



С. В. Ефименко, В. Н. Ефименко, М. В. Бадша



ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

УДК 625.86(075.8)

ББК 38.74:38.3

Серия «Учебники ТГАСУ» основана в 2013 году

Е91 Ефименко, С.В. Технология ремонта автомобильных дорог [Текст]: учебное пособие / С.В. Ефименко, В.Н. Ефименко, М.В. Бадина. – Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2019. – 160 с.

ISBN 978-5-93057-900-0

Представлены сведения о комплексе технологий, применяемых в современных отечественной и зарубежной практиках ремонта и капитального ремонта автомобильных дорог.

Предназначено для бакалавров, обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» (программа подготовки «Автомобильные дороги»), и специалистов, подготовка которых осуществляется по специальности 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений» специализация «Строительство автомагистралей, аэродромов и специальных сооружений».

УДК 625.86(075.8)

ББК 38.74:38.3

Рецензенты:

председатель Межгосударственного технического комитета по стандартизации № 418 «Дорожное хозяйство», президент Ассоциации «РОСАСФАЛЬТ» **Н.В. Быстров**; докт. техн. наук, профессор КузГТУ **В.А. Шаламанов**.

ISBN 978-5-93057-900-0

© Томский государственный архитектурно-строительный университет, 2019

© Ефименко С.В., Ефименко В.Н., Бадина М.В., 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	7
1. Основные принципы классификации работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог (зарубежный и отечественный опыт)	8
1.1 Цель классификации видов работ, выполняемых на эксплуатируемых автомобильных дорогах	8
1.2 Мировой опыт классификации дорожных работ.....	9
1.3 Классификация и опыт назначения видов дорожных работ, принятые в Российской Федерации.....	11
Вопросы для самопроверки	19
2. Ремонт земляного полотна и водоотводных сооружений	20
2.1. Основные виды работ, выполняемые при ремонте и капитальном ремонте земляного полотна и системы водоотвода	20
2.2. Ремонт обочин и откосов земляного полотна.....	24
2.3. Ремонт системы водоотвода	28
2.4. Ремонт водопропускных труб.....	29
2.5. Ремонт земляного полотна на пучиноопасных участках автомобильных дорог	30
2.6. Уширение земляного полотна и исправление поперечного профиля	35
2.7. Работы по послеремонтному содержанию земляного полотна.....	38
Вопросы для самопроверки	39
3. Ликвидация незначительных повреждений асфальтобетонных покрытий дорожных одежд	40
3.1. Общая характеристика дефектов покрытий дорожных одежд, относимых к незначительным	40
3.2. Ликвидация трещин в покрытии дорожных одежд.....	41

3.3. Особенности ямочного ремонта асфальтобетонных покрытий дорожных одежд	47
3.4. Устранение дефектов на асфальтобетонном покрытии в виде волн, гребней, просадки, проломов	52
3.5. Технологии ремонта дорог асфальтобетонными смесями при неблагоприятных погодных условиях	53
Вопросы для самопроверки	58
4. Способы повышения шероховатости покрытий дорожных одежд	59
4.1. Принципы назначения слоёв защитных, износа и шероховатости	59
4.2. Технологии устройства слоёв шероховатости	60
4.3. Технология втапливания щебня в свежеложенный слой асфальтобетонного покрытия	63
4.4. Устройство слоёв износа из битумных шламов	64
4.5. Технология устройства поверхностной обработки методами «Чип Сил» или Sescmair	66
4.6. Технология устройства слоёв покрытия из эмульсионно-минеральной смеси	68
4.7. Технология «Кейп Сил» (устройства слоёв защитных, износа и шероховатости)	73
Вопросы для самопроверки	75
5. Регенерация асфальтобетонных покрытий	76
5.1. Технологии ремонта асфальтобетонных покрытий методами ресайклинга	76
5.2. Технологии ремонта асфальтобетонных покрытий методами горячей регенерации «Ремикс», «Ремикс плюс», «Ришейп» и «Рипейв	77
5.3. Методы холодной регенерации асфальтобетонных покрытий	83
Вопросы для самопроверки	86
6. Усиление нежёсткой дорожной одежды	87
6.1. Способы повышения прочности дорожной одежды, находящейся в эксплуатации	87

6.2. Технологии приготовления и применения щебёночно-мастичной асфальтобетонной смеси	89
6.3. Применение резиновой микрокрошки при усилении покрытий дорожных одежд автомобильных дорог	93
Вопросы для самопроверки	96
7. Классификация методов борьбы с колеобразованием на автомобильных дорогах.	
Технологии устранения дефектов	97
7.1. Виды колеи на покрытиях дорожных одежд	97
7.2. Классификация методов устранения колеобразования на покрытиях дорожных одежд	98
7.3. Заполнение колеи ремонтными материалами	100
7.4. Применение эмульсионно-минеральных смесей для устранения колеи и других неровностей на покрытии ..	106
7.5. Применение горячей регенерации асфальтового бетона при ликвидации колеи.....	109
7.6. Применение холодного фрезерования асфальтового бетона при ликвидации колеи.....	110
7.7. Методы регенерации старого асфальтобетона при ликвидации колеи	112
7.8. Ликвидация колеи методом удаления (стабилизации) нестабильных слоев	115
7.9. Усиление дорожной одежды на участках образования колеи	116
7.10. Осушение и стабилизация грунтов земляного полотна.....	118
7.11. Мероприятия по предупреждению образования колеи.....	120
Вопросы для самопроверки	122
8. Контроль качества работ по ремонту покрытий дорожных одежд из органоминеральных смесей.....	123
8.1. Методы и приборы для оценки качества ремонта асфальтобетонных покрытий.....	123

8.2. Особенности обеспечения качества ремонта асфальтобетонных покрытий.....	127
Вопросы для самопроверки	129
9. Ремонт цементобетонных покрытий	130
9.1. Классификация видов работ при ремонте цементобетонных покрытий	130
9.2. Герметизация деформационных швов, консервация трещин в цементобетонных покрытиях.....	131
9.3. Ремонт поверхностного слоя цементобетонных покрытий.....	135
9.4. Усиление цементобетонных покрытий укладкой слоёв асфальтобетонной смеси.....	137
9.5. Контроль качества ремонта цементобетонных покрытий.....	142
Вопросы для самопроверки	143
10. Ремонт гравийных и щебёночных покрытий	144
10.1. Состав работ при ремонте покрытий дорожных одежд переходного типа.....	144
10.2. Технологии ремонта и капитального ремонта покрытий переходного типа	147
10.3. Технический контроль при производстве работ.....	151
Вопросы для самопроверки	153
Заключение	154
Список рекомендуемой литературы	155

1. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ КЛАССИФИКАЦИИ РАБОТ ПО РЕМОНТУ И СОДЕРЖАНИЮ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ (ЗАРУБЕЖНЫЙ И ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ОПЫТ)

1.1. Цель классификации видов работ, выполняемых на эксплуатируемых автомобильных дорогах

Возникающие в процессе эксплуатации автомобильных дорог деформации и разрушения дорожных конструкций, системы водоотвода, искусственных сооружений и инженерного оборудования весьма разнообразны по характеру, размерам и объёмам. Их устранение требует проведения ремонтных работ, различных по сложности и объёмам. Выполняемые работы и мероприятия различают по стоимости, повторяемости, воздействию на транспортно-эксплуатационное состояние дороги, продолжительности этого воздействия, технологии их реализации и другим признакам. Регламент видов восстановительных мероприятий, состав работ могут периодически изменяться в зависимости от технических, экономических и других требований, условий и обстоятельств.

Всё это, вместе взятое, вызывает необходимость разделения дорожных работ по видам и группам в зависимости от характера, размеров и объёмов работ. В этом и заключается их классификация. *Цель* классификации – установление основных принципов определения состава работ по содержанию, ремонту и капитальному ремонту автомобильных дорог, которыми следует руководствоваться при разработке технической документации на выполнение дорожно-ремонтных работ и при планировании затрат на них.

1.2. Мировой опыт классификации дорожных работ

В мировой практике приняты различные классификации дорожных работ, в которых выделены виды или группы работ в целом по автомобильной дороге или по отдельным её элементам. По содержанию и каждому виду ремонта элементов дорог установлен перечень составов работ.

Классификация, которой руководствуется Всемирный банк, оказывающий помощь многим странам в развитии и содержании сети автомобильных дорог, рекомендует следующие виды работ по содержанию и ремонту транспортных сооружений, а также их ориентировочную стоимость [1].

Текущее содержание – работы, которые, как правило, выполняют не менее одного раза в год. К ним относят также ремонт отдельных участков проезжей части и обочин; регулярный надзор за сооружениями системы водоотвода, ремонт откосов земляного полотна, ограждений и дорожных знаков; уборку придорожной полосы и мест стоянок автомобилей, уход за древесными насаждениями, борьбу с пылью. Как правило, затраты на содержание одного километра дороги в год составляют от 200 до 5 и более тыс. долл.

Текущий ремонт и восстановление покрытий включает устройство гравийных покрытий, ремонт покрытий с целью устранения деформаций поверхности проезжей части и восстановление технико-эксплуатационных качеств покрытия (укладка нового слоя из асфальтобетона, устройство тонких защитных слоёв износа и шероховатости). Такие работы необходимы при транспортно-эксплуатационных показателях, свидетельствующих о неудовлетворительном состоянии покрытия. Среднегодовая стоимость этих работ изменяется от 10 до 40 и более тыс. долл. за 1 км дороги.

Капитальный ремонт – выборочный ремонт отдельных участков покрытия, восстановление поперечного профиля проез-

жей части и земляного полотна, улучшение системы водоотвода с восстановлением прочности и условий проезда по искусственным сооружениям. Стоимость работ на 1 км дороги варьирует от 30 до 200 и более тыс. долл. (с учётом конструктивных особенностей объекта).

Реконструкция – работы, проводимые на дорогах, имеющих неудовлетворительное техническое состояние. Они касаются дорожной одежды с использованием существующего земляного полотна без изменений плана и продольного профиля, но с восстановлением искусственных сооружений. Стоимость работ может составить от 45 до 300 тыс. и более долл. за 1 км дороги.

Реабилитация (восстановление) – работы, сочетающие элементы капитального ремонта и реконструкции, стоимостью 30–200 тыс. долл. за 1 км автомобильной дороги.

Усиление – увеличение толщины слоёв дорожной одежды, например, по технологиям регенерации асфальтобетонных покрытий. Стоимость работ километрового участка дороги – в пределах от 10 до 50 тыс. долл.

Улучшение или перестройка дороги – работы, проводимые для увеличения пропускной способности дорог и обеспечения безопасности движения транспортных средств. В составе работ – устройство новых сооружений в виде земляного полотна и дорожной одежды, увеличение радиусов кривых в плане и продольном профиле, уширение земляного полотна, увеличение числа полос движения. Стоимость формируется с учётом условий, определяющих перестройку объекта.

Новое строительство – работы, связанные с освоением новых направлений, например, обходом населённых пунктов. Стоимость, от 50 тыс. долл. (при строительстве 1 км дороги с гравийным покрытием) до 1 млн долл. и более за один километр автомобильной магистрали с четырьмя полосами движения и развязками в разных уровнях.

1.3. Классификация и опыт назначения видов дорожных работ, принятые в Российской Федерации

Классификация работ, принятая в Российской Федерации (Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 16 ноября 2012 г. № 402) [2], устанавливает состав и виды работ по капитальному ремонту, ремонту и содержанию автомобильных дорог. Действующая классификация не рассматривает этапные работы по реконструкции и модернизации дорог, в том числе особенности выполнения работ по элементам объекта без его перевода в более высокую категорию или класс. Классификацией приняты следующие определения (рис. 1.1, 1.2) [3].



Рис. 1.1. Система работ по содержанию, ремонтам, совершенствованию и развитию существующей автомобильной дороги

Содержание автомобильной дороги – выполняемый в течение всего календарного года (с учётом сезона), на всём протяжении

Технология ремонта автомобильных дорог

нии дороги, комплекс работ по уходу за дорогой, дорожными сооружениями и полосой отвода по профилактике и устранению постоянно возникающих мелких повреждений, по организации и обеспечению безопасности движения, а также по зимнему содержанию и озеленению дороги.

Виды реконструкции	п																
	ч																
	бик-м																
Работы по содержанию и ремонтам	к.р.																
	р																
	с																
		0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60
<i>Годы</i>																	

Рис. 1.2. Очерёдность работ по содержанию, ремонтам и реконструкции автомобильной дороги до перевода её в более высокую категорию: п – полная реконструкция, лет; ч – частичная реконструкция, лет; бик-м – модернизация или реконструкция без перевода дороги в более высокую категорию; к.р – капитальный ремонт автомобильной дороги; р – ремонт; с – содержание в процессе эксплуатации

Задача содержания состоит в обеспечении сохранности и работоспособности дороги и дорожных сооружений и поддержании их транспортно-эксплуатационного состояния в соответствии с требованиями, допустимыми по условиям обеспечения непрерывности и безопасности дорожного движения в любое время года.

Ремонт автомобильной дороги – комплекс работ по воспроизводству её первоначальных транспортно-эксплуатацион-

1. Основные принципы классификации работ

ных характеристик, при котором производят возмещение износа покрытия, восстановление и улучшение его ровности и сцепных качеств, устранение всех деформаций и повреждений дорожного покрытия, земляного полотна, дорожных сооружений, элементов обстановки и обустройства дороги, организации и обеспечения безопасности движения.

Задача ремонта – восстановление транспортно-эксплуатационного состояния дороги и дорожных сооружений до уровня, позволяющего обеспечить выполнение нормативных требований к их потребительским свойствам в период до очередного восстановительного или капитального ремонта при интенсивности движения, не превышающей расчётную для данной категории дороги.

Капитальный ремонт – комплекс работ по расширенному воспроизводству её первоначальных транспортно-эксплуатационных характеристик, при котором производят восстановление и повышение прочности дорожной одежды, ровности и сцепных качеств дорожного покрытия, устойчивости и несущей способности земляного полотна и дорожных сооружений, осуществляют замену изношенных конструкций и деталей на более прочные элементы, в необходимых случаях улучшают геометрические параметры и другие характеристики дороги с учётом роста интенсивности движения и осевых нагрузок автомобилей в пределах норм, соответствующих категории, установленной для ремонтируемой дороги, без увеличения ширины земляного полотна на основном протяжении дороги.

Задача капитального ремонта состоит в полном восстановлении и повышении транспортно-эксплуатационного состояния дороги до уровня, позволяющего обеспечить нормативные требования к потребительским свойствам в период до очередного капитального ремонта при интенсивности движения, соответствующей расчётной для данной категории дороги, при повышении которой необходима реконструкция дороги с переводом её в более высокую категорию.

Критерием для назначения капитального ремонта является состояние дороги, при котором прочность дорожной одежды снизилась до предельно допустимого значения или параметры и характеристики других элементов дороги не удовлетворяют требованиям движения настолько, что становится экономически нецелесообразным приводить их в соответствие условиям, обеспечивающим эффективную работу транспорта.

За расчётный срок службы дорожного покрытия принимают период времени, в пределах которого износ поверхности покрытия увеличивается (следовательно, уменьшается коэффициент сцепления) до величины, предельно допустимой по условиям безопасности движения. Расчётный срок службы дорожной одежды соответствует временному периоду, в пределах которого запас её прочности уменьшается до уровня, при котором достигается расчётная надёжность дорожной одежды и соответствующее ей предельное состояние покрытия по ровности.

Существует несколько методов определения межремонтных периодов для покрытий и дорожных одежд, в целом, включающие расчёты: теоретические, по результатам оценки фактического состояния дорог и по результатам стендовых испытаний дорожных конструкций. Суть этих методов детально изложена в учебной и технической литературе по эксплуатации автомобильных дорог, вышедшей одновременно в различных изданиях под редакцией профессоров А.П. Васильева, В.М. Сиденко, В.К. Некрасова, А.Я. Тулаева и др.

Постановлением Правительства России [4] межремонтные сроки эксплуатации автомобильных дорог федерального значения с усовершенствованным типом покрытия увеличены до 12 лет (до 2017 г. – от 4 до 8 лет в зависимости от категории дороги и интенсивности движения), по капитальному ремонту – до 24 лет (до 2017 г. – от 10 до 18 лет).

Понятия «реконструкция» и «модернизация» автомобильных дорог, не вошедшие в действующую с 2012 г. Классифика-

1. Основные принципы классификации работ

цию работ по капитальному ремонту, ремонту и содержанию автомобильных дорог, формулируют в виде [3, 5]:

Реконструкция дорог – это коренное переустройство дороги с переводом или без перевода её в более высокую категорию, при котором переустраиваются земляное полотно, дорожная одежда и дорожные сооружения, а их параметры и характеристики повышаются до уровня, позволяющего при возросшей и прогнозируемой на перспективу интенсивности движения обеспечить нормативные требования к потребительским свойствам дорог и дорожных сооружений на период до очередной реконструкции.

Задача реконструкции дорог – развитие и совершенствование дорожной сети.

Модернизация дороги – это комплекс мер по развитию и совершенствованию геометрических параметров дороги, уширению и усилению земляного полотна, дорожной одежды, искусственных и других сооружений в пределах норм, соответствующих фактической категории дороги с учётом роста интенсивности движения и транспортных нагрузок без перевода дороги в более высокую категорию.

Задача модернизации дорог – совершенствование дорожной сети.

Результаты оптимизации межремонтных сроков службы дорожных одежд и покрытий, исходя из предположения полной обеспеченности финансированием работ по содержанию, ремонту и капитальному ремонту автомобильных дорог [6], приведены в табл. 1.1, 1.2.

Анализ опыта эксплуатации дорог показывает, что модернизация, как правило, требуется через 5–10 лет после расчётного года, принятого при обосновании категории дороги на стадии проектирования новой или реконструкции существующей. Высшей стадией развития существующей дороги является её реконструкция, которая означает перевод её на одну или две ступени выше.

**Нормы межремонтных сроков службы дорожных одежд
до капитального ремонта
(предложены В.К. Апестиным и А.П. Васильевым)**

Категория дороги	Тип дорож- ной одежды	Дорожно-климатическая зона						Рекомендуемый расчётный меж- ремонтный срок службы $T_{до}$, лет
		I–II		III		IV–V		
		T_0 , годы	K_n	T_0 , годы	K_n	T_0 , годы	K_n	
Ia, Ib, Iv	Капитальный	12	0,98	14	0,95	18	0,88	20
II	Капитальный	12	0,94	12	0,92	15	0,88	16
III	Капитальный	12	0,92	12	0,90	15	0,85	16
	Облегченный	12	0,86	12	0,85	12	0,84	15
IV	Капитальный	12	0,85	12	0,84	12	0,83	15
	Облегченный	10	0,85	10	0,84	12	0,82	13
	Переходный	5	0,62	5	0,30	5	0,77	6
V	Облегченный	10	0,82	10	0,80	12	0,79	13
	Переходный	5	0,65	5	0,60	5	0,58	6
	Низший	3	0,65	3	0,60	3	0,58	4

Примечания:

1. Межремонтные сроки проведения работ по капитальному ремонту T_0 соответствуют коэффициентам надёжности K_n , характеризующим ровность дорожных покрытий в конце межремонтного периода.

2. При планировании реконструкции автомобильной дороги в сроки, менее указанных в табл. 1, межремонтный срок принимают равным периоду до реконструкции дороги без изменения коэффициентов надёжности.

3. Для автомобильных дорог с дорожными одеждами из асфальтобетонов типа А на основе полимерно-битумного вяжущего срок проведения работ по капитальному ремонту увеличивают на 8–10 % с округлением до целого количества лет.

4. Межремонтный срок проведения работ по капитальному ремонту автомобильных дорог федерального значения с жёсткими дорожными одеждами (с цементобетонным покрытием) принимают равным 25 годам.

5. Расчётные сроки службы автомобильных дорог приведены для дорожных одежд различных типов (капитальных, облегчённых и низших). В оптимизированных межремонтных сроках службы именно для этих одежд дан очень важный показатель – коэффициент надёжности дорожных одежд.

Межремонтные сроки службы дорожных покрытий до ремонта и между ремонтами с учётом критерия износа (по В.К. Апестину, А.П. Васильеву)

Типы дорожных одежд			
Капитальные и облегченные нежесткие дорожные одежды с асфальтобетонным покрытием			
Дорожно-климатическая зона	Фактическая интенсивность транспортного потока по крайней правой полосе движения, авт./сут.	Межремонтный срок $T_{пр}$, лет	Рекомендуемый расчётный межремонтный срок службы $T_{пр}$, лет
I–II	≥ 4501	3	4
III	≥ 4001		
IV–V	≥ 3001		
I–II	2501–4500	4	5
III	2001–4000		
IV–V	1501–3000		
I–II	≤ 2500	6	8
III	≤ 2000		
IV–V	201–1500		
I–V	≤ 200	8	10
Жесткие дорожные одежды (с цементобетонным покрытием)			
Для дорог федерального значения		12	15
Переходные и низшие типы дорожной одежды			
Для автомобильных дорог IV–V категории		3	3

Примечание. Для верхних слоёв дорожного покрытия из асфальтобетона типа А, щебеночно-мастичного асфальтобетона (ЩМА), асфальтобетона с полимерными добавками при устройстве слоёв износа срок проведения работ по ремонту автомобильных дорог увеличивают на 40–45 % с округлением до целого количества лет, рекомендуемый межремонтный срок для расчёта принимают равный 12 годам.