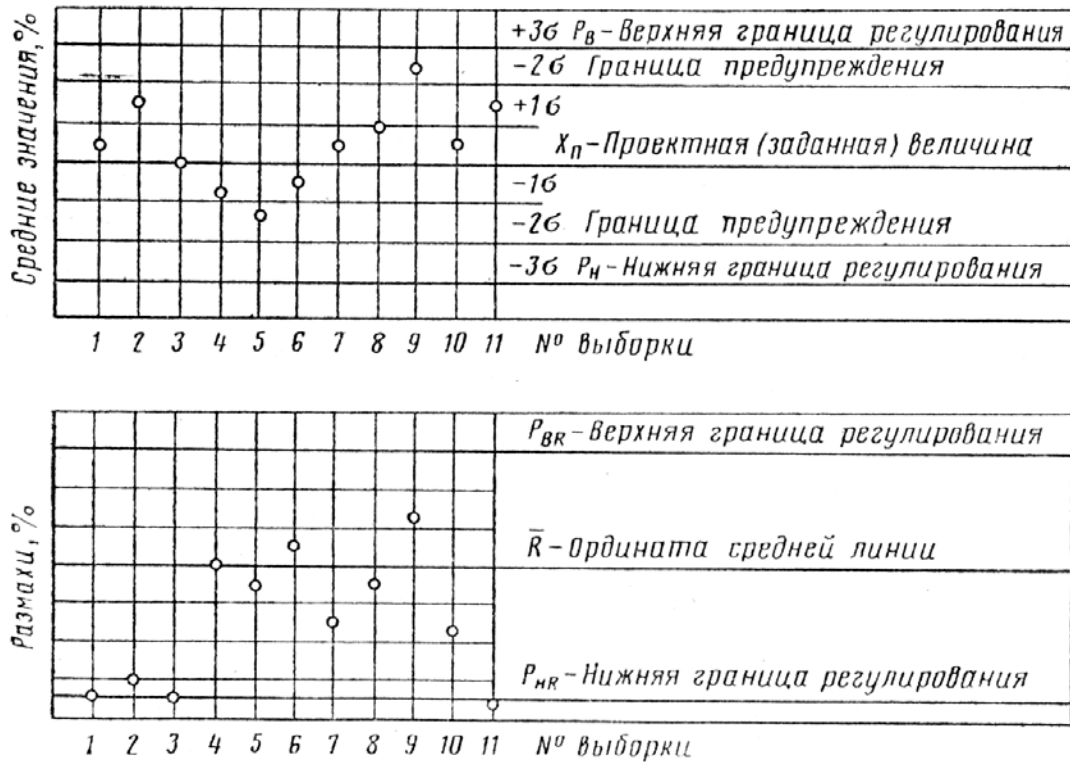


Рис. 3.14. Контрольная карта средних значений X и размахов R

Карта S и R дает информацию о величине и характере изменения дисперсии индивидуальных значений в каждой выборке. Рост дисперсии во времени указывает на ухудшение однородности контролируемого показателя и тем самым на понижение уровня качества процесса или продукции. Наоборот, уменьшение дисперсии обычно связано с повышением качества технологического процесса и изготавливаемой продукции.

Контрольные границы для карты среднеквадратичных отклонений

$$P_{нS} = B_1 \bar{S}; \quad (3.36)$$

$$P_{вS} = B_2 \bar{S}, \quad (3.37)$$

где B_1, B_2 – коэффициенты, зависящие от доверительной вероятности и объема выборки n . Значения коэффициентов B_1 и B_2 при вероятности ошибки $\alpha=0,27\%$ приведены в табл. 3.2.

Если рассеяние внутри групповых индивидуальных результатов испытаний оценивать размахом R , то можно получить для карты R контрольные границы:

$$\text{нижнюю } P_{нR} = D_1 \bar{R}; \quad (3.38)$$

$$\text{верхнюю } P_{вR} = D_2 \bar{R}. \quad (3.39)$$

Значения коэффициентов D_1 и D_2 зависят от вероятности ошибки α и объема выборки n (см. табл. 3.2).

Ординаты нижней и верхней контрольных границ могут быть рассчитаны при известном среднем квадратичном отклонении σ :

$$P_{нR} = D_3 \sigma ; \quad (3.40)$$

$$P_{вR} = D_4 \sigma . \quad (3.41)$$

Коэффициенты D_3 и D_4 приведены в табл. 3.2. На карте ординату средней линии \bar{R} , вокруг которой должны рассеиваться вычисляемые значения R_i , определяют по формуле

$$\bar{R} = d_n \sigma . \quad (3.42)$$

Опыт применения контрольных карт \bar{X}/R . Внедрение контрольных карт в системы управления качеством в дорожном строительстве возможно лишь после некоторых предварительных исследований, выполненных в производственных условиях. По меньшей мере заранее нужно знать, какие факторы являются главными при формировании качества дорожно-строительной продукции и какие из них поддаются регулированию.

Накопленные за многие годы результаты обследования готовых объектов, а также условий обеспечения качества на различных производственных предприятиях способствовали формулированию принципов разработки усовершенствованных технических условий, установлению норм и допусков на вероятностно-статистической основе.

Покажем пример анализа и регулирования настройки технологического процесса изготовления асфальтобетонной смеси на АБЗ путем применения контрольных карт \bar{X}/R .

Статистическое регулирование технологического процесса изготовления асфальтобетонных смесей начинают только после полной подготовки асфальтобетонного завода к нормальной работе и при исправном состоянии всех его агрегатов, а также при наличии достаточного запаса исходных материалов.

Наладка технологического процесса включает:

- установку дозаторов минеральных компонентов смеси и битума в соответствии с проектным составом и с учетом точности просеивания горячих минеральных материалов на основные фракции;
- регулирование температурного режима просушивания минеральных материалов в течение 5–10 пробных замесов с целью доведения температуры выпускаемой смеси до середины температурного интервала, допускаемого по нормативным требованиям;
- регулирование длительности перемешивания смеси с целью достижения полного покрытия всей поверхности отдельных минеральных частиц пленкой бумаги;
- регулирование подачи минеральных материалов из галереи с целью обеспечения равномерной загрузки горячих бункеров и достижения оптимальной производительности смесителя.

Время отбора проб из случайных замесов можно установить при помощи таблиц случайных чисел по методике, приведенной в литературе.

Необходимо определить границы регулирования на контрольных картах для содержания основных компонентов мелкозернистой асфальтобетонной смеси. Гранулометрический состав проектной асфальтобетонной смеси следующий:

Диаметр отверстий сита, мм	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071
Суммарное количество частиц минеральной части, % по массе	99,7	85,0	55,6	41,2	34,9	28,0	21,3	16,7	12,5

Для контроля одного смесителя объем выборки принимаем $n=4$. Затем определяем проектные содержания компонентов смеси, которые составляют: для щебня $X_{п} = 44,4 \%$; для песка $X_{п} = 43,1 \%$; для минерального порошка $X_{п} = 12,5 \%$. Оптимальное содержание битума – $6,75 \%$ по массе.

Границы регулирования вычисляем по формулам (3.17) и (3.18). Расчет границ регулирования проводим при доверительной вероятности $P = 99,73 \%$, поэтому в формулах принимаем значение $t = 3$. Значения стандартных отклонений содержаний компонентов принимаем следующие:

Щебень	4,00 % по массе
Минеральный порошок	1,50 % по массе
Битум	0,30 % по массе

На контрольной карте средних значений границы регулирования содержания щебня будут следующими:

верхняя граница

$$P_{в} = 44,4 + \frac{3 \times 4}{\sqrt{4}} = 50,4 \%;$$

нижняя граница

$$P_{н} = 44,4 - \frac{3 \times 4}{\sqrt{4}} = 38,4 \%.$$

Ордината центральной линии будет равна проектному содержанию щебня, т.е. $X_{п} = 44,4 \%$.

Для регулирования размахов содержания щебня (значения коэффициентов D_3, D_4 при $n = 4$ принимаем из табл. 3.3):

верхняя граница при $n = 4$ и $D_3 = 4,698$

$$P_{вR} = 4,698 \times 4 = 18,79 \%;$$

нижняя граница при $D_4 = 0$

$$P_{нR} = 0 \times 4 = 0.$$

Ордината центральной линии \bar{R} при $n = 4$ и $d_2 = 2,059$ будет

$$\bar{R} = 2,059 \times 4 = 8,24 \%$$

Границы регулирования на контрольной карте содержания минерального порошка:

$$P_B = 12,5 + \frac{3 \times 1,5}{\sqrt{4}} = 14,75 \%;$$

$$P_H = 12,5 - \frac{3 \times 1,5}{\sqrt{4}} = 10,25 \%;$$

$$P_{BR} = 4,698 \times 1,5 = 7,05 \%;$$

$$P_{HR} = 0 \times 1,5 = 0;$$

$$\bar{R} = 2,059 \times 1,5 = 3,09 \%$$

Для содержания битума границы регулирования:

$$P_B = 6,75 + \frac{3 \times 0,3}{\sqrt{4}} = 7,20 \%;$$

$$P_H = 6,75 - \frac{3 \times 0,3}{\sqrt{4}} = 6,30 \%;$$

$$P_{BR} = 4,698 \times 0,3 = 1,41 \%;$$

$$P_{HR} = 0 \times 0,3 = 0;$$

$$\bar{R} = 2,059 \times 0,3 = 0,62 \%$$

Контрольные карты регулирования качества изготовления мелкозернистой смеси асфальтобетона показаны на рис. 3.15 – 3.17.

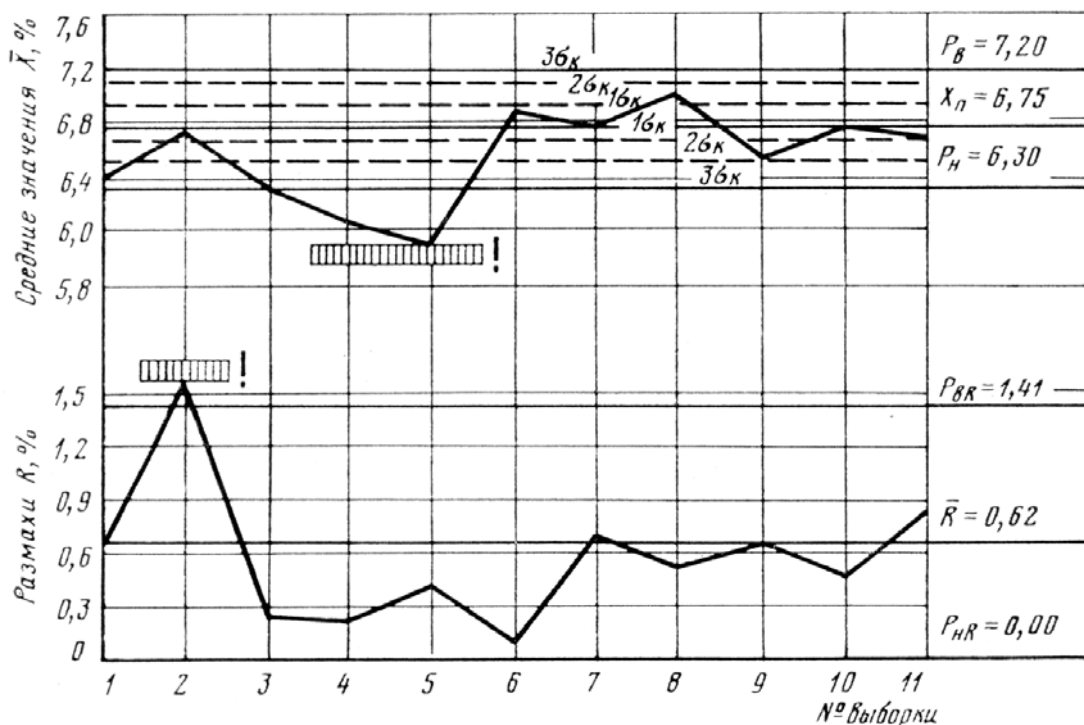


Рис. 3.15. Контрольная карта содержаний битума

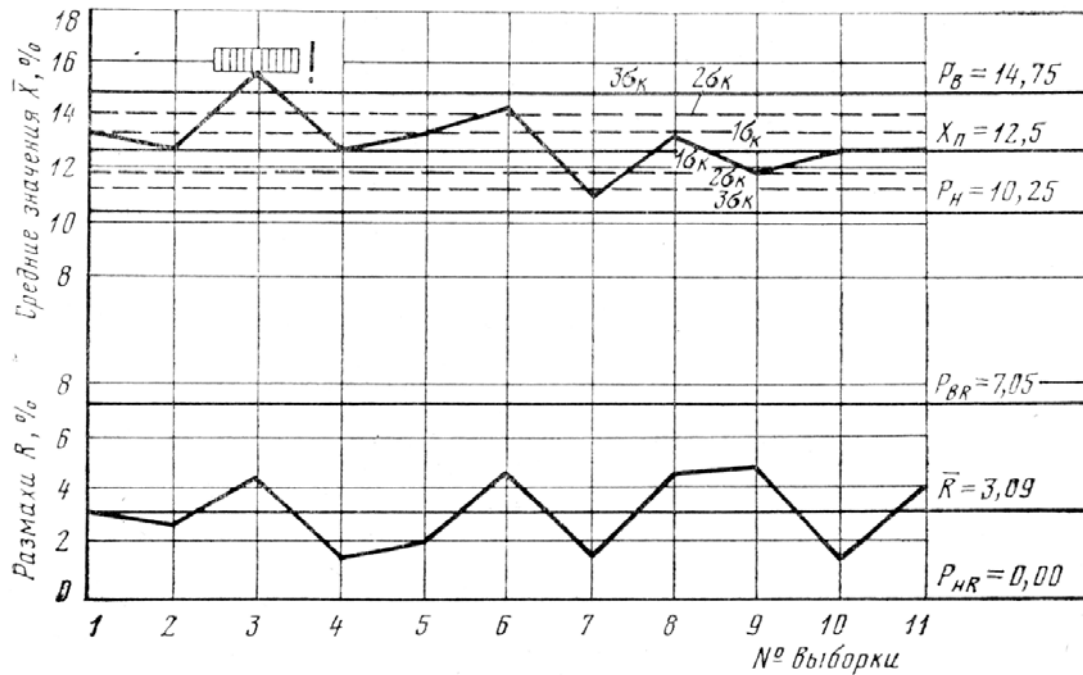


Рис. 3.16. Контрольная карта содержаний минерального порошка

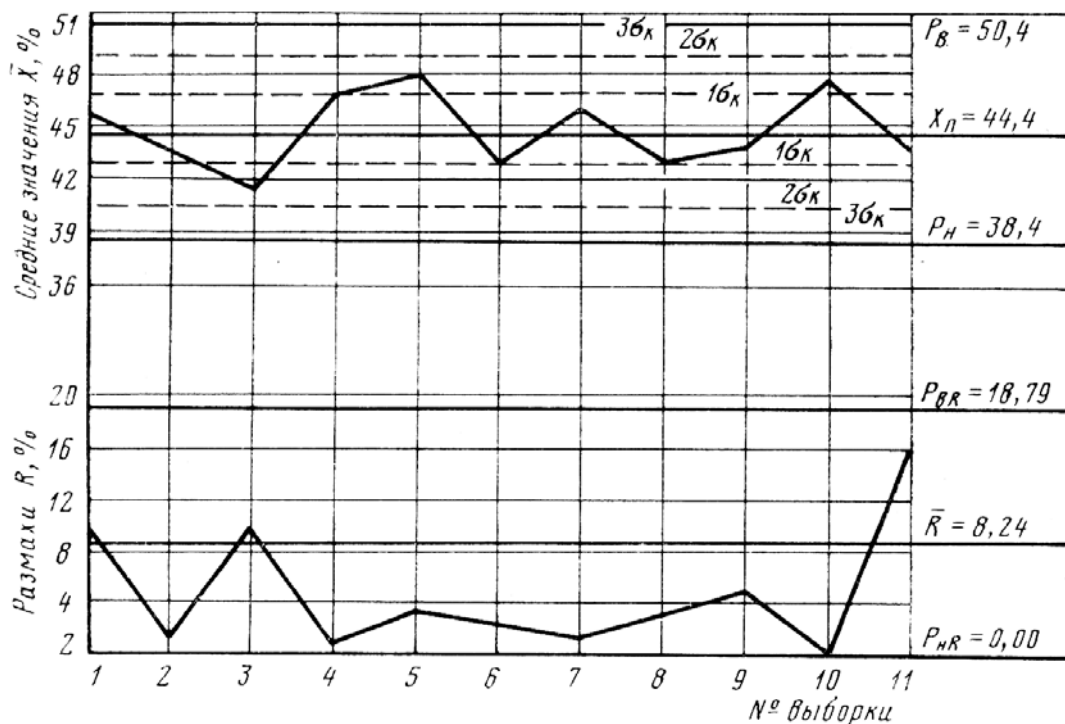


Рис 3.17. Контрольная карта содержаний щебня

Для расчета корректировок в периоде настройки каждого смесителя на протяжении рабочей смены из 12 случайных замесов отбираем пробы для исследования фактического состава смеси. Путем ускоренного экстрагирования определяем содержание битума, а после просева через стандартные сита диа-

метром 15 и 5 мм – компоненты минеральной смеси (содержание щебня, песка). Для контролируемого смесителя результаты испытания 12 проб приведены в табл. 3.4, из которой следует, что корректировка требуется.

Полученные данные сопоставляем с допустимыми смещениями $\Delta_{\text{доп}}$ при $n=12$ и доверительной вероятности $P=95\%$. Как видно из табл. 3.3, для щебня $|-5| > \pm 2,25$, для минерального порошка $+1,0 > \pm 0,85$ и для битума $+0,56 > \pm 0,17$. Следовательно, необходимо исключать систематические погрешности в содержаниях компонентов путем корректировки их дозирования. Корректировка содержания песка (в %) проводится на основе зависимости

$$П = 100 - (Щ + МП). \quad (3.43)$$

Т а б л и ц а 3.4

Компонент смеси	Содержание компонента в смеси, % по массе		Отклонение от проекта $\Delta_{\text{доп}}$, % по массе	Допустимое смещение Δ_g , % по массе при $n=12$ и $P=95\%$	Стандартное отклонение S_{ϕ} , % по массе	Допустимое стандартное отклонение $\sigma_{\text{доп}}$, % по массе
	по проекту $X_{\text{п}}$	фактическое $\overline{X_{\phi}}$				
Щебень	44,4	39,4	-5,0	2,25	3,14	4,0
Песок	43,1	47,1	+4,0	2,25	2,27	4,0
Минеральный порошок	12,5	13,5	+1,0	0,85	2,86	1,5
Битум	6,75	7,31	+0,56	0,17	0,32	0,3

Величина корректировки дозатора щебня

$$D_k = \frac{X_{\text{п}} D_{\phi}}{X_{\phi}}, \quad (3.44)$$

где D_k – положение индикаторной стрелки дозатора после корректировки, кг;

D_{ϕ} – фактическое положение индикаторной стрелки, т.е. перед корректировкой, кг;

$X_{\text{п}}$ – содержание щебня по проекту, % по массе;

$\overline{X_{\phi}}$ – среднее фактическое содержание щебня, определенное на основании данных настроенного периода, % по массе.

Подставив соответствующие величины, получаем:

$$D_k = \frac{44,4 \times 206,0}{39,4} = 232 \text{ кг.}$$

Следовательно, систематическая ошибка составляет $232 - 206 = 26$ кг. Данное количество нужно добавить к прежнему количеству щебня на каждый замес.

Величина корректировки дозатора минерального порошка

$$D_k = \frac{12,5 \times 19}{13,5} = 17,6 \approx 18 \text{ кг.}$$

Дозировку минерального порошка на каждый замес необходимо уменьшить на $19 - 18 = 1$ кг.

Дозировка песка после корректировки изменится на величину суммарной алгебраической поправки, подсчитанной по остальным компонентам минеральной части смеси. Содержание песка до корректировки

$$\Pi = 100 - (39,4 + 13,5) = 47,1 \%,$$

а после корректировки

$$\Pi = 100 - (44,4 + 12,5) = 43,1 \%.$$

Величину корректировки дозатора битума вычисляем аналогично:

$$D_k = \frac{6,75 \times 31,7}{7,31} = 29,3 \text{ л.}$$

В этом случае датчик объемного дозирования смещаем на $31,7 - 29,3 = 2,4$ деления, т.е. в положение 29,3 л. Поправки дозировки горячих фракций, минерального порошка и битума приведены в табл. 3.5.

Таблица 3.5

Компонент смеси	Дозировка, кг		
	перед регулированием	после регулирования	
		общая масса	поправка
Щебень	206	232	+26
Минеральный порошок	19	18	-1
Песок	243	218	-25
Всего	468	468	0
Битум	31,7	29,3	-2,4

Контроль стабильности изготовления асфальтобетонной смеси. В контрольном периоде ежедневно во время работы смесителя отбирают четыре пробы смеси из четырех случайных замесов. Информацию о составе смеси в выборках получают так же, как и в подготовительном периоде, ее заносят на контрольные карты.

Индивидуальные результаты испытаний, их средние значения и размахи в выборке № 1 приведены в табл. 3.6.

Таблица 3.6

Компонент смеси	Результаты испытаний X_i индивидуальных образцов в замесах				Сумма по выборке $\sum X_i$	Среднее значение \bar{X}	Размах R
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4			
Щебень	41,2	43,1	45,8	50,2	180,3	45,1	9,0
Песок	44,0	44,1	41,6	38,2	167,9	42,0	5,9
Минеральный порошок	14,8	12,8	12,6	11,6	51,8	12,9	3,2
Контрольная сумма	100,0	100,0	100,0	100,0	400,0	100,0	—
Битум	6,63	6,64	6,44	6,06	25,77	6,44	0,58

Примечание. В таблице приведены данные по составу асфальтобетонной смеси за контрольный период по выборке № 1 для случайных замесов № 1–4.

Содержание щебня в замесах в течение последующих 10 выборок (см. рис. 3.13) осталось в пределах границ регулирования. Размахи содержаний щебня почти не изменялись и не достигали среднего значения $R = 8,24 \%$. Это свидетельствует о том, что точность и стабильность дозировки щебня и асфальтобетонной смеси находились под контролем.

Средние значения минерального порошка (см. рис. 3.12) также остались внутри границ регулирования, однако выборка № 3 показала выход содержания минерального порошка выше верхней границы регулирования. После корректировки наблюдалась более устойчивая дозировка. Размахи содержаний минерального порошка оставались внутри границ регулирования и колебались равномерно вокруг среднего значения размахов \bar{R} . После устранения систематических погрешностей в дозировке битума (см. рис. 3.11) в основном периоде содержания битума остались внутри границ регулирования. В выборке № 4 среднее значение получилось ниже границы регулирования. Повторная выборка № 5 показала, что необходимо ввести корректировку. Проверка определила, что индикаторные стрелки дозатора битума необходимо сместить в сторону повышения содержания. В дальнейшем содержание битума колебалось около проектного значения (выборки № 6 – 14).

На карте размахов в выборке № 2 получен выброс за верхнюю границу размахов. После всей корректировки размахи остались ниже среднего значения \bar{R} .

Таким образом, контрольные карты способствовали выявлению систематических погрешностей и поддержанию стабильности технологического процесса изготовления асфальтобетонной смеси.

Контроль качества технологического процесса по модели двух его состояний. Расчет верхней и нижней границ регулирования по формулам (3.9) и (3.10) связан с некоторой условностью, так как объем выборки n принимается произвольно. По рекомендациям ряда статистиков величину n предлагается принимать небольшой, в пределах 3–6, чаще всего $n = 4$. При этом остается неопределенной также частота отбора проб из технологического процесса. При контроле и регулировании технологических процессов в дорожном строительстве можно найти оптимальные объем выборки и частоту отборов исходя из гипотетических двух или нескольких состояний технологического процесса: налаженного и разлаженного; налаженного, частично разлаженного и полностью разлаженного и т.д.

Налаженный технологический процесс – это такой процесс, которому соответствует доля недоброкачественной продукции, не превышающая допустимую. Критериями налаженности технологического процесса служат его стабильность и точность.

Наладка технологического процесса – это перевод разлаженного технологического процесса в налаженный.

Уровень настройки технологического процесса оценивается относительным значением статистической характеристики, применяемой для оценки состояния технологического процесса. При определении уровня настройки процесса за базовое значение статистической характеристики принимают ее математическое ожидание для налаженного процесса.

Разлаженный технологический процесс – это такой, которому соответствует доля недоброкачественной продукции, превышающая допустимую. Разладка технологического процесса – это переход налаженного технологического процесса в разлаженный. О разладке технологического процесса судят по изменившейся величине его стабильности и (или) точности. Таким образом, рассматривается модель технологического процесса, при которой процесс скачкообразно переходит из налаженного состояния в разлаженное состояние. В дорожном строительстве такие состояния бывают на асфальтобетонных, цементобетонных, камнедробильных заводах и т.д. Например, к скачкообразному изменению состояния технологического процесса приводит поломка лопасти в мешалке, повреждение затвора в дозаторе материала, подача сырья (щебня, песка), качество которого резко отличается от проектного, пониженная температура в сушильном барабане и др.

Следовательно, как при налаженном, так и при разлаженном технологическом процессе допускается некоторая вероятность появления недоброкачественной продукции, однако в первом случае ее доля не превышает допустимую, а во втором – ее доля больше допустимой.

При статистическом контроле настройки и рассеяния контролируемого параметра технологического процесса весьма важно установить период отбора выборок или проб. При частоте отбора выборок объем испытаний увеличивается – и достоверность выводов о состоянии технологического процесса повышается. Однако при этом контроль становится более дорогим и менее оперативным. В связи с этим необходимо решать вопрос – как часто отбирать выборки готовой продукции, т.е. какова должна быть длина серии единиц продукции, выборка из которой извлекается в определенные моменты времени.

Когда происходит разладка технологического процесса, он переходит в другое состояние и находится в нем определенное время. Продолжительность нахождения процесса в разлаженном состоянии зависит от оперативности и достоверности определения появившихся отклонений в настройке и оперативности устранения разладки. При разлаженном состоянии на АБЗ или ЦБЗ изготавливается некоторая доля недоброкачественной продукции. Чем быстрее замечают и устраняют разладку процесса, тем меньше выпускают брака на заводе.

Для обоснования периода отбора выборок необходимо заранее установить распределение времени разладки процесса. Оно определяется обработкой результатов наблюдения за разладкой технологического процесса в предшествующем периоде. Таким образом, контроль качества изготовле-

ния дорожно-строительной продукции взаимоувязывается с основными положениями теории надежности, в частности, распределением вероятностей отказов.

Отказ в технологическом процессе может случиться из-за технических неполадок (отказ по производительности) или из-за погрешностей в технологии производства (отказ по качеству продукции). Как показывает опыт работы АБЗ, чаще всего качество продукции ухудшается из-за технологических погрешностей. Таким образом, при исследовании разладок (отказов) технологического процесса нужно принимать во внимание технические, организационные и технологические условия протекания процесса. Для контроля качества деталей машин статистическое регулирование уровня наладки технологического процесса с помощью контрольных карт основывается на формировании и проверке одной из статистических гипотез: H_0 – процесс налажен; H_i – процесс разлажен.

Каждое состояние технологического процесса, соответствующее одной из упомянутых гипотез, характеризуется различными статистическими параметрами процесса:

μ_0 – среднее значение контролируемого параметра X , при котором, соблюдая данную технологию, изготавливают продукцию наилучшего качества;

σ – среднее квадратичное отклонение контролируемого параметра X , которое предполагают постоянным на протяжении всего технологического процесса;

μ_i – предельно допустимое среднее значение контролируемого параметра X , свидетельствующее о необходимости корректировки технологического процесса и о том, что в продукции содержится максимально допустимая доля брака.

Эти параметры технологического процесса необходимо получить на основе предварительных исследований.

Технологический процесс считается налаженным, если $\mu = \mu_0$, и разлаженным, если $\mu = \mu_1 = \mu_0 \pm \delta\sigma$.

Величина

$$\delta = \frac{\mu_1 - \mu}{\sigma}, \text{ или } \delta = \frac{\mu_0 - \mu_1}{\sigma}, \quad (3.45)$$

характеризует нормированное смещение наладки технологического процесса при его разладке. Разладка технологического процесса наступает при постоянном значении σ в случайные моменты времени вследствие изменения среднего значения μ под воздействием неконтролируемых факторов.

Статистическое регулирование может производиться для одностороннего критерия, когда проверяется только увеличение или уменьшение контролируемого параметра X , и для двустороннего критерия, когда качество

продукции ухудшается вследствие двустороннего отклонения контролируемого параметра.

По результатам выборочных измерений контролируемого параметра X , для i -й выборки рассчитывают выборочное среднее арифметическое значение:

$$\bar{X}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n X_{ij}, \quad (3.46)$$

где X_{ij} – результат j -го измерения в i -й выборке; n – объем выборки.

Если $\bar{X}_i \leq P_B$, т.е. ниже верхней границы регулирования, то принимается гипотеза H_0 , т.е. технологический процесс налажен и не требует корректировки. Если $\bar{X}_i \geq P_B$, т.е. выборочное среднее значение находится выше верхней границы регулирования, то принимается гипотеза H_1 , т.е. процесс разлажен и требует корректировки. При формулировании каждой статистической гипотезы, как правило, учитывают ошибку излишней наладки, когда она не требуется, а также ошибку незамеченной разладки, когда требуется корректировка, но она не выявлена.

Каждая из этих двух ошибок допускается с определенной вероятностью, т.е. риском.

Риск излишней наладки при одностороннем ограничении $\frac{\sqrt{n}}{\sigma}(P_B - \mu_0)$ определяется по формуле

$$1 - \alpha = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\frac{X^2}{2}} \exp(-\frac{X^2}{2}) dX, \quad (3.47)$$

а риск незамеченной разладки $\frac{\sqrt{n}}{\sigma}(P_B - \mu_1)$ – по формуле

$$\beta = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\frac{X^2}{2}} \exp(-\frac{X^2}{2}) dX. \quad (3.48)$$

Из этих формул после приравнивания пределов интегралов квантилям вероятностей $(1 - \alpha)$ и β получаем объем выборки:

$$n = \frac{(u_{1-\alpha} - u_\beta)^2}{\delta^2} \quad (3.49)$$

и верхнюю границу регулирования

$$P_B = \frac{\mu_0 u_\beta - u_{1-\alpha} \mu_1}{u_\beta - u_{1-\alpha}}, \quad (3.50)$$

где $u_{1-\alpha}$, u_β – соответственно квантили нормального распределения для вероятностей $(1-\alpha)$ и β .

При одностороннем критерии для контрольной карты средних арифметических значений верхняя контрольная граница

$$P_{\text{в}} = \mu_0 + \frac{u\sigma}{\sqrt{n}} \quad (3.51)$$

и нижняя контрольная граница

$$P_{\text{н}} = \mu_0 - \frac{u\sigma}{\sqrt{n}}. \quad (3.52)$$

При двустороннем критерии принимаются обе контрольные границы, определенные по формулам (3.50) и (3.51).

Для статистического регулирования технологического процесса составляется план контроля. Он состоит из назначения следующих величин: периода отбора τ выборок или проб, объема выборки или пробы n ; границ регулирования $P_{\text{в}}$ и (или) $P_{\text{н}}$ – для контрольных карт средних арифметических значений.

При выборе плана регулирования исходными величинами являются параметры μ_0 , σ и μ_1 .

Период отбора τ выборок или проб необходимо назначать так, чтобы были получены оптимальные значения средних длин налаженного L_0 и разлаженного L_1 процессов. При этом длина процесса может измеряться не только единицами времени, но и единицами изготовленной продукции. Например, на АБЗ длина разлаженного или налаженного процесса может измеряться числом выполненных замесов или тоннами изготовленной асфальтобетонной смеси. Средняя длина серии выборок – это среднее число выборок (проб) между соседними наладками технологического процесса при неизменном распределении вероятностей контролируемого параметра. Если распределение нормально, то неизменность определяется постоянными значениями среднего значения μ и среднего квадратичного отклонения генеральной совокупности.

Желательно, чтобы средняя длина серии выборок для налаженного процесса L_0 была максимальной, а для разлаженного L_1 – минимальной.

При статистическом регулировании процесса средняя длина серии налаженного и разлаженного процессов соответственно равны:

$$L_0 = \frac{1}{\alpha}; \quad (3.53)$$

$$L_1 = \frac{1}{1-\beta}. \quad (3.54)$$

Объем выборки n и выражение $\frac{u}{\sqrt{n}}$ при применяемых рисках α и β , а также при различном нормированном смещении δ приведены в нормативных документах. В качестве частного примера в табл. 3.7 показаны изменения объема выборки n при $L_1 = 5$.

Таблица 3.7

L_0	Нормированное смещение δ							
	0,6		0,8		1,0		1,5	
	n	$\frac{u}{\sqrt{n}}$	n	$\frac{u}{\sqrt{n}}$	n	$\frac{u}{\sqrt{n}}$	n	$\frac{u}{\sqrt{n}}$
2000	17	0,80	9	1,07	6	1,34	3	2,01
740	13	0,84	7	1,12	5	1,39	2	2,10
200	8	0,90	5	1,19	3	1,49	1	2,25
100	6	0,94	3	1,25	2	1,57	1	2,37
40	3	1,05	9	1,42	1	1,76	1	2,64
20	2	1,25	1	1,67	1	2,08	1	3,16

Средняя длина серии выборок при налаженном технологическом процессе – это среднее число выборок (проб) между соседними решениями о наладке технологического процесса при отсутствии его разладки. Средняя длина серии выборок при разлаженном технологическом процессе представляет собой среднее число выборок (проб) между моментом разладки технологического процесса и моментом его наладки.

Пример. Нужно выбрать план контроля изготовления асфальтобетонной смеси в смесителе на АБЗ. Контроль качества производится по содержанию битума.

Процесс будет налаженным, если среднее значение содержания битума составит $\mu_0 = 6,5\%$ (по проекту $X_n = 6,50\%$), и разлаженным, если среднее значение содержания битума в смеси составит $\mu_1 = 6,70\%$ по массе. Из предварительных исследований качества изготовления мелкозернистых асфальтобетонных смесей установлено, что среднее квадратичное отклонение содержания битума $\sigma = 6,30\%$ по массе. По предварительным исследованиям известно, что средняя длина серии налаженного процесса, измеряемая в часах его работы, составляет на данном смесителе $L_0 = 60$, а средняя длина серии разлаженного процесса $L_1 = 5$. Контроль точности и регулирования наладки обеспечивается применением контрольных карт средних арифметических значений. Необходимо определить план контроля и рассчитать границы регулирования.

$$\delta = \frac{\mu_1 - \mu_0}{\sigma} = \frac{6,70 - 6,50}{0,10} = 0,67.$$

При $\delta = 0,6$; $L_0 = 60$ ч и $L_1 = 5$ ч из табл. 3.6 находим: $n = 4$ и $\frac{u}{\sqrt{n}} = 1,01$.

При изготовлении асфальтобетонной смеси наблюдается двустороннее смещение содержания битума; поэтому верхняя граница регулирования средних арифметических значений

$$P_{\text{в}} = \mu_0 + \frac{u\sigma}{\sqrt{n}} = 6,50 + 1,01 \cdot 0,30 = 6,80 \%$$

и нижняя

$$P_{\text{н}} = \mu_0 - \frac{u\sigma}{\sqrt{n}} = 6,50 - 1,01 \cdot 0,30 = 6,20 \%$$

Допустимый интервал колебаний содержания битума для асфальтобетонной смеси на контрольной карте (см. рис. 3.11) составляет

$$P_{\text{в}} - P_{\text{н}} = 7,20 - 6,30 = 0,90 \%$$
 по массе,

а по приведенным расчетам он составляет

$$P_{\text{в}} - P_{\text{н}} = 6,80 - 6,20 = 0,60 \%$$
 по массе.

Как видно, при том же объеме выборки $n = 4$ учет вероятности продолжительности нахождения технологического процесса в налаженном и разлаженном состоянии приводит к более строгому ограничению колебаний средних значений содержания битума.

Итак, качество автомобильной дороги как конечного вида дорожно-строительной продукции, необходимо рассматривать, в первую очередь, с точки зрения ее надежности на этапах проектирования, строительства и эксплуатации. При этом следует иметь в виду, что на реализацию надежности при проектировании, строительстве и эксплуатации автомобильной дороги оказывают влияние систематические погрешности в технологии дорожного строительства, стабильность технологических процессов, технологическая наследственность, техническая и организационная обеспеченность высокопроизводительными, точными и стабильными машинами и механизмами, а также эффективность применения статистических методов контроля и обеспечения качества дорожно-строительной продукции.

Контрольные вопросы

1. Какому закону распределения случайных величин подчиняется большинство показателей, характеризующих прочность дорожной конструкции (модули упругости слоев дорожно-строительных материалов и грунтов, прочность при изгибе и сдвиге, плотность, влажность, сцепление слоев)?

2. Какой транспортно-эксплуатационный показатель принимают в качестве критерия надежности автомобильной дороги?

3. Какой период времени принимают за межремонтный и расчетный сроки службы дорожной одежды?

4. Какие испытания вдоль рассматриваемого участка дороги проводят для оценки качества построенной дорожной конструкции?

5. Надежность и отказ автомобильной дороги или отдельных ее элементов на этапах проектирования, строительства и эксплуатации.

6. Технологический процесс дорожно-строительной продукции. Отказ, безотказность и ремонтпригодность технологического процесса.

7. Технологическая и структурная наследственность на этапе изготовления дорожно-строительных материалов и устройства конструктивных слоев, а также при эксплуатации дорожного сооружения.

8. Основные направления развития технологического оборудования.

9. Ритмичность производства и однородности дорожно-строительной продукции.

10. Статистическое управление качеством дорожно-строительной продукции.

11. Контроль качества на основе контрольной карты \bar{X}/R Шьюхарта. Статистическая гипотеза о настройке (состоянии) технологического процесса и его контрольных границах.

4. ДИАГНОСТИКА И ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

4.1. Основные понятия и определения

Порядок диагностики и оценки технического уровня, эксплуатационного состояния, инженерного оборудования и обустройства автомобильных дорог устанавливается правилами ОДН 218.006-2002.

Диагностика автомобильных дорог – обследование, сбор и анализ информации о параметрах, характеристиках и условиях функционирования дорог и дорожных сооружений, наличии дефектов и причин их появления, характеристиках транспортных потоков и другой необходимой для оценки и прогноза состояния дорог и дорожных сооружений в процессе дальнейшей эксплуатации.

Материалы диагностики и оценки состояния дорог являются исходной базой для разработки проектно-сметной документации на ремонт и реконструкцию дорог и дорожных сооружений. Диагностика и оценка состояния дорог и дорожных сооружений является основным звеном в системе управления развитием и совершенствованием дорожной сети, повышением транспортно-эксплуатационных показателей, надежностью функционирования каждой дороги и сети автомобильных дорог. Она создает предпосылки для эффективного использования средств и материальных ресурсов, направляемых на развитие и совершенствование дорожной сети.

Оценка транспортно-эксплуатационного состояния – определение степени соответствия нормативным требованиям фактических потребительских свойств автомобильных дорог, их основных параметров и характеристик.

Потребительские свойства дороги – совокупность её транспортно-эксплуатационных показателей (ТЭП АД), непосредственно влияющих на эффективность и безопасность работы автомобильного транспорта, отражающих интересы пользователей дорог и влияние на окружающую среду. К потребительским свойствам относятся обеспеченные дорогой: скорость, непрерывность, безопасность и удобство движения, пропускная способность и уровень загрузки движением; способность пропускать автомобили и автопоезда с разрешёнными для движения осевыми нагрузками, общей массой и габаритами, а также экологическая безопасность.

Технический уровень дороги – степень соответствия нормативным требованиям постоянных (не меняющихся в процессе эксплуатации или меняющихся только при реконструкции и капитальном ремонте) геометрических параметров и характеристик дороги и её инженерных сооружений.

Эксплуатационное состояние – степень соответствия нормативным требованиям переменных параметров и характеристик дороги, инженерно-

го оборудования и обустройства, изменяющихся в процессе эксплуатации в результате воздействия транспортных средств, метеорологических условий и уровня содержания.

Транспортно-эксплуатационное состояние дороги (ТЭС АД) – комплекс фактических значений параметров и характеристик технического уровня и эксплуатационного состояния на момент обследования и оценки, обеспечивающих её потребительские свойства.

Технико-эксплуатационные качества или характеристики дороги (ТЭК АД) – характеристики надёжности и работоспособности дороги как инженерного сооружения, к которым относят прочность дорожной одежды, ровность, шероховатость и сцепные качества покрытий, устойчивость земляного полотна и т.д.

Качество дороги – степень соответствия всего комплекса показателей технического уровня, эксплуатационного состояния, инженерного оборудования и обустройства, а также уровня содержания нормативным требованиям.

Эксплуатационный коэффициент обеспеченности расчётной скорости – отношение фактической максимальной скорости движения одиночного легкового автомобиля обеспеченной дорогой по условиям безопасности движения или взаимодействия автомобиля с дорогой на каждом участке ($V_{\text{ф.мах}}$), к расчётной скорости для данной категории дороги и рельефа местности $V_{\text{расч}}$:

$$K_{\text{РС.Э}} = \frac{V_{\text{ф.мах}}}{V_{\text{расч}}}.$$

Коэффициент обеспеченности расчётной скорости – отношение $V_{\text{ф.мах}}$ к базовой расчётной скорости ($V_{\text{расч}}^{\text{Б}}$):

$$K_{\text{РС}} = \frac{V_{\text{ф.мах}}}{V_{\text{расч}}^{\text{Б}}}.$$

За базовую расчётную скорость принята скорость $V_{\text{расч}}^{\text{Б}} = 120$ км/ч.

Тогда $K_{\text{РС}} = \frac{V_{\text{ф.мах}}}{120}$.

В практических расчётах рекомендуется пользоваться коэффициентом обеспеченности расчётной скорости.

4.2. Организация и технология работ по диагностике автомобильных дорог

4.2.1. Виды диагностики и оценки состояния дорог и составов исходной информации

Цель диагностики и оценки состояния состоит в получении полной, объективной и достоверной информации о транспортно-эксплуатационном состоянии дорог, условиях их работы и степени соответствия фактических потребительских свойств, параметров и характеристик требованиям движения.

Систематический мониторинг является основой управления состоянием автомобильных дорог и исходной базой для эффективного использования средств и материальных ресурсов, направляемых на совершенствование и развитие дорожной сети.

Диагностика и оценка состояния автомобильных дорог и дорожных сооружений производится систематически через установленные промежутки времени на протяжении всего срока службы дорог и дорожных сооружений.

Общая оценка качества и состояния автомобильных дорог производится по показателям потребительских свойств, обеспечиваемых фактическим уровнем эксплуатационного содержания, геометрическими параметрами, техническими характеристиками, инженерным оборудованием и обустройством.

Оценку качества и состояния автомобильных дорог производят:

- при сдаче дороги в эксплуатацию после строительства с целью определения начального фактического транспортно-эксплуатационного состояния и сопоставления с нормативными требованиями;
- периодически в процессе эксплуатации для контроля за динамикой изменения состояния дороги, прогнозирования этого изменения и планирования работ по ремонту и содержанию;
- при разработке плана мероприятий или проекта реконструкции, капитального ремонта или ремонта для определения ожидаемого транспортно-эксплуатационного состояния, сопоставления его с нормативными требованиями и оценки эффективности намеченных работ;
- после выполнения работ по реконструкции, капитальному ремонту и ремонту на участках выполнения этих работ с целью определения фактического изменения транспортно-эксплуатационного состояния дорог.

По результатам диагностики и оценки состояния дорог в процессе эксплуатации выявляют участки дорог, не отвечающие нормативным требованиям к их транспортно-эксплуатационному состоянию и, руководствуясь «Классификацией работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования», определяют виды и состав основных работ и меро-

приятий по содержанию, ремонту и реконструкции с целью повышения их транспортно-эксплуатационного состояния до требуемого уровня.

Результаты диагностики и оценки дорог являются предпроектными материалами и информационной базой для разработки в установленном порядке проектов реконструкции, капитального ремонта, ремонта и содержания эксплуатируемых дорог. в отдельных случаях, предусмотренных «Классификацией работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования» допускается взамен проекта разработка сметной документации на ремонт и содержание дорог на основании результатов диагностики и оценки их состояния.

Полученная на основе диагностики и оценки состояния дорог информация служит для формирования и систематического обновления автоматизированного банка дорожных данных (АБДД) как на федеральном, так и на территориальном уровнях.

Работы по диагностике и оценке состояния дорог должны выполнять специализированные организации, оснащённые соответствующими передвижными лабораториями, приборами и оборудованием.

По объёму выполнения работ диагностику и оценку состояния дорог подразделяют на первичную и повторную. При первичной диагностике, как правило, измеряют и оценивают весь комплекс установленных параметров и характеристик состояния дороги, а также транспортного потока, а при повторной диагностике – только переменные, к которым относятся прочность дорожной одежды, продольная и поперечная ровность (глубина колеи), шероховатость и сцепные качества покрытия, характеристики транспортного потока и др. Кроме того при повторной диагностике измеряют и оценивают те постоянные параметры и характеристики, которые были изменены в процессе ремонта или реконструкции. В необходимых случаях могут быть измерены и оценены отдельные группы или сочетания постоянных и переменных параметров и характеристик.

Для оценки состояния дорог и дорожных сооружений необходим сбор и анализ значительного объёма основной исходной информации по следующим показателям, параметрам и характеристикам.

Общие данные о дороге:

- номер и титул дороги, район её расположения;
- категория дороги, протяжённость;
- дорожно-климатическая зона;
- орган управления и обслуживающая организация;
- оценка уровня содержания дороги за последние 12 месяцев.

Геометрические параметры и характеристики:

- ширина проезжей части основной укреплённой поверхности дороги и укрепительных полос;

- ширина обочин, в т.ч. укрепленных; тип и состояние укрепления обочин;
- продольные уклоны;
- поперечные уклоны проезжей части и обочин;
- радиусы кривых в плане и уклон виража;
- высота насыпи, глубина выемки и уклоны их откосов; состояние земляного полотна;
- расстояние видимости поверхности дороги в плане и профиле.

Характеристики дорожной одежды и покрытия:

- конструкция дорожной одежды и тип покрытия;
- прочность и состояние дорожной одежды и покрытия (наличие, вид, расположение и характеристика дефектов);
- продольная ровность покрытия;
- поперечная ровность покрытия (колеиность) ;
- шероховатость и коэффициент сцепления колеса с покрытием.

Искусственные сооружения:

- местоположение, тип, протяжённость и габариты мостов, путепроводов, эстакад, тоннелей;
- грузоподъёмность мостов, путепроводов и эстакад;
- наличие и высота бордюров;
- тип и состояние мостового полотна;
- наличие, размеры и состояние труб.

Обустройство и оборудование дорог:

- километровые знаки и сигнальные столбики;
- дорожные знаки, их дислокация, состояние и соответствие нормам и правилам размещения;
- разметка дороги, её состояние и соответствие нормам и правилам нанесения;
- ограждения, их конструкция, место расположения, протяжённость, состояние, соответствие нормам и правилам установки;
- освещение;
- примыкания, пересечения с автомобильными и железными дорогами, их тип, местоположение, соответствие нормам проектирования;
- автобусные остановки и павильоны, площадки отдыха, площадки для остановки и стоянки автомобилей, их основные параметры и их соответствие нормативным требованиям;
- дополнительные полосы проезжей части и переходно-скоростные полосы, их основные параметры.

Характеристики движения по дороге:

- интенсивность движения на характерных перегонах и динамика её изменения за последние 3...5 лет;

- состав транспортного потока и динамика его изменения с выделением доли легковых автомобилей, грузовых автомобилей различной грузоподъёмности, автобусов, других транспортных средств;

- показатели скоростного движения на характерных участках, ограничения скоростей;

- данные о дорожно-транспортных происшествиях за последние 3...5 лет с привязкой к километражу и выделением количества происшествий по дорожным причинам.

Кроме основной исходной информации для различных управленческих задач и формирования общей базы дорожных данных (АБДД) в процессе диагностики может собираться дополнительная информация, в частности:

Общая информация:

- балансовая стоимость и износ дороги и дорожных сооружений;
- местоположение, сроки, объёмы и виды ремонта дороги за время эксплуатации;

- ширина полосы отвода и площадь занимаемых земель;

- система водоотвода и её состояние;

- коммуникации в полосе отвода;

- вызывная и технологическая связь;

- другая информация.

Защитные сооружения:

- снегозащитные, ветрозащитные, шумозащитные и декоративные лесонасаждения и лесополосы;

- снегозащитные заборы, шумозащитные и ветрозащитные устройства, устройства для защиты дорог от снежных лавин, отвалов, оползней и др.

Объекты обслуживания движения и дорожной службы:

- АЗС, СТО, мотели, кемпинги, гостиницы, пункты питания, пункты медицинской помощи, пункты ДПС, автовокзалы, съезды и въезды к этим объектам;

- здания и сооружения дорожной службы, базы противогололёдных материалов, пескобазы, места дислокации дорожных машин и др.

Населённые пункты и характеристика прилегающей территории:

- жилая застройка;

- наличие населённых пунктов через которые проходит дорога с разделением их по числу жителей более 50 тыс. или менее 50 тыс. жителей;

- наличие особых правил дорожного движения в населённых пунктах;

- наличие населённых пунктов (с числом жителей более 50 тыс.), находящихся в стороне от дороги (до 20 км) с указанием расстояния до них от дороги;

- школы, пионерские лагеря и т.д.;

- фермы, скотные дворы;

- выходы диких животных на проезжую часть;

- падение камней;
- боковой ветер;
- низколетящие самолёты.

Пересечения и примыкания:

- пересечение в одном уровне крестообразное;
- пересечение в одном уровне кольцевого типа;
- примыкание в одном уровне «Т»-образного типа;
- пересечение или примыкание с регулируемым движением или нерегулируемым движением;
 - категория пересекаемой дороги;
 - равнозначность дорог;
 - ширина проезжей части пересекаемой дороги и тип покрытия;
 - угол пересечения;
 - величина радиусов закругления на примыкании;
 - наличие и тип направляющих островков;
 - пересечение с трамвайной линией;
 - пересечение с велосипедной дорожкой;
 - перекрёстки в городах и населённых пунктах;
 - направление (населённый пункт, ДРСУ, поле, лес и т.д.) и расстояние до объекта;
 - съезды и выезды к АЗС, СТО, пунктам питания, площадкам отдыха, гостиницам и т.д.;
 - количество путей для железнодорожного переезда;
 - наличие дороги параллельной железной дороге и расстояние между ними (до 150 м);
 - наличие шлагбаума для железнодорожного переезда.

Ширина проезжей части:

- ширина основных полос движения;
- ширина дополнительной полосы на подъём;
- уширение на кривой малого радиуса;
- ширина переходно-скоростной полосы (полоса разгона и торможения) в зоне примыканий и пересечений, в зоне автобусных остановок и т.д. с указанием расположения слева и местоположения начала и конца полос.

Дорожные сооружения и элементы обустройства, влияющие на безопасность движения:

- подземные и надземные пешеходные переходы;
- тип освещения с указанием начала и окончания местоположения;
- расположение опор путепроводов на проезжей части;
- подпорные стенки путепроводов или тоннелей, расположенные на обочине;
 - препятствия для движения с указанием местоположения;

- светофорное регулирование с указанием расположения светофоров.

Местоположение:

- телефона;
- светофора;
- источника питьевой воды и мойки автомобилей вне площадок отдыха;
- таможни (контрольного пункта);
- пункта весового контроля;
- поста ГИБДД;
- разрывов с указанием направления разворота автомобилей.

4.2.2. Последовательность работ по диагностике

Диагностика состояния автомобильных дорог включает четыре основных этапа, которые выполняются, как правило, последовательно:

- подготовительные работы;
- полевые обследования;
- камеральная обработка полученной информации;
- формирование (обновление) АБДД.

Для ускорения работ допускается совмещение отдельных этапов (подготовительные работы и полевые обследования, полевые обследования и обработка полученной информации и т.д.).

Подготовительные работы включают подготовку передвижных лабораторий, приборов и оборудования, комплектование бригад, заготовку соответствующих форм, журналов и таблиц, сбор необходимой информации из технических паспортов на обследуемые дороги, анализ проектной и исполнительной документации, а также материалов предыдущих обследований и информации, содержащейся в АБДД.

Подлежащие обследованию дороги предварительно разбивают на характерные участки с разной шириной проезжей части и числом полос движения, конструкциями дорожной одежды и земляного полотна, интенсивностью и составом движения автомобилей. Фиксируют данные о пикетажном местоположении границ соответствующих участков дорог.

На основе анализа исполнительной документации на построенные, отремонтированные и реконструированные участки дорог устанавливают адреса и протяжённость этих участков. При этом границы для проведения полевых обследований принимают с перекрытием и совмещают с постоянными легко опознаваемыми точками на дороге.

По данным учета движения, имеющимся в дорожных организациях или в АБДД за последние 3 года, устанавливают интенсивность и состав движения на каждом характерном участке дороги. Намечают места контрольного учета движения.

Составляют схему обследуемых автомобильных дорог. Оценивают объемы дорожно-полевых работ. Определяют базовые места дислокации лабораторий и бригад на время производства полевых работ, устанавливают последовательность и сроки проведения обследований как по видам работ, так и по участкам с учётом календарного плана работ, содержащегося в контракте (договоре) на проведение диагностики дорог.

Согласовывают работы с органами ГИБДД и органами управления автомобильными дорогами.

4.2.3. Определение фактической категории существующей дороги

При оценке состояния и назначении работ по ремонту или реконструкции эксплуатируемых дорог во многих случаях возникает необходимость установить фактическую категорию дороги, требуемую категорию по интенсивности движения на момент обследования и расчётную, назначаемую при проектировании реконструкции.

Фактическую категорию существующей дороги на момент обследования и оценки состояния определяют путем сопоставления основных геометрических параметров с нормативными. К указанным параметрам относят ширину проезжей части (ширину основной укрепленной поверхности), продольные уклоны и радиусы кривых в плане.

В зависимости от рельефа местности эти параметры рассматривают как главные или дополнительные критерии при определении категории дороги. Рельеф местности устанавливают по проектной документации на дорогу.

На одной дороге могут быть выделены участки различных категорий, отличающиеся по основным параметрам, протяженностью не менее 3 км на перегонах и 1 км на подходах к городам. При меньшей протяженности таких участков их категорию принимают такой же, как на основном протяжении дороги.

Главным геометрическим параметром для установления фактической категории дороги во всех случаях является фактическая ширина проезжей части. На дорогах или участках дорог значительной протяженности, где при строительстве, реконструкции или ремонте устроены краевые укрепительные полосы, имеющие однотипное покрытие с проезжей частью, таким параметром служит ширина основной укрепленной поверхности, включающая в себя ширину проезжей части и краевых укрепительных полос.

Фактические категории других дорог по ширине проезжей части или по ширине основной укрепленной поверхности принимают в зависимости от их фактических размеров.

Требуемую категорию дороги на момент обследования определяют на основании данных о фактической годовой среднесуточной интенсивности движения, полученной в год обследования. Допускается с целью опреде-

ления требуемой категории дороги использовать данные об интенсивности движения за предыдущий год.

Сопоставляя фактическую категорию дороги с требуемой, принимают решение о необходимости реконструкции дороги с переводом её в более высокую категорию.

4.2.4. Организация полевых работ

Полевые обследования включают осмотр и визуальную оценку отдельных элементов дорог и дорожных сооружений, а также инструментальные измерения параметров и транспортно-эксплуатационных характеристик в установленном порядке.

Полевые обследования проводят в тёплый период года, как правило, комбинированным способом: визуальный осмотр с простейшими измерениями и детальное обследование с применением передвижных специализированных лабораторий.

В начале полевых обследований проводят рекогносцировочный осмотр дороги, в процессе которого уточняют:

- местоположение начала и конца характерных участков дороги, основных населенных пунктов, мостов и путепроводов, пересечений с крупными водными преградами, железными дорогами и т.п.;
- местоположение участков дороги, для которых отсутствует исходная информация в технической документации;
- места проведения детального инструментального обследования транспортно-эксплуатационных характеристик.

Полевые обследования проводят в соответствии с указаниями и методиками измерения основных параметров дорог, приведёнными в соответствующих нормативных документах.

В процессе полевых обследований определяют и уточняют:

- длину дороги и ее характерных участков, длины прямых и кривых в плане, радиусы кривых в плане, углы поворота трассы, наличие на кривых в плане виражей и их уклоны;
- продольные уклоны и видимость поверхности дороги;
- высоту насыпей, тип местности по увлажнению;
- ширину проезжей части, краевых укрепительных полос, обочин, в том числе ширину укреплённой поверхности и неукреплённой части обочин, ширину полос загрязнения у кромок проезжей части;
- тип и состояние дорожной одежды и покрытия на проезжей части, на краевых полосах и обочинах;
- показатель продольной и поперечной ровности и коэффициент сцепления колеса автомобиля с покрытием;
- дефектность покрытия на всем протяжении дороги;

- прочность дорожной конструкции на участках с неудовлетворительной ровностью и на участках, где визуально установлено наличие характерных дефектов (сетки трещин, ямочность, глубокая колея и т.д.);
- интенсивность и состав движения;
- фактические габариты и длину мостов;
- местоположение и степень соответствия требованиям нормативных документов площадок отдыха, а также пересечений с автомобильными и железными дорогами, автобусных остановок, ограждений, направляющих и сигнальных устройств, элементов искусственного освещения, тротуаров, пешеходных и велосипедных дорожек.

Полные первичные обследования проводят, как правило, в следующей последовательности:

- рекогносцировочный осмотр дороги;
- определение параметров геометрических элементов дороги;
- оценка продольной ровности дорожного покрытия;
- оценка поперечной ровности (колеяности) дорожного покрытия;
- оценка сцепных качеств дорожного покрытия;
- оценка состояния покрытия и прочности дорожной конструкции;
- обследование состояния инженерного оборудования и обустройства;
- определение интенсивности и состава движения;
- сбор данных о ДТП.

При этом отдельные виды работ могут выполняться одновременно.

Работы по обследованию автомобильных дорог относятся к категории опасных. Все лица, участвующие в этой работе, должны строго и неукоснительно соблюдать действующие Правила техники безопасности при строительстве, ремонте и содержании дорог, а также другие ведомственные правила и инструкции.

4.2.5. Определение параметров геометрических элементов дороги

Ширину проезжей части, левой и правой краевых укрепленных полос, укрепленных и неукрепленных обочин (а на дорогах первой категории и ширину разделительной полосы) измеряют на каждом характерном участке дороги, но не реже, чем 1 раз на 1 км.

К характерным относят:

- прямые участки в плане с одинаковой шириной проезжей части и укрепленных краевых полос, а при отсутствии краевых полос – участки дорог с одинаковой шириной проезжей части;
- горизонтальные участки с продольными уклонами 0...20 ‰;
- горизонтальные участки с продольными уклонами более 20 ‰;
- участки кривых в плане с радиусами кривых 200 м и более;
- участки кривых в плане с радиусами кривых менее 200 м;

- участки сужений проезжей части над трубами, в местах установки ограждений, парапетов, направляющих столбиков с шагом установки менее 10 м.

На участках подъемов и спусков с дополнительными полосами движения ширина проезжей части измеряется в створах начала и конца дополнительной полосы полной ширины и в любом створе на уклоне.

На подъездах к мостам (ж/д переездам) проводятся два измерения ширины проезжей части: в створе до начала отгона ширины проезжей части на сужение либо уширение (если таковое имеется) и в створе начала моста (ж/д переезда). В случае отсутствия изменения ширины проезжей части на подходах к мосту, измерение ширины проезжей части на подходах может не производиться.

В пределах населённых пунктов сельского и городского типа (городах) ширина проезжей части измеряется в начале и конце застройки (на подходах – в местах уширения или сужения проезжей части), в любом характерном створе дороги расположенном в пределах рассматриваемого участка, а также в местах изменения ее ширины (если таковое имеется), отслеживаемых визуально.

В месте измерения ширины проезжей части разбивают поперечник, параметры которого заносят в полевой журнал. Измерения проводят стальной лентой, рулеткой или курвиметром типа КП-203 с точностью до 0,1 м. До начала измерений с поверхности проезжей части, краевых укрепленных полос и укрепленных обочин очищают пыль и грязь, чтобы были четко видны границы укрепления. На многополосных дорогах и дорогах с высокой интенсивностью движения рекомендуется выполнять измерения с использованием геодезических инструментов.

В тех случаях, когда из-за одинакового покрытия визуально невозможно выделить границу проезжей части и краевой укрепленной полосы или укрепленной обочины, их размеры уточняют по данным проектной и исполнительной документации.

Ширину основной укрепленной поверхности определяют как сумму ширины проезжей части и краевых укрепительных полос.

Одновременно с измерением ширины проезжей части, краевых укрепительных полос и обочин в журнал измерений заносят данные о числе полос движения, типе и состоянии покрытия и поверхности обочины, а также о наличии разметки.

Для определения уклонов обочин, заложения откосов земляного полотна, поперечных уклонов дорожных покрытий используют специальные приборы, в том числе и угломерные линейки (например типа КП-135), а также геодезические приборы.

Для определения радиусов горизонтальных кривых, длин прямых и кривых, продольных и поперечных уклонов проезжей части участков дорог значительной протяженности применяют гироскопические установки.

Измерение расстояния геометрической видимости поверхности дороги выполняют с помощью дальномера.

Число полос движения является общей характеристикой дороги, устанавливаемой в ходе обследований как расчётным путем, так и непосредственно в результате инструментальных измерений ширины проезжей части.

Следует различать число полос движения, устанавливаемое по:

- официальным данным дорожных организаций;
- фактической разметке проезжей части (при её наличии);
- фактической ширине проезжей части.

Число полос движения по официальным данным дорожных организаций устанавливается по паспорту дороги при сборе исходной информации.

Число полос движения по фактической разметке проезжей части устанавливается при визуальном обследовании покрытия проезжей части.

Число полос движения по фактической ширине проезжей части устанавливается расчетным способом.

4.2.6. Измерение и оценка продольной ровности и сцепных свойств дорожного покрытия

При оценке продольной ровности и сцепных свойств дорожных покрытий выполняют сплошные или выборочные измерения. Сплошные измерения выполняют при обследовании участков дорог протяжённостью более 1 км, выборочные – менее 1 км. Выборочные измерения выполняют при обследовании участков концентрации ДТП, опасных участков дорог, участков дорог, на которых произошло ДТП, отремонтированных участков.

Сплошные измерения продольной ровности и сцепных свойств дорожных покрытий осуществляют с помощью передвижной установки ПКр.с-2У. При измерении сцепных свойств дорожных покрытий в установке ПКр.с-2У должна использоваться шина без рисунка протектора или с рисунком глубиной не менее 1 мм. В случае отсутствия специальной шины с гладким протектором допускается использовать обычную изношенную шину того же размера с остаточной глубиной канавок не более 1 мм. Для измерения ровности допускается использование передвижных лабораторий, оборудованных толчкомерами ТХК-2, ИР-1 или ИВП-1, на базе автомобилей УАЗ-2206, ГАЗ-31022, ГАЗ-2705 и других автомобилей семейства «ГАЗЕЛЬ» с колесной формулой 4x2. Могут быть использованы и другие приборы, имеющие необходимое метрологическое обеспечение, показания которых должны быть приведены к показаниям ПКр.с-2У или толчкомера, установленного на один из базовых автомобилей.

Выборочные измерения ровности выполняют с помощью нивелиров, трехметровых реек или многоопорных реек ПКР-4М. Выборочные измерения сцепных свойств дорожного покрытия выполняют с помощью порта-

тивного прибора ППК-МАДИ-ВНИИБД. Могут быть использованы и другие приборы, имеющие необходимое метрологическое обеспечение.

Измерения продольной ровности дорожного покрытия с помощью передвижной установки ПКр.с-2У производятся при постоянной скорости движения (50±5) км/ч, а сцепных свойств – при скорости (60±5) км/ч. Измерения ровности производят по правой, а сцепных свойств по левой полосе наката каждой полосы движения. При невозможности произвести измерения по левой полосе наката (двухполосная дорога, крайняя левая полоса многополосной дороги) допускается производить их по правой полосе наката. Измерения сцепных свойств дорожного покрытия с помощью портативного прибора ППК-МАДИ-ВНИИБД выполняют по левой полосе наката каждой полосы движения. Требуемое количество измерений на 1 км дороги в зависимости от однородности поверхности покрытия колеблется от 2 до 6.

При проведении измерений толчкометром эксплуатационное состояние автомобиля должно соответствовать требованиям технического паспорта.

Измерение ровности с помощью толчкометра производится при движении автомобиля строго по полосам наката. Загрузка автомобиля в период измерений должна быть распределена равномерно на правое и левое колесо задней оси. Суммарный вес груза с пассажирами и нагрузка на заднюю ось автомобилей приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Тип автомобиля	Суммарный вес груза и пассажиров, кН	Нагрузка на заднюю ось автомобиля, кН
УАЗ-2206	29,5–30,0	14,2–14,6
ГАЗ-31022	17,0–17,5	9,3–9,7
«ГАЗЕЛЬ» с колесной формулой 4х2	35,0–36,0	18,5–19

Измерение продольной ровности с помощью толчкометра производится при постоянной скорости движения (50±2) км/ч. Показания спидометра должны соответствовать фактической скорости движения.

Состояние покрытия проезжей части автомобильных дорог по продольной ровности оценивают путем сравнения фактических показателей ровности с предельно допустимыми.

Сцепные качества покрытия оцениваются коэффициентом продольного сцепления, измеренным на увлажненном покрытии при расчетной температуре воздуха 20 °С.

Состояние дорожных покрытий по сцепным качествам оценивают путем сравнения фактической величины коэффициента продольного сцепления с его предельно допустимой величиной. Дорожное покрытие удовлетворяет требованиям эксплуатации, если фактическая величина коэффициента сцепления больше предельно допустимой величины или равна ей.

4.2.7. Измерение и оценка колейности дорожного покрытия

Измерения параметров колеи в процессе диагностики выполняют в соответствии с ОДМ «Методика измерений и оценки эксплуатационного состояния дорог по глубине колеи» по упрощенному варианту с помощью 2-метровой рейки и измерительного щупа.

Измерения производят по правой внешней полосе наката в прямом и обратном направлении на участках, где при визуальном осмотре установлено наличие колеи.

Количество створов измерений и расстояния между створами принимают в зависимости от длины самостоятельного и измерительного участков. Самостоятельным считается участок, на котором по визуальной оценке параметры колеи примерно одинаковы. Протяжённость такого участка может колебаться от 20 м до нескольких километров. Самостоятельный участок разбивается на измерительные участки длиной по 100 м каждый.

На каждом измерительном участке выделяются 5 створов измерения на равном расстоянии один от другого (на 100-метровом участке через каждые 20 м), которым присваиваются номера от 1 до 5. При этом последний створ предыдущего измерительного участка становится первым створом последующего и имеет номер 5/1.

Рейку укладывают на выпоры внешней колеи и берут один отсчёт в точке, соответствующей наибольшему углублению колеи в каждом створе, при помощи измерительного щупа, устанавливаемого вертикально, с точностью до 1 мм; при отсутствии выпоров рейку укладывают на проезжую часть таким образом, чтобы перекрыть измеряемую колею.

Если в створе измерения имеется дефект покрытия (выбоина, трещина и т.п.) створ измерения может быть перемещён вперёд или назад на расстояние до 0,5 м, чтобы исключить влияние данного дефекта на считываемый параметр.

Измеренная в каждом створе глубина колеи записывается в ведомость.

По каждому измерительному участку определяют расчётную глубину колеи. Для этого анализируют результаты измерений в 5 створах измерительного участка, отбрасывают самую большую величину, а следующую за ней величину глубины колеи в убывающем ряде принимают за расчётную на данном измерительном участке (h_{KH}).

Расчётную глубину колеи для самостоятельного участка определяют как среднеарифметическую из всех значений расчётной глубины колеи на измерительных участках:

$$h_{\text{КС}} = \frac{\sum_{i=1}^n h_{\text{KH}}}{n}, \text{ мм.}$$

Оценку эксплуатационного состояния дорог по глубине колеи производят по каждому самостоятельному участку путем сравнения средней расчетной глубины колеи h_{kc} с допустимыми и предельно допустимыми значениями.

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

4.2.8. Визуальная оценка состояния дорожной одежды

Визуальная оценка состояния дорожного покрытия позволяет получить данные о его состоянии, выявить места, подлежащие оценке прочности дорожной одежды, определить объём повреждений, необходимый для планирования работ по ремонту и содержанию.

Визуальную оценку рекомендуется проводить в весенний период после того, как дорога освободилась от снега. Для визуальной оценки фиксируются все дефекты поверхности проезжей части.

В случаях, если дефекты на покрытии отсутствуют, встречаются редко (через 100 м и более), либо на большом протяжении дороги (более 100 м) встречаются одинаковые дефекты, глазомерную оценку допускается производить в процессе проезда автомобиля со скоростью не более 30 км/ч. В остальных случаях глазомерную оценку осуществляют в процессе прохождения вдоль дороги с соблюдением правил техники безопасности. При наличии оборудования для видеокomпьютерной съёмки её производят в процессе движения автомобиля со скоростью, которая обеспечивает последующую обработку результатов.

В процессе визуальной оценки состояния покрытия его делят на однотипные участки длиной от 100 до 1000 м, границы которых назначают по однотипным или близким дефектам. Расстояния устанавливают по спидометру автомобиля или датчику пройденного пути. Внутри каждого участка в соответствии назначают частные микроучастки протяжённостью 20...50 м с практически одинаковым состоянием дорожной одежды (с однотипными видами дефектов).

На каждом однотипном участке в камеральных условиях вычисляют средневзвешенный балл B_{cp} :

$$B_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n B_i \cdot l_i}{\sum_{i=1}^n l_i} = \frac{B_1 \cdot l_1 + B_2 \cdot l_2 + \dots + B_n \cdot l_n}{l_1 + l_2 + \dots + l_n}, \quad (4.1)$$

где B_i и l_i – соответствующие балл (табл. 4.20) и протяжённость частных микроучастков i с практически одинаковым состоянием дорожной одежды в баллах;
 n – количество частных микроучастков в составе однотипного участка.

По величине среднего балла устанавливают целесообразность проведения оценки прочности дорожной одежды на соответствующих однотипных участках:

для дорог I категории – $B_{cp} \leq 3,5$;

для дорог II категории – $B_{cp} \leq 3,0$;

для дорог III и IV категорий – $B_{cp} \leq 2,5$.

4.2.9. Оценка прочности дорожных одежд

Оценку прочности дорожных одежд проводят для решения вопроса о необходимости усиления или введения временного ограничения дорожного движения в случаях, когда нет возможности своевременно выполнить необходимые работы по усилению дорожных конструкций или обеспечению водоотвода.

Оценку состояния дорожных одежд для определения адресов участков дорог, на которых необходимо выполнить детальные обследования дорожных конструкций, осуществляют по данным визуальной оценки состояния проезжей части дороги.

При невозможности выполнить инструментальную оценку прочности дорожной одежды, определение вероятного значения коэффициента прочности производят в зависимости от величины средневзвешенного балла, вычисляемого по формуле (4.1) и характеризующего состояние дорожной одежды на однотипном участке обследуемой дороги (табл. 4.2).

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

$$E_{\phi} = E_{\text{общ}} \cdot K_{\text{пр}}, \text{ МПа},$$

где $E_{\text{общ}}$ – общий расчётный модуль упругости, устанавливаемый для суммарного расчётного количества приложений нагрузки с момента строительства дорожной одежды или предыдущего строительства слоя усиления до момента испытаний, МПа.

Таблица 4.2

Значения коэффициента прочности дорожной одежды

Значения среднего балла B_{cp}	Величина коэффициента прочности $K_{пр}$
5,0	1,0
4,5	0,95
4,0	0,90
3,5	0,85
3,0	0,80
2,5	0,75
2,0	0,70
1,5	0,65
1,0	0,60

В случае холодного фрезерования существующего покрытия перед усилением величина E_{Φ} должна быть снижена с учётом толщины фрезеруемого слоя.

Для последующего расчёта усиления дорожной одежды следует установить тип грунта. Для этого выполняют определение показателей свойств грунта земляного полотна (гранулометрический состав и число пластичности), взятого непосредственно под дорожной одеждой, согласно ГОСТ. Можно пробы грунта для этой цели отбирать из шурфов или скважин. Допустимо использовать данные о грунте земляного полотна из паспорта на дорогу.

Для экспресс-оценки тип грунта можно установить на месте, используя их визуальные отличительные признаки (табл. 4.3). При необходимости ориентировочное значение относительной влажности грунта по этим данным на период ее определения может быть рассчитано по формуле

$$W_{\Phi} = B \cdot (1 - a) + a,$$

где W_{Φ} – фактическая влажность в долях от предела текучести;

B – показатель консистенции грунта, принимаемый по табл. 4.4.

a – коэффициент, принимаемый равным для супесей 0,7...0,75, суглинков 0,6...0,65, глин 0,45...0,5. Меньшие значения принимаются по мере увеличения содержания в грунте глинистых частиц.

Более точное значение влажности устанавливается в лабораторных условиях согласно требованиям действующих стандартов.

Т а б л и ц а 4.3

Код грунта	Грунт	Определение на ощупь при растирании	Состояние грунта		При скатывании во влажном состоянии	При сдавливании во влажном состоянии
			сухой	влажный		
1	2	3	4	5	6	7
1	Супесь	Преобладают песчаные частицы	Комья легко рассыпаются и крошатся при надавливании	Мало пластичное	Трудно скатывается в шнур диаметром 3-5 мм	Образуется комок, который при легком надавливании рассыпается
2	Супесь пылеватая	При растирании напоминает сухую муку	То же	При частом ударе ладонью легко отдает воду	То же	Комок при сотрясении растекается в лепешку, выделяя на поверхность капиллярную воду
3	Суглинок легкий	Песка на ощупь при растирании мало. Комочки раздавливаются легко	Комья и куски сравнительно тверды, но раздавливаются рукой	Пластичность и липкость малая, похоже на слегка подогретый стеарин	Длинного шнура не образуется	Комок при сдавливании образует лепешку с трещинами по краям
4	Суглинок пылеватый	То же, пылеватоглинистых частиц заметно больше песчаных	То же, но с трудом	Пластичный и липкий	Дает шнур диаметром 2...3 мм	То же
5	Суглинок тяжелый	При растирании слабо чувствуется присутствие песчаных частиц	Комья и куски сравнительно тверды, при ударе молотком рассыпаются, образуется мелочь	То же, но в большей степени	При раскатывании дает длинный шнур диаметром 1-2 мм	То же

Таблица 4.4

Консистенция	Признаки
Суглинки и глины	
Твёрдая $B < 0$	Влажность не ощущается. Грунт разминается с большим усилием. При ударе молотком рассыпается на куски. При растирании пылит.
Полутвердая $0 < B < 0,25$	При сжатии в горсть чувствуется влага и холод. При ударах рассыпается на куски, почти не лепится, но режется ножом.
Тугопластичная $0,25 < B < 0,5$	В руке ощущается влажность. Большие куски разминаются с трудом. Палец руки слегка оставляет отпечаток, но вдавливается в грунт при сильном нажатии, лепится тяжело
Мягко пластичная $0,5 < B < 0,75$	Грунт влажный, легко принимает различные формы при лепке. Палец вдавливается в грунт легко на глубину несколько сантиметров.
Текучепластичная $0,75 < B < 1,0$	Грунт мокрый, при лепке не держит заданную форму, прилипает к рукам, разминается легко
Текучая $B > 1$	Грунт водонасыщенный, в спокойном состоянии расползается и растекается, способен течь по наклонной плоскости толстым слоем
Супеси	
Твердая $B < 0$	Влажность не ощущается. Образец при сжатии в ладони рассыпается, при разрушении пылит.
Пластичная $0 < B < 1$	Образец легко разминается рукой, хорошо формируется и сохраняет приданную форму, При сжатии в ладони ощущается влажность.
Текучая $B > 1$	Образец легко деформируется от незначительного нажима и растекается

По результатам полевых испытаний, обработанных методами математической статистики, определяют фактические показатели прочности дорожных одежд, сопоставляют их с величинами, требуемыми по условиям движения, и принимают решение по несущей способности обследованных дорог.

Требуемые показатели прочности назначают с учётом фактической интенсивности транспортного потока на дороге, приведенной к расчетным нагрузкам. Для приведения автомобиля к расчётным нагрузкам используют коэффициенты приведения. Для непрочных участков рассчитывают слои усиления или назначают мероприятия по ограничению движения автомобилей по осевым нагрузкам в неблагоприятные по условиям увлажнения

ния периоды года. Возможен и комбинированный подход, когда в течении некоторого периода ограничивают движение по дороге, а затем усиливают дорожную конструкцию. В каждом конкретном случае вопрос о проведении того или иного мероприятия должен решаться на основании технико-экономических расчетов.

4.2.10. Определение состояния инженерного оборудования и обустройства дорог

К инженерному оборудованию и обустройству дорог относятся технические средства организации дорожного движения (ограждения, знаки, разметка, направляющие устройства, сети освещения, светофоры, системы автоматизированного управления движением, вызывная связь), озеленение, площадки отдыха, малые архитектурные формы.

Под оценкой состояния понимают наличие и соответствие параметров, конструкций и размещения элементов инженерного оборудования и обустройства автомобильных дорог нормативным требованиям.

Оценка состояния и местоположения инженерного оборудования и обустройства дорог производится визуально с использованием, предварительно оттарированных, датчика пути, установленного на ходовой лаборатории, дорожного курвиметра, мерной ленты. Может быть также использована видеозапись элементов инженерного оборудования и обустройства, сопряженная с датчиком пройденного пути.

4.2.11. Определение интенсивности и состава транспортных потоков

Данные об интенсивности и составе транспортных потоков получают из баз данных, сформированных по результатам измерений на автоматизированных учётных пунктах.

При отсутствии автоматизированных учётных пунктов выполняют выборочный визуальный учёт дорожного движения с использованием или без использования специальных технических средств.

При отсутствии на автомобильной дороге учётных пунктов, их следует располагать на подходах к крупным административным и промышленным центрам, грузо- и пассажирообразующим комплексам, крупным транспортным развязкам.

При выполнении визуального учёта дорожного движения сбор информации проводят не реже 4-х раз в квартал по 4 ч в сутки: по одному разу в месяц в рабочие дни и один раз в выходной день во второй месяц каждого квартала. В рабочие дни учёт движения проводят во вторник, среду или четверг, а в выходные – в субботу или воскресенье.

Итоговые параметры интенсивности и состава движения по учётным пунктам на каждой автомобильной дороге включаются в отраслевой автоматизированный банк дорожных данных.

4.3. Методика оценки транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог

4.3.1. Общие положения

Оценку транспортно-эксплуатационного состояния дороги осуществляют по степени соответствия нормативным требованиям основных транспортно-эксплуатационных показателей дороги, которые приняты за ее потребительские свойства.

К ним относятся: обеспеченная дорогой скорость, непрерывность, удобство и безопасность движения, пропускная способность, способность пропускать автомобили и автопоезда с осевой нагрузкой и общей массой, установленными для соответствующих категорий дорог.

Интегральным показателем, наиболее полно отражающим все основные транспортно-эксплуатационные показатели принята скорость движения, выраженная через коэффициент обеспеченности расчетной скорости.

Рассматриваемый метод применяется для оценки качества проекта строительства, реконструкции или ремонта дороги, качества дороги в момент сдачи ее в эксплуатацию после строительства, реконструкции или ремонта, а также качества и транспортно-эксплуатационного состояния дороги, находящейся в эксплуатации.

Потребительские свойства дороги или ее транспортно-эксплуатационные показатели обеспечиваются параметрами плана, продольного и поперечного профилей, прочностью дорожной одежды, ровностью и сцепными качествами покрытия, состоянием искусственных сооружений, инженерным оборудованием и обустройством, уровнем содержания дорог.

Оценку потребительских свойств дороги выполняют применительно к работе дороги и её состоянию в расчётный по условиям движения автомобилей осенне-весенний период года с влажно или мокрой поверхностью, когда все достоинства и недостатки дороги проявляются наиболее полно. В сухое тёплое время года при благоприятных условиях погоды фактические транспортно-эксплуатационные показатели могут быть выше, чем в осенне-весенний период. Поэтому результаты обследований, выполненных в сухое тёплое время года приводятся к расчётным осенне-весенним условиям работы дороги.

Конечным результатом оценки является обобщённый показатель качества и состояния дороги (P_d), включающий в себя комплексный показатель транспортно-эксплуатационного состояния дороги ($K_{Пд}$), показатель инженерного оборудования и обустройства ($K_{об}$) и показатель уровня эксплуатационного содержания (K_3):

$$P_d = K_{Пд} \cdot K_{об} \cdot K_3. \quad (4.2)$$

Показатели P_d , $K_{Пд}$, $K_{об}$, K_3 являются критериями оценки качества и состояния дороги. Их нормативные значения для каждой категории при-

нимают в соответствии с действующими нормативно-техническими документами.

Нормативные значения комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния дорог ($K_{Пн}$) соответствуют требованиям СНиП 2.05.02–85. В неблагоприятных условиях погоды осенне-весеннего периода года допускается снижение требований к показателю транспортно-эксплуатационного состояния дороги ($K_{Пд}$), но не более чем на 25 %. Эти значения принимают за предельно допустимые ($K_{Пп}$). Фактические значения $K_{Пд}$ могут колебаться от 0,15 до 1,25 и более (табл. 4.5).

Т а б л и ц а 4.5

Нормативные значения $K_{Пн}$ (числитель) и предельно-допустимые $K_{Пп}$ (знаменатель) значения комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния дорог

Категория дороги	Основная расчётная скорость, км/ч	На основном протяжении	На трудных участках местности	
			пересечённой	горной
I-а	150	1,25/0,94	1,0/0,75	0,67/0,50
I-б, II	120	1,0/0,75	0,83/0,62	0,5/0,38
III	100	0,83/0,62	0,67/0,50	0,42/0,33
IV	80	0,67/0,50	0,50/0,38	0,33/0,25
V	60	0,5/0,38	0,33/0,25	0,25/0,17

П р и м е ч а н и е . Критерии выделения трудных участков пересеченной и горной местности приняты в соответствии с примечанием 1 к п.4.1 СНиП 2.05.02–85.

Нормативным считается такое состояние дороги, при котором её параметры и характеристики обеспечивают значения комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния не ниже нормативного ($K_{Пд} \geq K_{Пн}$) в течение всего осенне-весеннего периода. Допустимым, но требующим улучшения и повышения уровня содержания считается такое состояние дороги, при котором её параметры и характеристики обеспечивают значение комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния в осенне-весенний период ниже нормативного, но не ниже предельно допустимого ($K_{Пн} > K_{Пд} > K_{Пп}$).

Недопустимым, требующим немедленного ремонта или реконструкции, считается такое состояние дороги, при котором значение комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния дороги в осенне-весенний период ниже предельно допустимого ($K_{Пд} < K_{Пп}$).

За нормативное значение показателя инженерного оборудования и обустройства принимают $K_{об}=1$, которое обеспечивается при наличии и соответствии требованиям стандартов и других нормативных документов основных элементов инженерного оборудования и обустройства дорог: дорожных зна-

ков, ограждений, разметки, примыканий, пересечений автомобильных дорог с автомобильными и железными дорогами, автобусных остановок и площадок отдыха, тротуаров и пешеходных дорожек в населённых пунктах, освещения. Фактические значения величины $K_{об}$ могут колебаться от 0,9 до 1,0.

За нормативное значение показателя уровня эксплуатационного содержания принимают $K_э=1,0$, которое обеспечивается средним уровнем содержания согласно «Временному руководству по оценке уровня содержания автомобильных дорог», утверждённому ФДС России 26 ноября 1997 г. Фактические значения величины $K_э$ могут колебаться от 0,9 до 1,1.

Нормативные и предельно-допустимые значения обобщённого показателя качества и состояния дороги принимают равными соответствующим значениям комплексного показателя ТЭС АД, т.е. $П_н=КП_н$ и $П_п=КП_п$. Дорога, находящаяся в эксплуатации, полностью соответствует требованиям к качеству и состоянию, когда $П_д \geq П_н$, и находится в допустимом состоянии, когда $П_н > П_д \geq П_п$.

При других значениях показателей дорога находится в недопустимом состоянии.

В зависимости от целей и задач оценки она может быть выполнена как по обобщённому показателю качества и состояния, так и отдельно по комплексному показателю транспортно-эксплуатационного состояния ($КП_д$) или показателю инженерного оборудования и обустройства ($K_{об}$).

Значения всех показателей могут быть определены для участка дороги, для всего протяжения дороги, для сети дорог, обслуживаемых дорожной организацией или для сети дорог региона.

Оценку качества дороги в момент сдачи в эксплуатацию после строительства, реконструкции или ремонта выполняют также как и эксплуатируемой дороги по результатам объективной оценки и измерения фактических параметров и характеристик дороги.

4.3.2. Оценка транспортно-эксплуатационного состояния автомобильной дороги

Главным этапом оценки качества и состояния дороги является определение показателя ее технического уровня и эксплуатационного состояния или комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния ($КП_д$), которая включает в себя оценку геометрических параметров поперечного профиля, плана и продольного профиля дороги, состояния покрытия и прочности дорожной одежды, продольной и поперечной ровности, сцепных качеств покрытий, состояния обочин, габаритов мостов и путепроводов, интенсивности и состава транспортных потоков, а также безопасности движения.

В основу методики комплексной оценки транспортно-эксплуатационного состояния дороги положен принцип обязательного соблюдения всех нормативных требований к параметрам и характеристикам, определяющим ее транспортно-эксплуатационные показатели.

Транспортно-эксплуатационное состояние каждого характерного отрезка дороги оценивают итоговым коэффициентом обеспеченности расчётной скорости $K_{p.ci}^{итог}$, который принимают за комплексный показатель транспортно-эксплуатационного состояния дороги на данном отрезке:

$$КП_{Дi} = K_{p.ci}^{итог} . \quad (4.3)$$

Транспортно-эксплуатационное состояние автомобильной дороги на момент обследования оценивают по величине комплексного показателя:

$$КП_{Д} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{p.ci}^{итог} \cdot l_i}{L} , \quad (4.4)$$

где $K_{p.ci}^{итог}$ – итоговое значение коэффициента обеспеченности расчётной скорости на каждом участке;

l_i – длина участка с итоговым значением $K_{p.ci}^{итог}$, км;

n – число таких участков;

L – общая длина дороги (участка дороги), км.

Изменение состояния дороги за период между обследованиями оценивают по величине прироста комплексного показателя ТЭС АД по формуле

$$\Delta КП_{Д} = КП_{Д}^К - КП_{Д}^Н ,$$

где $КП_{Д}^Н$, $КП_{Д}^К$ – значения комплексного показателя на начало и конец оцениваемого периода, вычисленные по формуле (4.4).

Отрицательное значение прироста свидетельствует об ухудшении состояния дороги за оцениваемый период по сравнению с первоначальным.

4.3.3. Оценка транспортно-эксплуатационного состояния сети автомобильных дорог

Оценку транспортно-эксплуатационного состояния сети автомобильных дорог производят по фактическому комплексному показателю состояния дорожной сети $КП_{ф.с}$. Для его вычисления используют коэффициент приведения дорог разного технического уровня к эталонной дороге. За эталонную принята двухполосная дорога II категории с параметрами и характеристиками, отвечающими всем нормативным требованиям.

Коэффициент приведения показывает какую долю составляют потребительские свойства обследуемой дороги, выраженные через обеспеченную скорость, от потребительских свойств эталонной дороги. Коэффициенты

приведения принимают числом равными нормативным значениям комплексного показателя состояния дорог $КП_{н.}$.

Комплексный показатель транспортно-эксплуатационного состояния дорожной сети вычисляют в следующем порядке:

а) составляют перечень или ведомость дорог или характерных участков, входящих в оцениваемую сеть. В качестве характерных выделяют участки с различным числом полос движения (без учёта переходно-скоростных полос), участки с дополнительной полосой движения на подъемах, а также участки дорог различных категорий, входящие в состав одной автомобильной дороги;

б) определяют протяженность оцениваемой сети дорог при нормативном состоянии в приведённых к эталонным км:

$$L_{пр} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^c L_i \cdot КП_{ни} \cdot n_i,$$

где L_i – протяжённость каждой дороги или каждого характерного участка дороги, км;

n_i – число полос движения без учёта переходно-скоростных полос;

$КП_{ни}$ – значения нормативного комплексного показателя для каждой дороги или участка дороги, которые принимают по табл. 4.5;

c – количество дорог или характерных участков;

в) находят среднюю величину нормативного комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния оцениваемой сети дорог:

$$КП_{н.с} = \frac{L_{пр}}{\frac{1}{2} \sum_{i=1}^c L_i \cdot n_i};$$

г) определяют протяжённость сети дорог при фактическом состоянии в приведённых км:

$$L_{пр}^{\Phi} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^c L_i \cdot КП_{Ди} \cdot n_i,$$

где $КП_{Ди}$ – фактические значения комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния каждой дороги или участка дороги, вычисленные по формуле (4.4);

д) вычисляют величину фактического показателя состояния оцениваемой сети дорог:

$$КП_{ф.с} = \frac{L_{пр}^{\Phi}}{\frac{1}{2} \sum_{i=1}^c L_i \cdot n_i}.$$

Прирост комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния дорожной сети за рассматриваемый период определяют по формуле

$$\Delta КП_{ф.с} = КП_{ф.с}^K - КП_{ф.с}^H.$$

Показатель фактического состояния сети автомобильных дорог по отношению к нормативному определяют по формуле

$$K_{с.с} = \frac{КП_{ф.с}}{КП_{н.с}}.$$

Транспортно-эксплуатационное состояние сети дорог соответствует требованиям, когда $K_{с.с} \geq 1$.

4.3.4. Порядок и методика оценки влияния элементов параметров и характеристик дорог на комплексный показатель их транспортно-эксплуатационного состояния

Для оценки влияния отдельных параметров и характеристик дорог на комплексный показатель их состояния ($КП_{д}$) определяют частные коэффициенты обеспеченности расчётной скорости на каждом характерном участке.

При определении коэффициентов обеспеченности расчётной скорости аналитическим путем учитывают следующие особенности:

а) не принимают во внимание общие ограничения скорости Правилами дорожного движения и местные ограничения скорости (в населённых пунктах, на переездах железных дорог, на пересечениях с другими дорогами, на кривых малых радиусов, в зоне автобусных остановок, в зонах действия дорожных знаков и др.);

б) в случае резкого различия условий движения по дороге в разных направлениях (например, на затяжных уклонах горных дорог), кроме дорог I категории, значение коэффициента обеспеченности расчётной скорости принимают по наименьшему значению из двух направлений движения; на дорогах I категории следует выполнять оценку их состояния по направлениям движения отдельно;

в) не учитывают участки постепенного перехода скорости от одного значения к другому, то есть строят ступенчатую эпюру показателей.

Значения частных коэффициентов обеспеченности расчётной скорости принимают по табл. 4.7...4.22.

Значение итогового коэффициента обеспеченности расчётной скорости $K_{п.с.и}^{итог}$ на каждом участке для осенне-весеннего расчётного по условиям движения периода года принимают равным наименьшему из всех частных коэффициентов на этом участке:

$$K_{п.с.и}^{итог} = K_{п.с.и}^{мин}.$$

Для этого строят линейный график, на который наносят сокращенный продольный профиль, план дороги, основные параметры и характеристики, частные и итоговые значения коэффициента обеспеченности расчётной скорости, а также линии нормативного и предельно-допустимого значений показателей качества и транспортно-эксплуатационного состояния дороги.

Для получения итогового значения коэффициента обеспеченности расчётной скорости определяют частные коэффициенты, учитывающие ширину основной укрепленной поверхности (укрепленной поверхности) и ширину габарита моста – $K_{p.c1}$; ширину и состояние обочин – $K_{p.c2}$; интенсивность и состав движения – $K_{p.c3}$; продольные уклоны и видимость поверхности дороги – $K_{p.c4}$; радиусы кривых в плане и уклон виража – $K_{p.c5}$; продольную ровность покрытия – $K_{p.c6}$; коэффициент сцепления колеса с покрытием – $K_{p.c7}$, состояние и прочность дорожной одежды – $K_{p.c8}$; ровность в поперечном направлении (глубину колеи) – $K_{p.c9}$; безопасность движения – $K_{p.c10}$.

Частный коэффициент $K_{p.c1}$ определяют исходя из ширины проезжей части и краевых укрепленных полос, которые вместе составляют ширину основной укрепленной поверхности B_1 , с учётом влияния в осенне-весенний периоды года укрепления обочин на фактически используемую для движения ширину этой поверхности $B_{1ф}$.

При наличии краевых укрепленных полос

$$B_{1ф} = (B_{п} + 2a_y) K_y, \text{ м,}$$

где $B_{п}$ – ширина проезжей части, м;

a_y – ширина краевой укрепленной полосы, м;

K_y – коэффициент, учитывающий влияние вида и ширины укрепления на фактически используемую для движения ширину основной укрепленной поверхности (коэффициент используемой ширины основной укрепленной поверхности), принимают по табл. 4.6.

При отсутствии краевых укрепленных полос

$$B_{1ф} = B_{п} \cdot K_y, \text{ м.}$$

На мостах, путепроводах, эстакадах:

$$B_{1ф} = \Gamma - 3 \cdot h_B, \text{ м,}$$

где Γ – габарит моста, м;

h_B – высота бордюра, м.

За характерные по ширине укрепленной поверхности принимают участки с одинаковой шириной проезжей части и укрепленных краевых полос, а при отсутствии краевых полос – участки дороги с одинаковой шириной проезжей части. При этом не учитывают колебания ширины в пределах до 0,20 м. При уменьшении или увеличении на смежном участке ширины основной укрепленной поверхности более чем на 0,20 м такой участок выделяют в характерный. Если разница в ширине $B_{1ф}$ на смежных участках превышает 0,5 м, то участок с меньшей шириной относят к местным сужениям, в длину которого включают зоны влияния по 75 м от начала и конца сужения.

Т а б л и ц а 4.6

Значения коэффициента использования ширины
основной укреплённой поверхности

Вид укрепления обочин	Значения K_y	
	на прямых участках и на кривых в плане радиусом более 200 м	на кривых в плане радиусом менее 200 м, а также на участках с ограждениями, направляющими столбиками, тумбами, парапетами
Покрытие из асфальтобетона, цементобетона или из материалов, обработанных вяжущими	1,0	1,0
Слой щебня или гравия	0,98/0,96	0,97/0,95
Засев трав	0,96/0,94	0,95/0,93
Обочины не укреплены	0,95/0,93	0,93/0,90

Примечания. 1. В числителе значения для дорог I...II категорий, в знаменателе – для дорог III...V категорий.

2. Значения K_y даны для ширины полосы укрепления обочины 1,0 м и более. При меньшей ширине полосы укрепления значения K_y принимают для укрепления асфальтобетоном или другими обработанными вяжущими материалами как для укрепления щебнем или гравием; для укрепления щебнем или гравием как для укрепления засевом трав, а для укрепления засевом трав как для неукреплённой обочины.

Значения $K_{p.c1}$ в зависимости от ширины основной укреплённой поверхности, используемой для движения, числа полос и интенсивности движения приведены в табл. 4.7...4.10.

Т а б л и ц а 4.7

Значения частного коэффициента обеспеченности расчётной скорости $K_{p.c1}$,
учитывающего влияние ширины основной укреплённой поверхности дороги
для двухполосных дорог

Ширина основной укреплённой поверхности $B_{1Ф}$, м	Значения $K_{p.c1}$ при интенсивности движения, авт./сут (физических ед.)			
	менее 600	600...1200	1200...3600	3600...10000
1	2	3	4	5
4,50	0,58	0,25	-	-
4,75	0,68	0,33	-	-
5,0	0,79	0,41	-	-
5,25	0,88	0,50	-	-
5,50	1,0	0,58	-	-
5,75	1,10	0,64	-	-

Окончание табл. 4.7

1	2	3	4	5
6,0	1,20	0,75	0,65	-
6,25	1,25	0,84	0,71	-
6,50	-	0,93	0,78	0,61
6,75	-	1,0	0,85	0,68
7,0	-	1,07	0,91	0,75
7,25	-	1,13	0,98	0,82
7,50	-	1,19	1,05	0,88
7,75	-	1,25	1,12	0,94
8,0	-	1,30	1,18	1,0
8,25	-	-	1,25	1,05
8,50	-	-	1,30	1,10
8,75	-	-	-	1,15
9,0	-	-	-	1,20
9,25	-	-	-	1,25
9,50	-	-	-	1,30

Таблица 4.8
Значения $K_{p,cl}$
для трёхполосных дорог

Ширина укрепленной поверхности $B_{1ф}$, м	Значения $K_{p,cl}$ для трёхполосных дорог	
	с разметкой	при отсутствии разметки
1	2	3
10,50	0,8	0,7
10,75	0,83	0,72
11,0	0,86	0,74
11,25	0,88	0,76
11,50	0,90	0,78
11,75	0,95	0,80
12,0	0,99	0,81
12,25	1,03	0,82
12,50	1,08	0,83
12,75	1,10	0,85
13,0	1,15	0,87
13,25	1,18	0,92

Таблица 4.9
Значения $K_{p,cl}$ для двухполосной проезжей части
четырёхполосных дорог

Ширина укрепленной поверхности $B_{1ф}$, м	Значения $K_{p,cl}$ при ширине разделительной полосы, м	
	до 5 м	более 5 м
1	2	3
6,0	0,50	0,55
6,25	0,59	0,64
6,50	0,67	0,72
6,75	0,75	0,80
7,0	0,83	0,88
7,25	0,90	0,95
7,50	0,95	1,00
7,75	1,0	1,05
8,0	1,05	1,10
8,25	1,10	1,15
8,50	1,15	1,20
8,75	1,20	1,23

Окончание табл. 4.8		
1	2	3
13,50	1,22	0,97
13,75	1,25	1,02
14,0	-	1,07

Окончание табл. 4.9		
1	2	3
9,0	1,25	1,26
9,25	1,29	1,29
9,50	1,32	1,32
9,75	1,35	1,35

Примечание. Приведённые $K_{p,cl}$ действительны при интенсивности движения более 7 тыс. авт./сут. При меньшей интенсивности для дорог с шириной укрепленной поверхности 10,5 м принимают $K_{p,cl}=1,10$ при отсутствии разметки и $K_{p,cl}=1,25$ при наличии разметки

Таблица 4.10

Для многополосных магистралей

Ширина основной укрепленной поверхности одного направления, м	Значения $K_{p,cl}$ при ширине разделительной полосы, м	
	до 5 м	более 5 м
<i>Шестиполосные дороги</i>		
10,50	0,75	0,80
10,75	0,80	0,85
11,0	0,85	0,90
11,25	0,92	0,96
11,50	0,98	1,03
11,75	1,05	1,10
12,00	1,10	1,15
12,25	1,15	1,20
12,50	1,20	1,25
12,75	1,25	1,30
13,00	1,30	1,35
<i>Восьмиполосные дороги</i>		
15,00	0,75	0,80
15,25	0,80	0,85
15,50	0,85	0,90
15,75	0,95	1,00
16,00	1,05	1,10
16,25	1,15	1,20
16,50	1,20	1,25
16,75	1,25	1,30
17,00	1,30	1,35

Частный коэффициент $K_{p.c2}$ определяют по величине ширины обочины в соответствии с табл. 4.12. В общем случае в состав обочины входит краевая укрепленная полоса, укрепленная полоса для остановки автомобилей и придорожная полоса.

За характерные по ширине обочин принимают отрезки дороги с одинаковой шириной обочин. Если ширина правой и левой обочин разная, в расчет принимают меньшую. При выделении характерных участков не учитывают колебания ширины обочины в пределах до 0,10 м при общей ширине обочины до 1,5 м и в пределах до 0,20 м при ширине обочины более 1,5 м. В случае изменения ширины обочины на величины, больше указанных (0,1 м и 0,20 м), участок выделяют в характерный.

В случае, когда проезжая часть и краевые укрепленные полосы или проезжая часть и укрепленные обочины имеют один тип покрытия и между этими элементами нет четко видимых различий (например, для гравийных и щебеночных покрытий) ширину краевых укрепленных полос или укрепленных обочин условно принимают по формуле

$$a_y = \frac{B_y - B_o}{2}, \text{ м,}$$

где a_y – ширина краевой укрепленной полосы или укрепленной обочины, имеющих одинаковый с проезжей частью тип покрытия, м;

B_y – общая ширина укрепленной поверхности, имеющая один тип покрытия, м;

B_o – оптимальная ширина укрепленной поверхности, соответствующая данной интенсивности движения, м (табл. 4.11).

Т а б л и ц а 4.11

Интенсивность движения, авт./сут	Значения B_o				
	до 100	100...600	600...1200	1200...3600	более 3600
Оптимальная ширина укрепленной поверхности (B_o), м	4,5	7	7,5	8	9,5

Для трёхполосных дорог или проезжей части автомагистралей с тремя полосами движения оптимальную ширину укрепленной поверхности принимают 12,75 м, для четырёхполосной проезжей части автомагистралей – 16 м.

В случае, когда на всей ширине обочины устроен один тип укрепления, значения $K_{p.c2}$ принимают по табл. 4.12 в зависимости от общей ширины обочины для данного типа укрепления. Аналогично принимают значения $K_{p.c2}$ при отсутствии укрепления на всей ширине обочины.

При наличии на обочине краевой укрепленной полосы и (или) укрепленных различными материалами, а также неукрепленных полос значения $K_{p.c2}$ определяют как средневзвешенную величину для данных типов укрепления по формуле

$$K_{p.c2} = \frac{\sum_{i=1}^n b_i \cdot K_{p.c2i}}{B_{об}},$$

- где b_i – ширина полосы обочины с различным типом укрепления, м;
 $K_{p.c2i}$ – величина коэффициента обеспеченности расчетной скорости для данного типа укрепления полосы, принятая из предположения, что этот тип укрепления распространяется на всю ширину обочины;
 $B_{об}$ – общая ширина обочины, м;
 n – количество типов укреплений на обочине.

Т а б л и ц а 4.12

Значения частного коэффициента обеспеченности расчетной скорости $K_{p.c2}$, учитывающего влияние ширины и состояния обочин

Ширина обочины (включая краевую укрепленную полосу), м	Тип укрепления обочины			
	а/б; ц/б; обработка вяжущими	слой щебня или гравия	засев трав	обочины не укреплены
1	2	3	4	5
0,30	0,30	0,20	0,19	0,19
0,40	0,34	0,24	0,22	0,20
0,50	0,64	0,44	0,42	0,35
0,75	0,71	0,60	0,52	0,40
1,00	0,85	0,70	0,60	0,50
1,25	0,90	0,76	0,65	0,55
1,50	0,95	0,82	0,70	0,60
1,75	1,0	0,86	0,75	0,65
2,00	1,05	0,90	0,80	0,70
2,25	1,10	0,95	0,85	0,75
2,50	1,15	1,00	0,90	0,80
2,75	1,20	1,05	0,95	0,85
3,00	1,25	1,10	1,0	0,90
3,25	1,30	1,15	1,05	0,90

1	2	3	4	5
3,50	1,35	1,20	1,05	0,90
3,75	1,35	1,25	1,05	0,90
4,00	1,35	1,25	1,05	0,90

Примечания: 1. При наличии на обочине крупных промоин, продольной колеи вдоль кромки проезжей части или краевой укрепленной полосы, а также при расположении поверхности обочины выше или ниже поверхности покрытия на проезжей части или краевой полосе более чем на 40 мм значения $K_{p,c2}$ принимают как для неукрепленной обочины, независимо от типа укрепления.

2. Значения $K_{p,c2}$ для обочин, укрепленных засеvom трав, принимают, когда на всей ширине укрепленной полосы имеется сплошной травяной покров не более 5 см. При наличии на полосе, укрепленной засеvom трав, разрушений травяного покрова значения $K_{p,c2}$ принимают как для неукрепленной обочины.

Пример 1. Общая ширина обочины $B_{Об} = 3$ м. Из них: ширина краевой полосы из асфальтобетона – 0,5 м; ширина укрепленной щебнем полосы – 2 м и ширина неукрепленной полосы – 0,5 м. По табл. 4.12 для общей ширины обочины 3 м принимаем значение $K_{p,c2}$ при укреплении: асфальтобетоном 1,25; щебнем – 1,10; для неукрепленной обочины – 0,90. Средневзвешенная величина $K_{p,c2}$ будет:

$$K_{p,c2} = \frac{0,5 \cdot 1,25 + 2,0 \cdot 1,10 + 0,5 \cdot 0,90}{3} = 1,09.$$

Пример 2. Общая ширина обочины 1,5 м. Из них ширина краевой полосы из слоя гравия 1 м и ширина полосы укрепленной засеvom трав – 0,5 м.

Для общей ширины обочины 1,5 м по табл. 4.13 принимаем при укреплении слоем гравия $K_{p,c2}=0,82$; при укреплении засеvom трав $K_{p,c2}=0,70$. Средневзвешенная величина будет:

$$K_{p,c2} = \frac{1,0 \cdot 0,82 + 0,5 \cdot 0,70}{1,5} = 0,78.$$

Частный коэффициент $K_{p,c3}$ определяют в зависимости от интенсивности и состава движения по формуле

$$K_{p,c3} = K_{p,c1} - \Delta K_{p,c},$$

где $\Delta K_{p,c}$ – снижение коэффициента обеспеченности расчетной скорости под влиянием интенсивности и состава движения, значение которого приведено в табл. 4.13 и 4.14.

За характерный по интенсивности и составу движения принимают отрезок дороги, на котором эти показатели одинаковы и отличаются более чем на 15...20 % от показателей на смежных участках. Интенсивность и состав движения принимают по результатам наблюдений в тёплый период года.

Т а б л и ц а 4.13

Значения $\Delta K_{p,c}$, учитывающего влияние интенсивности и состава движения, на двухполосных и трёхполосных дорогах

Интенсивность движения, тыс. авт./сут	Значения $\Delta K_{p,c}$									
	Для двухполосных дорог при β , равном					Для трёхполосных дорог при β , равном				
	0,60	0,50	0,40	0,30	0,20	0,60	0,50	0,40	0,30	0,20
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0,03	0,02	0,01	–	–	–	–	–	–	–
2	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	–	–	–	–	–
3	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,05	0,04	0,02	0,01	0,01
4	0,11	0,08	0,07	0,06	0,05	0,06	0,04	0,03	0,02	0,01
5	0,13	0,11	0,09	0,07	0,06	0,07	0,05	0,03	0,03	0,01
6	0,17	0,15	0,10	0,08	0,07	0,08	0,05	0,04	0,03	0,01
7	0,20	0,17	0,12	0,09	0,08	0,10	0,06	0,05	0,04	0,02
8	0,23	0,18	0,15	0,10	0,09	0,11	0,07	0,06	0,04	0,02
9	0,29	0,21	0,17	0,11	0,10	0,11	0,08	0,07	0,05	0,03
10	0,32	0,25	0,19	0,12	0,11	0,12	0,09	0,07	0,05	0,03
11	–	–	0,21	0,15	0,13	0,12	0,09	0,08	0,06	0,04
12	–	–	0,23	0,17	0,15	0,13	0,10	0,08	0,06	0,04
13	–	–	0,25	0,19	0,17	0,15	0,11	0,10	0,07	0,06
14	–	–	0,27	0,22	0,19	0,16	0,13	0,12	0,09	0,08
15	–	–	0,30	0,23	0,20	0,18	0,15	0,13	0,11	0,10

Примечание. Здесь β – коэффициент, учитывающий состав транспортного потока. Численно равен доле грузовых автомобилей и автобусов в потоке.

Частный коэффициент $K_{p,c4}$ определяют по величине продольного уклона для расчётного состояния поверхности дороги в весенне-осенний период года и фактического расстояния видимости поверхности дороги при движении на подъем (табл. 4.15) и на спуск (табл. 4.16). При этом между точками перелома продольного профиля допускается принимать величину уклона постоянной без учета его смягчения на вертикальных кривых.

Таблица 4.14

Значения $\Delta K_{p,c}$, учитывающего влияние интенсивности и состава движения на автомагистралях

Интенсивность движения тыс. авт./сут	Значения $\Delta K_{p,c}$																			
	для 2-х полос автомагистрали с 4-полосной проезжей частью при β , равном						для 3-х полос автомагистрали с 6-полосной проезжей частью при β , равном						для 4-х полос автомагистрали с 8-полосной проезжей частью при β , равном							
	0,60	0,50	0,40	0,30	0,20	0,60	0,50	0,40	0,30	0,20	0,60	0,50	0,40	0,30	0,20	0,60	0,50	0,40	0,30	0,20
3	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	—	—	—	—	—	0,06	0,05	0,04	0,03	—	—	—	—	—	—
4	0,09	0,07	0,05	0,04	0,03	0,06	0,04	0,04	0,02	0,02	0,06	0,05	0,03	0,03	0,02	—	—	—	—	—
5	0,11	0,08	0,06	0,05	0,03	0,08	0,06	0,04	0,02	0,02	0,08	0,06	0,03	0,03	—	—	—	—	—	—
6	0,13	0,10	0,07	0,06	0,04	0,09	0,07	0,05	0,03	0,03	0,09	0,07	0,04	0,03	0,06	0,05	0,04	0,02	0,02	0,02
7	0,14	0,11	0,07	0,06	0,05	0,11	0,08	0,06	0,04	0,04	0,11	0,08	0,05	0,04	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02
8	0,16	0,12	0,08	0,07	0,06	0,13	0,10	0,07	0,06	0,05	0,13	0,10	0,06	0,05	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02
9	0,18	0,13	0,09	0,08	0,07	0,14	0,10	0,08	0,07	0,05	0,14	0,10	0,06	0,05	0,07	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02
10	0,19	0,14	0,10	0,09	0,08	0,15	0,11	0,08	0,07	0,06	0,15	0,11	0,07	0,06	0,07	0,06	0,04	0,03	0,03	0,02
11	0,20	0,14	0,11	0,10	0,09	0,16	0,12	0,08	0,07	0,06	0,16	0,12	0,07	0,06	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03
12	0,21	0,15	0,12	0,11	0,10	0,18	0,13	0,09	0,08	0,07	0,18	0,13	0,08	0,07	0,08	0,07	0,05	0,04	0,03	0,03
13	0,21	0,15	0,12	0,11	0,10	0,18	0,13	0,09	0,08	0,07	0,18	0,13	0,08	0,07	0,08	0,07	0,05	0,04	0,03	0,03
14	0,21	0,15	0,12	0,12	0,11	0,19	0,13	0,10	0,09	0,08	0,19	0,13	0,09	0,08	0,09	0,08	0,06	0,05	0,04	0,04
15	0,25	0,19	0,15	0,14	0,12	0,19	0,14	0,11	0,10	0,09	0,19	0,14	0,10	0,09	0,09	0,08	0,06	0,05	0,04	0,04
16	—	—	—	—	—	0,20	0,14	0,11	0,10	0,09	0,20	0,14	0,10	0,09	0,10	0,09	0,07	0,05	0,04	0,04
17...18	—	—	—	—	—	0,20	0,14	0,11	0,10	0,09	0,20	0,14	0,10	0,09	0,10	0,09	0,07	0,05	0,04	0,04
19...20	—	—	—	—	—	0,22	0,15	0,12	0,11	0,10	0,22	0,15	0,10	0,09	0,11	0,10	0,08	0,06	0,05	0,05
21...22	—	—	—	—	—	0,24	0,17	0,14	0,12	0,11	0,24	0,17	0,12	0,11	0,12	0,12	0,10	0,07	0,06	0,06
23...24	—	—	—	—	—	0,25	0,19	0,16	0,14	0,12	0,25	0,19	0,14	0,12	0,15	0,13	0,11	0,08	0,07	0,07
25...26	—	—	—	—	—	0,28	0,22	0,19	0,16	0,13	0,28	0,22	0,19	0,16	0,17	0,14	0,12	0,09	0,08	0,08
27...30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,22	0,19	0,16	0,09	0,08	0,08

Т а б л и ц а 4.15

Значения частного коэффициента обеспеченности расчетной скорости $K_{p.c4}$, учитывающего влияние продольных уклонов при движении на подъём

Продольный уклон, ‰	0...20	21...30	31...40	41...50	51...60	61...70	71...80	более 80
Значения $K_{p.c4}$ при мокром чистом покрытии	1,25	1,10	1,00	0,90	0,80	0,75	0,70	0,60
Значения $K_{p.c4}$ при мокром загрязнённом покрытии	1,15	1,10	0,95	0,85	0,75	0,70	0,65	0,50

Т а б л и ц а 4.16

Значения частного коэффициента обеспеченности расчётной скорости $K_{p.c4}$, учитывающего влияние продольных уклонов и видимость поверхности дороги при движении на спуск

Продольный уклон, ‰	Видимость, м	0..20	21..30	31..40	41..50	51..60	61..70	71..80	более 80
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Значения $K_{p.c4}$									
При мокром чистом покрытии	45	0,40	0,39	0,38	0,37	0,36	0,33	0,30	0,25
	55	0,45	0,44	0,44	0,44	0,43	0,41	0,40	0,30
	75	0,54	0,52	0,51	0,51	0,50	0,47	0,45	0,40
	85	0,58	0,56	0,55	0,55	0,54	0,52	0,50	0,45
	100	0,65	0,62	0,61	0,61	0,60	0,58	0,55	0,50
	150	0,75	0,72	0,71	0,71	0,70	0,67	0,65	0,60
	200	0,85	0,83	0,81	0,81	0,80	0,77	0,75	0,70
	250	0,92	0,90	0,88	0,87	0,86	0,82	0,80	0,75
	300	1,00	0,97	0,96	0,94	0,92	0,86	0,85	0,80
более 300	1,25	1,10	1,05	1,00	0,95	0,90	0,87	0,82	
При мокром загрязнённом покрытии	55	0,40	0,39	0,38	0,38	0,38	0,35	0,30	0,20
	75	0,48	0,46	0,45	0,45	0,44	0,40	0,35	0,25
	85	0,52	0,50	0,48	0,47	0,47	0,44	0,40	0,30
	100	0,58	0,55	0,54	0,53	0,52	0,50	0,45	0,35
	150	0,68	0,65	0,63	0,62	0,61	0,55	0,50	0,40
	200	0,78	0,75	0,73	0,72	0,71	0,65	0,60	0,50
	250	0,85	0,82	0,79	0,76	0,72	0,70	0,65	0,55
	300	0,93	0,89	0,85	0,84	0,83	0,80	0,70	0,60
	более 300	1,10	1,05	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,70

Частный коэффициент $K_{p,c4}$ принимают для мокрого чистого покрытия на участках, где ширина укрепленной обочины из асфальтобетона, цементобетона или из материалов, обработанных вяжущими, вместе с краевой укрепленной полосой составляет 1,5 м и более. На других участках значения $K_{p,c4}$ принимают для мокрого загрязненного покрытия.

На каждом участке из двух значений $K_{p,c4}$ (одно для движения на подъем, другое – на спуск) выбирают меньшее и заносят в линейный график.

Частный коэффициент $K_{p,c5}$ определяют по величине радиуса кривой в плане и уклона виража по табл. 4.17 для расчетного состояния поверхности дороги в весенне-осенний период года, которое принимают с учетом типа и ширины укрепления обочин как это указано в п. 5.4.13.

В длину участка кривой в плане включают длину круговой и переходных кривых. Кроме того, при радиусах закругления 400 м и менее в длину участка включают зоны влияния по 50 м от начала и конца кривой. В промежутках между смежными участками кривых в плане принимают $K_{p,c5}=KП_n$.

Т а б л и ц а 4.17

Значения частного коэффициента обеспеченности расчетной скорости $K_{p,c5}$, учитывающего влияние радиуса кривых в плане и поперечного уклона виража

Поперечный уклон виража, ‰	Коэффициент обеспеченности расчетной скорости $K_{p,c5}$ при радиусе кривой в плане, м, равном:										
	30	60	100	150	200	300	400	600	800	1000	1500
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Состояние покрытия – мокрое, чистое											
-20	0,27	0,37	0,46	0,54	0,60	0,69	0,76	0,85	0,92	0,97	1,06
0	0,28	0,38	0,47	0,55	0,62	0,71	0,78	0,89	0,96	1,01	1,11
20	0,29	0,39	0,49	0,57	0,64	0,74	0,81	0,92	1,00	1,05	1,16
30	0,29	0,40	0,49	0,58	0,65	0,75	0,83	0,94	1,02	1,08	1,18
40	0,30	0,40	0,50	0,59	0,66	0,76	0,84	0,95	1,03	1,10	1,20
50	0,30	0,41	0,51	0,60	0,67	0,77	0,85	0,97	1,05	1,12	1,23
60	0,31	0,42	0,52	0,61	0,68	0,79	0,87	1,00	1,07	1,12	1,25
Состояние покрытия – мокрое, загрязненное											
-20	0,23	0,31	0,38	0,45	0,50	0,59	0,65	0,74	0,80	0,85	0,94
0	0,24	0,32	0,40	0,47	0,53	0,62	0,68	0,78	0,85	0,90	1,00
20	0,25	0,34	0,42	0,50	0,56	0,65	0,72	0,82	0,90	0,95	1,06
30	0,25	0,34	0,43	0,51	0,57	0,66	0,73	0,84	0,92	0,98	1,09
40	0,26	0,35	0,44	0,52	0,58	0,68	0,75	0,86	0,94	1,00	1,12
50	0,26	0,36	0,45	0,53	0,59	0,69	0,77	0,88	0,96	1,03	1,14
60	0,27	0,36	0,45	0,54	0,60	0,71	0,78	0,90	1,00	1,05	1,17

Примечание. Знак «-» соответствует обратному поперечному уклону проезжей части на кривой в плане.

Частный коэффициент $K_{p.c6}$ определяют по величине суммы неровностей покрытия проезжей части (табл. 4.18). В расчёт принимают худший из показателей ровности для различных полос на данном участке.

Т а б л и ц а 4.18

Значения частого коэффициента обеспеченности расчётной скорости $K_{p.c6}$, учитывающего продольную ровность покрытия

Ровность по толчкомеру ТХК-2, см/км	Значение $K_{p.c6}$	Ровность по ПКр.с-2, см/км	Значение $K_{p.c6}$
до 60	1,25	до 300	1,25
70	1,15	350	1,20
80	1,07	400	1,12
90	0,96	500	0,98
100	0,92	600	0,84
120	0,75	700	0,72
140	0,67	800	0,65
160	0,63	900	0,59
200	0,57	1000	0,55
250	0,50	1100	0,51
300	0,43	1200	0,43
350	0,37	1400	0,33
400	0,31	1600	0,28
450	0,25	1800	0,24
более 500	0,20	2000	0,20

Т а б л и ц а 4.19

Значения частного коэффициента обеспеченности расчётной скорости $K_{p.c7}$, учитывающего влияние коэффициента сцепления колеса с покрытием

Категория дороги	Значения $K_{p.c7}$ при коэффициенте сцепления дорожного покрытия ϕ						
	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
I-A	0,66	0,72	0,78	0,83	0,89	0,94	0,99
I-B, II	0,62	0,66	0,73	0,77	0,83	0,88	0,92
III	0,59	0,57	0,69	0,73	0,77	0,82	0,86
IV	0,53	0,51	0,60	0,64	0,68	0,71	0,74
V	0,43	0,41	0,49	0,51	0,53	0,56	0,58

Примечания: 1. Коэффициенты сцепления даны для скорости 60 км/ч, для шин с рисунком и мокрого покрытия из цементобетона, асфальтобетона, а также из щебня и гравия, обработанного вяжущими.

2. При величинах коэффициентов сцепления более 0,50 принимают $K_{p.c7} = K_{пн}$.

Частный коэффициент $K_{p.c7}$ определяют по измеренному значению коэффициента сцепления, при расстоянии видимости поверхности дороги, равном нормативному для данной категории дороги (табл. 4.19). В расчёт принимают наиболее низкий из коэффициентов сцепления по полосам движения на данном участке.

Частный коэффициент $K_{p.c8}$ определяют в зависимости от состояния покрытия и прочности дорожной одежды только на тех участках, где визуально установлено наличие трещин, колеиности, просадок или проломов, а коэффициент обеспеченности расчётной скорости по ровности меньше нормативного для данной категории дороги ($K_{p.c6} < K_{Пн}$). Величину $K_{p.c8}$ определяют по формуле

$$K_{p.c8} = \rho_{cp} \cdot K_{Пн},$$

где ρ_{cp} – средневзвешенный показатель, учитывающий состояние покрытия и прочность дорожной одежды на однотипном участке:

$$\rho_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n \rho_i \cdot l_i}{\sum_{i=1}^n l_i} = \frac{\rho_1 \cdot l_1 + \rho_2 \cdot l_2 + \dots + \rho_n \cdot l_n}{l_1 + l_2 + \dots + l_n};$$

здесь ρ_i и l_i – соответствующие показатель и протяжённость частных микроучастков i с практически одинаковым состоянием дорожной одежды;

n – количество частных микроучастков в составе однотипного участка.

Виды дефектов и их оценка в баллах и соответствующие значения показателя ρ_i для вычисления $K_{p.c8}$ приведены в табл. 4.20.

Т а б л и ц а 4.20

Значение показателя ρ , учитывающего состояние покрытия и прочность дорожной одежды

Вид дефекта	Оценка в баллах	Значение показателя ρ при типе дорожных одежд		
		усовершенствованные капитальные	усовершенствованные облегчённые	переходные
1	2	3	4	5
Без дефектов и поперечные одиночные трещины на расстоянии более 40 м (для переходных покрытий отсутствие дефектов)	5,0	1,0	1,0	1,0
Поперечные одиночные трещины (для переходных покрытий отдельные выбоины) на расстоянии 20...40 м между трещинами	4,8...5,0	0,95...1,0	1,0	0,9...1,0

Продолжение табл. 4.20

1	2	3	4	5
То же на расстоянии 10...20 м	4,5...4,8	0,90...0,95	0,95...1,0	0,80...0,90
Поперечные редкие трещины (для переходных покрытий выбоины) на расстоянии 8...10 м	4,0...4,5	0,85...0,90	0,90...0,95	0,70...0,80
То же 6...8 м	3,8...4,0 (3,0...4,0) ¹	0,80...0,85	0,85...0,90	0,55...0,70
То же 4...6 м	3,5...3,8 (2,0...3,0) ¹	0,78...0,80	0,83...0,85	0,42...0,55
Поперечные частые трещины на расстоянии между соседними трещинами 3...4 м	3,0...3,5	0,75...0,78	0,80...0,83	—
То же 2...3 м	2,8...3,0	0,70...0,75	0,75...0,80	—
То же 1...2 м	2,5...2,8	0,65...0,70	0,70...0,75	—
Продольная центральная трещина	4,5	0,90	0,95	—
Продольные боковые трещины	3,5	0,90	0,85	—
Одинокная сетка трещин на площади до 10 м ² с крупными ячейками (сторона ячейки более 0,5 м)	3,0	0,75	0,80	—
Одинокная сетка трещин на площади до 10 м ² с мелкими ячейками (сторона ячейки менее 0,5 м)	2,5	0,65	0,70	—
Одинокная густая сетка трещин на площади до 10 м ²	2,0	0,60	0,65	—
Сетка трещин на площади более 10 м ² при относительной площади, занимаемой сеткой 30...10 %	2,0...2,5	0,60...0,65	0,65...0,70	—
То же 60...30 %	1,8...2,0	0,55...0,60	0,60...0,65	—
То же 90...60 %	1,5...1,8	0,50...0,55	0,55...0,60	—
Колейность при средней глубине колеи до 10 мм	5,0	1,0	1,0	1,0
То же 10...20 мм	4,0...5,0	0,85...1,0	0,90...1,0	0,70...1,0
То же 20...30 мм	3,0...4,0	0,75...0,85	0,80...0,90	0,65...0,70
То же 30...40 мм	2,5...3,0	0,65...0,75	0,70...0,80	0,60...0,65
То же 40...50 мм	2,0...2,5	0,60...0,65	0,65...0,70	0,55...0,60
То же 50...70 мм	1,8...2,0	0,55...0,60	0,60...0,65	0,50...0,55
То же более 70 мм	1,5	0,50	0,55	0,45
Просадки (пучины) при относительной площади просадок 20...10 %	1,0...1,5	0,45...0,50	0,50...0,55	0,35...0,40

Окончание табл. 4.20

1	2	3	4	5
То же 50...20 %	0,8...1,0	0,40...0,45	0,45...0,50	0,30...0,35
То же более 50 %	0,5	0,35	0,40	0,25
Проломы дорожной одежды (вскрывшиеся пучины) при относительной площади, занимаемой проломами, 10...5 %	1,0...1,5	0,45...0,50	0,50...0,55	0,35...0,40
То же 30...10 %	0,8...1,0	0,40...0,45	0,45...0,50	0,30...0,35
То же более 30 %	0,5...0,8	0,35...0,40	0,40...0,45	0,25...0,30
Одиночные выбоины на покрытиях, содержащих органическое вяжущее (расстояние между выбоинами более 20 м)	4,0...5,0	0,85...1,0	0,90...1,0	—
Отдельные выбоины на покрытиях, содержащих органическое вяжущее (расстояние между выбоинами 10...20 м)	3,0...4,0	0,75...0,85	0,80...0,90	—
Редкие выбоины в тех же случаях (расстояние 4...10 м)	2,5...3,0	0,65...0,75	0,70...0,80	—
Частые выбоины в тех же случаях (расстояние 1...4 м)	2,0...2,5	0,60...0,65	0,65...0,70	—
Карты заделанных выбоин, залитые трещины	3,0	0,75	0,80	—
Продольные волны, сдвиги	2,0...3,0	0,60...0,75	0,65...0,80	0,42...0,55
Шелушение, выкрашивание ²	—	—	—	—
Разрушение поперечные и продольные швов ³	—	—	—	—
Ступеньки в швах ³	—	—	—	—
Перекося плит ³	—	—	—	—
Скол углов плит ³	—	—	—	—

Примечания: 1. Дорожные одежды переходного типа.

2. На прочность нежестких одежд влияет мало.

3. Характерно для цементобетонных покрытий.

Частный коэффициент $K_{p,c9}$ определяют в зависимости от величины параметров колеи в соответствии с табл. 4.21.

Частный коэффициент $K_{p,c10}$ определяют на основе сведений о дорожно-транспортных происшествиях (ДТП) по величине коэффициента относительной аварийности. В качестве характерных по безопасности движения выделяют отрезки дороги длиной по 1 км, на которых за последние 3 года

произошли ДТП. Для каждого такого участка вычисляют относительный коэффициент аварийности по формуле

$$И = \frac{\text{ДТП} \cdot 10^6}{365 \cdot N \cdot n}, \text{ ДТП/1 млн. авт} \cdot \text{км},$$

где ДТП – число ДТП за последние n лет ($n = 3$ года);

N – среднегодовая суточная интенсивность движения, авт./сут.

В порядке исключения при отсутствии сведений за предыдущий период допускается определять величину $И$ по данным о ДТП за последний год.

Т а б л и ц а 4.21

Значения частного коэффициента обеспеченности расчётной скорости $K_{p,c9}$, учитывающего ровность в поперечном направлении

Параметры колеи		Значения $K_{p,c9}$
Глубина колеи под уложенной на выпоры рейкой, мм	Общая глубина колеи относительно правого выпора, мм	
≤ 4	0	1,25
7	3	1,0
9	4	0,9
12	6	0,83
17	9	0,75
27	15	0,67
45	28	0,58
≥ 83	≥ 56	0,5

Значения $K_{p,c10}$ определяют по табл. 4.22. При наличии хотя бы одного ДТП по причине неудовлетворительных дорожных условий величину $K_{p,c10}$ для данного километра принимают в два раза меньше указанной в табл. 4.22. Это снижение аннулируется после выполнения работ по устранению недостатков дороги, послуживших причиной ДТП и не учитывается, если к моменту оценки указанные работы были выполнены. На участках, где за оцениваемый период ДТП не зафиксировано, значения $K_{p,c10}$ принимают равным $K_{пн}$.

Т а б л и ц а 4.22

Значения частного коэффициента обеспеченности расчётной скорости $K_{p,c10}$, учитывающего безопасность движения

Значения коэффициента относительной аварийности, ДТП/1 млн авт·км	0...0,2	0,21...0,3	0,31...0,5	0,51...0,7	0,71...0,9	0,91...1,0	1,01...1,25	1,26...1,5	более 1,5
Значение $K_{p,c10}$	1,25	1,0	0,85	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2

Прирост показателя транспортно-эксплуатационного состояния дороги вычисляют по формуле

$$\Delta \text{КП}_D = \frac{\text{КП}_D^K - \text{КП}_D^H}{\text{КП}_D^H} \cdot 100 \%,$$

где КП_D^H и КП_D^K – показатели транспортно-эксплуатационного состояния дороги на начало и конец рассматриваемого периода.

4.3.5. Определение показателя инженерного оборудования и обустройства

Показатель инженерного оборудования и обустройства дороги ($K_{\text{ОБ}}$) определяют по величине итогового коэффициента дефектности соответствия инженерного оборудования и обустройства дороги ($D_{\text{и.о}}$).

Под дефектностью соответствия понимают отсутствие, недостаточное количество или несоответствие нормативным требованиям к параметрам, конструкции и размещению элементов инженерного оборудования и обустройства дорог.

Показатель инженерного оборудования и обустройства дороги $D_{\text{и.о}}$, вычисляют для всей дороги установленной категории или каждого участка дороги, если дорога состоит из участков разных категорий.

Итоговый коэффициент дефектности соответствия инженерного оборудования и обустройства определяют по результатам обследования дорог по формулам:

$$D_{\text{и.о}} = \frac{1}{8} (D_D + D_M); \quad (4.5)$$

$$D_M = D_{M1} + D_{M2} + D_{M3} + D_{M4} + D_{M5} + D_{M6} + D_{M7}, \quad (4.6)$$

где D_D – частный коэффициент дефектности соответствия, учитывающего количество и частоту расположения площадок отдыха и видовых площадок, функциональное влияние которых распространяется на значительную протяжённость дороги. Значение D_D вычисляют для всей дороги или для каждого участка данной категории, если дорога состоит из участков разных категорий;

$D_{M1} \dots D_{M7}$ – частные коэффициенты дефектности соответствия элементов инженерного оборудования, функциональное влияние которых распространяется на локальный отрезок дороги (пересечения и примыкания, въезды и выезды, автобусные остановки, ограждения, тротуары и пешеходные дорожки в населённых пунктах, дорожная разметка, освещение, дорожные знаки). Их значения вычисляют для каждого километрового участка дороги.

Частный коэффициент D_d определяют по наличию и соответствию требованиям нормативных документов (п.10.11 СНиП 2.05.02-85) площадок отдыха, включая видовые площадки, по формуле

$$D_d = \frac{L - l_{н.п} \cdot n_{п}}{L}, \quad (4.7)$$

где $l_{н.п}$ – нормативное расстояние между площадками отдыха, км;
 $n_{п}$ – фактическое количество площадок отдыха на данной дороге, соответствующих требованиям;
 L – длина дороги или участка дороги, км.

В том случае, когда фактическое количество площадок отдыха, включая видовые площадки, превышает нормативное, т.е. произведение $l_{н.п} \cdot n_{п} > L$ принимают значение $D_d = 0$.

Частный коэффициент D_{M1} определяют по соответствию требованиям п.5.1...5.18 СНиП 2.05.02-85 параметров пересечений и примыканий автомобильных дорог в одном и разном уровнях, а также пересечений автомобильных дорог с железными дорогами по формуле

$$D_{M1} = \frac{N - N_n}{N},$$

где N – количество пересечений и примыканий, въездов и переездов на данном километре дороги;

N_n – тоже, соответствующих требованиям норм.

В число учитываемых при оценке не входят пересечения с улицами и въездами во дворы в населённых пунктах, а также неорганизованные съезды и переезды.

При отсутствии пересечений и примыканий на данном километре дороги значение принимают $D_{M1} = 0$.

Частный коэффициент D_{M2} определяют по соответствию требованиям п.10.8 и 10.9 СНиП 2.05.02-85 параметров автобусных остановок на данном километре дороги. Вычисления проводят аналогично D_{M1} по формуле (4.6).

Частный коэффициент D_{M3} определяют по наличию и соответствию требованиям п.9.3; 9.4 и 9.9 СНиП 2.0502-85 и п.5.1 и 5.2 ГОСТ 23457-86 дорожных ограждений на каждом километре дороги:

$$D_{M3} = \frac{l_n - l_{ф}}{l_n},$$

где l_n – требуемая по нормам протяжённость ограждений в одну линию на данном километровом участке дороги, м;

$l_{ф}$ – фактическое протяжение ограждений в одну линию, м.

В том случае, когда фактическое протяжение ограждений больше требуемого, а также на участках, где по нормам не требуется установка ограждений, принимают величину $D_{M3} = 0$.

Частный коэффициент D_{M4} определяют по наличию и соответствию требованиям п.4.37...4.39 СНиП 2.05.02-85 и п.10.23...10.24 ВСН 25-86 пара-

метров тротуаров и пешеходных дорожек вдоль дороги и населённых пунктах. Расчёт коэффициента D_{M4} производят также как и коэффициента D_{M3} .

Частный коэффициент D_{M5} определяют по наличию в одnorядном исчислении и соответствию утверждённой схеме нанесения и требованиям ГОСТ 51256–99 и ГОСТ 23457 дорожной разметки. Расчёт коэффициента D_{M5} производят так же, как и коэффициента D_{M3} .

Частный коэффициент D_{M6} определяют по соответствию требованиям п.2.5...2.7 СНиП 2.05.02–85 к размещению и пригодности к работе элементов освещения в одnorядном исчислении. Расчёт коэффициента D_{M6} производят также как и коэффициента D_{M3} .

Частный коэффициент D_{M7} определяют по наличию и соответствию утверждённой схеме дислокации и требованиям ГОСТ 10807 и ГОСТ 23457 дорожных знаков, находящихся в исправном состоянии на каждом километре. При полной комплектации и рабочем состоянии всех дорожных знаков $D_{M7}=0$. При отклонении по количеству или требуемому состоянию до 10 % дорожных знаков принимают $D_{M7}=0,1$; 20 % – 0,2 и т.д.

Итоговый коэффициент дефектности соответствия инженерного оборудования и обустройства $D_{и.о}$ определяют для каждого километра дороги. Вначале определяют значение коэффициента дефектности площадок отдыха и видовых площадок D_d по формуле (4.5) и принимают его для всей дороги или участка дороги. К этому значению на каждом километре добавляют значения дефектности по локальным элементам инженерного оборудования D_m , вычисленные по формуле (4.6) и по формуле (4.7), получают итоговое значение коэффициента дефектности инженерного оборудования и обустройства $D_{и.о}$ на каждом километре.

Значения показателя инженерного оборудования и обустройства дороги ($K_{об}$) на каждом километре принимают в зависимости от величины $D_{и.о}$ в соответствии с табл. 4.23.

Т а б л и ц а 4.23

Значения показателя инженерного оборудования и обустройства

Коэффициент дефектности соответствия $D_{и.о}$	Значение показателя инженерного оборудования и обустройства $K_{об}$, для категорий дорог		
	I-A, I-B, II	III	IV...V
0	1,0	1,0	1,0
0,1	0,99	0,99	1,0
0,2	0,98	0,98	0,99
0,3	0,97	0,98	0,98
0,4	0,96	0,97	0,98
0,5	0,95	0,96	0,97
0,6	0,94	0,96	0,97
0,7	0,93	0,95	0,96
0,8	0,92	0,94	0,96
0,9	0,91	0,94	0,95
1,0	0,90	0,93	0,95

4.3.6. Определение показателя уровня эксплуатационного содержания автомобильной дороги

Значение показателя уровня эксплуатационного содержания K_3 , вычисляют на основании результатов оценки фактического уровня содержания дороги за последние 9...12 месяцев, проведённой в соответствии с «Временным руководством по оценке уровня содержания автомобильных дорог», утверждённым ФДС России 26 ноября 1997 г. Для последующей обработки каждому уровню содержания присваивается балл: допустимый – 3; средний – 4; высокий – 5. Вводится условно ещё один уровень содержания «ниже допустимого», которому присваивается балл – 2.

После этого составляется таблица исходных данных и определяется показатель среднего уровня содержания в баллах B .

Значения балльной оценки переводятся по таблице в значения уровня эксплуатационного содержания K_3 .

При оценке качества проекта, а также в момент сдачи дороги в эксплуатацию после строительства, реконструкции или ремонта показатель уровня эксплуатационного содержания K_3 не вычисляют, а принимают равным единице ($K_3 = 1,0$).

4.3.7. Сводные результаты оценки технического уровня и эксплуатационного состояния автомобильных дорог

Общую оценку качества и состояния автомобильной дороги выполняют:

- после завершения работ по диагностике для выявления степени соответствия фактического состояния дороги нормативным требованиям по потребительским свойствам и назначения мероприятий по ремонту или реконструкции дороги;
- после разработки плана мероприятий по ремонту или реконструкции дороги или сети дорог для определения ожидаемого уровня транспортно-эксплуатационного состояния, сравнения его с нормативами и расчёта ожидаемой эффективности намеченных мероприятий;
- ежегодно после окончания ремонтно-строительного сезона или сразу после окончания работ по ремонту или реконструкции для оценки фактического состояния и фактической динамики его изменения в результате выполненных работ, а также оценки их эффективности и составления плана дальнейших действий.

Значение обобщённого показателя качества и состояния каждой дороги (участка дороги) определяют по формуле (4.2). Степень соответствия фактически обеспеченных всей дорогой транспортно-эксплуатационных показате-

лей или потребительских свойств ($\Pi_{\text{д}}$) нормативным требованиям оценивают по относительному показателю качества дороги:

$$K_{\text{д}} = \frac{\Pi_{\text{д}}}{\text{КП}_{\text{н}}}.$$

Дорога полностью соответствует нормативным требованиям, когда $K_{\text{д}} > 1$.

Прирост обобщенного показателя качества дороги вычисляют по формуле

$$\Delta \Pi_{\text{д}} = \frac{\Pi_{\text{д}}^{\text{к}} - \Pi_{\text{д}}^{\text{н}}}{\Pi_{\text{д}}^{\text{н}}} \cdot 100\%,$$

где $\Pi_{\text{д}}^{\text{н}}$ и $\Pi_{\text{д}}^{\text{к}}$ – обобщённые показатели качества дороги на начало и конец рассматриваемого периода.

Обобщённый показатель качества и состояния дорожной сети определяют по формуле

$$\Pi_{\text{с}} = \text{КП}_{\text{ф.с}} \cdot \bar{K}_{\text{об.с}} \cdot \bar{K}_{\text{э.с}},$$

где $\text{КП}_{\text{ф.с}}$ – значение фактического комплексного показателя состояния сети автомобильных дорог, вычисленное в соответствии с подразд. 5.1.19.

$\bar{K}_{\text{об.с}}$ – средневзвешенное значение показателя инженерного оборудования и обустройства.

$\bar{K}_{\text{э.с}}$ – средневзвешенное значение показателя уровня эксплуатационного содержания.

Средневзвешенное значение показателя инженерного оборудования и обустройства сети дорог определяют по формуле

$$K_{\text{об.с}} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{\text{оби}} \cdot l_i}{L},$$

где $K_{\text{оби}}$ – значение показателя инженерного оборудования и обустройства для каждой i -й дороги;

l_i – длина каждой дороги;

L – общая протяжённость сети дорог, км;

n – количество дорог.

Средневзвешенное значение показателя уровня эксплуатационного содержания сети дорог определяют по формуле

$$K_{\text{э.с}} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{\text{эи}} \cdot l_i}{L},$$

где $K_{\text{эи}}$ – значение показателя уровня эксплуатационного содержания для каждой i -й дороги.

Показатель качества и состояния дорожной сети по отношению к нормативным требованиям определяют по формуле

$$K_{с.п} = \frac{\Pi_c}{\text{КП}_{н.с}},$$

где $\text{КП}_{н.с}$ – средняя величина нормативного комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния сети дорог.

Сеть дорог полностью соответствует требованиям к качеству, когда $K_{с.п} \geq 1$.

Прирост обобщенного показателя качества и состояния дорожной сети вычисляют по формуле

$$\Delta\Pi_c = \frac{\Pi_c^K - \Pi_c^H}{\Pi_c^H} \cdot 100 \text{ \%}.$$

На основании анализа оценки качества и состояния автомобильных дорог и дорожной сети намечают основные пути повышения транспортно-эксплуатационных свойств дорог, последовательность и очередность выполнения работ по реконструкции, ремонту и содержанию.

Динамика изменения показателей качества дорог во времени характеризует эффективность деятельности дорожных организаций по содержанию и ремонту дорог.

4.4. Формирование информационного банка данных о состоянии дорог

На основе результатов диагностики автомобильных дорог формируется и систематически обновляется автоматизированный банк дорожных данных (АБДД). АБДД является важнейшим элементом системы управления состоянием автомобильных дорог. Он представляет собой автоматизированную информационно-аналитическую систему, содержащую периодически обновляемую информацию об автомобильных дорогах, искусственных сооружениях, движении автотранспортных средств, ДТП, объектах сервиса и др. Кроме того, АБДД содержит комплекс расчётно-аналитических программ, позволяющих выполнять оценку состояния автомобильных дорог и решать комплекс вопросов, связанных с управлением состоянием автомобильных дорог.

В зависимости от решаемых задач, АБДД делятся на общеотраслевые и локальные. Общеотраслевые банки данных функционируют в системе государственного органа управления дорожным хозяйством и содержат в основном технические данные об автомобильных дорогах и искусственных сооружениях, а также информацию о движении автотранспортных средств, ДТП, объектах сервиса и др. Комплекс расчётно-аналитических программ, входящих в структуру общеотраслевых банков данных, ориентирован в

основном на решение вопросов, связанных с управлением состоянием сети федеральных автомобильных дорог, в том числе, с планированием ремонтных работ и распределением денежных средств, выделяемых на дорожные работы. Локальные банки данных функционируют в различных органах управления дорожным хозяйством и включают в себя технические данные об отдельных автомобильных дорогах (участках дорог) и искусственных сооружениях, а также информацию о движении автотранспортных средств, ДТП, объектах сервиса на этих дорогах. Кроме того, эти банки данных могут содержать специфические модули, отвечающие за отдельные направления административно-хозяйственной деятельности дорожных организаций.

Данные, используемые для формирования АБДД, делятся на три группы:

- исходные данные о дорогах и искусственных сооружениях, получаемые в органах управления дорожным хозяйством;
- результаты полевых обследований дорог и искусственных сооружений;
- данные о ДТП и параметрах дорожного движения автотранспортных средств.

Исходные данные об автомобильных дорогах получают на основе проектно-сметной документации, технических паспортов дорог, результатов инвентаризации дорог, планов ремонтных работ, результатов сезонных осмотров, стандартных форм отчётности и т.д. Полученные исходные данные заносят непосредственно в соответствующие базы АБДД.

Результаты полевых измерений заносят в полевые журналы, подвергают предварительной обработке и только после этого заносят в соответствующие базы данных АБДД. При использовании передвижных лабораторий, оснащённых специальным оборудованием, часть параметров регистрируется, обрабатывается и вносится в базы данных в автоматическом режиме.

Данные о ДТП берут из учётных карточек, составляемых в органах ГИБДД. Данные об интенсивности и составе транспортных потоков получают с помощью автоматизированных учётных пунктов или на основе выборочных визуальных наблюдений.

При формировании АБДД выполняют контроль качества собранной информации с помощью экспертного визуального контроля и специальных прикладных программ. Эти программы контролируют полноту информации, совместимость данных, непрерывность данных, стыковку данных на границах, взаимную привязку объектов. Кроме того, при формировании АБДД должна быть обеспечена совместимость текущего банка дорожных данных с банками данных прошлых лет.

Периодичность обновления баз данных соответствует принятой периодичности проведения основных видов полевых работ при диагностике автомобильных дорог.

Рекомендуемый состав отраслевого АБДД приведен в табл. 4.24.

Т а б л и ц а 4.24

**Укрупнённый состав отраслевого автоматизированного банка
дорожных данных (АБДД) (наименование баз данных)**

Общие сведения по дороге	Интенсивность дорожного движения	Данные о ДТП	Ровность покрытия	Сцепные свойства покрытия	Прочность дорожной одежды	Дефекты а/б покрытия
Дефекты ц/б покрытия	Категория дороги	Дорожно-климатическая зона	Кривые в плане	Ширина проезжей части	Видимость в плане	Продольный уклон
Репер участка дороги	Водопропускные трубы	Разметка проезжей части	Дорожные знаки	Коммуникации	Дорожная одежда	Границы (областей и др.)
Участки дорог, расположенные в населенных пунктах	Стационарные пункты автоматизированного учёта дорожного движения	Реконструируемые участки дорог	Расстояние между километровыми знаками	Элементы земляного полотна и системы водоотвода	Станции технического обслуживания	Противошумовые и противоослепляющие экраны
Сигнальные столбики	Мостовые сооружения	Туннели	Лесополосы	Развязки	Ограждения	Метеостанции
Автобусные остановки	Пешеходные дорожки и тротуары	Снегозащитные сооружения	Примыкания и пересечения	Дорожные здания и сооружения	Обочины	Освещение дороги
Тоннели	Подземные переходы	Стационарные посты ДПС	Вызывная связь	Пункты питания	Застройка	Ремонтные работы
Пункты медицинской помощи	Кемпинги	Автовокзалы	АЗС	Площадки отдыха	Стационарные пункты весового контроля	Объекты сервиса

4.5. Планирование дорожно-ремонтных работ на основе результатов диагностики и оценки состояния автомобильных дорог

4.5.1. Планирование видов и объёмов работ на основе анализа фактического состояния дорог

Потребность в реконструкции или ремонте во всех случаях устанавливаются путём выявления участков дорог, фактическое состояние которых по каким-либо параметрам и характеристикам не удовлетворяет действующим требованиям к обеспеченной скорости, безопасности движения, про-

пусковой способности, способности пропускать автомобили и автопоезда с разрешённой массой и осевыми нагрузками.

Анализ состояния дорог проводят с помощью специальных компьютерных аналитических программ (далее – аналитических программ), позволяющих решать следующие задачи:

- разработку программы ремонта или реконструкции дороги с определением участков, подлежащих ремонту или реконструкции, назначением вида, адреса, объёма и очередности дорожно-ремонтных работ, а также с расчётом необходимых для этих целей финансовых ресурсов;

- определение годовой потребности в физическом и денежном выражении в ремонте и реконструкции автомобильных дорог (по России и/или по органам управления дорожным хозяйством);

- распределение между органами управления дорожным хозяйством денежных средств, выделенных на ремонт и реконструкцию автомобильных дорог;

- разработку программы ремонтных работ по каждому органу управления, исходя из величины выделенных средств.

На практике в зависимости от поставленной задачи используют в качестве критерия для определения видов работ комплексный показатель транспортно-эксплуатационного состояния дороги, характеризующий потребительские качества дороги, или показатель «индекса соответствия», определяющий очередность дорожно-ремонтных работ на участках, в первую очередь не соответствующих требованиям по безопасности движения.

Метод планирования, основывающийся на обеспеченности комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния дороги, используют для детального анализа состояния дороги и оптимизации плана работ с учётом транспортного эффекта при разных условиях финансирования. Это технико-экономический метод, позволяющий оценить эффективность планируемых работ и степень их влияния на изменение транспортно-эксплуатационного состояния и потребительских качеств дороги.

Критерий экономической эффективности является наиболее оптимальным с точки зрения экономической целесообразности расходования средств. Он подразумевает, что по каждому возможному объекту дорожных работ будет произведено сравнение затрат на проведение работ и эффекта, который они обеспечат. Наиболее значимыми формами эффекта являются:

- снижение транспортных издержек;
- снижение дополнительных затрат на ремонт дороги из-за несвоевременности проведения работ или выполнения работ не в полном объёме;
- снижение затрат, связанных с дорожно-транспортными происшествиями;
- стимулирование экономического развития;
- повышенный комфорт и удобство движения,

Система показателей эффективности включает:

- интегральный эффект – сумма эффектов за весь период сравнения;
- индекс доходности – отношение суммы эффектов к общей величине единовременных затрат;
- внутренняя норма доходности – представляет собой ту неизменную в течение расчетного периода норму дисконта, при которой сумма эффектов равна сумме единовременных затрат;
- срок окупаемости – такой минимальный интервал времени от начала расчётного периода, за пределами которого интегральный эффект становится и в дальнейшем остается неотрицательным.

Интегральный эффект следует выбирать в роли основного критерия, когда важна общая сумма эффекта, получаемая при реализации выбранного решения. Оценка индекса доходности играет важную роль, когда одним из основных критериев выбора является ожидаемая величина эффекта, получаемая на единицу затрат за весь расчетный период. Если важна величина эффекта, получаемая на единицу затрат ежегодно, то определяющее значение будет играть внутренняя норма доходности. В случае, когда важное значение имеет срок, после которого вложенные средства будут иметь отдачу, лучшим будет считаться вариант с наименьшим сроком окупаемости.

В условиях недостаточного финансирования дорожных работ, когда значительная часть эксплуатируемых автомобильных дорог, нуждающихся в восстановительных работах, в течение ряда лет в полном объеме не ремонтируется, наряду с критерием экономической эффективности допускается использовать «индекс соответствия». Основой данного подхода является классификация выделенных участков дорожной сети с точки зрения их соответствия требованиям обеспечения безопасности движения и другим требованиям, предъявляемым к дороге. При распределении денежных средств соблюдается принцип предоставления преимущества тем участкам дорог, которые находятся в наиболее критическом с точки зрения выбранного критерия состоянии.

4.5.2. Планирование работ по критерию обеспеченности расчётной скорости движения, транспортного эффекта и экономической эффективности

Для определения потребности в ремонте определяют по фактическим параметрам и показателям транспортно-эксплуатационного состояния дороги значения частных коэффициентов обеспеченности расчетной скорости $K_{p.cij}$ и сопоставляют их с нормативными значениями комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния $KП_n$ (при оценке показателей технического уровня дороги) и с предельно допустимыми его значениями (при оценке показателей эксплуатационного состояния дороги). При соответствующем технико-экономическом обосновании допускается

уточнять потребность в ремонте, обеспечивая фактический комплексный транспортно-эксплуатационный показатель дороги $K_{Пф}$ (равный итоговому значению коэффициента обеспеченности расчётной скорости $K_{p.ci}^{итог}$ и характеризующий потребительские качества дороги) в пределах между нормативными и предельно допустимыми значениями. Эффективность ремонта в этом случае оценивают по изменению потребительских качеств в результате ремонта дороги.

Для определения видов и очерёдности ремонтных работ используется вычислительная программа «*ODRR*», разработанная МАДИ (ГТУ) при участии ГП Росдорнии.

В результате анализа фактических частных коэффициентов обеспеченности расчётной скорости устанавливают параметры и переменные характеристики дороги, которые стали причиной снижения транспортно-эксплуатационного состояния дороги. На участках, где частные коэффициенты обеспеченности расчётной скорости не отвечают предъявляемым требованиям ($K_{p.ci} < K_{Пн}$), намечают, согласно действующей классификации, соответствующие виды работ по ремонту и содержанию дороги (табл. 4.25).

Как правило, на анализируемых участках дороги имеются два или более параметров и характеристик дороги, не отвечающих нормативным требованиям. В этом случае должен выполняться комплексный ремонт дороги для устранения всех причин снижения ее транспортно-эксплуатационного состояния. Если в процессе ремонта или реконструкции дороги не все параметры и характеристики будут доведены до нормативных значений, фактическое состояние дороги будет определяться минимальным значением частного коэффициента обеспеченности расчётной скорости, соответствующим показателю или характеристике дороги, не доведённых до норматива. В этом случае произойдет только частичное улучшение состояния дороги и средства, затраченные на ремонт или реконструкцию, окажутся израсходованными неэффективно.

При частном коэффициенте обеспеченности расчётной скорости, учитывающем влияние интенсивности и состава движения, $K_{p.c3} < K_{Пн}$ принятие решения о ремонте или реконструкции дороги осуществляют только после оценки возможности доведения значения $K_{p.c3}$ до нормативных величин за счет осуществления более экономичных работ.

Для случая, когда на участке дороги не удовлетворяют требованиям два или более факторов ($K_{p.ci} < K_{Пн}$), для назначения вида дорожных работ руководствуются табл. 4.26. Таблица позволяет оценить насколько вышеуказанные виды работ способны изменить значения влияющих частных коэффициентов обеспеченности расчётной скорости $K_{p.ci}$ или довести их значения до нормативных требований (т.е. фактически устранить их дейст-

вие и не требовать выполнения по ним соответствующих ремонтных работ).

Т а б л и ц а 4.25

Виды дорожных работ в зависимости от частных коэффициентов $K_{p.ci}$

Частный коэффициент $K_{p.ci}$	Учёт влияния	Вид дорожно-ремонтных работ при $K_{p.ci} < K_{Пн}$
1	2	3
$K_{p.c2}$	Ширины и состояния обочин	Укрепление обочин
$K_{p.c3}$	Интенсивности и состав движения, ширины фактически используемой укреплённой поверхности покрытия	Уширение проезжей части, устройство укрепительных полос, укрепление обочин, уширение мостов и путепроводов
$K_{p.c4}$	Продольного уклона и видимости поверхности дороги	Смягчение продольного уклона, увеличение видимости
$K_{p.c5}$	Радиуса кривых в плане	Увеличение радиусов кривых, устройство виражей, спрямление участка
$K_{p.c6}$	Продольной ровности покрытия	Устройство выравнивающего слоя с поверхностной обработкой или восстановление верхнего слоя методами термопрофилирования и регенерации (ремонт покрытия при $E_{Ф} \geq E_{тр}$). Ремонт (усиление) дорожной одежды при $E_{Ф} < E_{тр}$
$K_{p.c7}$	Сцепных качеств покрытия	Устройство шероховатой поверхности методом поверхностной обработки, втапливания щебня, укладки верхнего слоя из многощебенистого асфальтобетона
$K_{p.c9}$	Поперечной ровности покрытия (колеи)	Ликвидация колеи методами перекрытия, заполнения, фрезерования
$K_{p.c10}$	Безопасности движения	Мероприятия по повышению безопасности движения на опасных участках

Примечание: 1. $K_{p.c1}$ и $K_{p.c8}$ учитывается при оценке состояния дороги соответственно по $K_{p.c3}$ и $K_{p.c6}$.

2. $E_{ф}$ и $E_{тр}$ – соответственно фактический и требуемый модули упругости дорожной одежды и земляного полотна.

Частичное повышение показателей коэффициентов обеспеченности расчетной скорости определяют с использованием зависимостей (см. примечание к табл. 4.26.), полученных в результате статистической обработки данных о режимах движения автомобилей при разных состояниях дорожного покрытия.

Т а б л и ц а 4.26

Влияние дорожно-ремонтных работ на изменение коэффициентов $K_{p.cij}$

$K_{p.cij}$, определяющий вид ремонта (см. табл. 4.25)	Влияние ремонта на частные коэффициенты $K_{p.ci}$ при совместном действии факторов на участке дороги: ● – устранение влияния + – частичное повышение показателя								
	$K_{p.c2}$	$K_{p.c3}$	$K_{p.c4}$	$K_{p.c5}$	$K_{p.c6}$	$K_{p.c7}$	$K_{p.c8}$	$K_{p.c9}$	$K_{p.c10}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$K_{p.c2}$		+	+	+		+			+
$K_{p.c3}$	●		●	●	●	●	●	●	●
$K_{p.c4}$	●			●	●	●	●	●	●
$K_{p.c5}$	●		●		●	●	●	●	●
$K_{p.c6}$						●	+	●	+
$K_{p.c7}$			+	+	+				+
$K_{p.c8}$					●	●		●	+
$K_{p.c9}$									●

Примечание.

$K_{p.ci}$ – исходные значения ($K_{p.ci} < K_{ПН}$);

$K_{p.c}^*$ – значения показателя, повышенные в результате ремонта

При ремонте по $K_{p.c2}$:

$$K_{p.c3}^* = K_{p.c3} + \Delta K_{p.c3}; K_{p.c4}^* = K_{p.c4} \cdot \Delta K_{p.c4};$$

$$K_{p.c5}^* = K_{p.c5} \cdot \Delta K_{p.c5}; K_{p.c7}^* = K_{p.c7} \cdot \Delta K_{p.c7}; K_{p.c10}^* = K_{p.c10} \cdot \Delta K_{p.c10}.$$

При ремонте по $K_{p.c6}$:

$$K_{p.c8}^* = 1,05 K_{p.c8}; K_{p.c10}^* = 1,7 K_{p.c10}.$$

При ремонте по $K_{p.c7}$:

$$K_{p.c10}^* = 1,15 K_{p.c10}; K_{p.c4...6}^* = 1,15 K_{p.c4...6}.$$

При ремонте по $K_{p.c8}$:

$$K_{p.c10}^* = 1,7 K_{p.c10}.$$

Значения $\Delta K_{p.c}$ приведены в табл. 4.27 и 4.28.

Т а б л и ц а 4.27

Тип укрепления обочин	$\Delta K_{p,c3}$ для категории дороги			
	I	II	III	IV...V
Планировка обочин	0	0	0	0
Засев трав	0,05	0,06	0,12	0,14
Слой щебня или гравия	0,05	0,06	0,23	0,31
А/Б, Ц/Б, обработка вяжущим	0,12	0,15	0,42	0,47

Т а б л и ц а 4.28

Тип укрепления обочин	Величины поправок к $K_{p,ci}$			
	$\Delta K_{p,c4}$	$\Delta K_{p,c5}$	$\Delta K_{p,c7}$	$\Delta K_{p,c10}$
Планировка обочин	1,0	1,	1,0	1,0
Засев трав	1,0	1,0	1,0	1,0
Слой щебня или гравия	1,0	1,0	1,12	1,12
А/Б, Ц/Б, обработка вяжущим	1,11	1,12	1,15	1,15

По полученному перечню работ определяют требуемые затраты «Д» на ремонт дороги, сопоставляют их с общей суммой выделяемых средств «Ф» и выбирают метод планирования ремонтных работ.

При определении стоимости ремонта дорожной одежды C_{Di} и покрытия C_{Pi} необходимо учитывать затраты и по другим видам одновременно выполняемых работ, назначаемых в соответствии с действующей классификацией дорожно-ремонтных работ.

$$C_{Di} = 2500 \cdot B_{\Pi} \cdot l_i \cdot K_T \cdot Z_K \cdot \left(e^{0,0075 \cdot E_{\text{тр}}} - e^{0,0075 \cdot E_{\Phi}} \right) \cdot K_X; \quad (4.8)$$

$$C_{Pi} = 1000 \cdot B_{\Pi} \cdot l_i \cdot C_{\Pi} \cdot K_T \cdot Z_C \cdot K_X,$$

где B_{Π} – ширина проезжей части, м;

l_i – длина i -го характерного участка, км;

$E_{\text{тр}}$ и E_{Φ} – принимаются в МПа;

K_T – территориальный коэффициент стоимости согласно нормативам удельных капитальных вложений в строительство автомобильных дорог общего пользования;

Z_K и Z_C – коэффициенты, учитывающие затраты по другим видам работ, осуществляемых одновременно с работами соответственно по ремонту дорожной одежды и покрытия (табл. 4.29);

C_{Π} – затраты на устройство 1 м^2 поверхностной обработки (с выравнивающим слоем) в ценах 1990 г. (в среднем могут быть приняты $C_{\Pi} = 1,55 \text{ руб./м}^2$);

K_X – поправочные коэффициенты, показывающие, во сколько раз стоимость работ в рассматриваемом году изменилась по отношению к 1990 году.

Т а б л и ц а 4.29

Тип дорожной одежды	Категория дороги	Коэффициенты	
		Z_D	Z_{II}
Капитальный	I и II	2,07	1,49
	III	2,13	1,53
Облегченный	III и IV	2,44	1,76
Переходный	IV и V	3,70	2,66

При необходимости ремонта, капитального ремонта или реконструкции участков дороги затраты на выполнение работ могут рассчитываться с использованием укрупнённых показателей согласно действующим нормативам удельных капитальных вложений в строительство автомобильных дорог общего пользования.

При достаточном объёме финансирования ($\Phi \geq Д$) в качестве критерия назначения очередности работ принимают величину транспортного эффекта на перевозках грузов и пассажиров. Для практических целей используют условный относительный показатель себестоимости, позволяющий оценить приоритеты отдельных видов ремонтных работ, что важно для организации дорожно-ремонтных работ поточным методом. В этом случае в первую очередь подлежат ремонту участки, для которых обеспечивается наибольший эффект \mathcal{E}_D :

$$\mathcal{E}_D = \sum_{i=1}^n \Delta K_{p.cij} \cdot \frac{l_i \cdot N_{Ci}}{100} \Rightarrow \max ,$$

где $\Delta K_{p.cij}$ – разница в величине коэффициентов обеспеченности расчетной скорости движения на i -м характерном участке дороги после и до ремонта при рассматриваемом j -м виде ремонтных работ, т.е.

$$\Delta K_{p.cij} = K_{II_{Di(\text{после})}} - K_{II_{Di(\text{до})}}; \quad (4.9)$$

l_i и l_1 – соответственно длина на i -м и первом участках, подлежащих ремонту, км;

n – количество i -х участков;

N_{Ci} – фактическая интенсивность движения транспортного потока на i -м участке дороги, авт./сут

По формуле (4.9) выполняется относительная оценка эффекта (по отношению к участку дороги длиной 1 км с движением транспортного потока интенсивностью 100 авт./сут) для обеспечения возможности сопоставления разновременных результатов расчета между собой применительно к дорогам разных категорий.

Определяя эффект по конкретному виду работ, следует считать, что другие виды работ на автомобильной дороге не проводятся.

При ограниченных ресурсах ($\Phi < Д$) возникает потребность в рациональном распределении ежегодно выделенных средств по ремонтируемым участкам дороги. Вид и очередность ремонтных работ определяют по критерию, учитывающему отличия выполняемых ремонтных работ по межремонтным срокам службы. В первую очередь исправляют те параметры дороги, которые способствуют наибольшему снижению транспортных издержек на единицу вложенных средств в ремонт или реконструкцию участка дороги, не допуская дополнительных затрат из-за недоремонта дороги:

$$\Xi_0 = \frac{I}{D_{ij}} \cdot \left(\sum_t^T \Delta S_{ij} + \Delta D_j + \Delta M_j - \Delta P_j \right)_i \Rightarrow \max ,$$

где ΔS_{ij} – экономия затрат на перевозках в t -й год после ремонта дороги, руб.;

ΔD_j – эффект, связанный с недопущением потерь из-за несвоевременности проведения или выполнения работ не в полном объёме, руб.;

ΔM_j – дополнительный эффект за счёт ремонта искусственных сооружений;

ΔP_j – потери на перевозках из-за ухудшения условий движения в процессе проведения ремонтных работ, руб.;

S_{ij} – затраты на ремонт i -го участка дороги при j -м виде ремонтных работ, руб.;

T – фактический период суммирования величины эффекта на перевозках, годы.

Фактический период суммирования величины эффекта для случая укрепления обочин (определяющий $K_{p.c2}$) принимают в соответствии с нормами межремонтных сроков службы нежёстких дорожных одежд (ВСН 41-88).

При уширении проезжей части ($K_{p.c3}$), исправлении продольного уклона ($K_{p.c4}$) и радиусов кривых в плане ($K_{p.c5}$), период суммирования принимают равным $t_{рек}$, но не более 20 лет, учитывая рекомендации СНиП 2.05.02-85.

Фактический срок службы автомобильной дороги до реконструкции

$$t_{рек} = \frac{1}{\lg q} \cdot \lg \frac{N_{расч}}{N_1} + 1 ,$$

где N_1 – интенсивность движения транспортного потока (или приведённая к расчётному автомобилю при доле легковых автомобилей в транспортном потоке $P_{л} > 0,3$) в первый год после ремонта дороги, авт./сут;

$N_{расч}$ – расчётная интенсивность движения, авт./сут (по СНиП 2.05.02–85);

q – показатель роста интенсивности движения во времени ($q > 1,0$).

Эффект от работ по усилению дорожных одежд, устройства выравнивающих слоёв с поверхностной обработкой (фактор $K_{p.c6}$) рассматривают в соответствии с ВСН 41-88 на период $T=3\dots 20$ лет, но не более $t_{рек}$.

Эффект от устройства поверхностных обработок (фактор $K_{p.c7}$) определяют, исходя из норм межремонтных сроков службы дорожных покрытий (см. ВСН 41-88) $T=2\dots 8$ лет в зависимости от интенсивности движения, типа дорожной одежды и региональных условий.

Транспортный эффект, учитывающий межремонтные сроки службы, рост интенсивности движения, изменение состояния покрытия во времени и отдалённость затрат в любой t -й год эксплуатации:

$$\Delta S_t = \Delta S_1 \cdot q^{t-1} \cdot \left(1 + \frac{1-t}{T-1}\right) \cdot \frac{1}{(1+E_{н.п})^t},$$

где ΔS_1 – экономия издержек на автомобильные перевозки в первый год после ремонта, руб.;

$E_{н.п}$ – коэффициент для приведения разновременных затрат, $E_{н.п} = 0,08$.

Экономии издержек на автомобильные перевозки определяют как сумму этих издержек для разных типов автомобилей:

$$\Delta S_t = \sum_1^{\omega} \Delta S_j,$$

где ω – количество типов автомобилей в транспортном потоке;

ΔS_j – экономия издержек для j -го типа автомобиля, руб.

Величину экономии издержек автомобиля на участке дороги длиной l_i (в км) определяют по формуле

$$\begin{aligned} \Delta S_j = & 3,65 \cdot l_i \cdot N_{Ci} \cdot P_j \cdot \left[S_{перj} \cdot (K_{i(до)} - K_{i(после)}) + \right. \\ & \left. + (S_{постj} + d_j) \cdot \left(\frac{1}{V_{ij(до)}} - \frac{1}{V_{ij(после)}} \right) \right], \end{aligned} \quad (4.10)$$

где $S_{перj}$ и $S_{постj}$ – расчётные значения переменных и постоянных затрат в себестоимости пробега j -го автомобиля, коп./маш.·км и коп./маш.·ч соответственно;

P_j – доля j -го автомобиля в транспортном потоке;

d_j – часовая заработная плата водителя, коп./маш.·ч;

K_i – коэффициент влияния дорожных условий;

V_{ij} – фактическая средняя скорость движения j -го автомобиля, км/ч.

Показатели $S_{перj}$, $S_{постj}$, q_j , K_i определяют в соответствии с действующим порядком.

Эффект, связанный с недопущением потерь из-за несвоевременности ремонта дорожной одежды, рассчитывают с учётом отдалённости затрат во времени:

$$\Delta D_j = \Delta h \cdot \frac{1}{(1 + E_{н.п})^t},$$

где $t = 1$ год (при ежегодно выделяемых средствах на ремонт дорог);

Δh – дополнительные затраты на усиление дорожной одежды, определяемые с учётом снижения фактического модуля упругости конструкции. Рассчитывают по формуле (4.8), принимая $\Delta h = C_{Дi}$ и заменяя $E_{тр}$ на $E_{ф}$ и $E_{ф}$ на $E_{фt}$, где $E_{фt}$ – фактический модуль упругости дорожной конструкции с учётом снижения его во времени из-за задержек с ремонтом, МПа.

В рассматриваемом случае можно пренебречь по малости затратами на установку дополнительных дорожных знаков, предупреждающих и ограничивающих скорость движения на участке, где не удаётся своевременно провести ремонтные работы.

$$E_{фt} = (E_{it} \cdot K_{пр} \cdot K_{рег} + \Delta) \cdot \frac{K_{П}}{X_j},$$

$$E_{it} = A + B \left[\lg \left(\gamma \cdot \omega \cdot N_1 \cdot \frac{q^{T_{ф}} - q^t}{q - 1} \right) - 1 \right],$$

где $K_{пр}$; $K_{рег}$; Δ ; $K_{П}$; X_j ; A ; B ; γ ; ω – параметры, назначаемые в соответствии с Указаниями по расчёту усиления;

$t = 1$ (при ежегодно выделяемых средствах на ремонт дорог);

N_1 – интенсивность движения на полосу в первый год после проведения диагностики, приведенная к расчётным автомобилям (осевая нагрузка 100 кН), авт./сут;

$T_{ф}$ – фактический срок службы дорожной одежды с модулем упругости конструкции $E_{ф}$, годы.

Формула (4.31) справедлива при условии $5 < Y < 10000$, где Y выражение под логарифмом. В случае, если $X < 5$, участок требует немедленного ремонта.

$$T_{ф} = \frac{1}{\lg q} \lg \left[\frac{10^x \cdot (q - 1)}{\gamma \cdot \omega \cdot N_{ф} \cdot q} + 1 \right],$$

где N_ϕ – фактическая интенсивность движения транспортного потока, приведенная к расчётному автомобилю (на полосу), авт./сут;

$$x = \frac{E_i - A}{B} + 1;$$

$$E_i = \left(\frac{E_\phi \cdot X_i}{K_\Pi} - \Delta \right) \cdot \frac{1}{K_{\text{пр}} \cdot K_{\text{пер}}}.$$

Потери ΔP_j за счёт нарушения режимов движения автомобилей в процессе ремонта дорог определяют по формуле аналогичной (4.10), но используя значение скорости движения до ремонта и в процессе ремонта дороги и учитывая затраты за время проведения ремонтных работ, а не за период в 365 дней.

Эффект от проведения тех или иных ремонтных работ оценивают с учётом взаимного влияния факторов при их совместном действии (см. табл. 4.26). Определив величину эффекта на рубль дорожных затрат по каждому виду работ, осуществляют ранжирование работ по степени убывания эффекта. Последовательно суммируя затраты на ремонт, полученные величины сопоставляют с выделяемыми на ремонт средствами. Выбор работ по ремонту дороги прекращают в момент равенства фактических затрат и выделяемых денежных средств.

Подобные расчёты проводят при разных требованиях к транспортно-эксплуатационному состоянию дороги:

$$K_{\text{Птр}} = (0,5 \dots 1,0) K_{\text{Пн}}.$$

Окончательно выбирают вариант с максимальным значением фактического комплексного транспортно-эксплуатационного показателя $K_{\text{Пд(после)}}$ для рассматриваемых участков дороги в целом.

Выбор видов и очередности работ по ремонту дороги в условиях ограниченных ресурсов может быть выполнен вручную без использования вычислительной программы, ориентируясь на более простой критерий, оценивающий транспортные издержки приближенно через прирост комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния (после и до ремонта) $K_{\text{П}i}$:

$$\mathcal{E}_i = \frac{C_{ij}}{\Delta K_{\text{р.сij}} \cdot N_C \cdot l_i} \Rightarrow \min,$$

где $\Delta K_{\text{р.сij}}$ – определяют по формуле (4.9);

C_{ij} – затраты, определяемые для каждого i -го участка дороги и j -го вида работ;

N_C и l_i – соответственно интенсивность движения транспортного потока (авт./сут) и длина участков в км.

Анализ частных коэффициентов обеспеченности расчетной скорости на каждом i -м участке осуществляют аналогично изложенному выше, рассматривая возможность ремонта по каждому коэффициенту $K_{\text{р.ci}} < K_{\text{Пн}}$.

4.5.3. Планирование ремонтных работ на основе «индексов соответствия»

Под «индексом соответствия», назначаемым экспертным путем, понимают уровень соответствия состояния участков дорог требованиям безопасности движения в сочетании с соответствием нормативным требованиям сцепных качеств и ровности покрытия, наличия виража и укрепленных обочин на этих участках.

Использование «индекса соответствия» не заменяет экономический критерий, а служит инструментом для анализа результатов диагностики в первую очередь на участках концентрации дорожно-транспортных происшествий и планирования дорожно-ремонтных работ в условиях недостаточного их финансирования.

Помимо уровня безопасности дорожного движения, критериями распределения выделенных денежных средств на реконструкцию и ремонт автомобильных дорог могут выступать:

дефектность дорожной одежды, коэффициент прочности дорожной конструкции, показатели ровности и сцепных свойств дорожного покрытия. Распределение выделенных денежных средств может осуществляться по каждому критерию отдельно, либо по комбинации перечисленных критериев. Все участки дорог разбиваются на группы в зависимости от значения выбранного критерия. Каждой группе присваивается соответствующий ранг.

При определении очередности работ по реконструкции помимо степени опасности участков дорог учитывают уровень загрузки движением. В первую очередь выбирают очень опасные участки с наибольшим уровнем загрузки движением.

При использовании в качестве основного критерия уровня безопасности дорожного движения анализируют фактические данные о ДТП, происшедших за последние три года. В соответствии с «Методическими рекомендациями по назначению мероприятий для повышения безопасности движения на участках концентрации дорожно-транспортных происшествий» (М., 2001) устанавливают адреса участков с различной степенью опасности по условиям движения автотранспортных средств. Все объекты разбивают на группы исходя из степени опасности. При определении очередности ремонтных работ руководствуются табл. 4.30, с использованием которой может быть установлен средневзвешенный показатель очередности ремонтных работ.

Т а б л и ц а 4.30

Очередность ремонтных работ	Состояние участка по условиям безопасности дорожного движения	Показатель очередности и состояния участка
Первая	Очень опасные или опасные и с неудовлетворительным коэффициентом сцепления	0
Вторая	Очень опасные или опасные и с неудовлетворительной ровностью, или (и) отсутствием выража, или (и) с неукреплённой обочиной	1
Третья	Малоопасные и неопасные и с неудовлетворительным коэффициентом сцепления	2
Четвертая	Малоопасные и неопасные и с неудовлетворительной ровностью или (и) отсутствием выража, или (и) с неукреплённой обочиной	3
Пятая	Остальные участки, нуждающиеся в ремонте	4

Примечание. Участкам, не требующим ремонта, присваивается показатель очередности или состояния, равный 5.

При отсутствии средств на реконструкцию дорог и ограниченных финансовых ресурсов на ремонт выполнение работ по реконструкции дорог не предусматривают, а ремонтные работы планируют только на участках с показателями очередности (а следовательно, и оценкой состояния) 0,1 и 2. Если после этого часть выделенных средств остается неиспользованной, то их направляют на ремонт участков с показателем очередности 3.

Если по результатам оценки состояния дорог выявлены участки с повышенной опасностью для дорожного движения, при том, что их транспортно-эксплуатационное состояние отвечает действующим требованиям, следует провести дополнительный анализ для назначения необходимых мероприятий. В качестве временной меры на таких участках предусматривают улучшение организации движения: ограничение скорости движения, запрещение обгонов и др.

Все другие участки с недостатками дорожных условий рассматривают только после тех, которые характеризуются повышенной аварийностью.

На основе принципа приоритетов формируют минимальную годовую программу работ – программу «Минимум», которая определяет минимально необходимую потребность в ремонтных работах для поддержания требуемого уровня безопасности движения.

При формировании программы «Максимум» учитывают полную потребность в работах по реконструкции и ремонту дорог, реализация которых позволила бы полностью удовлетворить «индекс соответствия».

4.5.4. Общие принципы формирования программ ремонта и реконструкции автомобильных дорог по результатам диагностики и оценки их состояния

Для формирования годовой «опорной» программы работ по ремонту и реконструкции автомобильных дорог прежде всего определяют потребность в финансовых ресурсах отдельно для работ по ремонту и реконструкции.

Если выделенные ресурсы соответствуют рассчитанной потребности, то эту программу принимают к исполнению. Если выделенных средств оказывается недостаточно, то намеченные объемы работ пересматривают, сокращая в первую очередь работы по реконструкции, занимающие последние места ранжированного ряда. При этом участки дорог, нуждающиеся в реконструкции, но не вошедшие в программу работ, рассматривают при уточнении программы ремонтов.

При недостатке денежных средств на минимально необходимые ремонтные работы используют принцип замены основных видов работ на альтернативные, более дешевые виды, позволяющие поддержать соответствующие участки дорог в работоспособном состоянии.

Чаще всего к альтернативным видам работ относятся: поверхностная обработка покрытия, устройство тонких защитных слоев и слоев износа из холодных эмульсионно-минеральных смесей.

Суммируя изложенное, следует сказать, что диагностику и оценку состояния автомобильных дорог выполняют с целью определения их транспортно-эксплуатационного состояния и уровня содержания, степени соответствия их транспортно-эксплуатационных показателей требованиям к потребительским свойствам дорог и выявления причин этого несоответствия.

Диагностика и оценка состояния автомобильных дорог является основным звеном в системе управления развитием и совершенствованием дорожной сети, повышением транспортно-эксплуатационных показателей, надежности функционирования каждой дороги и сети автомобильных дорог и создает предпосылки для эффективного использования средств и материальных ресурсов, направляемых на развитие и совершенствование дорожной сети

Результаты диагностики и оценки состояния дорог служат материалом для выявления их участков, не обеспечивающих нормативные требования к потребительским свойствам и назначения видов ремонта и состава основных работ и мероприятий по содержанию, ремонту или реконструкции дорог с целью повышения их транспортно-эксплуатационных характеристик до требуемого уровня.

4.6. Проблемы диагностики состояния земляного полотна в современных условиях

Одним из проблемных вопросов на сети автомобильных дорог, связанным с обеспечением безопасности движения транспорта, является состояние эксплуатируемого земляного полотна. Связано это, в первую очередь, с увеличением интенсивности движения, ухудшением условий эксплуатации, изменением климатических условий и некоторыми другими причинами.

Анализ состояния земляного полотна показывает, что чаще всего причинами деформаций и разрушений являются сплывы откосов высоких насыпей, размывы и другие причины, связанные с действием атмосферных и грунтовых вод.

Ситуация на автомобильных дорогах, где системный учет и наблюдение за деформированными участками земляного полотна практически отсутствуют, а износ основных средств дорожно-эксплуатационных организаций достигает своей критической отметки, с каждым годом обостряется.

Значительная часть средств, выделяемых на капитальный ремонт, тратится на ямочный ремонт покрытия. Однако разрушение дорожного покрытия происходит, как правило, в результате деформаций земляного полотна. Причины, по которым происходит разрушение покрытия, обычно не устанавливаются и не устраняются, поэтому ямочный ремонт асфальтобетона из года в год выполняется практически в одних и тех же местах. Остается неудовлетворительным состояние гидротехнических сооружений.

В большинстве своем деформации земляного полотна связаны с его избыточным увлажнением, что способствует развитию негативных процессов на сети автомобильных дорог. Для правильного выбора мероприятий по стабилизации деформаций земляного полотна первостепенное значение имеет установление причины их возникновения. В частности, очень важно правильно оконтурить и локализовать ослабленные зоны, определить источники увлажнения, их режим, питание и т.д.

Вместе с тем методы и системы диагностики состояния земляного полотна не отвечают современным требованиям. Для оценки его фактического состояния эксплуатирующими организациями используются, как правило, только традиционные методы, включающие эксплуатационные наблюдения, геодезические измерения и инженерно-геологическое обследование. Новые методы и технологии диагностики внедряются в практику очень медленно, а зачастую дорожники о них просто не знают.

Между тем использование только традиционных методов не позволяет достаточно своевременно и эффективно оценить техническое состояние земляного полотна. Выход из сложившейся ситуации возможен в использовании комплексного подхода, когда наряду с традиционными методами диагностики широко применяется геофизическое обследование проблемных участков земляного полотна. Более того, очень часто сложность

и разнообразие задач, возникающих при обследовании деформируемых участков, не позволяют решать их с достаточной полнотой и точностью даже при использовании какого-либо одного из геофизических методов. Более достоверные данные, как правило, можно получить лишь при комплексном анализе результатов геофизических технологий, изучающих различные физические параметры исследуемых объектов. Это позволяет получать адекватную оценку процессов, протекающих в земляном полотне под воздействием подвижной нагрузки и влиянием природно-климатических факторов. В принципе такой подход не нов и известен как «рациональный комплекс геофизических методов», однако до сих пор он используется весьма редко.

Под рациональным комплексом геофизических методов понимается такое их сочетание, которое обеспечивает решение задачи с наименьшими материальными затратами и в кратчайший срок. Он предусматривает также наиболее целесообразную последовательность выполнения геофизических работ. Обычно один метод, которым равномерно охватывается вся площадь изучаемого участка, выбирается в качестве основного. Дополнительный метод (или методы) используется для уточнения природы геофизических аномалий, выявленных на первом этапе обследования, детального литологического расчленения земляного полотна и его основания, получения некоторых количественных характеристик и т.д. При обследовании транспортных объектов рациональный комплекс геофизических методов следует варьировать в зависимости от характера решаемых задач.

Учитывая, что большинство дефектов земляного полотна связано с обводнением грунтов, при обследовании деформируемых участков в качестве основного рекомендуется использовать метод электромагнитного сканирования. В качестве дополнительных методов при работе на автомобильных дорогах предпочтительно применять в первую очередь сейсмотомографию, электродинамическое зондирование и георадарную съемку.

Электромагнитное сканирование представляет собой новую высоко разрешающую технологию исследования приповерхностных слоев грунта до глубин в несколько десятков метров с применением контролируемого электромагнитного излучения в диапазоне частот от 1 кГц до 1 МГц. Используя более низкую, чем в георадарах, главную частоту спектра, этот метод практически не имеет ограничений, связанных с повышенной электропроводностью среды, и меньше зависит от приповерхностных неоднородностей. Псевдоскорость распространения диффузионного ЭМ-поля приближенно можно оценить как $v = K/S$, где K – коэффициент установки; S – суммарная продольная проводимость разреза. В зависимости от решаемой задачи измерения могут выполняться дискретно или непрерывно в движении, что предопределяет высокую технологичность и производительность работ. Как было сказано выше, деформации земляного полотна обычно связаны с его избыточным увлажнением. Поэтому поисковая задача фор-

мулируется как поиск областей пониженного сопротивления, соответствующих зонам обводнения грунта до глубин 5-10, реже – 20-50 м.

Особенно эффективна методика линейного и площадного высокоплотного электромагнитного зондирования при исследовании оснований дорожных сооружений, насыпей, грунтовых дамб, плотин и других инженерных сооружений. Исследования проводятся телеметрической аппаратурой «Импульс-Авто», «Импульс-СЛ», «Импульс-Д». Отличительными особенностями аппаратуры и технологии являются: измерения во время движения со скоростью 0,5-3 м/с, высокая плотность регистрации во времени (100 м/с) и пространстве (0,01 м). Глубина исследования с движущим источником составляет около 20 м и от закрепленного источника не ограничена. Исследование скорости распространения высокочастотного токового вихря в глубину позволяет изучить геоэлектрический разрез. Детальность вертикального расчленения разреза зависит от характера распределения слоев и их электрического сопротивления. Для слабоконтрастного разреза вертикальное разрешение оценивается в 5-10 % от глубины исследования.

Применение данной методики при обследовании ряда деформированных участков железных и автомобильных дорог подтвердило ее высокую эффективность при решении ряда специфических задач.

Например, исследовалось земляное полотно на 109 км автомобильной дороги «Байкал» насыпью высотой до 13 м, расположенное на косогоре. Деформации земляного полотна наблюдались в виде сползания низового откоса насыпи, которое захватывало обочины вплоть до границы дорожной одежды и выходило на подошву откоса. С верховой стороны насыпи поверхность грунта в полосе отвода не была спланирована, продольный водоотвод в сторону водопропускной трубы, которая расположена в 150 м от оси оползня по ходу километража, не был обеспечен. С низовой части местность была заболочена, в периоды интенсивных атмосферных осадков грунтовые воды выходили на поверхность. Активизация деформаций происходила при весеннем оттаивании грунтов и в периоды затяжных дождей.

После начала оползневых деформаций пазухи и депрессии рельефа с верховой стороны насыпи, в которых скапливалась вода, были засыпаны местным грунтом для обеспечения водоотвода в сторону трубы, однако положительного эффекта эти мероприятия не давали. На момент обследования движение осуществлялось по временному объезду. При составлении программы обследования деформируемого участка было принято целесообразным осуществить электромагнитное сканирование с целью установления путей фильтрации грунтовых вод. Выполненные работы позволили получить план распределения суммарной продольной проводимости, являющейся функцией водонасыщенности грунтов, в интервале глубин 4-10 м. Области наибольшей проводимости оказались сосредоточенными у объездной дороги, уплотненные грунты основания которой являлись, по всей

видимости, преградой для перемещения высоких горизонтов грунтовых вод. Кроме того, был зафиксирован обводненный горизонт с глубиной залегания 5-6 м от поверхности, разгрузка которого реализовывалась именно в сторону оползневого участка. Полученные результаты были учтены при решении вопроса о капитальном ремонте дороги.

Электромагнитное сканирование позволяет эффективно решить многие вопросы, возникающие при диагностике деформируемых участков земляного полотна. Там, где требуется поиск мест расположения и конфигурации обводненных зон, исследование направления фильтрационных потоков, определение уровня грунтовых вод, их режима и питания, где есть дифференциация слоев грунта по влажности и т.д., данная методика дает наиболее полную и объективную информацию. Вместе с тем там, где требуется литологическое расчленение слоев грунта, близких по влажности, установление границ необводненных балластных мешков и карманов, определение площади распространения и мощности балластных шлейфов и т.д., следует дополнительно привлекать другие геофизические методы, и прежде всего сейсмотомографию, георадарную съемку и электродинамическое зондирование.

Сейсморазведка как метод диагностики состояния земляного полотна получил распространение в значительной мере благодаря простоте интерпретации. Сейсмотомографические разрезы позволяют с достаточно высокой детальностью оценить строение насыпи по скоростям распространения продольных и поперечных волн, а также их отношений. При определенных условиях эти параметры могут быть использованы для прогноза физико-механических свойств грунтов, их вещественного состава, характера водонасыщения, для выделения нестабильных участков земляного полотна.

Сейсмотомографический метод чаще всего применяют для решения следующих задач:

- исследования внутреннего строения земляного полотна;
- обнаружения и оконтуривания балластных мешков, лож, гнезд, шлейфов;
- определения местонахождения и конфигурации обводненных и ослабленных зон в теле насыпи;
- литологического расчленения тела и основания насыпи;
- оценки свойств грунтов;
- определения границ оползневых массивов и т.д.

Сейсмотомографический метод позволяет выявлять в земляном полотне и основании различные напластования, распространение мерзлых зон и коренных пород на большой глубине.

Недостатком сейсморазведки является трудоемкая технология полевых измерений. Сейсмические технологии практически не реагируют на изменение влажности грунтов. В приповерхностном слое скорость продольных волн может меняться примерно в 10 раз и зависит от плотности, существует

тенденция нарастания скорости с глубиной. Для надежной интерпретации сейсмических данных обязательно следует иметь общее представление о геологическом строении объекта.

Георадарные технологии в последнее время находят широкое применение на сети автомобильных дорог. Они основаны на регистрации отражений ЭМ-волны от границ, отличающихся по комплексной диэлектрической проницаемости. При некоторых упрощениях грунтовая фазовая скорость ЭМ-волны $v=c/E$, где c – скорость света, E – диэлектрическая проницаемость, которая существенно зависит от свойств флюида в грунте. Как видно, кинематика ЭМ-волны сильно зависит от диэлектрической проницаемости E , но еще сильнее – от электрической проводимости σ , которая также растет с ростом флюидонасыщения. Если вода минерализована растворенными в ней молекулами солей, то это часто приводит к полному экранированию ЭМ-волны, и глубинность определяется положением верхней кромки этого слоя. Скорость распространения ЭМ-волны может меняться не более чем в 2,0-2,5 раза. К недостатком метода следует отнести также ограничение использования его в глинистых грунтах, так как в связных грунтах происходит сильное затухание импульсов. Кроме того, георадар фиксирует только конфигурацию границ грунтов без определения их физико-механических свойств. В сухих грунтах границы выделяются очень слабо, а иногда и совсем не фиксируются.

Достоинством метода является его высокая мобильность, позволяющая выполнять съемку непрерывно в движении.

Суть метода **электроконтактного динамического зондирования** (ЭДЗ) заключается в том, что в массив грунта ударами эталонного груза забивается металлический зонд. В процессе его погружения через определенные интервалы по глубине измеряется сила тока, пропускаемого в грунт через электроды, находящиеся на конце зонда. По принципу динамической пенетрации приближенно оцениваются прочностные характеристики дисперсных грунтов.

Положительными свойствами установки ЭДЗ являются ее мобильность и портативность, что очень важно для работы в стесненных условиях земляного полотна. К недостаткам следует отнести полное отсутствие механизации и автоматизации, низкую информативность и условную достоверность. Надежная глубина опробования грунтов ЭДЗ-методом, как правило, не превышает 5-7 м.

Таким образом, краткий анализ достоинств и недостатков наиболее распространенных геофизических методов показывает, что обследование деформируемого земляного полотна имеющего сложное инженерно-геологическое строение, должно быть комбинированным, с использованием нескольких технологий. Полученные результаты привязываются к опорным базовым горным выработкам с опробованием грунтов в них традиционными полевыми и лабораторными методами. Важно учитывать, что чув-

ствительность каждого метода к изменению флюидонасыщения пород существенно различается.

Начинать исследования в большинстве случаев рекомендуется с электромагнитного сканирования как более простого и дешевого метода, позволяющего проводить съемку в движении и дающего полную и объективную информацию о наличии и положении обводненных и других аномальных зон в плане и профиле по всей площади земельного полотна и на всю его глубину.

По данным, полученным при электромагнитном сканировании, для более детального обследования выбираются характерные поперечники, на которых назначаются места опорных инженерно-геологических выработок.

Параллельно с проходкой горных выработок, опробованием в них грунтов и электродинамическим зондированием выполняется детальное сейсмотомографическое обследование выделенных поперечников.

Обработка материалов сейсмотомографии и электродинамического зондирования, а в случае необходимости и повторная обработка электромагнитного сканирования выполняются с учетом литологических колонок, разрезов и физико-механических свойств грунтов, полученных стандартными методами в опорных выработках.

На автомобильных дорогах в качестве дополнительного метода выгоднее применять георадарные технологии, которые позволяют одновременно обследовать как состояние земельного полотна и его основания, так и конструктивные слои дорожной одежды.

По мере накопления банка данных по конкретным перегонам и линиям представляется возможным в перспективе перейти только к геофизическому мониторингу проблемных участков.

Следует отметить, что чем меньше информации имеет проектировщик в своем распоряжении, тем большие коэффициенты запаса он вводит при проектировании стабилизационных мероприятий. Таким образом, увеличение стоимости изысканий при комплексном обследовании деформируемых участков будет компенсировано при реализации самого усиления.

Контрольные вопросы

1. Критерии оценки качества и состояния автомобильной дороги.
2. Последовательность определения обобщенного показателя качества автомобильной дороги.
3. Комплексные показатели оценки транспортно-эксплуатационного состояния автомобильной дороги и дорожной сети.
4. Основные задачи службы диагностики транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог.
5. Этапы технологического процесса диагностирования автомобильных дорог.

6. Методы инструментального контроля геометрических элементов автомобильных дорог.
7. Методы измерения ровности и сцепных свойств дорожного покрытия.
8. Методика визуальной оценки состояния дорожной одежды.
9. Методика диагностики дорожных одежд нежесткого типа по прочности в процессе детальной инструментальной оценки.
10. Методы учета движения транспортных средств на автомобильных дорогах.
11. Метод электромагнитного сканирования.
12. Сейсмотомографический метод диагностика земляного полотна.
13. Георадарные технологии исследования сети автомобильных дорог.
14. Метод электроконтактного динамического зондирования (ЭДЗ) массива грунта.

5. ПОДДЕРЖАНИЕ НЕОБХОДИМОГО УРОВНЯ КАЧЕСТВА ДОРОГ

5.1. Принципы установления уровня оптимального качества на стадии эксплуатации дорог

Требуемый уровень качества $U_{тр}$ дорог, установленный в проекте, обеспечивается на стадии строительства. В период эксплуатации дорог фактический уровень качества $U_{ф}$ снижается. Это объясняется рядом причин (рис. 5.1): ростом интенсивности автомобильного движения и увеличением осевых нагрузок; ростом воздействий природных факторов; снижением работоспособности конструкций дорог.

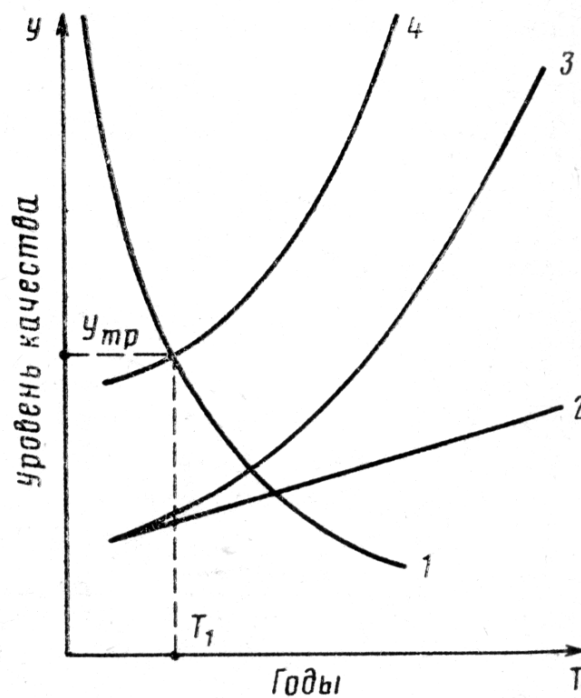


Рис. 5.1. График снижения уровня качества дорог во времени:
1 – фактический уровень качества; 2 – воздействия природных факторов;
3 – воздействия автомобильного движения;
4 – нарастание дефектов дороги и сооружений

В результате количество дефектов проезжей части и сооружений на стадии эксплуатации увеличивается. Особо интенсивный рост дефектов наблюдается после некоторого периода T_1 , когда $U_{ф} < U_{тр}$. Поэтому одной из важнейших задач дорожно-эксплуатационной службы (ДЭС) является повышение фактического уровня качества $U_{ф}$.

На стадии эксплуатации дорог систематически возникает потребность в установлении необходимого оптимального уровня качества U_0 , который определяется новыми условиями движения. Таким образом существуют два уровня качества дорог – требуемый $U_{тр}$, устанавливаемый на стадии

проектирования дорог, и оптимальный Y_0 , устанавливаемый на стадии эксплуатации дорог. Установление требуемого уровня осуществляется на основе долгосрочного прогнозирования показателей автомобильного движения и, как результат, определяются показатели назначения – план, профиль, конструкция одежд и т.д. Установление оптимального уровня связано с особенностями эксплуатации дорог, базирующимися на следующих трех принципах.

1. **Обеспечение максимальной производительности автомобилей и минимальной себестоимости перевозки.** Для оптимального функционирования системы водитель – автомобиль – дорога – среда (ВАДС) необходимо создание благоприятных дорожных условий, способствующих движению автомобилей с максимально безопасной скоростью движения и оптимальными эмоциональными напряжениями водителей. Поэтому важнейшими технико-экономическими показателями системы ВАДС будут производительность автомобилей – P , себестоимость перевозок – C и безопасность движения B , т.е. $Y_0 = f(P, C, B)$.

2. **Обеспечение минимума дефектов дороги.** Наличие тех или иных дефектов снижает показатели P, C, B . Каким бы хорошим не было качество при вводе дороги, все равно неизбежно возникновение дефектов на стадии эксплуатации. Поэтому одним из принципов при установлении Y_0 служит анализ возникновения дефектов и разумное их ограничение, т.е. $Y_0 = f(\Sigma D_i)$.

3. **Обеспечение минимума суммарных затрат.** Затраты на обеспечение качества дорог в системе ВАДС на стадии эксплуатации включают в себя дорожную составляющую (затраты на капитальный ремонт, средний и содержание), а также автомобильную составляющую (затраты на горючесмазочные материалы, техническое обслуживание и ремонт автомобилей, амортизационные отчисления, ремонт шин, зарплату водителей и др.). Следовательно,

$$Y_0 = f(C) = C_D + C_A \rightarrow \min.$$

На основе этих принципов может быть предложена расчетная схема установления необходимого оптимального уровня качества дорог на стадии эксплуатации (рис. 5.2).

Как отмечалось, основная цель управления качеством сводится к тому, чтобы добиться заданного уровня качества продукции с наименьшими затратами. Поэтому важен анализ затрат по элементам в увязке с суммарными затратами. На горизонтальной оси отложено качество продукции, выраженное в баллах или различных дефектах, оцениваемых комплексным показателем коэффициентом $D_p = \frac{n_1}{n_0}$, где n_1, n_0 – количество дефектных и

общее количество данного вида работ. Линия 1 характеризует убытки от дефектов на дороге при перевозках и затраты на контроль. При анализе суммарных затрат убытки от дефектов проявляются в снижении скорости

движения и возрастании себестоимости автомобильной составляющей C_a . Приближенно можно полагать, что эти затраты пропорциональны коэффициенту дефектности и отображаются восходящей прямой. В действительности, если количество дефектов резко возрастает, то затраты могут также значительно увеличиваться.

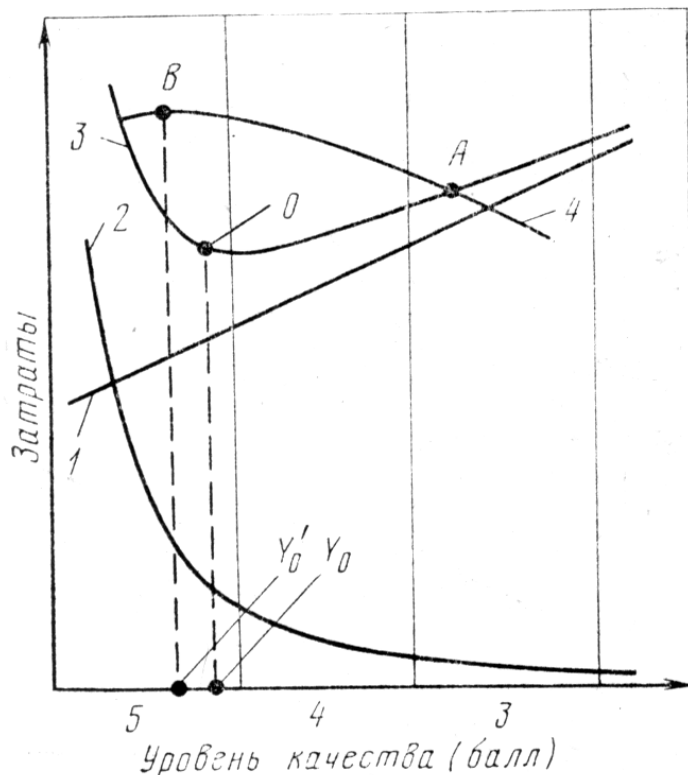


Рис. 5.2. Схема установления оптимального уровня качества эксплуатируемых дорог:

- 1 — убытки от дефектов на дороге при перевозках;
- 2 — затраты на предупреждение дефектов на дороге (или обеспечение заданного уровня качества);
- 3 — убытки от использования автотранспорта;
- 4 — прибыль от использования автотранспорта

Кривая 2 характеризует суммарные затраты C_d на предупреждение дефектов на дороге. Когда на дороге и ее сооружениях имеется много дефектов, то убытки от них достигают больших величин. Средств, отпускаемых на предупреждение дефектов, как правило, недостаточно. Чтобы устранить все дефекты, потребуются огромные суммы на ремонт и содержание дорог, организацию контроля, повышение квалификации рабочих, внедрение системы управления качеством.

Если просуммировать убытки от дефектов и затраты на предупреждение разрушений, то будем иметь суммарные затраты $C = C_a + C_d$. Точка, соответствующая C_{min} , характеризует оптимальный уровень Y_0 качества с минимальной дефектной стоимостью $\Sigma D_i = \min$. Наблюдения показали, что на преобладающей части дорог процент дефектов намного превышает тот, при котором расходы на обеспечение качества становятся минимальными, т.е. $Y_\phi < Y_0$. Таким образом, повышать еще затраты на снижение дефектов

казалось бы неэффективно. Однако дальнейший анализ позволяет уточнить это положение. На стадии эксплуатации дороги необходимо стремиться к минимальному количеству дефектов. Но из рис. 5.2 видно, что наименьшей величине затрат C_{\min} на обеспечение качества соответствует определенный процент дефектности.

Рассмотрим изменение себестоимости C в зависимости от уровня качества. Например, при капитальном ремонте планируется устройство покрытия из щебня, укрепленного дегтем толщиной 8 см. Тогда применительно к этому конструктивному элементу, с учетом величины допускаемых отклонений $\pm 10\%$ от проектной толщины, уровень качества можно представить табл. 5.1.

Таблица 5.1

Толщина покрытия, мм	Заданный уровень качества	Средний балл
80 ± 8	Очень низкий	-3
80 ± 6	Низкий	3
80 ± 4	Средний	4
80 ± 2	Высокий	5
80 ± 0	Недостижимо высокий	+5

При очень низком уровне качества (максимальные допуски, «как ни сделай — все сойдет») наблюдаются минимальные расходы (кривая 2 на рис. 5.2). При увеличении уровня качества расходы вначале увеличиваются незначительно и производство без особого труда может повысить

Однако по мере увеличения требуемого уровня качества необходимы дополнительные затраты. Наконец, при попытке выйти за пределы возможностей данного производства затраты резко возрастают.

Проанализируем далее связь уровня качества с прибылью P в народном хозяйстве от использования автомобильного транспорта (кривая 4 на рис. 5.2). При низком уровне качества транспорт может работать убыточно. По мере повышения уровня качества дорог (начиная с точки A на кривой 4) транспорт начинает обеспечивать прибыль, которая быстро нарастает в связи со снижением затрат на обеспечение качества (кривая 3). В некоторый момент прибыль P начинает снижаться (точка B на кривой 4) за счет существенного возрастания затрат на предупреждение дефектов. Кривая 4 становится более полой. Следовательно, исходя из условий наилучшего использования транспорта в народном хозяйстве уровень качества U_0 не является предельным. Его можно поднять до U'_0 , при котором обеспечивается максимальная прибыль P_{\max} в народном хозяйстве.

Из приведенного анализа следует, что оптимальный уровень качества может изменяться от U_0 до U'_0 . При назначении дифференциальных, комплексных или интегральных показателей на стадии эксплуатации их величины должны планироваться прежде всего для достижения U_0 .

Рекомендуемый метод технико-экономического обоснования уровня оптимального качества может быть применен на стадии перспективного планирования (прогнозирования) повышения качества эксплуатируемых дорог. На этой стадии обеспечение необходимого уровня достигается за счет реконструкции дороги, проведения средних и капитальных ремонтов.

При текущем и оперативном планировании необходимого уровня качества на стадии эксплуатации дорог основными принципами будут следующие: обеспечение круглогодичного, бесперебойного, безопасного и удобного движения с установленными для данного участка дороги скоростями; обеспечение планово-предупредительных мероприятий, направленных на устранение мелких повреждений дороги и сооружений и поддержание их в надлежащем состоянии.

5.2. Способы поддержания необходимого уровня качества дорог

Поддержание необходимого уровня качества дорог осуществляется в соответствии с Ведомственными строительными нормами ВСН 24-88 «Технические правила ремонта и содержания автомобильных дорог».

Для обеспечения необходимого транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог организуется дорожная служба. Конечной целью деятельности этой службы является поддержание и непрерывное повышение технического уровня и эксплуатационного состояния дорог в соответствии с ростом интенсивности движения и нагрузки на дороги. При этом должны быть обеспечены минимальные затраты трудовых, материально-технических и энергетических ресурсов на ремонт и содержание дорог и тем самым обеспечено повышение темпов роста производительности и эффективности работы автомобилей, снижение себестоимости перевозок, необходимых для перевода автомобильного транспорта на интенсивный путь развития.

5.2.1. Планирование ремонтов дорог

При планировании работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог используются два вида планов – перспективные и текущие (годовые). Ведущую роль в планировании играют перспективные планы, рассчитанные на несколько лет и определяющие направления в решении задач по ремонту и содержанию автомобильных дорог. Основной формой перспективных планов являются пятилетние планы, составляемые дорожными организациями.

Планирование пятилетних и годовых объемов ремонтных работ, ассигнований и материально-технических ресурсов на уровне низовых дорожно-

ремонтных или эксплуатационных организаций (ДРСУ, ДЭУ и др.) должно осуществляться на основе оценки фактического состояния дорог с указанием конкретных участков (адресов ремонтов), видов и объемов необходимых ремонтных работ.

В перспективных планах дорожно-ремонтных работ могут устанавливаться целевые задания областным, краевым, автономно-республиканским управлениям дорог, автомобильным дорогам и подведомственным им организациям по повышению капитальности дорожных одежд, замене деревянных мостов на капитальные искусственные сооружения, усилению и уширению мостов, по повышению безопасности и удобства движения (уширение проезжей части, устройство дополнительных полос, укрепление обочин, устройство шероховатой поверхностной обработки, установка ограждений и другого инженерного оборудования).

Перспективные планы реализуются путем составления и выполнения текущих (годовых, квартальных и месячных) планов, являющихся этапами в решении задач, намеченных перспективным планом в пределах ассигнований, выделяемых на данный год.

Основным документом текущего планирования, в котором находит отражение план производственной и финансовой деятельности дорожной службы на планируемый год, является ремстройфинплан.

На основе ремстройфинплана разрабатывают квартальные, месячные, декадные, суточные планы. При оперативном планировании плановые показатели доводятся до всех звеньев низовой дорожно-эксплуатационной службы.

При годовом планировании для рационального использования выделяемых ресурсов конкретные объемы ремонтов дорог устанавливаются на основе технико-экономического анализа.

5.2.2. Планирование работ по содержанию дорог

Содержание автомобильных дорог осуществляют на основе текущего и оперативно-производственного планирования.

Текущие планы составляют на год и квартал. В них содержатся следующие основные показатели: задание по качеству содержания дорог и дорожных сооружений; план затрат на год с поквартальной разбивкой; годовой план по труду с поквартальной разбивкой.

Задания по качеству содержания дорог и дорожных сооружений планируют в соответствии с действующими нормативными документами.

Объем работ на год, квартал, месяц по участку и автомобильной дороге в целом определяется с учетом привязки к календарному графику производства того или иного вида работ.

График производства работ по содержанию дорог составляют на основе календарных сроков проведения технологических операций. В графике

учитывается влияние погодных условий на выполнение всех видов работ и по нему определяется продолжительность тех или иных работ за год (в часах) в зависимости от месячного рабочего времени.

Основой для составления месячных планов являются годовые планы, данные обследования участков обслуживаемых дорог, замечания и предложения служб контроля качества, плановые нормативы затрат труда и других ресурсов.

5.2.3. Организация дорожной службы

Рассмотрим основные задачи, структуру и функции подразделений дорожной службы.

В соответствии с конечной целью деятельности дорожной службы на ее подразделения возлагаются следующие обязанности: технический учет и паспортизация автомобильных дорог и дорожных сооружений, учет движения, создание и развитие автоматизированного банка данных о состоянии дорог и мостов; разработка и осуществление перспективных и годовых планов по повышению технического уровня и эксплуатационного состояния дорог и дорожных сооружений, безопасности движения транспорта и пешеходов; организация работ по содержанию и ремонту, архитектурному оформлению и благоустройству дорог; содержание в постоянной исправности и обеспечение эффективного использования фондов, предназначенных для эксплуатации автомобильных дорог; принятие необходимых мер по предотвращению перерывов и ограничений движения, сезонных деформаций и разрушений дорог и искусственных сооружений, по ликвидации последствий стихийных бедствий, своевременное информирование участников движения и заинтересованных организаций об условиях движения на дорогах; обеспечение совместно с органами Министерства внутренних дел РФ и исполнительными региональными органами охраны дорог и дорожных сооружений, контроль за соблюдением Правил пользования и охраны автомобильных дорог и дорожных сооружений.

Руководство дорожной службой РФ осуществляет Министерство транспорта.

Низовыми производственно-хозяйственными единицами дорожной службы на дорогах общего пользования являются: дорожные ремонтно-строительные участки и управления (ДРСУ), дорожно-эксплуатационные участки (ДЭУ), управления автомобильных дорог (УАД), эксплуатационные линейные управления автомобильных дорог (ЭЛУАД), ремонтно-строительные управления (РСУ), производственные дорожные участки (ПДУ и райавтодоры), дорожно-эксплуатационные строительные участки (ДЭСУ), районные дорожные эксплуатационные строительные участки (РДЭСУ), дорожные участки (ДУ).

В ряде случаев ремонт автомобильных дорог может выполняться подрядными дорожно-строительными организациями.

За дорожными организациями закрепляются автомобильные дороги по линейному или территориальному принципу. Протяженность участков дорог, обслуживаемых дорожными организациями, устанавливается в зависимости от категории дороги, климатических особенностей и типов покрытий, начертания сети автомобильных дорог и т.п. Разграничивать перевальные участки горных дорог, большие мосты и речные переправы между смежными дорожными организациями не рекомендуется.

5.2.4. Организация работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог

Существуют следующие формы организации работ по ремонту и содержанию дорог: прорабские и мастерские участки, построенные по принципам территориальности, комплексности и специализации. В состав прорабских и мастерских участков входят бригады, звенья, которые могут быть комплексными и специализированными.

Комплексные бригады (звенья) организуют, как правило, для выполнения несложных малообъемных работ по содержанию и ремонту всех конструктивных элементов дороги. Специализированные бригады (звенья) создают для содержания и ремонта отдельного конструктивного элемента или выполнения отдельных объемных видов работ.

Для проведения крупных и сложных ремонтов с выполнением комплекса работ по земляному полотну, искусственным сооружениям, обстановке пути разрабатывают проект организации работ (ПОР).

5.2.5. Дорожно-патрульная служба

Дорожно-патрульная служба (ДПС) создается в виде звена (звеньев) в составе дорожной организации. Она служит для регулярного патрулирования дорог с целью принятия оперативных мер по предупреждению возможных причин возникновения перерывов и ограничений движения, дорожно-транспортных происшествий.

5.2.6. Служба ремонта и содержания искусственных сооружений

Структура службы ремонта и содержания искусственных сооружений (мостов, тоннелей, паромных переправ) формируется в составе дорожных организаций как специализированное подразделение с учетом количества, протяженности, состава и технического состояния искусственных сооружений.

Служба ремонта и содержания искусственных сооружений может состоять из специализированных организаций, прорабств, мастерских участ-

ков, бригад по ремонту, специализированных бригад или звеньев по содержанию искусственных сооружений.

Специализированные бригады (звенья) по ремонту и содержанию искусственных сооружений создаются как постоянные формирования, а характер и объем выполняемых ими работ определяется составом и протяженностью искусственных сооружений, их техническим состоянием и природно-климатическими факторами.

5.2.7. Обеспечение безопасности движения

5.2.7.1. Общие положения

При проведении работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог дорожно-эксплуатационные организации должны осуществлять мероприятия, направленные на обеспечение безопасности и улучшение организации движения.

Мероприятия по обеспечению безопасности движения должны осуществляться в первую очередь на наиболее аварийных и опасных участках дорог.

К основным мероприятиям по обеспечению безопасности движения и улучшению его организации относятся: поддержание требуемой ровности покрытия, устранение дефектов покрытий в виде выбоин, ям, трещин и других деформаций; поддержание требуемой шероховатости покрытия, обеспечивающей необходимый коэффициент сцепления колеса автомобилей с покрытием; поддержание поверхности дороги в чистом состоянии путем своевременного удаления с нее пыли, грязи, песка и предотвращения возможности выезда на дорогу транспортных средств в не предусмотренных для этой цели местах; предупреждение образования и ликвидация зимней скользкости; укрепление обочин, недопущение обнажения кромки покрытия, обеспечение отвода воды с обочин, предотвращение образования на обочинах размывов, ям, колеи и других неровностей; обеспечение видимости на всем протяжении дороги, в том числе в местах прохождения дорог в выемках, на перекрестках, на железнодорожных переездах, путем удаления с полосы отвода древесно-кустарниковой растительности, снежных валов, недопущение размещения на ней будок, киосков, заборов, не относящихся к элементам благоустройства дороги, а также удаление ранее установленных; улучшение в процессе проведения ремонтных работ характеристик геометрических элементов дорог путем увеличения радиусов кривых в плане, устройства виражей и переходных кривых, уширения узких мостов; осуществление канализирования движения путем устройства островков безопасности на пересечениях дорог, устройство дополнительных полос на подъемах и спусках, переходно-скоростных полос в зонах пересечений и автобусных остановок, строительство тротуаров и велосипедных дорожек в зонах населенных пунктов, пешеходных переходов, ско-

топрогонов, устройство стоянок, площадок отдыха; улучшение организации движения и повышение его безопасности путем установки дорожных знаков, ограждений, светофоров и нанесения разметки, устройства трясущих полос, аварийных съездов и применение других технических средств и методов, включая автоматизированные системы управления движением и системы дистанционного управления знаками; устройство и оборудование пересечений и примыканий в одном и разных уровнях.

Для решения перечисленных выше задач в дорожно-эксплуатационных организациях могут создаваться службы обеспечения безопасности движения.

5.2.7.2. Учет и анализ дорожно-транспортных происшествий

В дорожных организациях подлежат учету все дорожно-транспортные происшествия (ДТП), возникшие на обслуживаемых участках дорог. К ним относятся ДТП с пострадавшими, а также без пострадавших с материальным ущербом.

Не подлежат учету:

- ✓ происшествия с тракторами, другими самоходными машинами и механизмами во время выполнения ими основных производственных операций, для которых они предназначены. Под данное исключение не попадают случаи, когда на этих машинах и механизмах выполнялись транспортные работы;

- ✓ происшествия, возникшие в результате умышленных действий, направленных на лишение жизни или причинение вреда здоровью людей или имуществу;

- ✓ происшествия, явившиеся следствием попытки пострадавшего покончить жизнь самоубийством;

- ✓ происшествия, возникшие в результате стихийных бедствий, если водитель не имел возможности предотвратить данное происшествие;

- ✓ происшествия, возникшие в результате нарушения техники безопасности и правил эксплуатации транспортных средств при отсутствии водителя за рулем;

- ✓ пожары на движущихся транспортных средствах, не связанные с их технической неисправностью.

Дорожно-транспортные происшествия подразделяются по видам: столкновение, опрокидывание, наезд на стоящее транспортное средство, наезд на препятствие, наезд на пешехода, наезд на велосипедиста, наезд на гужевой транспорт, наезд на животных, прочие происшествия.

К дорожно-транспортным происшествиям с тяжкими последствиями относятся: происшествия на автомобильных дорогах, в том числе и с закрепленными за дорожными организациями и предприятиями транспортными средствами и самоходными механизмами, повлекшие гибель 3 или 5

и более пострадавших; происшествия с рейсовыми автобусами независимо от числа погибших, а также при ранении 5 и более человек.

Сведения о ДТП, возникших на участках дорог, обслуживаемых данной дорожно-эксплуатационной организацией, регистрируются в журнале учета ДТП.

Особое внимание в дорожных организациях должно уделяться учету ДТП, при которых, согласно материалам по ДТП в органах внутренних дел, были зарегистрированы неудовлетворительные дорожные условия, способствовавшие совершению происшествий. Согласно официальной классификации, к этим условиям относятся: скользкое и неровное покрытие; неудовлетворительное состояние обочины; несоответствие габарита моста ширине проезжей части; несоответствие железнодорожного переезда предъявляемым требованиям; расположение деревьев и опор светильников на расстоянии менее 6 м от края проезжей части; отсутствие тротуаров и пешеходных дорожек в населенном пункте; отсутствие ограждений на опасных участках дорог; недостаточное освещение проезжей части; отсутствие ограждений и сигнализации в местах производства дорожных работ; отсутствие дорожных знаков или неправильное их применение; неисправность светофора или плохая его видимость; отсутствие горизонтальной разметки проезжей части или плохая ее видимость; иные неудовлетворительные условия.

Анализ ДТП выполняется в целях повышения эффективности деятельности дорожных организаций по обеспечению безопасности движения и заключается в комплексном изучении и обобщении данных учета ДТП, установлении влияния отдельных факторов дорожных условий на аварийность и на динамику ее изменения. На основе анализа ДТП разрабатываются планы проведения мероприятий по повышению безопасности движения, назначается очередность и оценивается эффективность их реализации.

В ходе тщательного изучения каждого ДТП, связанного с неудовлетворительными дорожными условиями, необходимо установить конкретные недостатки в содержании и инженерном обустройстве автомобильных дорог, способствовавшие их возникновению.

Результатом анализа должны являться меры по профилактике ДТП, связанных с неудовлетворительными дорожными условиями, а также решения, повышающие уровень организации работ по содержанию дорог.

5.2.7.3. Дорожные знаки

Дорожными знаками считают технические средства обеспечения безопасности движения транспортных средств и пешеходов, предназначенные для информирования пользователей дорог об условиях и режимах движения, ориентирования их в пути следования и соответствующие требованиям ГОСТ 10807-78 «Знаки дорожные».

Установка и размещение на дорогах знаков должны соответствовать требованиям ГОСТ 23457-79 «Технические средства организации дорожного движения. Правила применения», а также «Указаний по применению дорожных знаков».

5.2.7.4. Разметка автомобильных дорог

Разметкой следует считать линии, надписи и другие обозначения на проезжей части, элементах дорожных сооружений и обстановке дорог, устанавливающие порядок дорожного движения, показывающие габариты дорожных сооружений или указывающие направление дороги, выполненные в соответствии с ГОСТ 13508-74 «Разметка дорожная».

Разметка делится на две группы: горизонтальную и вертикальную.

Горизонтальная разметка наносится на проезжую часть дорог с усовершенствованным покрытием шириной не менее 6 м при интенсивности движения 1000 и более транспортных единиц в сутки.

В вертикальную разметку входят линии и обозначения, наносимые на элементах опор мостов, путепроводов, торцовых поверхностях порталов тоннелей, на парапетных ограждениях, бордюрах, сигнальных столбиках и других дорожных сооружениях в местах возможного наезда на них транспортных средств.

При разметке автомобильных дорог следует учитывать особенности ее применения на характерных участках.

5.2.7.5. Ограждения и направляющие устройства

Ограждения на дорогах устанавливают в случаях, когда другие технические решения по обеспечению безопасного движения (уполаживание откосов насыпей, уменьшение высоты насыпей, удаление на достаточное расстояние от кромки проезжей части массивных препятствий) невозможно осуществить по условиям рельефа, ситуации, экономическим и конструктивным соображениям.

Дорожные ограждения подразделяются на две группы. Ограждения первой группы (барьерные, парапетные, комбинированные конструкции) предназначены для предотвращения случайных съездов транспортных средств на опасных участках дороги с земляного полотна, мостов, путепроводов, эстакад, столкновений с встречными транспортными средствами при переезде разделительной полосы, наездов на массивные предметы и сооружения, расположенные в полосе отвода дороги (стойки информационно-указательных знаков, опоры освещения, опоры путепроводов и т.п.).

Ограждения второй группы (сетки, конструкции перильного типа и т.п.) предназначены для упорядочения движения пешеходов и предотвращения выхода на проезжую часть дороги скота и диких животных.

При установке дорожных ограждений учитывается расчетная интенсивность движения на пятилетнюю перспективу.

Очистку и окраску ограждений выполняют по мере необходимости, но не реже 2 раз в год. Мелкие дефекты выявляют и сразу устраняют при осмотре ограждений, поврежденные элементы ограждений следует восстанавливать не позднее чем через 24 ч после их обнаружения.

5.2.7.6. Освещение автомобильных дорог

На автомобильных дорогах следует освещать участки дорог в пределах населенных пунктов, а при возможности использования существующих электрических распределительных сетей также на больших мостах, автобусных остановках, пересечениях дорог I и II категорий между собой и с железными дорогами, на всех подходах к ним на расстоянии не менее 250 м и на подъездных дорогах к промышленным предприятиям или их участкам при соответствующем технико-экономическом обосновании.

Монтаж, содержание и ремонт осветительных установок осуществляют специализированные службы эксплуатации районных электросетевых предприятий.

Дорожная служба должна выступать инициатором освещения опасных участков дорог и может принять долевое участие в финансировании или проведении отдельных видов строительно-монтажных и эксплуатационных работ.

Опоры освещения, как правило, следует располагать за бровкой земляного полотна. В местах установки опор освещения обочину следует уширять в виде бермы так, чтобы расстояние между опорами и ограждениями, устанавливаемыми вдоль бровки земляного полотна, было не менее 1,2 м.

Допускается располагать опоры освещения на разделительной полосе при ее ширине менее 5 м. В этом случае их необходимо защищать от наезда автомобилей ограждениями, которые устанавливают на разделительной полосе на расстоянии не менее 1 м от кромки проезжей части.

5.2.8. Обеспечение безопасности движения при выполнении ремонтных работ

При проведении ремонтных работ организация, проводящая работы, должна принять необходимые меры по обеспечению в таких местах безопасности движения. С этой целью на участке проведения работ до их начала устанавливают временные дорожные знаки, сигналы и светофоры, ограждающие и направляющие устройства, делают временную разметку проезжей части, а в необходимых случаях устраивают объезд ремонтируемого участка.

Ограждение места работ производят с помощью ограждающих щитов, штакетных барьеров, стоек, вешек, конусов, шнуров с цветными флажками, сигнальных огней.

5.2.9. Организация перевозки тяжеловесных и крупногабаритных грузов по автомобильным дорогам и искусственным сооружениям

Транспортное средство (с грузом или без груза) считается крупногабаритным, если его размеры превышают хотя бы один из следующих показателей: по высоте 3,8 м от поверхности дороги; по ширине 2,5 м; по длине 20 м для автопоезда с одним прицепом (полуприцепом), 24 м для автопоезда с двумя и более прицепами, а также если груз выступает за заднюю грань габарита транспортного средства более 2 м.

Транспортное средство (с грузом или без груза) считается тяжеловесным, если его весовые параметры превышают хотя бы один из следующих показателей: по осевому весу (нагрузка на дорогу, передаваемая колесами одиночной, наиболее нагруженной оси) – значения, приведенные в табл.4.7; по общей фактической массе 52 т для группы А и 34 т для группы Б; по общей фактической массе 30 т при движении по мостам, эстакадам, путепроводам.

Перевозка крупногабаритных и тяжеловесных грузов допускается только по специальному разрешению, выдаваемому ГИБДД при наличии соответствующих согласований маршрута движения.

5.2.10. Организация учета движения

Учет интенсивности движения и состава транспортных средств на автомобильных дорогах проводится с целью определения работоспособности дороги, степени ее загрузки движением, воздействия пропускных нагрузок на дорогу и дорожные сооружения в различные периоды года, а также учета этого воздействия при планировании ремонтных и строительных работ, развития дорожной сети.

Учет интенсивности и состава движения на автомобильных дорогах проводится в соответствии с действующей Инструкцией по учету движения транспортных средств на автомобильных дорогах.

На учетных пунктах можно использовать как стационарные, так и переносные автоматические счетчики движения.

Сбор информации о параметрах движения может осуществляться визуально с почасовым разделением транспортных средств по видам или с помощью автоматических счетчиков. При использовании автоматических счетчиков, не обеспечивающих разделения транспортных средств на требуемое количество видов, необходимо проводить дополнительный визуальный учет.

Учет необходимо проводить в обоих направлениях движения суммарно.

5.2.11. Содержание дорог в весенний, летний и осенний периоды

5.2.11.1. Общие положения

Содержание дорог включает комплекс инженерно-технических мероприятий по систематическому уходу за дорогой, дорожными сооружениями и полосой отвода в целях поддержания их в надлежащем порядке в течение всего года и исправления незначительных деформаций и повреждений всех конструктивных элементов. Выполнение работ по содержанию в полном объеме и с высоким качеством замедляет процесс ухудшения транспортно-эксплуатационных показателей дороги.

5.2.11.2. Содержание земляного полотна и водоотвода

Работы по содержанию земляного полотна направлены на сохранение его геометрической формы, постоянное поддержание в рабочем состоянии различных водоприемных, водоотводных и водопропускных устройств, что способствует обеспечению требуемой прочности и устойчивости земляного полотна, обочин и откосов. Особое внимание дорожно-эксплуатационная служба должна уделять участкам с неблагоприятными грунтовыми и гидрологическими условиями, местам появления и развития пучин, участкам дорог на болотах и в зонах искусственного орошения.

Задачи содержания:

- в весенний период максимально снижать переувлажнение грунтов земляного полотна талыми и грунтовыми водами;
- в летний период выполнять работы по уходу за конструктивными элементами земляного полотна (обочины, откосы, водоотвод и др.), устранению мелких деформаций и разрушений;
- в осенний период предупреждать переувлажнение земляного полотна.

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

На пучинистых участках в весенний период следует особенно тщательно выполнять работы по обеспечению быстрого отвода талых вод. Дорожно-эксплуатационная служба не должна допускать их застой у устьев водопропускных сооружений, на проезжей части, обочинах, водоотводных канавках (кюветах), своевременно удаляя затрудняющие сток мелкие препятствия и разрушения. Дополнительно на неукрепленных или укрепленных несвязными материалами обочинах устраивают поперечные дренаж-

ные прорези шириной 0,25–0,5 м, обеспечивающие быстрый отвод воды при оттаивании промерзшего грунта под дорожной одеждой и на обочинах. Прорези выполняют на глубину дорожной одежды в шахматном порядке с расстоянием между ними не более 4 м, придавая дну прорези уклон не менее 40 ‰. На уклонах прорези выполняют в сторону низовых вертикальных отметок под углом к оси дороги 10 – 20°. Для выполнения работ следует использовать специальные машины, экскаваторы типа «Беларусь» и другие средства механизации. Участки, на которых устраивают прорези, для обеспечения безопасности движения ограждают соответствующими дорожными знаками. После просыхания грунта прорези засыпают материалом, использованным при укреплении обочин, или дренирующим грунтом при неукрепленных обочинах и уплотняют до требуемых норм. После выполнения всех работ снимают дорожные знаки.

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

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

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

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

5.2.11.3. Содержание дорожных одежд переходного типа и грунтовых дорог

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

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

Профилирование проводят с целью улучшения ровности покрытия (после дождей, в весенний и осенний периоды) и равномерного распределения минерального материала или грунта по поверхности дорожной одежды.

Первое профилирование проводят ранней весной (после таяния снега), в результате чего улучшается поверхностный водоотвод, ускоряется просыхание покрытия, ликвидируются колеи глубиной до 2 – 4 см и выравнивается поперечный профиль.

Второе профилирование делают в конце весеннего (влажного) периода для ликвидации вновь образовавшихся деформаций и окончательного выравнивания покрытия.

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

Осенью профилирование производят с таким расчетом, чтобы покрытие при эксплуатации зимой было ровное, без колеи и поперечных волн.

Профилирование выполняют автогрейдерами или грейдерами.

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

В весенний период производят очистку проезжей части от грязи и снежной или ледяной корки по мере ее таяния.

В период сильного увлажнения дороги (при необходимости) закрывают. Движение следует открывать после просыхания проезжей части и выравнивания ее поверхности. В тех случаях, когда полностью закрыть движение не представляется возможным (уборка урожая, вывоз удобрений и т.п.), организуется патрульное содержание дороги специализированными звеньями или бригадами.

5.2.11.4. Обеспыливание дорожных покрытий

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

Наиболее эффективным способом борьбы с пылью на дорожных покрытиях (гравийных, щебеночных, грунтовых, улучшенных и др.) является обработка их обеспыливающими материалами, обеспечивающая уменьшение износа, сохранение первоначальной ровности, снижение загрязнения атмосферы, улучшение условий движения автомобилей и санитарно-гигиенического состояния прилегающих к дорогам населенных пунктов. В качестве обеспыливающих материалов применяются кальций хлористый, техническая поваренная соль в виде раствора, техническая соль сильвинитовых отвалов твердая и жидкая, вода морская лиманная соленых озер, органические лигносульфонаты технические, лигнодор, сульфатный щелок, битумные эмульсии, сырые нефти и др. минеральные вещества.

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

5.2.11.5. Содержание усовершенствованных покрытий

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

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

На ослабленных участках, особенно на дорогах с облегченными типами покрытий (переувлажнение земляного полотна, пучины), выполняются мероприятия по увеличению несущей способности дорожной конструкции путем укладки щитов, хвороста, досок, дренирующего грунта с последующей их уборкой после восстановления прочности дорожной конструкции.

При невозможности их выполнения или недостаточной эффективности ограничивают движение автомобилей большой грузоподъемности, снижают скорость или полностью закрывают проезд, переводя его на специально подготовленные объезды. При организации этих мероприятий следует руководствоваться специальными документами на ограничение или закрытие движения по дорогам.

В летний период дорожная служба систематически выполняет работу по очистке проезжей части дороги от пыли и грязи, особенно при неблагоприятных погодных условиях.

При появлении на отдельных участках покрытия избытка вяжущего их следует присыпать высевками или крупнозернистым песком.

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

Ремонт покрытий с применением горячих и холодных асфальтобетонных смесей производят в сухое и теплое время года при температуре воздуха не ниже 5°С.

Теплые асфальтобетонные смеси, литой асфальт, а также влажные органоминеральные смеси допускается применять и при пониженных температурах воздуха до –10°С.

Наплывы, волны и сдвиги, образовавшиеся на покрытии, устраняют фрезой или срезкой ножом автогрейдера (после их предварительного разогрева) с последующей поверхностной обработкой.

Трещины на покрытиях заделывают в сухую и теплую погоду при температуре воздуха не ниже 5°С, когда они наиболее раскрыты.

При содержании цементобетонных дорожных покрытий в летнее время рекомендуется проводить профилактические работы по их предохранению от поверхностных разрушений.

Надежным средством защиты бетонных покрытий от воздействия атмосферной влаги и растворов противогололедных реагентов является их гидрофобизация – придание поверхности пор, капилляров и трещин способности не смачиваться водой. Поскольку при этом повышается сцепление колес автомобилей, в том числе и с влажным покрытием, и в несколько раз снижается адгезия льда, данное мероприятие направлено также на повышение безопасности движения и борьбу с зимней скользкостью.

Для гидрофобизации используются растворы на органических растворителях, водные растворы и эмульсии кремнийорганических соединений.

Для нанесения на дорожные покрытия водных растворов и эмульсий кремнийорганических соединений могут быть использованы поливочно-моечные машины, оснащенные распределительным устройством с обеспечением равномерного розлива гидрофобизаторов с заданным расходом.

Работы по поверхностной гидрофобизации проводят в сухую погоду при температуре воздуха не ниже 5°C.

В процессе содержания цементобетонных покрытий на них устраняют отдельные повреждения, раковины, заделывают швы и трещины, устраняют местные просадки и вспучивания отдельных плит.

Раковины, выбоины, отдельные очаги поверхностного разрушения заделывают цементо- и полимербетонными смесями, торкретбетоном, а также смесями на жидком промышленном стекле. В исключительных случаях допускается применение асфальтобетонных смесей. Рекомендуется использовать и другие методы ремонта, например, метод пропитки минеральных материалов (щебня, гравия, песка), предварительно нагретых до 120–140°C, расплавленной пластифицированной технической серой или заполнение выбоин горячей литой смесью подобранного состава из серы, пластификатора и минерального материала.

Заделку повреждений с помощью цементо- или асфальтобетонных (в том числе литых) смесей, а также смесей на жидком стекле выполняют в теплое время года при температуре воздуха не ниже 5°C. Полимербетонные смеси применяют при температуре воздуха не ниже 15°C.

В местах выпучивания плит (что часто встречается в условиях V дорожно-климатической зоны) необходимо вырубить цементобетонное покрытие на ширину 0,5–1 м и на месте вырубки уложить асфальтобетонное покрытие на всю толщину плиты.

Содержание покрытий в осенний период состоит из очистки их от грязи, пыли, листьев и посторонних предметов, которые могут затруднить содержание дороги в последующий зимний период. В это время особое внимание следует уделять содержанию обочин, так как их плохое состояние может привести к повышенному увлажнению земляного полотна и созданию условий образования в последующем пучин, загрязнению проезжей части и интенсивному разрушению кромок дорожной одежды.

5.2.11.6. Борьба с песчаными заносами

На песчаных массивах, примыкающих к дороге, во всех случаях выделяют охраняемую полосу. Ширину охраняемой полосы принимают от 50 до 500 м в каждую сторону от оси дороги в зависимости от местных условий (рельефа песков, степени их подвижности, характера хозяйственного использования территории, расположения населенных пунктов и т.п.) и по согласованию с соответствующими местными органами. Внешняя граница охраняемой полосы обозначается наиболее заметными элементами рельефа или соответствующими знаками.

В пределах охраняемой полосы после окончания строительства дороги запрещаются: земляные работы всех видов; движение транспортных средств и прогон скота вне отведенных для этого и обозначенных на мест-

ности путей; работы, связанные с уничтожением или повреждением растительности (заготовка топлива, хвороста, семян посадочного материала, выпас скота и т.п.).

В подвижных песках, рельеф которых сложен одиночными групповыми барханами, помимо устройства уположенных откосов земляного полотна рекомендуется: создавать с наветренной или с обеих сторон земляного полотна в зависимости от характера движения форм рельефа спланированные придорожные полосы, разравнивая на них подвижные формы рельефа; закреплять за пределами спланированных полос подвижные формы рельефа, чтобы предотвратить их перемещение на эти полосы и приближение к дороге.

Ширину спланированной полосы принимают от 20 до 50 м и более в зависимости от местных условий (размера форм рельефа, характера их движения и т.п.).

Ширину участков, на которых закрепляют подвижные формы рельефа (за пределами спланированных полос), в зависимости от характера рельефа песков, степени их подвижности, условий произрастания растений устанавливают от 25 до 150 м и более.

При основном методе закрепления песков растительностью в качестве вспомогательных средств, приостанавливающих движение песков на период прорастания семян и укрепления корневой системы растений, служат механическая защита, розлив вяжущих материалов или другие способы фиксации поверхности песков.

Растительностью закрепляют барханные и слабозаросшие пески: по обе стороны дороги, если ось ее совпадает с направлением движения песков или составляет с ним угол меньше 30° , с наветренной стороны дороги, если пески имеют явно выраженное поступательное движение, направленное под углом больше 30° к оси пороги, и заносы с противоположной стороны не происходят.

Основным способом закрепления подвижных песков является «сплошное облесение».

Сплошное облесение применяют в местах, где условия произрастания растений (влажность песков) позволяют создать достаточно густые насаждения, необходимые для полной остановки движения песков.

Для предохранения посадок и посевов от выдувания применяют механическую устилично-рядовую укладку камыша или травы.

5.2.12. Зимнее содержание автомобильных дорог

5.2.12.1. Общие положения

Зимнее содержание представляет собой комплекс работ, включающий: защиту дорог от снежных заносов; очистку дорог от снега; борьбу с зимней скользкостью; защиту дорог от лавин; борьбу с наледями. Эти работы на-

правлены на обеспечение бесперебойного и безопасного движения автомобилей.

Вся система мероприятий по зимнему содержанию дорог должна быть построена таким образом, чтобы обеспечить наилучшие условия для движения автомобилей, максимально облегчить и удешевить зимнее содержание. Чтобы обеспечить выполнение этих задач при зимнем содержании, проводят:

- ✓ профилактические меры, цель которых не допустить или максимально ослабить образование снежных и ледяных отложений на дороге; к числу таких мер относится профилактическая обработка покрытий химическими противогололедными материалами;

- ✓ защитные меры, с помощью которых преграждают доступ к дороге снега и препятствуют образованию льда; к ним относится применение защит от метелевого переноса (включая работы по снегозащитному озеленению), снежных лавин и наледей;

- ✓ меры по удалению снежных и ледяных отложений на дороге и уменьшению их воздействия на автомобильное движение (обработка снега и обледеневшей поверхности дороги материалами, повышающими коэффициент сцепления шин с дорогой).

Защита дорог от снежных заносов осуществляется с помощью снегозащитных средств, размещенных на прилегающих к дороге землях. Снегозащитные средства могут размещаться постоянно или временно (на период зимней эксплуатации).

Для защиты дорог от снежных заносов могут применяться средства снегозащиты:

I – снегозадерживающего действия;

II – снегопередувающего (снеговыдувающего) действия.

К средствам снегозащиты снегозадерживающего действия относятся: снегозащитные лесные полосы; снегозадерживающие заборы; аккумуляционные полки в выемках; переносные щиты; сетки из полимерных материалов; снегозащитные устройства из снега, ограждения из местных материалов.

Снегозащитные насаждения – наиболее надежные и экономичные средства снегозащиты.

Если насаждения еще не вступили в работу или их применение невозможно по почвенно-климатическим или другим условиям, необходимо пользоваться искусственными снегозащитными устройствами.

В районах с интенсивными метелями для уменьшения приноса снега к лавиноопасному склону, на котором располагаются снегоудерживающие устройства и кольктафели, на обратном (наветренном) склоне устанавливают, кроме того, решетчатые снегозадерживающие заборы.

Для изменения движения лавин или их остановки применяют противолавинные защитные дамбы и лавинорезы.

Снегоочистка должна быть организована таким образом, чтобы в максимальной степени обеспечивать бесперебойный и безопасный проезд транспортных средств, свести к минимуму объем снегоуборочных работ и не создавать на полотне дороги препятствий, которые могут вызвать снежные заносы.

Нельзя допускать накопление снежных отложений большого объема и оставлять по краям дороги снежные валы. Их необходимо полностью разбрасывать или разравнивать за бровкой земляного полотна. Снегу, убранному за бровку (в надкюветное пространство), придают уклон не менее 1:8.

Для предупреждения образования снежного наката необходимо проводить в период снегопада обработку дорожного покрытия химическими материалами или их смесью с песком.

На всех дорогах, где поддерживается регулярный режим зимнего содержания, основой снегоочистительных мероприятий должно быть патрулирование. Патрулирование должно проводиться периодическими проходами автомобильных плужных снегоочистителей по закрепленному участку в течение всей метели или снегопада.

Очистку можно производить отрядом плужных автомобильных снегоочистителей или одиночными машинами со скоростью до 35–40 км/ч в зависимости от интенсивности снегопада или метели.

5.2.12.2. Меры по предотвращению зимней скользкости

Меры по предотвращению зимней скользкости направлены на предупреждение формирования гололеда и снежно-ледяных отложений на дороге и на их ликвидацию, если они уже образовались на дороге. В связи с этим служба зимнего содержания дорог должна проводить следующие мероприятия: профилактическую обработку покрытий, если появляется вероятность снежно-ледяных отложений, химическими веществами, чтобы предотвратить образование скользкого снежно-ледяного слоя или ослабить его сцепление с покрытием; плавление с помощью твердых и жидких химических материалов ледяного или снежно-ледяного слоя, если он уже образовался; россыпь по обледеневшему покрытию материалов, повышающих коэффициент сцепления колеса с дорогой (фрикционных материалов).

Основной способ предотвращения зимней скользкости и борьбы с ней – применение химических материалов. Фрикционный способ борьбы с зимней скользкостью должен использоваться лишь в тех случаях, когда применение химического способа по каким-либо причинам невозможно.

Работы по предотвращению и ликвидации зимней скользкости на автомобильных дорогах выполняют в соответствии с требованиями Инструкции по борьбе с зимней скользкостью на автомобильных дорогах.

Борьбу с зимней скользкостью необходимо проводить в первую очередь на участках, где больше всего возможно возникновение аварийных

ситуаций: на подъемах и спусках с большими уклонами, в пределах населенных пунктов, на кривых малого радиуса, участках с плохой видимостью, в пределах автобусных остановок, на пересечениях в одном уровне, на искусственных сооружениях, подходах к ним и других местах, где может потребоваться экстренное торможение.

Борьбу с зимней скользкостью в горной местности следует начинать с участков дорог с крутыми затяжными подъемами. Особое внимание должно быть уделено участкам внешних кривых в плане, расположенных с наветренной стороны хребта при северной экспозиции склонов, а также участкам примыканий и пересечений горных дорог и искусственных сооружений на них (мостов, противолавинных галерей, подпорных стен и т.п.).

При химическом способе борьбы с зимней скользкостью применяют твердые и жидкие хлориды. Наиболее эффективно в большинстве случаев применение хлоридов без смешения их с фрикционными материалами и местных жидких хлоридов в виде рассолов с высокой концентрацией солей. Для борьбы с зимней скользкостью используют следующие твердые хлориды: хлористый натрий в виде поваренной соли солепромыслов; соли сильвинитовых отвалов и зубера, являющихся отходом калийных комбинатов; хлористый кальций в виде чешуированного продукта содовых заводов; смесь хлористо-натриевой соли или соли сильвинитовых отвалов с хлористым кальцием чешуированным.

При фрикционном способе борьбы с зимней скользкостью в качестве противогололедного материала применяют пескосоляную смесь. Ее готовят на пескобазах дорожно-эксплуатационных организаций путем смешения фрикционных материалов с кристаллической солью в процентном отношении от 90:10 до 80:20 (по массе соответственно).

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

Для предупреждения водителей о скользкости на дороге необходимо: установить световое табло «Осторожно! Гололед» у постов ГИБДД, зданий дорожной службы, автотранспортных организаций, находящихся рядом с дорогой, на выездах из города и других населенных пунктов; организовать передачу информации по местному радио и телевидению о скользких участках на дорогах; вести оперативную передачу автохозяевам (в первую очередь пассажирским) телефонограмм с сообщениями о зимней скользкости на основных участках дорог; установить знаки «Скользкая дорога» по согласованию с соответствующими органами ГИБДД.

5.2.12.3. Борьба с наледями

Наледи на автомобильных дорогах могут образоваться в виде натечного массива льда (ледяного поля) или в виде наледного (ледяного) бугра. Среди притрассовых наледей (в полосе отвода дороги) различают речные наледы, возникающие на участках перехода через водотоки в долинах и логах, и косогорные, возникающие на склонах (чаще всего при подрезке их выемкой или полувыемкой). Речные наледы имеют преимущественно поверхностное питание, косогорные питаются в основном водами подземных водоносных трактов.

Для борьбы с наледями применяют различные инженерные мероприятия, которые выбирают с учетом характера и причин образования наледи, рельефа и грунтово-геологических особенностей места их образования, интенсивности движения на дороге и других факторов.

Снежные валы и переносные щиты для ограждения земляного полотна и входного отверстия водопропускных круглых труб применяют на участках с наледями, прекращающими свою деятельность в первой половине зимы, при уклоне местности в сторону трассы менее 50‰ в районах с незначительным снежным покровом и небольшим количеством осадков, особенно осенних. Снежные валы возводят механизированным способом с верховой стороны дороги, сдвигая снег с полосы шириной 5 – 15 м и одновременно образуя мерзлотный пояс.

Переносными щитами плотно закрывают на зиму отверстия круглых железобетонных водопропускных труб.

В районах с большим количеством осадков, особенно осенних, и значительным снежным покровом на косогорных участках дороги устраивают отвод воды, создающей наледь, по утепленным водоотводным канавам за пределы дорожной полосы (и вдоль нее) в понижение рельефа.

Для предупреждения образования наледей в долинах водотоков углубляют и выравнивают русла, осушают местность с помощью поверхностного водоотвода и подогрева руслового потока, срезают петли и староречья, исправляют резкие уширения русла. Эти работы выполняют при ремонте дороги.

В целях предотвращения выхода наледи на дорогу следует отводить воду, притекающую к полотну дороги (натечная наледь), по открытым канавам, прорубленным непосредственно в наледи.

Для предупреждения роста наледных бугров, возникающих в полосе дороги, необходимо периодически пробивать отверстия в оболочке бугра и выпускать накопившуюся воду.

На участках систематического образования наледи устраивают постоянные задерживающие валы высотой 1,2–2 м из недренирующих привозных грунтов, отсыпаемых на освобожденную от растительно-мохового покрова поверхность склона поперек потока воды не ближе 5 – 6 м от дороги. Для облегчения задержания наледей постоянными валами на крутых скло-

нах и выемках целесообразно делать откосы выемки с нагорной стороны пологими с уклоном до 1:3. На склонах, где водоупором для водоносного грунта является выветрившаяся скала, устраивать задерживающие валы не следует.

При наличии особо развитых наледей в долинах, действующих всю зиму и создающих систематические затруднения в эксплуатации участков дороги, устраивают направляющие валы, отсыпаемые на поймах из недреннирующих грунтов, снабженные на контакте с земляным полотном фильтрующими вставками.

Направляющие валы применяют в сочетании с выравниванием русла водотока, выполняемым при ремонте дороги.

При поперечном уклоне местности не менее 60 ‰ мелкие водотоки, образующие косогорные наледы, пропускают под полотном дороги в утепленных канавах и прорезях из постелистого камня (желательно известняковых пород).

Когда земляное полотно расположено в полках, эффективным мероприятием является каптажно-дюкерное устройство. При наличии полого склона и отсутствии скальных пород, а также когда наледная вода выходит в виде рассеянных ключей в наружную сторону со склона наледного участка, следует применять дренажно-каптажное устройство с перфорированной трубой.

5.2.12.4. Устройство и содержание автозимников

К зимним автомобильным дорогам (автозимникам) относятся сезонные дороги с полотном и дорожной одеждой из снега, льда, мерзлого грунта, с грунтовым и ледяным основанием. Их устраивают в районах с продолжительным и устойчивым зимним периодом в качестве временных самостоятельных путей сообщения с соблюдением установленных требований.

Содержание автозимников включает в основном комплекс мероприятий, выполняемых при зимнем содержании автомобильных дорог.

Для поддержания в течение сезона высоких ездовых качеств автозимника его проезжую часть следует систематически профилировать и уплотнять, не увеличивая при этом толщину покрытия. Появляющиеся местные разрушения проезжей части незамедлительно устраняют путем подсыпки и уплотнения снега, в том числе и с поливкой водой.

При частых оттепелях необходимо систематически оперативно планировать и тщательно уплотнять поверхность покрытия или срезать размякченный снег и удалять его за пределы проезжей части.

Одним из основных методов содержания снежно-ледяного покрытия является периодическая поливка водой. При оттепелях ранней весной поливку выполняют ночью. В местах с повышенной скользкостью устраива-

ют тонкий снежный накат путем уплотнения выпавшего снега или снега, взятого с прилегающей к дороге полосы.

Скользкие участки на крутых подъемах, спусках и кривых малого радиуса следует посыпать песком или другим фрикционным материалом.

Необходимо систематически следить за сохранностью установленных дорожных знаков.

5.2.12.5. Организация зимнего содержания дорог

Эффективность зимнего содержания автомобильных дорог зависит от своевременной подготовки к зимнему периоду. Каждое дорожное подразделение, содержащее автомобильную дорогу, должно разрабатывать детальный план подготовки и организации зимнего содержания дороги.

План зимнего содержания дорог должен быть составлен с учетом опыта работы в предыдущие годы и содержать график работ, схему защиты дороги от снежных заносов, очередность и сроки очистки участков дорог от снега и ликвидации зимней скользкости, состав отрядов и порядок работы машин, схему размещения противогололедных материалов, порядок организации дежурства и системы оповещения о погодных условиях и условиях движения и другие данные со всеми обосновывающими материалами, содержащимися в прилагаемой пояснительной записке.

Машины для зимнего содержания дорог должны быть заблаговременно отремонтированы и опробованы не менее чем за месяц до начала зимнего сезона.

Заготовка новых щитов, кольев, материалов для привязки щитов, а также ремонт снегозадерживающих средств должны быть закончены не позднее чем за месяц до начала снегоборьбы.

Базы для хранения противогололедных материалов должны быть полностью оборудованы и отремонтированы. Противогололедные химические материалы и песок должны быть завезены на склады и их смешение (при необходимости) произведено до наступления дождливого периода.

В зоне искусственных сооружений выставляют предупреждающие вежи, чтобы водители снегоочистителей и проезжающих по дороге автомобилей могли определить безопасную ширину проезда. Отверстия малых мостов и труб в районах, где зимой не бывает частых оттепелей, закрывают щитами из хвороста или соломы, чтобы они не забивались снегом.

Дорожно-эксплуатационные организации должны иметь заправочные пункты с 10-дневным запасом топлива и смазки, гаражи и места стоянок для снегоочистителей и распределителей; особое внимание следует обращать на систему отопления и оборудование водо- и маслогреек. В местах стоянок должны быть склады запасных частей для машин.

Помещения для отдыха и обогрева рабочих и водителей необходимо заблаговременно отремонтировать и утеплить. Эти помещения должны

иметь печи и плиты для приготовления пищи, кровати с постельными принадлежностями, места для сушки одежды и обуви, аптечки со средствами против обмороживания.

Перед началом зимнего периода с водительским составом и рабочими должны быть проведены занятия по техминимуму, главной целью которых является обучение правильным приемам работы, а также проверка, насколько хорошо производственный персонал владеет закрепленной техникой и знает обслуживаемый участок дороги.

С началом работ по зимнему содержанию дорог в дорожных организациях вводят непрерывное дежурство. Обязанности дежурных определяются специальной инструкцией.

Дорожные организации в установленном порядке должны сообщать обо всех случаях перерыва движения по дороге из-за снежных заносов или завалов, образуемых лавинами, указывая участки, где прервано движение, и какие меры приняты для его восстановления.

В случае невозможности быстрого удаления снеговых отложений или гололеда служба ремонта и содержания по согласованию с органами ГИБДД обязана осуществить следующие мероприятия по обеспечению безопасности дорожного движения:

- выставить необходимые дорожные знаки перед началом опасного участка и дублировать их несколько раз на всем протяжении участка дороги;

- в случае необходимости организовать колонное движение автомобилей с установлением допустимой скорости и дистанции между автомобилями, на крутых подъемах (спусках) осуществлять пропуск одиночных транспортных средств, концентрируя другие скопившиеся автомобили на безопасном расстоянии от вершины подъема (конца спуска);

- в период метелей и сильных снегопадов у особо опасных участков дорог (кривых малого радиуса, пересечений и примыканий, искусственных сооружений) выставить сигнальные огни или временные направляющие столбики;

- устраивать временные объезды сильнозанесенных участков дороги и поддерживать их в проезжем состоянии.

Для успешного проведения работ по зимнему содержанию дорожные подразделения должны регулярно поддерживать связь между собой.

5.2.13. Ремонт земляного полотна и водоотводных сооружений

Ремонт земляного полотна и водоотвода выполняют с целью обеспечения (восстановления) на отдельных участках дороги заданных эксплуатационных характеристик или приведения их отдельных элементов в соответствие с требованиями автомобильного движения, местными климатическими или гидрологическими условиями. Ремонтные работы должны быть направлены на обеспечение соответствия высотных отметок отдельных

участков насыпи условиям их увлажнения грунтовыми водами или заносимости снегом, на ликвидацию на небольших участках пучин, восстановление и укрепление обочин, уположение и укрепление откосов насыпей и выемок с учетом грунтовых и климатических условий, на сплошную прочистку водоотводных канав, кюветов, исправление разрушенных водоотводных и дренирующих устройств и возведение новых, очистку дороги от селевых выносов грунта, обвалов и оползней, уширение земляного полотна в необходимых местах.

Подъемка высотных отметок насыпи выполняется на участках образования пучин, просадок земляного полотна в условиях отсутствия дренирующих слоев или неэффективности их работы. Необходимое увеличение высоты насыпи определяется из условия обеспечения разрыва между границами глубины промерзания и капиллярного поднятия влаги, а также высоты снежного покрова в районе производства работ. Работы по досыпке насыпи должны выполняться в соответствии с проектом.

Ликвидацию пучин выполняют путем частичной или полной замены грунта, укрепления грунта материалами или дренирования земляного полотна согласно положениям нормативных документов на этот вид работ с последующим проведением мероприятий по предупреждению или снижению пучинообразования и др.

На участках, сложенных лессовыми, набухающими и просадочными грунтами, где отмечаются пучение или просадки грунтов, необходимо: произвести замену пучинистых грунтов непучинистыми или слабопучинистыми на глубину промерзания, характерную для условий ремонтируемого участка; создать эффективный отвод поверхностных вод путем укрепления обочин и откосов; отремонтировать или изменить конструкции и места расположения водоотводных канав; обеспечить эффективное дренирование грунтов насыпей и выемок путем ремонта или устройства вновь дренажа; выполнить работы по устройству капилляропрерывающих, водонепроницаемых, теплоизолирующих, защитных и других прослоек, в том числе с использованием рулонных синтетических материалов.

При высоком уровне грунтовых вод целесообразно устроить дополнительный слой основания из фильтрующих грунтов, повысить эффективность работы дренирующего слоя, например, путем применения дренирующих слоев из синтетических рулонных материалов.

При сильном увлажнении насыпей грунтовыми водами на границе полосы отвода целесообразно устраивать продольные дренажные прорези, конструкция которых принимается в зависимости от грунтовых и гидрологических условий.

При ремонте неукрепленных обочин производятся работы по планировке их поверхности с приданием поперечного уклона до 50–60 %. Если на обочинах на период проведения ремонтных работ не предусматривается устройство слоев укрепления, следует осуществить травосеяние. В этих

случаях работы необходимо проводить в сроки, обеспечивающие нормальный рост трав и развитие их корневой системы.

При ремонте укрепленных обочин осуществляют работы по заделке разрушений покрытий и нижних слоев укрепления, усилению конструкции. Эти работы целесообразно совмещать с ремонтом проезжей части дорог. Поперечный уклон укрепленных обочин принимается не менее 30–40 %. Для ремонта используются материалы, аналогичные принятым в конструкции укрепления или обладающие лучшими свойствами.

При укреплении обочин необходимо учитывать грунтовые и климатические условия, интенсивность и состав транспортного потока. Для укрепления могут быть использованы различные, в том числе и местные дорожно-строительные материалы, различные рулонные синтетические материалы в качестве армирующих, защитных и дренирующих прослоек, обеспечивающие повышение эксплуатационных качеств конструкций и снижение расхода дорожно-строительных материалов.

Выбор конструкции, количества и толщины слоев укрепления осуществляется на основе действующих нормативно-технических документов.

Откосы насыпей и выемок должны быть укреплены посевом трав с проведением необходимых агротехнических мероприятий по созданию устойчивого дернового покрова. Если на откосах отмечается образование оползней, селевых выносов или обвалов, они должны быть очищены и спланированы с восстановлением дернового покрова. При постоянных деформациях поверхности откосов или их разрушении следует выполнить работы по уменьшению крутизны откосов. При неэффективности этих мероприятий откосы укрепляют сборными элементами, синтетическими материалами, устройством влаго- и теплоизолирующих слоев и другими способами в зависимости от грунтов, местных климатических условий, причин возникающих деформаций на основе положений действующих нормативных документов.

Деформации и разрушения слоев или конструкций укрепления откосов исправляют с применением материалов, ранее использованных в укреплении или более эффективных. Если в целом конструкция укрепления не соответствует грунтовым и климатическим условиям, необходимо принять решение по ее переустройству.

При ремонте выполняют также работы по прочистке водоотводных канав с восстановлением их поперечного профиля и продольного уклона не менее 10 ‰. На участках, где отмечается переувлажнение земляного полотна, особенно если оно сложено из набухающих, просадочных и лессовых грунтов, при отсутствии водоотвода выполняют работы по его устройству.

На участках, где отмечен большой приток поверхностных вод и имеющийся водоотвод не обеспечивает своевременное их удаление за пределы земляного полотна, в зависимости от местных условий на границе резерва

может быть устроена дополнительная водоотводная канава, выполнена планировка поверхности резерва с обеспечением эффективного отвода воды от насыпи и ее удаления. Поверхность резервов должна быть укреплена посевом многолетних культурных трав.

Наряду с ремонтом открытой водоотводной системы прочищают и ремонтируют поврежденные водостоки, дренажи промывают с помощью гидромелиоративных машин.

Выполняется замена отдельных дрен или дрен на небольших по протяжению участках, ремонт устьев дрен, колодцев, замена на отдельных участках фильтровальной обсыпки. Для снижения степени заиления в последующем фильтровальной отсыпки ремонтируемых участков целесообразно использовать нетканые синтетические материалы.

При постоянном размыве боковых канав ливневыми и талыми водами, подмыве оснований насыпей и выемок, конусов и укреплений малых искусственных сооружений дно, боковые стенки канав, выходные русла укрепляют сборными бетонными элементами, мощением, дернованием и другими способами с учетом скорости течения и объема перемещаемой воды, степени размываемости грунтов. Во всех случаях боковые стенки канав должны иметь укрепление выше максимального уровня воды в период пропуска наибольших объемов на 10–15 см. Производят работы по регулированию и выпрямлению русел искусственных сооружений.

На участках дорог с оползневыми явлениями необходимо проводить комплекс профилактических мероприятий, включающий устройство поверхностного водоотвода, дренажных канав у основания и на плоскости откосов для перехвата грунтовых вод, устройство подпорных стен и контрбанкетов, цементирование оползневых склонов и др.

При сплывах и обрушениях откосов насыпей и выемок необходимо выполнить работы по уположению откосов, глубинному укреплению грунтов, укреплению откосов забивкой свай, произвести укрепление поверхности откосов различными материалами и конструкциями, в том числе и с использованием синтетических материалов в качестве обратного фильтра или самостоятельного слоя укрепления с учетом грунтовых и климатических условий, причин возникающих деформаций и разрушений.

В равнинной местности, где отвод воды от насыпей затруднен, а резервы, выполняющие роль испарительных бассейнов, заболачиваются, следует перестроить насыпи, используя в их верхней части дренирующие грунты, и поднять высотные отметки, обеспечивая предотвращение переувлажнения грунтов стоячими водами.

При необходимости увеличения ширины земляного полотна наиболее предпочтительным является одностороннее уширение.

Уширение земляного полотна производят по технологическим схемам, разрабатываемым в каждом конкретном случае с учетом свойств грунтов и

поперечного профиля земляного полотна с обязательным уплотнением уширяемой части до требуемых величин.

При выполнении работ по уширению земляного полотна необходимо использовать грунты, по своим показателям пригодные для укладки в уширяемую часть насыпи, а также дренирующие грунты.

Раскрытие или углубление выемок производится, как правило, с удалением грунта в кавальер, его складированием в пределах полосы отвода для возможности последующего использования на соседних участках насыпей при их уширении или поднятии высотных отметок, если грунты относятся к категории дренирующих.

При поднятии высотных отметок насыпей с сохранением или увеличением крутизны откосов происходит и уширение их подошвы. В этих случаях с участков боковых резервов, подлежащих засыпке обочин и откосов, удаляют растительный грунт. При соответствующем технико-экономическом обосновании подлежит удалению также и дорожная одежда, особенно в случаях, если высота подъема насыпи превышает ее толщину и материалы могут быть повторно использованы.

5.2.14. Ремонт дорожных одежд

5.2.14.1. Общие положения

Ремонт дорожных одежд включает работы по восстановлению слоя износа, улучшению ровности, повышению шероховатости и сцепных качеств покрытия, увеличению прочности дорожной конструкции, уширению проезжей части в соответствии с установленными требованиями.

Состав и объемы работ определяют на основе данных визуальных и инструментальных обследований с учетом положений, изложенных в разд.2.

5.2.14.2. Асфальтобетонные и другие черные покрытия

На асфальтобетонных и других черных покрытиях слой износа и сцепные свойства восстанавливают способами поверхностной обработки.

Для поверхностной обработки применяют вязкие дорожные битумы, дегти или дегтеполимерные вяжущие, а также битумные эмульсии.

Поверхностную обработку устраивают, как правило, в летний период на сухом и достаточно прогретом покрытии при температуре воздуха не ниже 15°C (при использовании битумных эмульсий работы можно проводить при температуре воздуха не ниже 5°C).

К устройству поверхностной обработки приступают только после устранения всех имеющихся повреждений и деформаций на покрытии (выбоин, просадок, наплывов, трещин и др.) и тщательной очистки покрытия от пыли и грязи. В отдельных случаях при невозможности обеспечить тре-

буемую чистоту покрытия рекомендуется его подгрунтовывать путем розлива жидкого битума по норме 0,3–0,5 л/м².

Традиционный способ усиления дорожной одежды заключается в подготовке ремонтируемых участков, укладке (при необходимости) выравнивающего слоя и одного или нескольких слоев усиления из асфальтобетона.

5.2.14.3. Цементобетонные покрытия

Поверхностную обработку (защитный слой) на небольших по протяженности участках можно устраивать с применением эпоксидного вяжущего и полимербетонных смесей.

В качестве защитного слоя применяют также двойную поверхностную обработку на основе органического вяжущего.

Усиление дорожной одежды осуществляют путем укладки нового цемента- или асфальтобетонного покрытия на существующем бетонном покрытии. Толщины слоев усиления назначают в соответствии с действующими требованиями, учитывая при этом опыт эксплуатации аналогичных конструкций в конкретных дорожно-климатических условиях.

5.2.14.4. Гравийные и щебеночные покрытия

При ремонте восстанавливают слой износа – ровность покрытия. Это достигается путем проведения сплошной ремонтной профилировки с добавлением нового материала, обработки верхнего слоя органическими вяжущими или специальными обеспыливающими материалами, а также методом смешения на месте.

5.2.14.5. Уширение дорожной одежды

Уширение дорожной одежды выполняют с целью увеличения пропускной способности дороги и повышения безопасности движения. Возможны два варианта уширения: одностороннее (несимметричное) и двустороннее. Выбор варианта уширения и определение величины, на которую следует уширить проезжую часть, осуществляют на стадии разработки проекта.

Технологический процесс устройства дорожной одежды на полосах уширения включает: обрезку кромки существующего покрытия с помощью специальных дисковых пил, навешиваемых на трактор; послойную отсыпку основания с тщательным уплотнением каждого слоя; устройство покрытия.

На полосах уширения при необходимости устраивают поверхностную обработку, захватывая на 0,2–0,3 м прикромочную полосу старого покрытия. Целесообразно поверхностную обработку устраивать сразу на всю ширину, перекрывая старое покрытие и полосы уширения.

При необходимости уширения проезжей части на величину, равную ширине обочин, большую или несколько меньшую ее, осуществляют срезку земляного полотна с уширяемой стороны. Сначала срезают и удаляют в сторону дерновой покров с откосов (если он имеется), затем остальную часть земляного полотна, используя грунт на уширение полотна ниже дорожной одежды. После уширения и уплотнения земляного полотна до нижней поверхности дополнительного слоя основания (дренирующего или морозозащитного) отсыпают материал для уширения этого слоя, укладывают и уплотняют материал для уширения основания и вровень с ним отсыпают и уплотняют грунт земляного полотна в пределах образуемой новой обочины. После этого устраивают уширение покрытия, укладывают (при необходимости) выравнивающий слой и поверх него новый верхний слой покрытия на всю ширину проезжей части. Затем укрепляют обочины и окончательно отделяют земляное полотно, укладывая на новый откос ранее снятый дерн.

При уширении дорожной одежды необходимым условием является надежное сопряжение конструкции уширения со старой одеждой и их равнопрочность, обеспечивающие совместную работу старой и новой части полотна.

5.2.15. Ремонт и содержание искусственных сооружений

5.2.15.1. Общие положения

Содержание и ремонт искусственных сооружений (мостов всех систем и конструкций, путепроводов, эстакад, тоннелей, подпорных стен, труб и др.) и паромных переправ (ледяных) должны обеспечивать удовлетворение основных требований, предъявляемых к транспортно-эксплуатационному состоянию сооружений.

Ремонт искусственного сооружения предусматривает восстановление сооружения при его повреждении нагрузками, паводками или другими воздействиями, имевшими место при строительстве и эксплуатации, а также улучшение его транспортно-эксплуатационных качеств.

К ним могут быть отнесены следующие работы: сплошная или частичная замена покрытия на проезжей части, тротуарах, восстановление и замена переходных плит, тротуарных блоков, ограждений, перил, бордюра, деформационных швов и их элементов; ремонт гидроизоляции на проезжей части и тротуарах; восстановление или устройство водоотвода; усиление и уширение мостов и путепроводов, замена отдельных пролетных строений, устранение имеющихся на них дефектов; восстановление, усиление, выправление, замена отдельных элементов пролетных строений и опорных частей, установка их в проектное положение; антисептирование, окраска пролетных строений и нанесение на них защитных покрытий; устранение дефектов, заделка трещин, раковин опор и устоев; восстановление

кладки тела опор, устоев, откосных стенок, шкафной стенки; восстановление подпорных стен, защитных, укрепительных к регуляционным сооружениям; восстановление, усиление, ремонт, замена отдельных звеньев и оголовков труб, ремонт изоляции труб и стыков; восстановление частично разрушенных тоннелей, восстановление, усиление, ремонт их обделки, обновление изоляции; устройство, восстановление водоотвода, системы вентиляции, освещения, устройство штолен, скважин для осушения тоннелей от грунтовых вод; ремонт смотровых приспособлений.

При содержании искусственных сооружений производят исправления небольших по объему повреждений. К ним относятся: на конструкции проезжей части – исправление отдельных секций или элементов перил и ограждающих устройств, тротуаров, съемных элементов деформационных швов, замена мастики в швах, ямочный ремонт покрытия, восстановление слоев одежды вдоль деформационных швов и на тротуарах, исправление водоотводных труб, устранение просадок в местах сопряжения моста с насыпью путем добавления грунта, асфальтобетона, ремонт отдельных элементов балочной клетки; на металлических конструкциях – зачистка, шпаклевка и окраска отдельных участков или элементов, замена отдельных ослабленных заклепок, усиление одиночных клепаных ветвей элементов накладками на высокопрочных болтах, одиночная замена связей или их правка, сверление отверстий на толщину элемента по концам трещины в металле или устранение трещины длиной до 1 см в швах и с края листа металла путем срубки металла и зачистки этих мест; на бетонных, железобетонных и каменных конструкциях – устранение раковин и одиночных трещин в материале, приварка одиночных металлических накладок к закладным деталям в местах отсутствия накладок, локальное исправление (восстановление) защитного слоя или кладки, заделка швов в кладке; на опорных частях – подтяжка болтов, окраска, устройство защитных коробов, исправление положения катков, замена съемных отдельных деталей без подъемки пролетных строений; на регуляционных сооружениях – устранение локальных мест размыва и повреждений насыпи или укреплений; на водопропускных трубах – заделка щелей и трещин, заполнение швов, выравнивание лотков трубы и русла около трубы, устранение просадок под трубой и размыва откосов насыпи, локальное исправление укреплений насыпи; на наплавных мостах и паромных переправах – исправление локальных повреждений обшивки наплавных средств (конопатка швов), надстройки и соединений, исправление такелажа, окраска деталей; на деревянных конструкциях – очистка от гнили и усиление отдельных элементов, антисептирование и окраска отдельных элементов, установка подкладок и прокладок, заделка зазоров и щелей, устройство водозащитных козырьков, замена обшивки свайных опор и ледорезов, борьба с пучением грунта около свай, замена отдельных досок настила и тротуара, колесоот-

бойного бруса, отдельных поперечин и деталей заборных стенок, одиночных простых прогонов, связей.

При содержании искусственных сооружений также выполняются следующие работы по надзору и уходу:

- осуществляется постоянный надзор, текущий, периодический и специальный осмотры мостов, труб, паромных переправ и других сооружений;

- очистка элементов проезжей части и несущих конструкций, а также труб от грязи, пыли, снега, льда, расчистка русел от наносов, скалывание льда у опор и ледорезов, натирка катков графитом и смазка пружин и механизмов деформационных швов, подтягивание болтов и тяжей при ослаблении сооружений;

- пропуск ледохода, паводковых вод, предупредительные работы по защите мостов и труб от наводнений, заторов, размыва опор, наледей, пожаров и других стихийных бедствий;

- обслуживание паромных переправ – регулирование высоты причалов, загрузка, перемещение и разгрузка паромов, уход за механизмами и конструкциями паромных переправ, устройство и обслуживание ледяных переправ;

- обслуживание наплавных и разводных мостов – сборка и разборка сезонных мостов, разводка и наводка мостов, уход за подъемными и разводными механизмами, а также наплавными средствами и надстройками;

- организация безопасного и бесперебойного движения по мостам и под ними;

- технический учет мостов и труб, в том числе поддержание в достоверном состоянии информационно-поисковой системы «Мост» (ИПС-Мост).

Ремонт искусственных сооружений выполняют в соответствии с годовыми планами. При их аварийном состоянии в зависимости от условий эксплуатации восстановление производят в плановом порядке или по специальным распоряжениям.

Содержание искусственных сооружений проводят в течение года на основании результатов текущих и периодических их осмотров. Работы выполняют по месячным графикам комплексно на всем сооружении, устраняя мелкие неисправности во всех его частях. Одновременно проводят соответствующие работы по поддержанию сооружения в опрятном состоянии.

5.2.16. Озеленение автомобильных дорог

5.2.16.1. Общие положения

Насаждения вдоль автомобильных дорог создают для защиты полотна от снежных заносов (снегозащитное озеленение) и для архитектурно-художественного оформления (декоративное озеленение).

Насаждения применяют также для защиты дорог от размывов (противоэрозионное озеленение), от песчаных заносов (пескозащитное озеленение), сильных ветров и пыльных бурь.

Озеленение дорог включает в себя также устройство специальных шумозащитных насаждений и мероприятия по организации питомников, уходу за насаждениями, их учету и охране.

5.2.16.2. Снегозащитные насаждения

Насаждения для защиты автомобильных дорог от снежных заносов создают в виде одной или нескольких лесных полос, а при небольших объемах снегоприноса – в виде живых изгородей из ели или кустарников.

По своему действию снегозащитные насаждения представляют собой объемную преграду, внутри и вблизи которой снижается скорость ветра и происходит отложение снега.

Снегозащитная лесная полоса состоит из нескольких рядов деревьев и кустарниковой опушки, расположенной с полевой стороны лесной полосы.

Живая изгородь представляет собой густую двухрядную посадку деревьев или кустарников, которой путем систематической стрижки придают определенную высоту, плотность и форму. Живые изгороди применяются при небольших объемах снегоприноса (до 25 м³/м).

5.2.16.3. Декоративное озеленение

В соответствии с существующими садово-парковыми стилями и местными условиями декоративное озеленение автомобильных дорог выполняется следующими приемами: регулярным – линейные (аллейные или рядовые) посадки деревьев и кустарников, а также живые изгороди; ландшафтным или свободным – групповые посадки деревьев и кустарников в увязке с прилегающим к дороге ландшафтом; смешанным – сочетание регулярных и свободных посадок, а также комплексные посадки у перекрестков, автобусных остановок, путепроводов, у входов в лес и т.п.

5.2.16.4. Противоэрозионное озеленение

Противоэрозионное озеленение проводят с целью защиты дорог от разрушительного действия растущих оврагов, размыва непосредственно

водными потоками, размыва и разрушения селевыми потоками, а также с целью борьбы с оползнями.

Противоэрозионные и противооползневые насаждения создают в каждом случае по специально разработанному проекту.

5.2.16.5. Пескозащитное озеленение

Пескозащитное озеленение производится с целью защиты автомобильных дорог от песчаных заносов путем создания насаждений, закрепления прилегающих к дороге песков посевом трав и установления специального режима использования данной территории.

При закреплении песков растительностью вспомогательными средствами, приостанавливающими движение песков на период прорастания семян и укрепления корневой системы растений, служат механическая защита, розлив вяжущих материалов или другие способы фиксации поверхности песков.

Растительностью закрепляют барханные и слабозаросшие пески, а также очаги дефляции («язвы» и котловины выдувания в полузаросших и заросших песках).

5.2.17. Правила приемки и оценки качества работ

Приемке подлежат:

а) работы по ремонту дорог, выполненные за квартал, с целью определения их объемов и качества – промежуточная приемка;

б) работы, которые будут частично или полностью скрыты при последующих работах, с целью проверки правильности их выполнения – приемка (освидетельствование) скрытых работ;

в) отремонтированные дороги или их участки с целью проверки соответствия выполненных работ по качеству и объему утвержденной технической документации по окончании указанных работ или в конце сезона – приемка в эксплуатацию;

г) работы по содержанию дорог с целью оценки деятельности дорожной службы за определенный период времени (месяц, квартал).

Приемку осуществляет комиссия в составе: главного инженера, производителя работ, мастера или бригадира организации, выполнившей работы, под председательством представителя вышестоящей организации или заказчика.

Могут также привлекаться специалисты-эксперты. Приемку оформляют соответствующим актом, к которому прикладывают расчет оценки качества работ.

Приемка может также осуществляться комиссией, состав которой устанавливает вышестоящая организация соответствующим приказом (распоря-

жением). Комиссия заполняет и подписывает карточку осмотра дороги, по которой рассчитывается оценка качества содержания дороги (участка).

5.2.18. Технический учет и паспортизация автомобильных дорог и дорожных сооружений

Технический учет и паспортизацию автомобильных дорог проводят с целью получения данных о наличии дорог и дорожных сооружений, их протяженности и техническом состоянии для рационального планирования работ по дальнейшему развитию дорожной сети, реконструкции, ремонту и содержанию эксплуатируемых дорог.

Техническому учету и паспортизации подлежат все автомобильные дороги общего пользования. Учет и паспортизацию проводят по каждой автомобильной дороге в отдельности, руководствуясь действующими требованиями.

Элементами дороги, подлежащими техническому учету, являются: полоса отвода, земляное полотно, проезжая часть, искусственные сооружения, здания дорожной службы, дорожные инженерные устройства, обстановка и озеленение дорог, здания автотранспортной службы.

Не подлежат учету здания дорожной службы, находящиеся во временном (арендном) использовании дорожными организациями.

5.2.19. Основные положения по охране природной среды при ремонте и содержании автомобильных дорог

5.2.19.1. Общие положения

При выполнении работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог дорожная служба обязана постоянно учитывать требования охраны природной среды путем ограничения их отрицательного воздействия на землю, воду и воздух.

Дорожная служба должна обеспечивать: сохранение или улучшение существующего ландшафта; защиту почв и растительности; повышение устойчивости земляного полотна на оползневых участках; создание благоприятных условий для использования в народном хозяйстве временно выделяемых земель под дорожно-ремонтные работы; защиту поверхностных и грунтовых вод от загрязнения дорожной пылью, горюче-смазочными материалами, обеспыливающими, противогололедными и другими химическими веществами; выполнение мероприятий по предупреждению загрязнения воздуха выбросами в атмосферу газов и пыли, а также защиту от шума и вибрации.

Дорожные организации обязаны строго соблюдать рекомендации, изложенные в «Инструкции по охране природной среды при строительстве,

ремонте и содержании автомобильных дорог», а также требования действующих законодательных актов, директивных и нормативных документов.

Ответственность за соблюдение установленных правил и требований по охране окружающей природной среды и рациональному использованию природных ресурсов несут руководители выполняемых работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог и дорожных сооружений.

5.2.19.2. Охрана природной среды при ремонте автомобильных дорог

При планировании, составлении проектно-сметной документации и выполнении работ по реконструкции и ремонту автомобильных дорог должны рассматриваться мероприятия по минимальному изъятию земельных площадей и использованию природных ресурсов, сбережению сельскохозяйственных угодий (особенно пашни), сохранению плодородного слоя почв, предотвращению загрязнения поверхности земли, водоемов и атмосферы, а также по предупреждению возможности возникновения отрицательных гео- и гидрологических явлений, эстетического ущерба и непосредственного уничтожения или ухудшения условий существования животных, птиц и растительности.

Для проведения указанных мероприятий должны по возможности использоваться земли несельскохозяйственного назначения или сельскохозяйственные угодья худшего качества.

5.2.19.3. Охрана природной среды при выполнении работ по содержанию дорог

При проведении работ по содержанию дорожная служба не должна допускать ухудшения природной среды на прилегающей к дороге местности, особое внимание обращая на применение химических противогололедных и обеспыливающих материалов.

На дорогах с пылящими покрытиями в сухое время года проводят обеспыливание.

Следовательно, требуемый уровень качества автомобильных дорог, установленный в проекте, обеспечивается на стадии строительства, поэтому для обеспечения данного уровня организуется дорожная служба. Конечной целью деятельности этой службы является поддержание и непрерывное повышение технического уровня и эксплуатационного состояния дорог в соответствии с ростом интенсивности движения и нагрузки на дороги. При этом должны быть обеспечены минимальные затраты трудовых, материально-технических и энергетических ресурсов на ремонт и содержание дорог и тем самым обеспечено повышение темпов роста производительности и эффективности работы автомобилей, снижение себестоимости перевозок, необходимых для перевода автомобильного транспорта на интенсивный путь развития

Контрольные вопросы

1. Уровни качества автомобильных дорог и принципы установления их оптимального значения, связанного с особенностями эксплуатации дорог.
2. Планирование и организация ремонтов и работ по содержанию дорог.
3. Дорожно-патрульная служба и служба ремонта и содержания искусственных сооружений.
4. Учет и анализ дорожно-транспортных происшествий.
5. Дорожные знаки и разметка автомобильных дорог.
6. Ограждения, направляющие устройства и освещение автомобильных дорог.
7. Обеспечение безопасности движения при выполнении ремонтных работ.
8. Организация учета движения.
9. Содержание дорог в весенний, летний и осенний периоды.
10. Зимнее содержание автомобильных дорог.
11. Ремонт земляного полотна, дорожных одежд, водоотводных и искусственных сооружений.
12. Озеленение автомобильных дорог.
13. Правила приемки и оценки качества работ.
14. Технический учет и паспортизация автомобильных дорог и дорожных сооружений.
15. Основные положения по охране природной среды при ремонте и содержании автомобильных дорог.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В материалах учебного пособия изложены следующие подходы к решению задачи коренного улучшения качества дорог и дорожно-строительной продукции и повышения на этой основе производительности работы автомобилей, скорости доставки грузов и перевозки пассажиров, обеспечения комфортабельности и безопасности движения, а также снижения себестоимости перевозок:

1. Широкое использование в дорожном строительстве четырех систем контроля и управления качеством, имеющих завершённую форму:

- системы инженерного сопровождения Мирового Банка реконструкции и развития (МБРР);

- системы Международной федерации инженеров-консультантов (МФИК);

- системы Дирекции строительства дорог (ДСД) «Центр»;

- трехуровневой системы научно-технического сопровождения (НТС).

При этом следует иметь в виду, что базовой основой в перспективе развития (трансформации) данных систем является внедрение отраслевой системы сертификации ГОСТ Р ИСО 9000 с элементами научно-технического сопровождения реализации проекта.

2. Использование для количественной оценки качества автомобильной дороги и дорожно-строительной продукции методов квалиметрии, экспертной и комплексной оценки.

3. Подход к качеству автомобильной дороги как конечного вида дорожно-строительной продукции в первую очередь с точки зрения ее надежности на этапах проектирования, строительства и эксплуатации. При этом следует иметь в виду, что на реализацию надежности при проектировании, строительстве и эксплуатации автомобильной дороги оказывают влияние систематические погрешности в технологии дорожного строительства, стабильность технологических процессов, технологическая наследственность, техническая и организационная обеспеченность высокопроизводительными, точными и стабильными машинами и механизмами, а также эффективность применения статистических методов контроля и обеспечения качества дорожно-строительной продукции.

4. Строгое выполнение диагностических мероприятий и оценки состояния автомобильных дорог с целью определения их транспортно-эксплуатационного состояния и уровня содержания, степени соответствия их транспортно-эксплуатационных показателей требованиям к потребительским свойствам дорог и выявления причин этого несоответствия.

Диагностика и оценка состояния автомобильных дорог являются основным звеном в системе управления развитием и совершенствованием

дорожной сети, повышением транспортно-эксплуатационных показателей, надежности функционирования каждой дороги и сети автомобильных дорог и создают предпосылки для эффективного использования средств и материальных ресурсов, направляемых на развитие и совершенствование дорожной сети.

Результаты диагностики и оценки состояния дорог служат материалом для выявления их участков, не обеспечивающих нормативные требования к потребительским свойствам, и назначения видов ремонта и состава основных работ и мероприятий по содержанию, ремонту или реконструкции дорог с целью повышения их транспортно-эксплуатационных характеристик до требуемого уровня.

5. Организация дорожной службы для обеспечения требуемого уровня качества автомобильных дорог, установленного в проекте и на стадии строительства. Конечной целью деятельности этой службы является поддержание и непрерывное повышение технического уровня и эксплуатационного состояния дорог в соответствии с ростом интенсивности движения и нагрузки на дороги. При этом должны быть обеспечены минимальные затраты трудовых, материально-технических и энергетических ресурсов на ремонт и содержание дорог, а следовательно, повышение темпов роста производительности и эффективности работы автомобилей, снижение себестоимости перевозок, необходимых для перевода автомобильного транспорта на интенсивный путь развития.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Основная литература

1. Техническое регулирование [Текст]: учебник / под ред. В.Г. Версана (пред.), Г.И. Элькина и [др.]. – М.: ЗАО Изд-во «Экономика», 2008. – 678 с.
2. Домке, Э.Р. Управление качеством дорог [Текст]: учеб. пособие / Э.Р. Домке, А.П. Бажанов, А.С. Ширшиков. – Ростов н/Д: Изд-во «Феникс», 2006. – 254 с.
3. Подольский, В.П. Технология и организация строительства автомобильных дорог [Текст] Т.1: Земляное полотно: учеб. пособие / В.П. Подольский, А.В. Глаголев, П.И. Пospelов; Воронеж. гос. архит.-строит. ун-т, Моск. Автомоб.-дор. ин-т; под ред. проф. В.П. Подольского. – Воронеж: Изд-во Воронеж гос. ун-та, 2005. – 528 с.
4. Строительство автомобильных дорог [Текст]: учебник / под ред. В.В. Ушакова и В.М. Ольховикова. – М.: КНОРУС, 2013. – 576 с.
5. Канищев, А.Н. Диагностика автомобильных дорог и назначение ремонтных мероприятий [Текст]: учеб. пособие / А.Н. Канищев, О.В. Рябова, А.А. Быкова. – Воронеж: Изд-во ВГАСУ, 2004. – 106 с.
6. Садилов, И.С. Прогнозирование и управление транспортно-эксплуатационными качествами автомобильных дорог [Текст]: учеб. пособие / И.С. Садилов. – Ташкент: Изд-во «АДОЛАТ», 2004. – 238 с.
7. Васильев, А.П. Эксплуатация автомобильных дорог [Текст]: учебник. В 2-х т. / А.П. Васильев. – М.: ИЦ «Академия», 2010. Т. 1 – 320 с.; Т. 2 – 320 с.
8. Каримов, Б.Б. Управление дорожными отраслями стран СНГ [Текст]: учеб. пособие / Б.Б. Каримов, Г.Ю. Мирзаянц, Б.Х. Уралов. – М.: ООО «Интрансдорнаука», 2010. – 320 с.
9. Канищев, А.Н. Лабораторный практикум по «Эксплуатации автомобильных дорог» и «Диагностике управления состоянием дорог» [Текст]: учеб. пособие / А.Н. Канищев, Ф.В. Матвиенко, В.В. Волков. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. арх.-строит. ун-та, 2011. – 120 с.

Дополнительная литература

1. Система управления и контроля качества ремонта, реконструкции и строительства магистральных автомобильных дорог и мостов [Текст]. – М., 2001. – 64с. – (Автомоб. дороги: обзорн. информ. / Информавтодор; Вып. 6).
2. ГОСТ Р 9001–2001. Системы менеджмента качества. Требования. [Текст] (Изм. 1 ИУС 10-2003 с 01.10.2003, пост. Госстандарта России от 07.07.2003 №239-ст.).
3. Джуран, Дж. Высший уровень руководства и качество [Текст] Сер. Все о качестве. Зарубежный опыт / Дж. Джуран. – М.: НТК «Трек», 2001. – Вып. 2. – 22 с.

4. Гладков, В.Ю. Особенности современного подхода к обеспечению и повышению качества дорожно-мостовых работ [Текст] / В.Ю. Гладков // Дороги и мосты: сб. /ГП РОСДОРНИИ. – М.: Фирма «ВЕРСТКА», 2004. – С.205-214.

5. Гладков, В.Ю. Особенности создания системы менеджмента качества дорожного хозяйства [Текст] / В.Ю. Гладков //Дороги и мосты: сб. /ГП РОСДОРНИИ. – М.: Фирма ООО «Типография Момент», 2009. – С.22-31.

6. О техническом регулировании [Текст]: фед. закон Российской Федерации от 27 декабря 2002 года №184-ФЗ (с изменениями).

7. Министерство транспорта Российской Федерации. [Текст] — Электрон. дан. – М., 2011. – <http://www.mintrans.ru>.

8. Департамент государственной политики в области дорожного хозяйства [Текст]. – Электрон. дан. – М., 2011. – http://www.mintrans.ru/ministry/department.php?FOLDER_ID=137.

9. Федеральное дорожное агентство Министерства транспорта Российской Федерации [Текст]. – Электрон. дан. – М., 2011. – <http://rosavtodor.ru>.

10. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии РОСРОССТАНДАРТ [Текст]. – Электрон. дан. – М., 2011. – <http://www.gost.ru/wps/portal>.

11. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года (№ 1734-р). – Электрон. дан. – М., 2011. – http://rosavtodor.ru/information/Osnovnye_dokumenty/transportnaya_strategiya_rf_na_period_do_2030_goda.html.

12. Федеральный Закон № 257-ФЗ. Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации. [Текст] – Введ. 2007–08–11. – М.: Омега-Л, 2008. – 72 с.

13. ОДМ 218.1.001-2010 Рекомендации по разработке и применению документов технического регулирования в сфере дорожного хозяйства. [Текст] РОСАВТОДОР. – М.: – 2010. – 18 с.

14. Федеральный Закон № 384-ФЗ. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений [Текст]. – Введ. 2009–30–12. – М.: Инфра-М, 2010. – 40 с.

15. Федеральный закон № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». – Электрон. дан. – М., 2011. — <http://www.consultant.ru/online/base/?req=doc;base=LAW;n=102963>.

16. ГОСТ Р ИСО 9000-2001. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь.

17. ГОСТ Р ИСО 9004-2001. Системы менеджмента качества. Рекомендации по улучшению деятельности.

18. ГОСТ Р ИСО 9005-2001. Системы менеджмента качества. Проверка систем качества.

19. Окрепилов, В.В. Управление качеством [Текст] / В.В. Окрепилов. – М.: Экономика, 1998.
20. Отраслевые дорожные нормы: ОДН 218.0.006-2002. Правила диагностики и оценки состояния автомобильных дорог [Текст].
21. ГОСТ Р 50597-93. Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения [Текст].
22. ГОСТ 30412-96. Дороги автомобильные и аэродромы. Методы измерений неровностей оснований и покрытий [Текст].
23. ГОСТ 30413-96. Дороги автомобильные. Метод определения коэффициента сцепления колеса автомобиля с дорожным покрытием [Текст].
24. СНиП 3.06.03-85. Автомобильные дороги. Госстрой СССР [Текст]. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 112 с.
25. СНиП 2.05.02-85. Автомобильные дороги. Госстрой СССР [Текст]. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 56 с.
26. СНиП 3.06.07-86. Мосты и трубы. Правила обследований и испытаний. Госстрой СССР [Текст]. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1981. – 37 с.
27. Инструкция по проведению осмотров мостов и труб на автомобильных дорогах: ВСН 4-81. Минавтодор РСФСР [Текст]. – М.: Транспорт, 1981. – 42 с.
28. Классификация работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования [Текст]. – М.: Информавтодор, 2002. – 28 с.
29. Технические правила ремонта и содержания автомобильных дорог: ВСН 24-88. Минавтодор РСФСР [Текст]. – М.: Транспорт, 1989. – 198 с.
30. Указания по оценке прочности и расчету усиления нежестких дорожных одежд: ВСН 52-89. Минавтодор РСФСР [Текст]. – М.: Транспорт, 1989. – 70 с.
31. Правила диагностики и оценки состояния автомобильных дорог. ОДН 218.0.006-2002 [Текст] / Министерство транспорта Российской Федерации. Государственная служба дорожного хозяйства России. – М., 2002. – 133 с.
32. Богомолов, Ю.А. Эволюция качества: от контроля к обеспечению [Текст]: учеб. пособие / Ю.А. Богомолов [и др.]. – М.: МАДИ (ГТУ), 2004. – 128 с.
33. Автомобильные дороги общего пользования Российской Федерации [Текст]: Справочник о наличии и протяженности по состоянию на 01.01.2005 года. – М.: ФГУ «Дороги России», 2005.
34. Горизонты транспорта: Эффективная транспортная политика [Текст] / Экспертный совет Комитета СФ по промышленной политике. – Челябинск: Социум, 2004.
35. Государственная концепция создания и развития сети автомобильных дорог в Российской Федерации, одобренная постановлением Правительства Российской Федерации от 17 апреля 1999 года № 438.

36. Пчелинцев, О.С. Региональная экономика в системе устойчивого развития [Текст] / О.С. Пчелинцев. – М.: Наука, 2004.

37. О федеральной целевой программе «Модернизация транспортной системы России (2002–2010 года)» /Постановление РФ от 5 декабря 2001 г. №848.

38. Прогноз социально-экономического развития Российской Федерации /Совет по изучению производительных сил. – М., 2003.

39. Состояние автомобильного транспорта и дорожного хозяйства /ГП РосдорНИИ. – М., 2003.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	2
ВВЕДЕНИЕ	4
1. СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ	7
1.1. Система инженерного сопровождения Мирового Банка реконструкции и развития (МБРР)	8
1.2. Система Международной федерации инженеров-консультантов (МФИК).....	9
1.3. Система контроля качества производства работ в Межрегиональной Дирекции строительства дорог ФГУ ДСД «Центр»	11
1.4. Трехуровневая система научно-технического сопровождения (управления качеством) ремонта, реконструкции и строительства автомобильных дорог	14
1.5. Интегральная трехуровневая система управления и контроля качества с применением основных принципов НТС	21
1.6. Нормативно-техническая база системы контроля и управления качеством на основе законодательства о техническом регулировании дорожной деятельности.....	24
1.7. Перспективы развития систем управления и контроля качества автомобильных дорог	36
1.8. Внедрение систем менеджмента качества организаций дорожного хозяйства России на принципах международных стандартов ИСО 9000	41
2. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ И КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ	49
2.1. Качество и классификация дорожно-строительной продукции.....	49
2.2. Установление номенклатуры показателей качества дорожно-строительной продукции	52
2.3. Методы квалиметрии в дорожном строительстве	59
2.4. Методы экспертной оценки качества.....	67
2.5. Методы комплексной оценки качества.....	69
2.6. Производственный контроль качества дорожных работ	71
2.6.1. Входной контроль качества земляного полотна.....	72
2.6.2. Операционный контроль качества земляного полотна	73
2.6.3. Организация производственного контроля	82
2.6.4. Производственный контроль земляного полотна в особых условиях	84
2.6.5. Приемка земляного полотна.....	87

2.6.6. Контроль при укреплении грунтов минеральными, органическими вяжущими и комплексными методами	90
2.6.7. Контроль качества работ при устройстве дорожных асфальтобетонных покрытий	92
2.6.8. Правила приемки асфальтобетонных покрытий в эксплуатацию	93
2.6.9. Контроль качества строительства цементобетонных покрытий	94
3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА И НАДЕЖНОСТИ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ.....	98
3.1. Обеспечение надежности автомобильных дорог и дорожных конструкций.....	98
3.2. Надежность автомобильных дорог и дорожных конструкций.....	100
3.3. Контроль и обеспечение надежности дорожных конструкций в период строительства	103
3.4. Значение технологических процессов в обеспечении качества продукции	110
3.5. Технологическая наследственность и ее влияние на обеспечение качества продукции	115
3.6. Техническое и организационное обеспечение качества продукции	120
3.7. Статистические методы контроля и обеспечения качества.....	125
4. ДИАГНОСТИКА И ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ	149
4.1. Основные понятия и определения	149
4.2. Организация и технология работ по диагностике автомобильных дорог	151
4.2.1. Виды диагностики и оценки состояния дорог и составов исходной информации	151
4.2.2. Последовательность работ по диагностике	156
4.2.3. Определение фактической категории существующей дороги	157
4.2.4. Организация полевых работ	158
4.2.5. Определение параметров геометрических элементов дороги	159
4.2.6. Измерение и оценка продольной ровности и сцепных свойств дорожного покрытия.....	161
4.2.7. Измерение и оценка колеяности дорожного покрытия.....	163
4.2.8. Визуальная оценка состояния дорожной одежды.....	164
4.2.9. Оценка прочности дорожных одежд	165
4.2.10. Определение состояния инженерного оборудования и обустройства дорог	169

4.2.11. Определение интенсивности и состава транспортных потоков	169
4.3. Методика оценки транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог	170
4.3.1. Общие положения	170
4.3.2. Оценка транспортно-эксплуатационного состояния автомобильной дороги	172
4.3.3. Оценка транспортно-эксплуатационного состояния сети автомобильных дорог.....	173
4.3.4. Порядок и методика оценки влияния элементов параметров и характеристик дорог на комплексный показатель их транспортно-эксплуатационного состояния	175
4.3.5. Определение показателя инженерного оборудования и обустройства	192
4.3.6. Определение показателя уровня эксплуатационного содержания автомобильной дороги.....	195
4.3.7. Сводные результаты оценки технического уровня и эксплуатационного состояния автомобильных дорог	195
4.4. Формирование информационного банка данных о состоянии дорог	197
4.5. Планирование дорожно-ремонтных работ на основе результатов диагностики и оценки состояния автомобильных дорог	199
4.5.1. Планирование видов и объёмов работ на основе анализа фактического состояния дорог.....	199
4.5.2. Планирование работ по критерию обеспеченности расчётной скорости движения, транспортного эффекта и экономической эффективности	201
4.5.3. Планирование ремонтных работ на основе «индексов соответствия».....	211
4.5.4. Общие принципы формирования программ ремонта и реконструкции автомобильных дорог по результатам диагностики и оценки их состояния.....	213
4.6. Проблемы диагностики состояния земляного полотна в современных условиях	214
5. ПОДДЕРЖАНИЕ НЕОБХОДИМОГО УРОВНЯ КАЧЕСТВА ДОРОГ	221
5.1. Принципы установления уровня оптимального качества на стадии эксплуатации дорог	221
5.2. Способы поддержания необходимого уровня качества дорог	225
5.2.1. Планирование ремонтов дорог.....	225
5.2.2. Планирование работ по содержанию дорог	226

5.2.3. Организация дорожной службы.....	227
5.2.4. Организация работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог.....	228
5.2.5. Дорожно-патрульная служба.....	228
5.2.6. Служба ремонта и содержания искусственных сооружений	228
5.2.7. Обеспечение безопасности движения	229
5.2.8. Обеспечение безопасности движения при выполнении ремонтных работ.....	233
5.2.9. Организация перевозки тяжеловесных и крупногабаритных грузов по автомобильным дорогам и искусственным сооружениям.....	234
5.2.10. Организация учета движения	234
5.2.11. Содержание дорог в весенний, летний и осенний периоды	235
5.2.12. Зимнее содержание автомобильных дорог	241
5.2.13. Ремонт земляного полотна и водоотводных сооружений	248
5.2.14. Ремонт дорожных одежд	252
5.2.15. Ремонт и содержание искусственных сооружений.....	254
5.2.16. Озеленение автомобильных дорог.....	257
5.2.17. Правила приемки и оценки качества работ	258
5.2.18. Технический учет и паспортизация автомобильных дорог и дорожных сооружений.....	259
5.2.19. Основные положения по охране природной среды при ремонте и содержании автомобильных дорог	259
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	262
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	264

Учебное издание

Бажанов Анатолий Павлович

**УПРАВЛЕНИЕ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

Учебное пособие

Редактор М.А. Сухова

Верстка Н.В. Кучина

Подписано в печать 08.04.14. Формат 60×84/16.

Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.

Усл. печ. л. 15,8. Уч.-изд.л. 17,0. Тираж 300 экз. 1-й завод 100 экз.

Заказ № 98.



Издательство ПГУАС.
440028, г.Пенза, ул. Германа Титова, 28.