ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
РОСАВТОДОР

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО АРМИРОВАНИЮ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СЛОЁВ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД СТАЛЬНЫМИ СЕТКАМИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
(РОСАВТОДОР)

МОСКВА 2014

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Закрытым акционерным обществом «Группа Битум РУС»

2 ВНЕСЕН Управлением эксплуатации автомобильных дорог Федерального дорожного агентства

3 ПРИНЯТ распоряжением Федерального дорожного агентства от «10» 12.2015 г. № 2413-р

4 ИМЕЕТ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ ХАРАКТЕР

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Содержание

1 Область применения..... 1
2 Нормативные ссылки..... 2
3 Термины и определения..... 4
4 Требования к стальной сетке для армирования асфальтобетонных слоев дорожных одежд..... 6
5 Способы усиления нежёстких дорожных одежд асфальтобетонными слоями со стальными сетками..... 10
6 Способы усиления цементобетонных покрытий автомобильных дорог армированными асфальтобетонными слоями..... 14
7 Проектирование дорожных одежд со стальными сетками..... 15
8 Подготовка асфальтобетонных покрытий к армированию стальными сетками..... 19
9 Подготовка к усилению цементобетонных покрытий автомобильных дорог..... 21
10 Технология армирование асфальтобетонных слоёв стальными сетками..... 22
11 Контроль качества работ при армировании асфальтобетонных слоёв стальными сетками..... 31
Приложение 1. Пример расчета конструкции дорожной одежды со стальной сеткой 34
Приложение 2. Коэффициенты армирования..... 43
Библиография..... 44

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

Методические рекомендации по армированию асфальтобетонных слоёв дорожных одежд стальными сетками

1 Область применения

1.1 Настоящий отраслевой дорожный методический документ устанавливает рекомендации по усилению нежёстких дорожных одежд и цементобетонных покрытии автомобильных дорог с асфальтобетонными слоями, армированными стальными сетками.

1.2 Методические рекомендации содержат основные требования к стальной сетке, предназначенной для армирования асфальтобетонных слоев и её технические характеристики, описание технологии армирования при строительстве и ремонте автомобильных дорог. Особое внимание уделено вопросам подготовки основания для укладки стальной сетки и её закрепления, а также контролю качества работ.

1.3 Применение стальных сеток создаёт условия для увеличения срока службы дорожных одежд, замедляя процесс появления отражённых трещин на покрытиях, снижая вероятность появления колейности на проезжей части автомобильных дорог. Использование армированных асфальтобетонных слоёв приводит к усовершенствованию дорожных конструкций, экономии средств на строительство, ремонт и содержание автомобильных дорог.

2 Нормативные ссылки

В настоящем методическом документе использованы ссылки на следующие документы:

Технический регламент о безопасности зданий и сооружений № 384-ФЗ от 30.12.2009

ГОСТ 427-75 Межгосударственный стандарт. Линейки измерительные металлические. Технические условия

ГОСТ 7502-98 Межгосударственный стандарт. Рулетки измерительные металлические. Технические условия

ГОСТ 9128-2013 Межгосударственный стандарт.Смеси асфальтобетонные, полимерасфальтобетонные, асфальтобетон, полимерасфальтобетон для автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия

ГОСТ 11508-74* Межгосударственный стандарт. Битумы нефтяные. Методы определения сцепления битума с мрамором и песком

ГОСТ 12801-98 Межгосударственный стандарт. Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний

ГОСТ 30412-96Межгосударственный стандарт. Дороги автомобильные и аэродромы. Методы измерений неровностей оснований и покрытий

ГОСТ 30413-96 Дороги автомобильные. Метод определения коэффициента сцепления колеса автомобиля с дорожным покрытием

ГОСТ 31015-2002 Межгосударственный стандарт. Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон щебеночно-мастичные. Технические условия

ГОСТ Р 50575—93 (ИСО 7989-88) Государственный стандарт Российской Федерации. Проволока стальная. Требования к цинковому покрытию и методы испытания покрытия

ГОСТ Р 50597-93 Государственный стандарт Российской Федерации. Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности движения

ГОСТ Р 51285-99 Государственный стандарт Российской Федерации. Сетки проволочные крученые с шестиугольными ячейками для габионных конструкций. Технические условия

ГОСТ Р 52128-2003 Государственный стандарт Российской Федерации. Эмульсии битумные дорожные. Технические условия

ГОСТ Р 2715-75 Межгосударственный стандарт. Сетки металлические проволочные. Типы, основные параметры и размеры

Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании»

Примечание – При пользовании настоящим методическим документом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов, составленных по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем методическом документе применены следующие термины с соответствующими определениями:

автомобильная дорога: Инженерное сооружение, предназначенное для движения автомобилей. Основными элементами являются: земляное полотно, дорожная одежда, проезжая часть, обочины, искусственные и линейные сооружения и все виды обстановки;

асфальтобетонная смесь: Рационально подобранный материал, состоящий из минеральных компонентов (щебня или гравия), песка, минерального порошка с битумом и добавками, взятых в заданных пропорциях и перемешанных в нагретом состоянии в установке;

выбоина: Местное разрушение покрытия, имеющее вид углубления с резко очерченными краями;

износ покрытия: Уменьшение толщины покрытия в процессе эксплуатации за счёт истирания и потери износившегося материала в результате суммарного воздействия транспортных средств и природно-климатических факторов;

колея: Вид деформации поперечного профиля проезжей части с образованием углублений по полосам наката с гребнями или без гребней выпора;

мишметалл: Сплав редкоземельных металлов с преобладающим содержанием церия и лантана;

покрытие дорожное асфальтобетонное: Покрытие капитального типа, построенное из плотных асфальтобетонных смесей (горячих или холодных) и уплотнённо;

покрытие цементобетонное монолитное: Капитальное покрытие монолитное, устроенное из цементобетонных смесей, уплотняемых на месте работ;

прочность дорожной одежды: Свойство дорожной одежды сохранять сплошность своей поверхности (отсутствие трещин) и ровность в допустимых пределах под воздействием многократно повторяющихся нагрузок от движущегося транспорта и погодно-климатических факторов в течение срока службы;

покрытие сплавом цинка с алюминием и мишметаллом (ЦАММ): Покрытие стальной проволоки сетки сплавом цинка, содержащим 5% алюминия и 0,01% мишметалла;

проволочная сетка двойной скрутки (двойного кручения): Неразрывная сетка, изготовленная из проволочных пар с периодическими двойными скрутками, которые связываются двойными скрутками со смежными аналогичными проволочными парами, образуя между собой шестиугольные ячейки;

стальная проволока двойного кручения:Две проволоки скрепленные между собой посредством двойного кручения. При этом исходным материалом для неё является стальная оцинкованная проволока.

предельный коэффициент разрушения:Коэффициентпредставляющий собой отношение суммарной протяженности (или суммарной площади) участков дороги, требующих ремонта из-за недостаточной прочности дорожной одежды, к общей протяженности (или общей площади) дороги между корреспондирующими пунктами.

коэффициент армирования Карм:Коэффициент учитывающий снижение влияния усталостных процессов на прочность дорожных покрытий, вследствие их армирования.

коэффициент увеличения общего модуля упругости армированной конструкции:Отношение общего модуля упругости дорожной конструкции армированной стальной сеткой к общему модулю упругости аналогичной дорожной конструкции неармированной стальной сеткой.

размер ячейки: Расстояние между скрутками с учетом размера одной скрутки;

рулон сетки: Скатанное полотно сетки в форме цилиндра;

скрутка проволок:Свивка двух проволок в одном направлении на полный оборот 360°, проволоки вращаются в одном направлении, минимальное количество скруток три;

срок службы дорожной одежды: Календарная продолжительность эксплуатации дорожной одежды от сдачи дороги в эксплуатацию до первого капитального ремонта или между капитальными ремонтами;

сетка стальная: Сетка двойного кручения с шестиугольными ячейками из стальной проволоки с цинковым или цинково-алюминиевым покрытием (ЦАММ), укреплённая армирующим плоским скрученным прутом, расположенным в поперечном направлении;

трещины на дорожном покрытии:Разрушения дорожного покрытия, выразившиеся в нарушении сплошности покрытия, возникшие в результате воздействия транспортных средств и природно-климатических факторов, и образованные в поперечном, продольном направлениях, по диагонали (косые) и в виде сетки трещин;

фрезерование покрытия: Разрушение покрытия без его нагрева с использованием специальных фрез, оснащённых фрезерным валом с закреплённым на нём резцами и фронтальным транспортёром для погрузки отфрезерованного материала в транспортные средства.

4 Требования к стальной сетке для армирования асфальтобетонных слоев дорожных одежд

4.1 Для изготовления сетки проволочной двойного кручения с шестиугольными ячейками применяется проволока с плотным цинковым (антикоррозийным) покрытием или проволока с покрытием ЦАММ (сплав цинка с алюминием и мишметаллом) в соответствии с ГОСТ Р 50575 и ГОСТ

Р 51285. Минимальное количество антикоррозионного покрытия для проволоки ячеек не должно быть менее 125 г/м², для жестких в поперечной плоскости креплений скрученных прутов не менее 80 г/м². Адгезия сетки должна быть не ниже чем по ГОСТ 11508.

Для изготовления армирующих плоских скрученных прутов применяется металлическая арматура с плотным цинковым (антикоррозийным) покрытием или покрытием ЦАММ (сплав цинка с алюминием и мишметаллом) в соответствии с ГОСТ Р 50575.

Выбор типа антикоррозионного покрытия, определяется проектом, в зависимости от степени ответственности сооружения и ожидаемой интенсивности коррозии проволоки в период эксплуатации.

Испытания цинковых покрытий на стальной проволоке по массе и качеству проводится в соответствии с ГОСТ Р 50575.

Антикоррозионное покрытие не должно отслаиваться от стальной проволоки при навивании 6 витков на стержень диаметром равным четырёхкратному диаметру проволоки. Покрытие должно иметь прочное сцепление со стальной основой и не должно растрескиваться или отслаиваться до такой степени, чтобы чешуйки покрытия можно было удалить с поверхности проволоки пальцами. Покрытие должно соответствовать требованиям ГОСТ Р 50575—93 Проволока стальная. Требования к цинковому покрытию и методы испытания покрытия.

4.2 По виду антикоррозийного покрытия проволоки сетки (в соответствии с ГОСТ Р 51285 подразделяются на:

- покрытой цинком – Ц;

- покрытой сплавом цинка с алюминием и мишметаллом – ЦАММ.

4.3Срок службы стальных сеток в среднем составляет:

- для сеток из проволоки с цинковым покрытием (245 г/м²) – 35 лет;

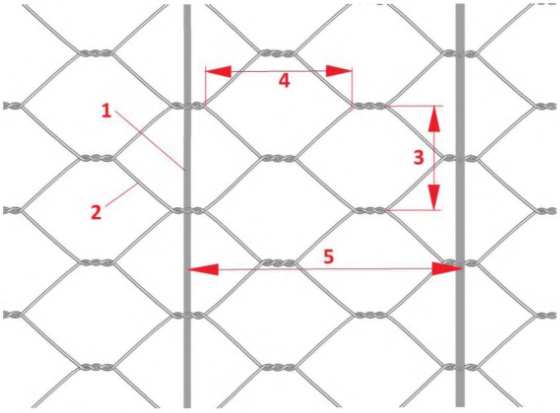
- для сеток из проволоки с цинковым покрытием (125 г/м²) и дополнительным покрытием алюминием и мишметаллом – 35 лет;

- для сеток из проволоки с покрытием сплавом цинка (245 г/м²) с алюминием и мишметаллом – 75 лет.

4.4 Размеры ячейки сетки, диагонали ячейки, диаметр проволоки указаны в таблице 4.1, соответствующие значения должны соответствовать ГОСТ Р 51285. Схема сетки указана на рисунке 4.1.

4.5 При легком типе сетки применяют проволоку диаметр 2,2 мм, при тяжелом типе – 2,4 мм или 2,7 мм, с допустимым отклонением в геометрических размерах ±0,09 мм. Сетка имеет шестиугольные ячейки и жесткие в поперечной плоскости крепления из плоских скрученных прутов профилем 6,0х2,0 мм – для легкого типа, 7,0х3,0 мм – для тяжелого типа, располагаемые на расстоянии 235, 265 или 285 мм в зависимости от размера ячейки (рисунок 4.1). Допустимые геометрические отклонения профиля плоских скрученных прутов +18/-4%. Допустимое отклонение расстояния между скрученными прутами составляет ± 40,0 мм.

По заявке Заказчика расстояние между прутами может быть изменено в соответствии с проектом или заказом.



1 – плоский скрученный прут; 2 – проволока;
3 – размер ячейки; 4 – размер диагонали ячейки; 5 – расстояние между прутами

Рисунок 4.1 – Конструкция стальной сетки

Таблица 4.1 – Параметры ячеек сетки

Размер ячейки, мм	Предел отклонение, %	Размер сечения поперечного прута, мм	Размер диагонали, мм
60	+18/-4	2,2 2,4 2,7	80
80	+16/-4	2,2 2,4 2,7	100
100	+16/-4	2,2 2,4 2,7	120

4.6 Прочность при растяжении сетки (проволоки) должна быть от 35 до 50 кгс/мм² (340 - 490 Н/мм²) в зависимости от диаметра проволоки и размера ячейки. Удлинение проволоки при разрыве должно быть не более 12%.

4.7 Стальную сетку тяжелого типа рекомендуют применять при усилении жестких дорожных одежд, а также при армировании асфальтобетонных слоёв нежестких дорожных одежд на автомобильных дорогах высоких категорий. Это обосновано тем, что на дорогах высоких категорий нагрузки от автотранспорта на дорожную одежду, требования к потребительским свойствам и показателям надежности существенно выше, чем на дорогах низкой категории.

Решение о применении тяжелого или легкого типов стальных сеток принимает проектная организация в зависимости от состава и интенсивности движения, климатических и грунтово-гидрологических условий, а также толщины конструктивных слоёв дорожных одежд.

4.8 Стальная сетка должна поставляться в рулонах длиной 50 м. Допустимые отклонения по длине ± 1% длины. Ширина рулона может быть от 1 м до 4 м. По заявке Заказчика ширина рулона может быть изменена в соответствии с проектом или заказом.

Соответствующую ширину рулона выбирают в зависимости от ширины армируемого покрытия автомобильной дороги. Допустимые отклонения по ширине ± 10 см. Развернутый рулон сетки не должен иметь видимых повреждений. Структура расположения ячеек должна быть равномерная.

4.9 Сетка должна складироваться, паковаться и храниться в рулонах таким образом, чтобы избежать её повреждения. Рулоны укладываются горизонтально на сухой и ровной поверхности. Рулоны могут укладываться один на другой максимально в девять слоев.

4.10 Технические характеристики стальной сетки для армирования асфальтобетонных слоёв представлены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 - Технические характеристики стальной сетки

Характеристика сетки	Диаметр проволоки (мм)	Размер поперечного прута (мм)	Размер ячейки (мм)	Нагрузка при разрыве продольная (Кн/м)	Нагрузка при разрыве прута поперечная (Кн/м)	Масса сетки (кг/м^2) (справочное)
Тяжелый тип	2,4 – 2,7	7,0 x 3,0	60x80 80x100 100x120	>40	>50	1,73
Легкий тип	2,2	6,0 x 2,0	60x80 80x100 100x120	>32	>32	1,30

4.11 Параметры, материал и основные предельные размеры сеток должны соответствовать ГОСТ Р 2715-75 «Сетки металлические проволочные. Типы, основные параметры и размеры».

5 Способы усиления нежёстких дорожных одежд асфальтобетонными слоями со стальными сетками

5.1 Задача капитального ремонта состоит в полном восстановлении и повышении эксплуатационного состояния покрытия до уровня,

позволяющего обеспечить нормативные требования к потребительским свойствам автомобильной дороги в период до очередного капитального ремонта при интенсивности движения, соответствующей расчётной для данной категории дороги.

5.2 Применяют следующие способы усиления нежёстких дорожных одежд с асфальтобетонным покрытием:

- устройство слоёв усиления из асфальтобетонных смесей поверх старого асфальтобетонного покрытия без нарушения его сплошности;

- то же с предварительным фрезерованием старого асфальтобетонного покрытия;

- укладка слоя усиления из асфальтобетонной смеси на выравнивающий слой. В этом случае выравнивающий слой может быть уложен на старое асфальтобетонное покрытие или на предварительно отфрезерованное покрытие.

5.3 Необходимые способы усиления, материалы и конструкции дорожных одежд назначают с учётом состояния асфальтобетонного покрытия, несущей способности существующей дорожной одежды, интенсивности дорожного движения, климатических и грунтово-гидрологических условий.

5.4 Критерии состояния асфальтобетонного покрытия предлагается определять согласно методики приведенной в п.2.2 [5]«Предварительное обследование дорожных конструкций».

5.5 Критерием состояния несущей способности дорожной одежды может рассматриваться упругий прогиб на основе зависимости требуемого общего модуля упругости конструкции от суммарного числа приложений нагрузки. В результате расчета назначаются толщины конструктивных слоев и их модули упругости таким образом, чтобы общий модуль упругости дорожной одежды был не менее требуемого с учетом соответствующего коэффициента прочности таблице 2 [5].

5.6 Расчет дорожной одежды, отвечающей критерию упругого прогиба, с учетом механизма нарушения прочности в ее отдельных конструктивных слоях по двум независимым критериям:

- критерию соответствия сдвигоустойчивости материалов конструктивных слоев и грунта возникающим в них касательным напряжениям, отражающему условие ограничения накопления сдвиговых остаточных деформаций (формоизменения) под воздействием многократных кратковременных нагрузок;

- по критерию соответствия сопротивления материалов монолитных конструктивных слоев возникающим в них растягивающим напряжениям от подвижной многократной нагрузки, отражающему сопротивление этих слоев усталостным процессам, обусловливающим развитие микротрещин в монолитных слоях, потерю их сплошности и снижение распределяющей способности.

Коэффициенты прочности по этим критериям должны быть не менее значений, указанных в таблице 5.1, согласноОДН[7].

Таблица 5.1 - Требуемые минимальные коэффициенты прочности при заданных уровнях надежности для расчета дорожных одежд по различным критериям прочности

Тип дорожной одежды		Капитальный										
Категория дороги		I		II		III			IV			
Предельный коэффициент разрушения $K_p^{пр}$		0,05				0,10						
Заданная надежность $K_н$		0,98	0,95	0,98	0,95	0,98	0,95	0,90	0,95	0,90	0,85	0,80
Требуемый коэффициент прочности $K_{пр}^{Тр}$ по критерию:	упругого прогиба	1,50	1,30	1,38	1,20	1,29	1,17	1,10	1,17	1,10	1,06	1,02

Тип дорожной одежды		Капитальный										
Категория дороги		I		II		III			IV			
	сдвига и растяжения при изгибе	1,10	1,00	1,10	1,00	1,10	1,00	0,94	1,00	0,94	0,90	0,87

5.7 Суммарное минимальное расчетное число приложений расчетной нагрузки на наиболее нагруженную полосу для дорог различных технических категорий дорог с асфальтобетонным покрытием капитального типа армированных стальными сетками приведены в таблица 5.2.

Таблица 5.2 - Суммарное минимальное расчетное число приложений расчетной нагрузки на наиболее нагруженную полосу

Категория дороги	Суммарное минимальное расчетное число приложений расчетной нагрузки на наиболее нагруженную полосу	Требуемый модуль упругости одежды, МПа
		капитальной
I	750000	230
II	500000	220
III	375000	200

5.8 Климатические и грунтово-гидрологические условия учитываются в соответствии с [12] ПриложенияБ и В.

В зависимости от рассмотренных в п.п. 5.4-5.8 критериев назначаются необходимые способы усиления, материалы и конструкции дорожных одежд.

5.9 Оценку транспортно-эксплуатационного состояния асфальтобетонных покрытий выполняют путем определения степени соответствия нормативным требованиям фактических потребительских свойств, их основных параметров и характеристик [4].

Расчёт толщины слоёв усиления осуществляют после инструментального обследования и расчетов в соответствии с действующими

нормативными документами и раздела 7 данных Методических рекомендаций.

5.10 При новом строительстве автомобильной дороги при устройстве двухслойного асфальтобетонного покрытия стальную сетку укладывают и закрепляют на поверхности нижнего слоя покрытия или на поверхности основания из асфальтобетона или цементобетона.

При устройстве однослойного асфальтобетонного покрытия сетку укладывают на поверхность основания. Толщина верхнего слоя покрытия должна быть не менее 6 см. Меньшее значение указанной толщины покрытия может быть принято при гарантированном допуске изменения толщины укладываемого слоя в пределах $\pm$ 1см.

6 Способы усиления цементобетонных покрытий автомобильных дорог армированными асфальтобетонными слоями

6.1 Для восстановления эксплуатационного состояния цементобетонных покрытий автомобильных дорог применяют следующие основные способы усиления жёстких дорожных одежд:

- устройство слоёв усиления из асфальтобетонных смесей поверх старого цементобетонного покрытия без нарушения его сплошности;

- то же с предварительной фрагментацией старого цементобетонного покрытия и тщательным уплотнением материала основания. Фрагментацию цементобетонного покрытия производят на фрагменты от 0,5х0,5 м до 2,0х2,0 м. Результатом фрагментации должно стать полное отсутствие перемещения фрагментов цементобетона в вертикальном направлении;

- то же с предварительным дроблением старого цементобетонного покрытия (виброрезонансным или другим способами), тщательным уплотнением материала основания, с последующим устройством выравнивающего слоя из асфальтобетона минимальной толщиной 4 см для создания основы под укладку стальной сетки.

6.2 В зависимости от принятого способа усиления жёсткой дорожной одежды стальную сетку укладывают:

- на старое цементобетонное покрытие;

- на предварительно фрагментированное и тщательно уплотнённое цементобетонное покрытие;

- на выравнивающий слой из асфальтобетонной смеси.

Укладку стальной сетки на выравнивающий слой следует производить не ранее, чем через сутки после его устройства. Выравнивающий слой из асфальтобетонной смеси может быть уложен на старое цементобетонное покрытие или предварительно фрагментированное и уплотнённое цементобетонное покрытие.

7 Проектирование дорожных одежд со стальными сетками

7.1 Введение в конструкцию дорожной одежды стальной сетки позволяет замедлить появление отраженных и усталостных трещин, а также уменьшить колееобразование асфальтобетонного покрытия. Стальная сетка принимает на себя часть растягивающих напряжение, возникающих от температурных и транспортных нагрузок, замедляет развитие отраженных трещин в слое усиления, повышает несущую способность дорожной одежды.

За счет перераспределения напряжений от транспортных нагрузок в конструктивных слоях дорожных одежд стальная сетка снижает вероятность появления колеи на дорожных покрытиях.

7.2 С позиций критериев расчета наибольшее влияние армирование оказывает на величину расчетных напряжений от температуры и расчетной нагрузки.

Введение в асфальтобетонные слои стальной сетки позволяет увеличить сопротивление усталостному разрушению от растяжения при изгибе.

7.3 Эффект получаемый в результате армирования асфальтобетонных покрытий может выражаться в продлении межремонтных сроков службы

покрытий, повышении эксплуатационной надежности дорожных конструкций, снижении эксплуатационных затрат, улучшении транспортно-эксплуатационных показателей автомобильных дорог.

7.4 Для учета снижения влияния усталостных процессов на прочность дорожных покрытий, вследствие их армирования вводится коэффициент $K_{арм.}$

Срок службы дорожной одежды увеличивается с уменьшением коэффициента $K_{арм.}$

Для определения дополнительного срока службы дорожной одежды армированной стальной сеткой определяют дополнительное количество приложений расчетной нагрузки :

$$\sum N_{доп}=\sum N_{р}\times(1-K_{арм}), \qquad (7.1)$$

где $\sum N_{р}$ – общее количество приложений расчетной нагрузки на конец срока службы дорожной одежды;

$\sum N_{доп}$ - дополнительное количество приложений расчетной нагрузки за счет армирования дорожной одежды.

Дополнительное количество приложений расчетной нагрузки можно определить также, используя расчетные зависимости п.3.2.3 [7]:

$$\sum N_{доп}= 0{,}7N_1\frac{q^{T_{доп}}-1}{q-1}T_{пдг}K_{п}, \qquad (7.2)$$

где N_1 – интенсивность движения на первый год эксплуатации автомобильной дороги;

q – показатель изменения интенсивности движения;

$T_{пдг}$– расчетное число расчетных дней в году, соответствующих определенному состоянию деформируемости конструкции (приложение 6 ОДН 218.046 – 01);

$K_{п}$– коэффициент, учитывающий вероятность отклонения суммарного движения от среднего ожидаемого (таблица 3)[7] .

Дополнительный срок службы дорожной одежды ($T_{доп}$) армированной стальной сеткой с учета выражений (7.1) и (7.2) может быть определен по формуле:

$$T_{доп} = \frac{\lg[1+\frac{[Np(q-1)(1-K_{арм})}{0{,}7\,N_1 T_{пдг} K_п}]}{\lg q} \quad (7.3)$$

Коэффициент армирования $K_{арм.}$ для асфальтобетонных слоев, армированных стальными сетками, может быть принят в соответствии с таблицей Приложения 2 в зависимости от ДКЗ.

7.5 Расчет армированных дорожных одежд нежесткого типа выполняют согласно [7] с применением коэффициентов армирования $K_{арм}$, зависящих от физико-механических свойств материалов дорожных одежд, толщин слоев, района эксплуатации (дорожно-климатической зоны).

7.6 При расчете армированных дорожных одежд коэффициент армирования вводится по критериям упругого прогиба и сопротивления монолитных слоев усталостному разрушению от растяжения при изгибе.

7.7 Конструкция в целом удовлетворяет требованиям прочности и надежности по величине упругого прогиба при условии:

$$y_E \cdot E_{общ} \geq E_{min} \cdot K_{ny}^{TP}, \quad (7.4)$$

где $E_{общ}$ – расчетный общий модуль упругости неармированной конструкции (определяем по п. 3.27 [7]);

E_{min}– минимальный требуемый общий модуль упругости дорожной конструкции (определяется по п. 3.25 ОДН 218.046-01);

K_{ny}^{TP} – требуемый коэффициент прочности дорожной конструкции по критерию упругого прогиба (определяется по п.3.6 ОДН 218.046 – 01);

$У_E$ – коэффициент увеличения общего модуля упругости армированной конструкции, находится на основании экспериментальных исследований (по данным МАДИ и зарубежных организаций $У_E$ = 1,1÷1,15).

7.8 В монолитных слоях дорожной одежды напряжения, возникающие при прогибе одежды под действием повторных кратковременных нагрузок, не должны в течение заданного срока службы приводить к образованию трещин от усталостного разрушения.

Для конструкций, армированных стальной сеткой, должно быть обеспечено условие:

$$6_r < \frac{R_N^{арм}}{К_{ПР}^{ТР}}, \qquad (7.5)$$

где $К_{ПР}^{ТР}$ – требуемый коэффициент прочности по данному критерию (определяется по таблице 3.1) [7];

$R_N^{арм}$ – прочность асфальтобетонного слоя на растяжение при изгибе с учетом усталостных явлений армированной конструкции;

6_r - наибольшие растягивающие напряжения в рассматриваемых слоях.

Прочность армированного асфальтобетонного слоя на растяжение при изгибе с учетом усталостных явлений определяется по формуле:

$$R_N^{арм} = R_0 K_1 \ K_2 K_c(1 - V_R \cdot t), \qquad (7.6)$$

гдеR_0 – нормативное значение предельного сопротивления растяжению при изгибе при расчетной низкой весенней температуре при однократном приложении нагрузки. Принимается по таблице п.3.1 [7];

K_1 - коэффициент, учитывающий снижение прочности вследствие усталостных явлений при многократном приложении нагрузки;

K_2 - коэффициент, учитывающий снижение прочности во времени от воздействия погодно-климатических факторов таблица 3.6 [7];

K_c - коэффициент, учитывающий увеличение сопротивления усталостному разрушению асфальтобетонного слоя от растяжения при изгибе вследствие армирования конструкции стальной сеткой (K_c = 1,2÷1,3);

V_R – коэффициент вариации прочности на растяжение при изгибе (таблица п.4.1) [7];

t – коэффициент нормативного отклонения таблица п.4.2 [7].

Таким образом для армированного асфальтобетонного слоя должно быть выполнено условие:

$$6_r < \frac{R_0 K_1 K_2 K_c (1 - V_R \cdot t)}{K_{ПР}^{TP}} (7.7)$$

8 Подготовка асфальтобетонных покрытий к армированию стальными сетками

8.1 Требования к подготовке асфальтобетонных покрытий устанавливают в зависимости от степени их разрушения и материалов, применяемых для выполнения ремонтных работ. Подготовку выполняют тщательно, так как от неё во многом зависит дальнейшая работоспособность всей конструкции дорожной одежды.

8.2 Перед выполнением подготовительных работ рассматривают результаты обследования и данные оценки эксплуатационного состояния асфальтобетонного покрытия:

- площадь и глубина разрушений поверхности покрытия;
- прочность дорожной одежды;
- ровность покрытия.

Требования к указанным параметрам должны определяться соответствующими нормативными документами [4].

8.3 При обследовании асфальтобетонного покрытия обращают особое внимание на влажность грунтового основания и уровень грунтовых вод.

Причиной переувлажнённого основания может быть наличие следующих факторов:

- подъём уровня грунтовых вод, способствующий водонасыщению вышележащих слоёв грунта;

- разрушение и заиливание водопропускных труб;

- нарушение уклонов в дренажной системе;

- образование трещин в покрытии, через которое свободно в основание проникают поверхностные воды.

Осушение основания, ремонт и восстановление водоотводных систем являются первоочередными работами при подготовке асфальтобетонного покрытия к усилению.

8.4 При наличии в основании повреждённого покрытия пучинистых грунтов рекомендуется провести замену грунта на непучинистый.

8.5 Для укладки стальной сетки поверхность старого асфальтобетонного покрытия должна быть чистой и иметь ровность в соответствии с требованиями [11]. Трещины шириной более 5 мм должны быть заделаны. При наличии отдельных раковин, выбоин, шелушения и других разрушений на покрытии, перед укладкой стальной сетки и слоя усиления проводят ремонт поверхностного слоя асфальтобетонного покрытия, в соответствии с Методическими рекомендациями по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования (Взамен ВСН 24-88) [10].

8.6 При значительных деформациях и разрушении старого асфальтобетонного покрытия устраивают выравнивающий слой или устраняют неровности покрытия путём его фрезерования. Требуемые глубины фрезерования и поперечные уклоны устанавливают в зависимости от средней глубины разрушения поверхности асфальтобетонного покрытия.

После выполнения работ по фрезерованию асфальтобетонного покрытия определяют на месте возможность укладки стальной сетки или непосредственно на отфрезерованную поверхность покрытия или на выравнивающий слой асфальтобетона, который необходимо устроить на отфрезерованной поверхности.

9 Подготовка к усилению цементобетонных покрытий автомобильных дорог

9.1 Требования к подготовке цементобетонных покрытий устанавливают в зависимости от степени их разрушения и материалов, применяемых для выполнения ремонтных работ.

В отдельных случаях (при отсутствии опасных повреждений) на существующее цементобетонное покрытие непосредственно укладывают стальную сетку и слои усиления без особой предварительной подготовки.

9.2 Наиболее опасными повреждениями, без ликвидации или ремонта которых не рекомендуется укладывать слои усиления, являются:

- вертикальная подвижка плит старого покрытия относительно друг друга;
- уступы в покрытии;
- трещины, повреждённые кромки плит;
- разрушение заполнителя швов;
- переувлажнение в слоях основания;
- коробление плит покрытия;
- просадки и вспучивание.

9.3 Выявленные в период обследования качающиеся плиты и плиты под которыми имеются пустоты стабилизируют путём обеспечения плотного контакта плит с основанием. Это способствует предупреждению преждевременного разрушения нового слоя покрытия. Плиты

цементобетонного покрытия могут быть посажены на основание тяжёлыми пневматическими катками.

Восстановление опирания плит осуществляют также путём заполнения пустот специальным составом посредством нагнетания его под плиты. Стабилизацию плит после заполнения пустот проверяют прокаткой тяжёлой техники.

Фрагментация плит, а затем плотная посадка их на основание, приводят к снижению температурных горизонтальных подвижек и вертикальных перемещений плит.

9.4 После стабилизации плит цементобетонного покрытия деформационные швы и трещины тщательно очищают и подготавливают к укладке слоя из асфальтобетонной смеси. Трещины шириной более 5 мм должны быть заделаны.

9.5 При наличии глубоких раковин, сколов, выбоин, шелушения и других разрушений бетона, перед укладкой стальной сетки и слоя усиления проводят ремонт поверхностного слоя цементобетонного покрытия, в соответствии с [6].

9.6 При применении методов фрагментации или виброрезонансного разрушения старых цементобетонных покрытий, стальная сетка укладывается по устраиваемому выравнивающему слою из асфальтобетона (или нижнему слою двухслойного асфальтобетонного покрытия).

10 Технология армирование асфальтобетонных слоёв стальными сетками

10.1 Армирование асфальтобетонных слоёв осуществляют стальной сеткой, которая должна соответствовать требованиям данных методических рекомендаций и рекомендациями [17].

10.2 При армировании асфальтобетонных слоёв стальными сетками технология работ по устройству и усилению асфальтобетонных покрытий включает следующие операции:

- очистка покрытия от загрязнений;

- ликвидация дефектов асфальтобетонного покрытия (ремонт выбоин, герметизация трещин и др.);

- при необходимости фрезерование покрытия или устройство выравнивающего слоя;

- доставка и укладка стальной сетки в проектное положение;

- прикатка сетки пневматическим катком;

- закрепление начального поперечного прута каждого рулона сетки к основанию или нижнему слою покрытия;

- нанесение литой эмульсионно-минеральной смеси, в соответствии с рекомендациями [15, 17];

- распределение и уплотнение асфальтобетонной смеси слоями необходимой толщины.

10.3 Операции по укладке стальных сеток и устройству слоя асфальтобетонного покрытия выполняют в одну смену. Величину сменной захватки назначают по производительности ведущей машины асфальтоукладчика.

10.4 При проведении ремонтных работ на проезжей части без прекращения движения транспорта, место работы должно ограждаться в соответствии с [8]. Выполнение работ предусматривает укладку асфальтобетонного слоя усиления с армированием стальной сеткой в два этапа: сначала на одной, а затем на другой стороне движения транспорта.

10.5 Существующее асфальтобетонное покрытие очищают от пыли и грязи с помощью механических щёток, сжатого воздуха от компрессоров, поливомоечных машин, при необходимости просушивают.

10.6 На участках с выбоинами, трещинами, раковинами, шелушением и другими дефектами асфальтобетонного покрытия, препятствующими

плотному контакту стальной сетки с основанием и сцеплению с асфальтобетонным слоем усиления, выполняют предварительную подготовку ремонтируемого покрытия (раздел 8).

10.7 Укладку стальной сетки надлежит выполнять, руководствуясь положениями настоящих Методических указаний. Работы должен осуществлять квалифицированный персонал.

10.8 Укладку стальной сетки можно осуществлять с помощью механического укладчика, фронтального погрузчика со штангой, автомобиля-манипулятора со штангой или автомобиля с прицепом-разматывателем сетки (рисунок 10.1, 10.2).



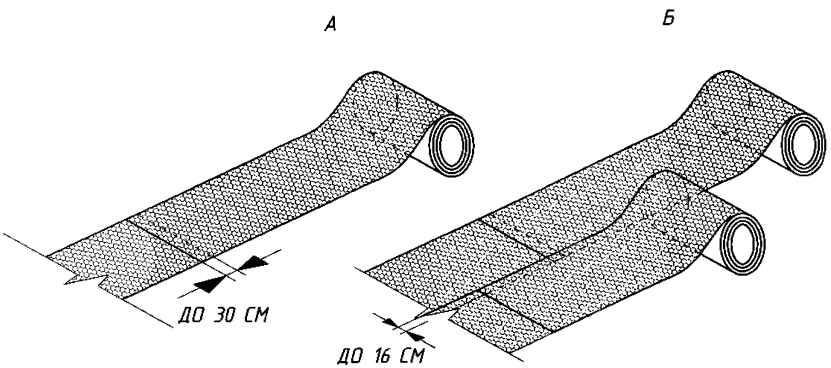
Рисунок 10.1 - Укладки стальной сетки



Рисунок 10.2 - Автомобиль с прицепом-разматывателем сетки

Укладчики обычно выпускают в виде простых навесных траверс. Стальные сетки раскатывают параллельно оси дороги ровно, без волн и складок, внешней стороной сетки наверх.

При сопряжении двух или более рулонов сетки, необходимо соблюдать перекрытие рулонов в продольном и поперечном направлении. В продольном направлении – от 6 см до 16 см, а в поперечном направлении (т.е. между смежными рулонами) от 12 см до 30 см. Конец одного рулона должен всегда накрывать начало следующего в направлении укладки, чтобы последний не был сдвинут или завёрнут укладчиком (рисунок 10.3).

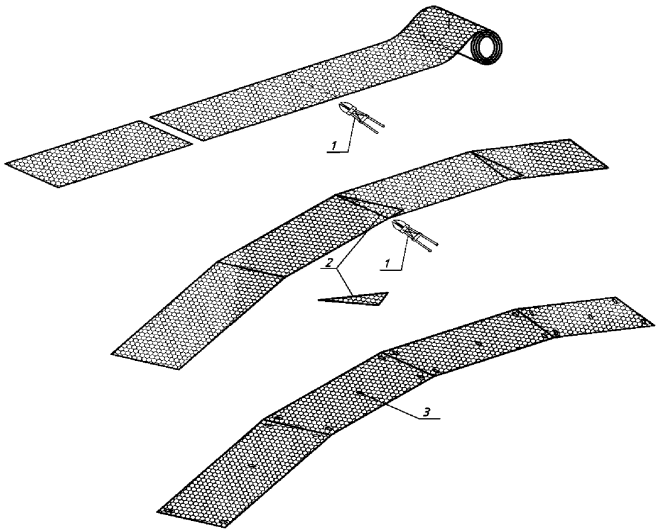


А - поперечный стык; В – продольный стык

Рисунок 10.3 - Перекрытие рулонов в продольном и поперечном направлении

Следует не допускать нахлеста укрепляющих плоских прутьев одной сетки на такие же прутья второй сетки. Особое внимание необходимо уделять местам сопряжения трёх или более секций сетки. Следует учитывать, что при последующей укладке эмульсионно-минеральной смеси толщина слоя в данных местах будет больше.

При размещении сетки на криволинейных участках дороги следует вырезать соответствующий кусок сетки с внутренней стороны кривой поворота и методом наложения сформировать криволинейный участок (рисунок 10.4). Вырезка осуществляется ручным или электрическим инструментом.



1- инструмент; 2 - вырезанный клин сетки; 3 - анкеровка сетки

Рисунок 10.4 - Размещение стальной сетки на криволинейных участках

10.9 После укладки сеток в проектное положение выполняют их прикатку пневматическим катком по всей площади. Разглаживание сетки начинают с середины рулона, двигаясь катком назад и вперед. Для обеспечения плотного контакта стальной сетки с основанием достаточно четырех проходов катка по одному следу (рисунок 10.5).



Рисунок 10.5 - Прикатка сетки пневматическим катком

10.10 Одной из важных операций, обеспечивающих эффективную работу стальной сетки в конструкциях дорожных одежд, является закрепление сетки к основанию покрытия.

При условии основного крепления сетки эмульсионно-минеральной смесью, первоначально осуществляют крепление сетки дюбелями на первом поперечном укрепляющем плоском пруте каждого рулона. Дополнительное крепление сетки дюбелями производят в местах, где невозможно достичь требуемого прилегания сетки после прикатки пневматическим катком.

Анкеровку производят с помощью монтажного пистолета и пиропатронов, либо газового гвоздезабивного пистолета. В качестве анкеров используют гвозди-дюбели длиной не менее 40 мм и пластины размером 30х80 мм, нарезанные из стального оцинкованного листа, либо крепежный элемент (рисунок 10.6).

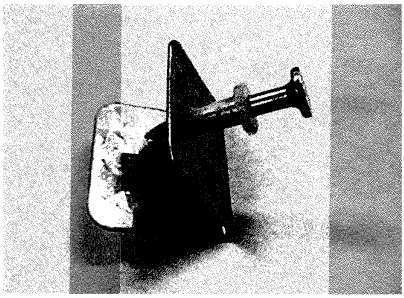


Рисунок 10.6 - Крепежный элемент

Для фиксации можно использовать также гвоздь (арматуру соответствующего диаметра), загнутый с одного конца, который надёжно прижимает сетку к основанию покрытия. На уложенной сетке запрещено движение транспорта. В исключительных случаях может проходить технологический транспорт с малой скоростью, без резкого ускорения, торможения и поворотов.

10.11 После укладки и разглаживания стальной сетки её крепят к основанию эмульсионно-минеральной смесью[17]. Ширину укладки смеси по каждой полосе выбирают так, чтобы смесь не попадала на место продольного нахлеста со следующей полосой. При последнем проходе ширина укладки должна полностью закрыть стальную сетку. Слой из эмульсионно-минеральной смеси, обеспечивает хорошую гидроизоляцию нижележащих слоёв дорожной одежды.

10.12 Перед началом нанесения эмульсионно-минеральной смеси машину-укладчик загружают необходимыми компонентами, определяют их дозировку и производят калибровку распределительного механизма машины. Приготовление эмульсионно-минеральной смеси производят одновременно с нанесением её на поверхность основания покрытия.

Поступательное движение машины делает возможным нанесение слоя смеси установленной толщины от 7 до 15 мм с примерным средним расходом

смеси 20 кг/м². В местах сопряжения трёх или более секций сетки толщина нанесения слоя из эмульсионно-минеральной смеси больше и расход смеси выше. Кроме того, на средний расход смеси влияют ровность подготовленной под укладку сетки поверхности, а также свойства материалов, применяемых для приготовления эмульсионно-минеральной смеси.

Битумная эмульсия подвергается распаду в течение нескольких минут после приготовления эмульсионно-минеральной смеси. Время формирования смеси происходит в течение от 1 до 3 часов, в зависимости от погодных условий. По окончании формирования отчетливо видна фактура разложенной в этом слое сетки из стальной проволоки.

Слой из эмульсионно-минеральной смеси не нуждается в уплотнении. Для ускорения формирования слоя из эмульсионно-минеральной смеси допускается его прикатка пневматическим катком через некоторое время после начала формирования смеси.

По завершению работ необходимо защитить покрытие эмульсионно-минеральной смеси от движения транспорта вплоть до достижения требуемой прочности. Движение по сформировавшемуся слою возможно при скорости до 30 км/ч.

Использование такого защитного слоя предотвращает проникновение воды в нижние слои дорожной одежды, улучшает соединение между стальной сеткой и основанием, на которое уложена сетка и облегчает укладку асфальтобетонного слоя покрытия.

10.13 В случае, когда нет возможности применить эмульсионно-минеральную смесь, стальную сетку допускается фиксировать дюбелями как по периметру (с шагом 0,5 м), так и по всей площади с шагом 1 м в поперечном и продольном направлении. Дюбелями крепят сетку за поперечные укрепляющие плоские прутья.

По уложенной сетке фиксированной исключительно дюбелями запрещено движение транспорта. Движение технологического транспорта

должно проходить на малой скорости без резкого ускорения, торможения и поворотов.

Для обеспечения хорошего сцепления асфальтобетонного слоя покрытия с подготовленным основание равномерно наносят на поверхность основания битумную эмульсию. Виды и количество вяжущего (0,7 – 1,2 кг/м^2), используемого в данной операции, назначают с учётом состояния основания и окончательно определяют при пробном разливе вяжущего.

Ширину полосы распределения вяжущего автогудронатором назначают на 10-20 см больше ширины полосы укладываемой сетки.

Слой из эмульсионно-минеральной смеси является предпочтительной технологией крепления стальной сетки к поверхности.

При использовании омоноличивающего слоя из эмульсионно-минеральной смеси розлив вяжущего не требуется.

10.14 В процессе устройства асфальтобетонного покрытия следует регулировать режим движения автомобилей-самосвалов, гружёных асфальтобетонной смесью, защищая закреплённую стальную сетку от загрязнения, смещения или повреждения.

Асфальтоукладчику и транспортным средствам необходимо двигаться очень осторожно, чтобы свести к минимуму сдвиговые нагрузки в сетке. При подъезде к асфальтоукладчику, транспортные средства должны избегать лишнего маневрирования, резких ускорений или торможений. Желательно, чтобы они при контакте с асфальтоукладчиком двигались своим ходом без торможения.

Заезд автотранспорта на уложенную сетку рекомендуется выполнять задним ходом при медленном движении по одной колее для заезда и съезда с полотна сетки.

10.15 Укладку и уплотнение асфальтобетонной смеси при устройстве слоя покрытия осуществляют в соответствии с действующими нормативными документами [11].

11 Контроль качества работ при армировании асфальтобетонных слоёв стальными сетками

11.1 При проведении подготовительных операций необходимо контролировать:

- при фрезеровании покрытия: глубину фрезерования, качество разделки участков входа и выхода фрезы на проектную глубину, поперечный уклон отфрезерованной поверхности;

- после проведения работ по очистке покрытия производят визуальный контроль качества.

11.2 Контроль качества герметизации трещин. На стадии герметизации трещин следует визуально контролировать качество очистки трещин и заполнение их герметиком.

11.3 Используемые в слоях усиления асфальтобетонные смеси должны соответствовать требованиям ГОСТ 9128 и ГОСТ 31015.

Устройство асфальтобетонных слоёв контролируют в соответствии с требованиями [11], а качество асфальтобетона – в соответствии с ГОСТ 12801.

11.4 Физико-механические показатели стальной сетки контролируют согласно пункта 4 настоящих рекомендаций и [17].

11.5 Приёмка работ при строительстве и капитальном ремонте автомобильных дорог осуществляется в соответствии с законодательными актами, стандартами, строительными нормами и правилами, другими нормативными документами, действующими в Российской Федерации.

Выполненные работы предъявляются подрядчиком к приёмке приёмочной комиссии. Приёмка работ оформляется актами установленной формы. Датой приёмки работ считается дата подписания акта приёмочной комиссией. Для законченных автомобильных дорог с этой даты начинается гарантийный срок.

11.6 Промежуточная приёмка (освидетельствование) скрытых работ производится по мере окончания работ или восстановления конструктивных элементов, отнесённых к категории скрытых работ. К таким работам относят подготовку существующего асфальтобетонного или цементобетонного покрытия к усилению, укладку стальной сетки и др.

Освидетельствование скрытых работ проводит комиссия, включающая представителей подрядчика, заказчика и проектной организации. По решению заказчика для освидетельствования могут привлекаться специалисты-эксперты, лаборанты и геодезисты.

При освидетельствовании скрытых работ производят: проверку правильности их выполнения в натуре; знакомство с технической документацией; изучение материалов технического надзора и независимого контроля качества работ.

По результатам освидетельствования скрытых работ оформляют соответствующий акт. В акте даётся оценка соответствия выполненных работ действующим нормативным документам.

Акты освидетельствования скрытых работ и промежуточной приёмки ответственных конструкций составляют в трёх экземплярах и после подписания хранят у заказчика, подрядчика и в проектной организации.

11.7 Приёмку выполненных работ осуществляет комиссия, состав которой назначают в соответствии с п. 11.6. Материалы и необходимые условия для работы комиссии готовит подрядчик.

Комиссия определяет объёмы работ, осуществляет их освидетельствование (правильность выполнения в натуре), знакомится с технической документацией, изучает материалы технического надзора, рекламации надзорных организаций.

Качество асфальтобетонных покрытий определяют на вырубленных из покрытия образцах-вырубках по ГОСТ 12801. Вырубки следует отбирать на покрытиях через 1-3 суток после их устройства из расчёта три пробы на 7000 $м^2$.

Не производится приёмка работ при наличии отступлений от проектной документации, не согласованных в установленном порядке; при наличии нарушений обязательных требований нормативных документов; если нарушение требований норм повлекло за собой снижение уровня безопасности движения, потерю прочности, устойчивости, надёжности сооружений, их частей или отдельных элементов.

Если нарушение повлекло за собой снижение прочности, устойчивости, надёжности объекта (его частей, элементов), заказчик имеет право в одностороннем порядке снизить сумму оплаты за выполненные работы. Штрафные санкции не освобождают подрядчика от обязанности устранения допущенных им нарушений и возмещения ущерба.

Приложение 1.

Пример расчета конструкции дорожной одежды со стальной сеткой.

Исходные данные:

Требуется запроектировать дорожную одежду со следующими исходными данными:

- автомобильная дорога категории I располагается во II дорожно-климатической зоне, в Московской области;
- заданный срок службы дорожной одежды $T_{сл}$ = 12 лет;
- заданная надёжность $K_н$ = 0,98;
- интенсивность движения на конец срока службы $N_р$ = 4000 авт/сут; приращение интенсивности q = 1,04;
- грунт рабочего слоя земляного полотна - супесь пылеватая, относится к сильнопучинистым грунтам E=30,3 МПа;
- материалы основания - щебеночно-гравийная песчаная смесь, обработанная цементом марки 40, и песок средней крупности;
- схема увлажнения рабочего слоя земляного полотна - 3;

Расчёт конструкции на прочность

1. Вычисляем суммарное расчетное количество приложений расчетных нагрузок за срок службы по формуле (3.6):

$$\sum N_p = 0{,}7 \cdot N_p \frac{K_c}{q^{(Tсл-1)}} \cdot T_{рдг} \cdot k_n$$

где K_c=15,0 (по формуле 3.8);

$T_{рдг}$ = 125 дней (табл. П.6.1);

$k_п$ = 1,49 (табл. 3.3).

Отсюда

$$\sum N_p = 0{,}7 \cdot 4000 \frac{15}{1{,}04^{(12-1)}} \cdot 125 \cdot 1{,}49 = 5090089\,.$$

q– показатель изменения интенсивности движения	1,04
Карм - коэффициент армирования	0,65
N_1 - интенсивность движения на первый год эксплуатации автомобильной дороги, авт/сут	2600
$N_р$ - интенсивность движения на конец срока службы дорожной одежды, авт/сут	4000
$Т_{пдг}$ - расчетное число расчетных дней в году, соответствующих определенному состоянию деформируемости конструкции	125
$К_п$ - коэффициент, учитывающий вероятность отклонения суммарного движения от среднего ожидаемого	1,49

Для учета снижения влияния усталостных процессов на прочность дорожных покрытий, вследствие их армирования вводится коэффициент $К_{арм.}$

Срок службы дорожной одежды увеличивается с уменьшением коэффициента $К_{арм.}$

Для определения дополнительного срока службы дорожной одежды армированной стальной сеткой определяют дополнительное количество приложений расчетной нагрузки $\sum N_{доп}$:

$$\sum N_{доп}=\sum N_р\times(1-К_{арм})$$

где $\sum N_р$ – общее количество приложений расчетной нагрузки на конец срока
службы дорожной одежды;

$\sum N_{доп}$ - дополнительное количество приложений расчетной нагрузки за счет армирования дорожной одежды.

Дополнительное количество приложений расчетной нагрузки можно определить также, используя расчетные зависимости п.3.2.3 [7]:

$$\sum N_{доп} = 0{,}7 N_1 \frac{q^{T_{доп}} - 1}{q-1} T_{пдг} K_п,$$

где N_1 – интенсивность движения на первый год эксплуатации автомобильной дороги;

q – показатель изменения интенсивности движения (Вычисляется по следующей формуле:

$$N_1 = \frac{N_р}{q^{T-1}} = \frac{4000}{1{,}04^{12-1}} = 2600 \text{ авт/сут};$$

$T_{пдг}$– расчетное число расчетных дней в году, соответствующих определенному состоянию деформируемости конструкции (см. прил. 6 ОДН 218.046 – 01);

$K_п$– коэффициент, учитывающий вероятность отклонения суммарного движения от среднего ожидаемого (табл. 3)[7] .

Дополнительный срок службы дорожной одежды ($T_{доп}$) армированной стальной сеткой с учета выражений (1) и (2) может быть определен по формуле:

$$T_{доп} = \frac{\lg[1 + \frac{\sum N_p (q-1)(1-K_{арм})}{0{,}7 N_1 T_{пдг} K_п}]}{\lg q}.$$

$$T_{доп} = \frac{\lg[1 + \frac{5090089 \cdot (1{,}04-1) \cdot (1-0{,}65)}{0{,}7 \cdot 2600 \cdot 125 \cdot 1{,}49}]}{\lg 1{,}04} = 4{,}86 \text{года}$$

Коэффициент армирования $K_{арм.}$ для асфальтобетонных слоев, армированных стальными сетками, примем равным **0,65.**

7.5 Расчет армированных дорожных одежд нежесткого типа выполняют согласно [7] с применением коэффициентов армирования $K_{арм}$, зависящих от

физико-механических свойств материалов дорожных одежд, толщин слоев, района эксплуатации (дорожно-климатической зоны).

7.6 При расчете армированных дорожных одежд коэффициент армирования вводится по критериям упругого прогиба и сопротивления монолитных слоев усталостному разрушению от растяжения при изгибе.

7.7 Конструкция в целом удовлетворяет требованиям прочности и надежности по величине упругого прогиба при условии:

$$у_E \cdot E_{общ} \geq E_{min} \cdot K_{ny}^{TP},$$

где $E_{общ}$ – расчетный общий модуль упругости неармированной конструкции (определяем по п. 3.27. [7] ;

E_{min}– минимальный требуемый общий модуль упругости дорожной конструкции (определяется по п.3,25 ОДН 218.046-01);

K_{ny}^{TP} – требуемый коэффициент прочности дорожной конструкции по критерию упругого прогиба (определяется по п.3.6 ОДН 218.046 – 01);

$У_E$ – коэффициент увеличения общего модуля упругости армированной конструкции, примем $У_E$ = **1,12**.

<u>Рассмотрим данную дорожную одежду (без стальной сетки).</u>

$E_{общ} \geq E_{min} \cdot K_{ny}^{TP}$,

где$E_{общ}$=98,65· [lg(N_p) - 3,15] · K_{ny}^{TP} =98,65· (lg(5090089)-3.15) ·1,50 =526 МПа

Определение эквивалентного модуля упругости

$$h_э = 2 \cdot h_i \cdot \sqrt[3]{E_i/6 \cdot E_{общ}^{i+1}},$$

$$E_0^э = \frac{E_i}{0{,}71 \cdot \sqrt[3]{\frac{E_{общ}^{i+1}}{E_i}} \cdot arctg\left(\frac{1{,}35 \cdot h_э}{Д}\right) + \frac{E_i}{E_{общ}^{i+1}} \cdot \frac{2}{\pi} \cdot arctg\left(\frac{Д}{h_э}\right)};$$

а) На уровне дренажного слоя песка:

При $E_{эр}$ = 30,3 МПа; E_n = 120 МПа; h_n = 45 см;

$$h_э = 2 \cdot 40 \cdot \sqrt[3]{100/6 \cdot 30{,}3} = 78{,}36;$$

$$E_0^э = \frac{100}{0{,}71 \cdot \sqrt[3]{\frac{30{,}3}{120}} \cdot arctg\left(\frac{1{,}35 \cdot 78{,}36}{40}\right) + \frac{120}{30{,}3} \cdot \frac{2}{3{,}14} \cdot arctg\left(\frac{40}{78{,}36}\right)} = 69{,}25 \text{ МПа};$$

б) На уровне слоя оптимальной ЩГПС обработанной цементом марки 40:

При $E_{щгпс}$ = 600 МПа; $h_{щгпс}$ = 32 см;

$$h_э = 2 \cdot 32 \cdot \sqrt[3]{600/6 \cdot 69{,}25} = 72{,}34;$$

$$E_0^э = \frac{600}{0{,}71 \cdot \sqrt[3]{\frac{69{,}25}{600}} \cdot arctg\left(\frac{1{,}35 \cdot 72{,}34}{40}\right) + \frac{600}{69{,}25} \cdot \frac{2}{3{,}14} \cdot arctg\left(\frac{40}{72{,}34}\right)} = 187{,}82 \text{ МПа};$$

в) На уровне высокопористого а/б на БНД 60/90:

При $E_{а/б}$ = 2000 МПа; $h_{а.б}$ = 18 см;

$$h_э = 2 \cdot 18 \cdot \sqrt[3]{2000/6 \cdot 187{,}82} = 43{,}59;$$

$$E_0^э = \frac{2000}{0{,}71 \cdot \sqrt[3]{\frac{187{,}82}{2000}} \cdot arctg\left(\frac{1{,}35 \cdot 43{,}59}{40}\right) + \frac{2000}{187{,}82} \cdot \frac{2}{3{,}14} \cdot arctg\left(\frac{40}{43{,}59}\right)} = 373{,}99 \text{ МПа};$$

г) На уровне пористого а/б на БНД 60/90:

При $E_{а/б}$ = 2000 МПа; $h_{а.б}$ = 8 см;

$$h_э = 2 \cdot 8 \cdot \sqrt[3]{2000/6 \cdot 373{,}99} = 15{,}4;$$

$$E_0^э = \frac{2000}{0{,}71\cdot\sqrt[3]{\frac{373{,}99}{2000}}\cdot arctg\left(\frac{1{,}35\cdot 15{,}4}{40}\right)+\frac{2000}{373{,}99}\cdot\frac{2}{3{,}14}\cdot arctg\left(\frac{40}{15{,}4}\right)} = 466{,}06 \text{ МПа};$$

г) На уровне м/з плотного а/б:

При $E_{а/б}$ = 3200 МПа; $h_{а.б}$ = 4 см;

$$h_э = 2\cdot 4\cdot\sqrt[3]{3200/6\cdot 466{,}06} = 8{,}37;$$

$$E_0^э = \frac{3200}{0{,}71\cdot\sqrt[3]{\frac{466{,}06}{3200}}\cdot arctg\left(\frac{1{,}35\cdot 8{,}37}{40}\right)+\frac{3200}{466{,}06}\cdot\frac{2}{3{,}14}\cdot arctg\left(\frac{40}{8{,}37}\right)} = 527 \text{ МПа};$$

Данная конструкция дорожной одежды удовлетворяет условию.

<u>Рассмотрим дорожную одежду со стальной сеткой (с экономией материала)</u>

$E_{общ} \geq E_{min}\cdot K_{ny}^{TP}/y_E = 526/1{,}12 = 470$ Мпа

а) На уровне дренажного слоя песка:

При $E_{гр}$ = 30,3 МПа; E_n = 120 МПа; h_n = 45 см;

$$h_э = 2\cdot 40\cdot\sqrt[3]{100/6\cdot 30{,}3} = 78{,}36;$$

$$E_0^э = \frac{100}{0{,}71\cdot\sqrt[3]{\frac{30{,}3}{120}}\cdot arctg\left(\frac{1{,}35\cdot 78{,}36}{40}\right)+\frac{120}{30{,}3}\cdot\frac{2}{3{,}14}\cdot arctg\left(\frac{40}{78{,}36}\right)} = 69{,}25 \text{ МПа};$$

б) На уровне слоя оптимальной ЩГПС обработанной цементом марки 40:

При $E_{щгпс}$ = 600 МПа; $h_{щгпс}$ = 24 см;

$$h_э = 2\cdot 24\cdot\sqrt[3]{600/6\cdot 69{,}25} = 54{,}25;$$

$$E_0^э = \frac{600}{0{,}71 \cdot \sqrt[3]{\frac{69{,}25}{600}} \cdot arctg\left(\frac{1{,}35 \cdot 54{,}25}{40}\right) + \frac{600}{69{,}25} \cdot \frac{2}{3{,}14} \cdot arctg\left(\frac{40}{54{,}25}\right)} = 154{,}87 \text{ МПа};$$

в) На уровне высокопористого а/б на БНД 60/90:

При $E_{а/б}$ = 2000 МПа; $h_{а.б}$ = 18 см;

$$h_э = 2 \cdot 18 \cdot \sqrt[3]{2000/6 \cdot 154{,}87} = 46{,}48;$$

$$E_0^э = \frac{2000}{0{,}71 \cdot \sqrt[3]{\frac{154{,}87}{2000}} \cdot arctg\left(\frac{1{,}35 \cdot 46{,}48}{40}\right) + \frac{2000}{154{,}87} \cdot \frac{2}{3{,}14} \cdot arctg\left(\frac{40}{46{,}48}\right)} = 325{,}44 \text{ МПа};$$

г) На уровне пористого а/б на БНД 60/90:

При $E_{а/б}$ = 2000 МПа; $h_{а.б}$ = 8 см;

$$h_э = 2 \cdot 8 \cdot \sqrt[3]{2000/6 \cdot 325{,}44} = 16{,}13;$$

$$E_0^э = \frac{2000}{0{,}71 \cdot \sqrt[3]{\frac{325{,}44}{2000}} \cdot arctg\left(\frac{1{,}35 \cdot 16{,}13}{40}\right) + \frac{2000}{325{,}44} \cdot \frac{2}{3{,}14} \cdot arctg\left(\frac{40}{16{,}13}\right)} = 413{,}28 \text{ МПа};$$

г) На уровне м/з плотного а/б:

При $E_{а/б}$ = 3200 МПа; $h_{а.б}$ = 4 см;

$$h_э = 2 \cdot 4 \cdot \sqrt[3]{3200/6 \cdot 413{,}28} = 8{,}71;$$

$$E_0^э = \frac{3200}{0{,}71 \cdot \sqrt[3]{\frac{413{,}28}{3200}} \cdot arctg\left(\frac{1{,}35 \cdot 8{,}71}{40}\right) + \frac{3200}{413{,}28} \cdot \frac{2}{3{,}14} \cdot arctg\left(\frac{40}{8{,}71}\right)} = 471 \text{ МПа};$$

Дорожная одежда со стальной сеткой, вследствие повышения несущей способности (увеличения модуля упругости Е), позволила уменьшить толщину слоя основания из ЩГПС, обработанной цементом марки 40, на 8 см.

Проверим данное утверждение приняв данную конструкцию как дорожную одежду без стальной сетки и выполним расчет дорожной одежды состоящих из тех же слоев, но со стальной сеткой, подставив коэффициент 1,12 в формулу

$E_{общ} \cdot y_E \geq E_{min} \cdot K_{ny}^{TP}$

Еобщ – модуль упругости на уровне мелкозернистого асфальтобетона, соответственно подставим коэффициент в последнюю формулу, которая имеет общий вид:

$$E_{м.з\ а.б}^{э} = y_E * \frac{E_i}{0{,}71 \cdot \sqrt[3]{\frac{E_{общ}^{i+1}}{E_i}} \cdot arctg\left(\frac{1{,}35 \cdot h_э}{Д}\right) + \frac{E_i}{E_{общ}^{i+1}} \cdot \frac{2}{\pi} \cdot arctg\left(\frac{Д}{h_э}\right)};$$

а) На уровне дренажного слоя песка:

При $E_{гр}$ = 30,3 МПа; E_n = 120 МПа; h_n = 45 см;

$$h_э = 2 \cdot 40 \cdot \sqrt[3]{100/6 \cdot 30{,}3} = 78{,}36;$$

$$E_0^э = \frac{100}{0{,}71 \cdot \sqrt[3]{\frac{30{,}3}{120}} \cdot arctg\left(\frac{1{,}35 \cdot 78{,}36}{40}\right) + \frac{120}{30{,}3} \cdot \frac{2}{3{,}14} \cdot arctg\left(\frac{40}{78{,}36}\right)} = 69{,}25 \text{ МПа};$$

б) На уровне слоя оптимальной ЩГПС обработанной цементом марки 40:

При $E_{щгпс}$ = 600 МПа; $h_{щгпс}$ = 24 см;

$$h_э = 2 \cdot 24 \cdot \sqrt[3]{600/6 \cdot 69{,}25} = 54{,}25;$$

$$E_0^э = \frac{600}{0{,}71 \cdot \sqrt[3]{\frac{69{,}25}{600}} \cdot arctg\left(\frac{1{,}35 \cdot 54{,}25}{40}\right) + \frac{600}{69{,}25} \cdot \frac{2}{3{,}14} \cdot arctg\left(\frac{40}{54{,}25}\right)} = 154{,}87 \text{ МПа};$$

в) На уровне высокопористого а/б на БНД 60/90:

При $E_{а/б}$ = 2000 МПа; $h_{а.б}$ = 18 см;

$$h_э = 2 \cdot 18 \cdot \sqrt[3]{2000/6 \cdot 154{,}87} = 46{,}48;$$

$$E_0^э = \frac{2000}{0{,}71 \cdot \sqrt[3]{\frac{154{,}87}{2000}} \cdot arctg\left(\frac{1{,}35 \cdot 46{,}48}{40}\right) + \frac{2000}{154{,}87} \cdot \frac{2}{3{,}14} \cdot arctg\left(\frac{40}{46{,}48}\right)} = 325{,}44 \text{ МПа};$$

г) На уровне пористого а/б на БНД 60/90:

При $E_{а/б}$ = 2000 МПа; $h_{а.б}$ = 8 см;

$$h_э = 2 \cdot 8 \cdot \sqrt[3]{2000/6 \cdot 325{,}44} = 16{,}13;$$

$$E_0^э = \frac{2000}{0{,}71 \cdot \sqrt[3]{\frac{325{,}44}{2000}} \cdot arctg\left(\frac{1{,}35 \cdot 16{,}13}{40}\right) + \frac{2000}{325{,}44} \cdot \frac{2}{3{,}14} \cdot arctg\left(\frac{40}{16{,}13}\right)} = 413{,}28 \text{ МПа};$$

д) На уровне м/з плотного а/б:

При $E_{а/б}$ = 3200 МПа; $h_{а.б}$ = 4 см;

$$h_э = 2 \cdot 4 \cdot \sqrt[3]{3200/6 \cdot 413{,}28} = 8{,}71;$$

$$E_0^э = 1{,}12 \cdot \frac{3200}{0{,}71 \cdot \sqrt[3]{\frac{413{,}28}{3200}} \cdot arctg\left(\frac{1{,}35 \cdot 8{,}71}{40}\right) + \frac{3200}{413{,}28} \cdot \frac{2}{3{,}14} \cdot arctg\left(\frac{40}{8{,}71}\right)} = 528 \text{ МПа}.$$

Вывод: Стальная сетка увеличивает общий модуль упругости на 12%. В данном примере на 57 МПа.

Приложение 2.

Для учета снижения влияния усталостных процессов на прочность дорожных одежд, вследствие их армирования вводится коэффициент $K_{арм.}$ Срок службы дорожной одежды увеличивается с уменьшением коэффициента $K_{арм.}$

Дополнительный срок службы дорожной одежды (Тдоп) армированной стальной сеткой с учета выражений может быть определен по формуле:

$$T_{доп} = \frac{\lg[1+\frac{\sum N_p(q-1)(1-K_{арм})}{0{,}7\,N_1 T_{пдг} K_п}]}{\lg q}.$$

Данные для примера:

q– показатель изменения интенсивности движения	1,04
N_1 - интенсивность движения на первый год эксплуатации автомобильной дороги, авт/сут	2600
N_p - интенсивность движения на конец срока службы дорожной одежды, авт/сут	4000
$T_{пдг}$ - расчетное число расчетных дней в году, соответствующих определенному состоянию деформируемости конструкции	125
$K_п$ - коэффициент, учитывающий вероятность отклонения суммарного движения от среднего ожидаемого	1,49

Коэффициенты армирования

ДКЗ	IV-V	III	II	I
Карм	0,45/0,55	0,5/0,6	0,55/0,65	0,6/0,7
Тдоп	6,10	5,49	4,86	4,22

*в числителе коэффициент армирования для тяжелого типа стальной сетки, в знаменателе – для легкого типа сетки

Примечание. Коэффициенты армирования приняты на основании экспертных оценокпо результатам опытных работ [18], [19].

Библиография

[1]		Федеральный закон от 27 декабря 2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании» в редакции Федеральных законов от 09.05.2005 № 45-ФЗ, от 01.05.2007 № 65-ФЗ, от 01.12.2007 № 309-ФЗ, от 23.07.2008 № 160-ФЗ, от 18.07.2009 № 189-ФЗ, от 23.11.2009 № 261-ФЗ, от 30.12.2009 № 384-ФЗ, от 30.12.2009 № 385-ФЗ (далее – ФЗ «О техническом регулировании»)
[2]	ОДМ 218.1.001-2010	«Рекомендации по разработке и применению документов технического регулирования в сфере дорожного хозяйства»
[3]	ОДМ 218.1.002-2010	«Рекомендации по организации и проведению работ по стандартизации в дорожном хозяйстве»
[4]	ОДН 218.0.006-2002	«Правила диагностики оценки состояния автомобильных дорог (взамен ВСН 6-90)»
[5]	ОДН 218.1.052-2002	«Оценка прочности нежёстких дорожных одежд»
[6]	ОДМ 218.3.028-2013	«Методические рекомендации по ремонту и содержанию цементобетонных покрытий автомобильных дорог»
[7]	ОДН 218.046-01	«Проектирование нежёстких дорожных одежд»
[8]	ОДМ 218.4.005-2010	«Рекомендации по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах»
[9]	ВСН 37-84	«Инструкция по организации движения и ограждению места производства дорожных

		работ»
[10]		Методические рекомендации по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования (Взамен ВСН 24-88)
[11]	СП 78.13330.2012	Актуализированная редакция СНиП 3.06.03-85 «Автомобильные дороги»
[12]	СП 34.13330.2012	Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85 «Автомобильные дороги»
[13]	ТУ 400-24-158-89	«Смеси асфальтобетонные и литой асфальтобетон»
[14]	ТУ 5718-028-04042596-01	«Смеси для шероховатого тонкослойного покрытия (ШТП)»
[15]		«Методические рекомендации по устройству защитного слоя износа из литых эмульсионно-минеральных смесей типа «Сларри Сил»
[16]		«Рекомендации по расчёту и технологии устройства оптимальных конструкций дорожных одежд с армирующими прослойками при строительстве, реконструкции и ремонте дорог с асфальтобетонными покрытиями»
[17]	СТО 77407897-001-2011	«Технология армирования асфальтобетонных слоев с использованием стальной сетки»
[18]		«Испытание опытных участков с применением металлической сетки на автомобильной дороге «Чита-Хабаровск»
[19]		«Отчет по объекту: «Капитальный ремонт автодороги «Горская – Осиновая Роща» с использованием технологии армирования стальной сеткой»

Ключевые слова: автомобильные дороги, несущая способность, стальная сетка, эмульсионно-минеральная смесь, асфальтобетон, цементобетон, отражённые трещины

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО

(РОСАВТОДОР)

РАСПОРЯЖЕНИЕ

10.12.2015 Москва № 2413-р

Об издании и применении ОДМ 218.3.041-2014 «Методические рекомендации по армированию асфальтобетонных слоев дорожных одежд стальными сетками»

В целях реализации в дорожном хозяйстве основных положений Федерального закона от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» и обеспечения дорожных организаций методическими рекомендациями по армированию асфальтобетонных слоев дорожных одежд стальными сетками:

1. Структурным подразделениям центрального аппарата Росавтодора, федеральным управлениям автомобильных дорог, управлениям автомобильных магистралей, межрегиональным дирекциям по строительству автомобильных дорог федерального значения, территориальным органам управления дорожным хозяйством субъектов Российской Федерации рекомендовать к применению с даты утверждения настоящего распоряжения ОДМ 218.3.041-2014 «Методические рекомендации по армированию асфальтобетонных слоев дорожных одежд стальными сетками» (далее - ОДМ 218.3.041-2014).

2. Управлению научно-технических исследований и информационного обеспечения (А.В. Бухтояров) в установленном порядке обеспечить издание ОДМ 218.3.041-2014 и направить его в подразделения и организации, указанные в пункте 1 настоящего распоряжения.

3. Контроль за исполнением настоящего распоряжения возложить на заместителя руководителя И.Г. Астахова.

Руководитель Р.В. Старовойт

gost.e-ecolog.ru

Антоненко Ю.С.
(495) 687-88-23 (Доб.: 50-241)