ОДМ 218.2.065-2015

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
РОСАВТОДОР

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УВЕЛИЧЕНИЮ МЕЖРЕМОНТНЫХ СРОКОВ СЛУЖБЫ НЕЖЕСТКИХ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
(РОСАВТОДОР)

МОСКВА 2015

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным автономным учреждением «Российский дорожный научно-исследовательский институт» (ФАУ «РОСДОРНИИ») Министерства транспорта Российской Федерации (к.т.н. А.Е. Мерзликин, д.т.н. В. В. Мозговой, к.т.н. И.И. Капанадзе, инж. Г.М. Дарьина)

2 ВНЕСЕН Управлением научно-технических исследований и информационного обеспечения Федерального дорожного агентства

3 ПРИНЯТ И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ на основании распоряжения Федерального дорожного агентства (Росавтодор) от 27.01.2016 г. № 111-р

4 ИМЕЕТ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ ХАРАКТЕР

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Содержание

1 Область применения..... 1
2 Нормативные ссылки..... 1
3 Термины и определения..... 2
4 Основные положения..... 2
5 Конструирование дорожной одежды с асфальтобетонным покрытием повышенной долговечности..... 4
6 Расчёт асфальтобетонных покрытий повышенной долговечности..... 12
Библиография 37
Приложение А Примеры расчёта..... 38

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

Методические рекомендации по увеличению межремонтных сроков службы нежёстких дорожных одежд

1 Область применения

Настоящий ОДМ устанавливает рекомендации по проектированию вновь сооружаемых и новых участков реконструируемых автомобильных дорог, капитального ремонта существующих дорожных одежд. В рекомендациях особое внимание уделено участкам автомобильных дорог, на которых имеется риск заторов при заниженной пропускной способности или на которых транспортные средства систематически замедляют движение и останавливаются.

2 Нормативные ссылки

В настоящем методическом документе использованы ссылки на следующие документы:

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

ГОСТ 23558-94 Смеси щебеночно-гравийно-песчаные и грунты, обработанные неорганическими вяжущими материалами, для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия

ГОСТ 25607-2009 Смеси щебеночно-гравийно-песчаные для покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия

ГОСТ 32826-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Щебень и песок шлаковые. Технические требования

ГОСТ 33063-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Классификация типов местности и грунтов

СП 34.13330.2012 Свод правил. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85*

3 Термины и определения

В настоящем ОДМ применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **уровень (коэффициент) загрузки движением**: Отношение фактической интенсивности движения по автомобильной дороге, приведённой к легковому автомобилю, к пропускной способности за заданный промежуток времени.

3.2 **дорожная конструкция:** Система, включающая дорожную одежду и рабочий слой земляного полотна.

4 Основные положения

4.1 При проектировании дорожных одежд с увеличенным межремонтным сроком службы рекомендуется соблюдать все основные принципы и правила ОДН 218.046-01 [1], а также положения настоящих рекомендаций.

4.2 Методические рекомендации направлены на увеличение межремонтных сроков службы автомобильных дорог с асфальтобетонным покрытием за счёт более совершенного проектирования дорожных одежд нежёсткого типа. Более совершенное проектирование дорожных одежд состоит в уточнении правил конструирования и методики их расчёта. При этом учитывается многократное воздействие кратковременных и статических нагрузок.

4.3 Задачей расчёта дорожной одежды с асфальтобетонными слоями повышенной долговечности является определение необходимой толщины её слоёв в намеченных вариантах конструкции или выбор материалов с соответствующими деформационными и прочностными характеристиками при заданных толщинах слоёв.

4.4 Расчёт прочности слоёв асфальтобетонного покрытия выполняют по допускаемым напряжениям на растяжение при изгибе. При этом

рассматриваются дорожные одежды, для которых обеспечено выполнение критерия предельного состояния при расчёте прочности на сдвиг в слоях с пониженной сопротивляемостью сдвигу и в грунте земляного полотна.

4.5 Асфальтобетонное покрытие проезжей части дорог рекомендуется рассчитывать на многократное действие кратковременных и статических нагрузок.

4.6 В зависимости от уровня загрузки движением [2] и риска заторов при заниженной пропускной способности автомобильной дороги, а также с учётом вынужденных остановок транспортных средств, время действия нагрузки для расчётов рекомендуется принимать в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1 – Расчётные длительности и кратность приложения нагрузки при расчёте одежды участков автомобильной дороги

Участок автомобильной дороги	Уровень загрузки движением	Расчётная длительность приложения нагрузки, с
Перегоны проезжей части	Не более 0,7	0,1
	Более 0,7	1,0
Пересечения дорог в одном уровне	Не более 0,7	0,1 и 10
	Более 0,7	1,0 и 10
Подходы к пересечениям с железнодорожными путями	Не более 0,7	0,1 и 600
	Более 0,7	1,0 и 600
Остановки	Не более 0,7	0,1 и 10
	Более 0,7	1,0 и 10

4.7 Асфальтобетонные покрытия рекомендуется рассчитывать на многократное действие кратковременных и статических осевых нагрузок при значении расчётного диаметра отпечатка шины в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Значения расчётного диаметра отпечатка колеса

Нормативная статическая осевая нагрузка, кН	Расчётный диаметр отпечатка колеса, см, при длительности действия нагрузки, с			
	0,1	1	10	600
100	37	35	33	33
115	39	36	34	34

4.8 При использовании данных методических рекомендаций

целесообразно использовать принцип вариантного конструирования дорожных одежд с применениям компьютерной вычислительной техники для автоматизации процесса выбора рационального варианта.

5 Конструирование дорожной одежды с асфальтобетонным покрытием повышенной долговечности

5.1 Проектирование дорожной одежды представляет собой единый процесс конструирования и расчёта дорожной конструкции на прочность, морозоустойчивость и осушение с технико-экономическим обоснованием вариантов с целью выбора наиболее экономичного в данных условиях.

5.2 Процедура конструирования дорожной одежды включает:

-назначение количества конструктивных слоёв с выбором материалов для устройства слоёв, размещение слоёв в конструкции и назначение их ориентировочных толщин;

-предварительную оценку необходимости назначения дополнительных морозозащитных мер с учётом дорожно-климатической зоны, типа грунта рабочего слоя земляного полотна и схемы увлажнения рабочего слоя на различных участках;

-предварительную оценку необходимости назначения мер по осушению конструкции, а также по повышению трещиностойкости конструкции;

-оценку целесообразности укрепления или улучшения верхней части рабочего слоя земляного полотна;

-предварительный отбор конкурентоспособных вариантов с учётом местных природных и проектных условий работы.

5.3 При конструировании дорожной одежды рекомендуется руководствоваться следующими принципами:

-конструкция одежды может быть принята типовой или разработана индивидуально для каждого участка или ряда участков дороги,

характеризующихся сходными природными условиями (грунт рабочего слоя земляного полотна, условия его увлажнения, климат, обеспеченность местными дорожно-строительными материалами и др.) с одинаковыми расчётными нагрузками; при выборе конструкции одежды для данных условий предпочтение рекомендуется отдавать проверенной на практике в данных условиях типовой конструкции;

-в районах, недостаточно обеспеченных прочными каменными материалами, допускается применять местные каменные материалы, побочные продукты промышленности и грунты, свойства которых могут быть улучшены обработкой их вяжущими (цемент, битум, известь, активные золы уноса и др.); одновременно рекомендуется стремиться к созданию наименее материалоёмкой конструкции;

-конструкция должна быть технологичной и обеспечивать возможность максимальной механизации и индустриализации дорожно-строительных процессов; для достижения этой цели число слоёв и видов материалов в конструкции должны быть минимальными;

-при конструировании необходимо учитывать реальные условия проведения строительных работ (летняя или зимняя технология и др.).

5.4 При назначении материалов для различных вариантов дорожных одежд с асфальтобетонным покрытием рекомендуется руководствоваться положениями действующих стандартов и норм на дорожно-строительные материалы и изделия и нормами проектирования автомобильных дорог.

5.5 При выборе материалов для устройства слоёв дорожной одежды рекомендуется учитывать следующие положения.

Покрытие и верхние слои основания должны соответствовать проектным воздействующим нагрузкам и быть водо-, морозо- и термоустойчивыми.

В районах с климатом, близким к морскому, при количестве осадков 500 мм/год рекомендуется применять высокоплотный асфальтобетон либо плотный асфальтобетон, имеющий показатель пористости (водонасыщения),

соответствующий нижнему допустимому пределу.

В районах с сухим климатом (среднегодовое количество осадков менее 400 мм/год) рекомендуется назначать плотный асфальтобетон с показателем пористости (водонасыщения) по верхнему допускаемому пределу.

При перспективной интенсивности движения в физических единицах до 3000 авт./сут. и при стадийном строительстве могут быть назначены покрытия из пористого асфальтобетона с поверхностной обработкой или из высокопористого асфальтобетона с двойной поверхностной обработкой.

Дорожные одежды в местах остановок общественного транспорта, на регулируемых пересечениях и в других местах изменения скорости или движения на пониженных скоростях рекомендуется обеспечить повышенную сдвигоустойчивость при высоких летних температурах.

Для обеспечения этого требования в покрытии предусматривают применение асфальтобетонных смесей типа А и Б, высокоплотных смесей, а в основании - крупнозернистых асфальтобетонных смесей либо каменных материалов, укреплённых цементом.

Минимальную конструктивную толщину верхнего слоя асфальтобетонного покрытия назначают по нормам действующего Свода правил, а толщину нижнего слоя покрытия и слоёв асфальтобетонного основания определяют расчётами на прочность, в соответствии с настоящими рекомендациями.

Общая толщина асфальтобетонных слоёв повышенной сдвигоустойчивости (покрытие с основанием из крупнозернистого асфальтобетона) рекомендуется не менее 12 см.

При выборе марки и типа асфальтобетона для верхних слоёв дорожной одежды, в зависимости от климатических условий и категорий дорог, рекомендуется учитывать положения ГОСТ 9128-2013 и таблицы 3.

В нижнем слое асфальтобетонного покрытия и асфальтобетонных слоях основания предпочтение следует отдавать составам асфальтобетона, имеющим повышенную устойчивость к циклическим нагрузкам.

При выборе вида материала для устройства основания следует отдавать преимущество материалам на основе минеральных вяжущих, при этом следует ориентироваться на имеющийся в регионе опыт строительства и эксплуатации дорог, а так же характеристики этих материалов должны удовлетворять требованиям действующих нормативных документов. В районах, недостаточно обеспеченных прочными каменными материалами, целесообразно широко применять местные каменные материалы (в том числе малопрочные и некондиционные) и грунты, обработанные минеральным вяжущим (цемент, известь, активные золы уноса и др.), а также отходы промышленности (шлаки металлургической промышленности, золошлаковые смеси и др.).

Основание из зернистых материалов рекомендуется выполнять двухслойным: несущий слой из жёстких и сдвигоустойчивых материалов (щебень, гравий, щебёночно- или гравийно-песчаные смеси, материалы и грунты, обработанные минеральным вяжущим) и дополнительный слой, выполняющий морозозащитные и дренирующие функции.

Таблица 3 – Область применения асфальтобетонов при устройстве верхних слоёв покрытий автомобильных дорог

Дорожно-климатическая зона	Вид асфальто-бетона	Категория автомобильной дороги					
		I, II		III		IV	
		Марка смеси	Марка битума	Марка смеси	Марка битума	Марка смеси	Марка битума
I	Плотный и высоко-плотный	I	БНД 90/130	II	БНД 90/130	III	БНД 90/130
			БНД 130/200		БНД 130/200		БНД 130/200
			БНД 200/300		БНД 200/300		БНД 200/300
					СГ 130/200		СГ 130/200
					МГ 130/200		МГ 130/200
					МГО 130/200		МГО 130/200

Окончание таблицы 3

II, III	Плотный и высоко-плотный	I	БНД 60/90	II	БНД 60/90	III	БНД 60/90
			БНД 90/130		БНД 90/130		БНД 90/130
			БНД 130/200		БНД 130/200		БНД 130/200
			БН 90/130		БНД 200/300		БНД 200/300
					БН 60/90		БН 60/90
					БН 90/130		БН 90/130
					БН 130/200		БН 130/200
					БН 200/300		БН 200/300
							СГ 130/200
							МГ 130/200
							МГО 130/200
	Из холодных смесей	-	-	I	СГ 70/130	II	СГ 70/130
					СГ 130/200		СГ 130/200
							МГ 70/130
							МГ 130/200
							МГО 70/130
							МГО 130/200
IV, V	Плотный	I	БНД 40/60	II	БНД 40/60	III	БНД 40/60
			БНД 60/90		БНД 60/90		БНД 60/90
			БН 40/60		БНД 90/130		БНД 90/130
			БН 60/90		БН 40/60		БН 40/60
					БН 60/90		БН 60/90
					БН 90/130		БН 90/130
	Из холодных смесей	-	-	I	СГ 70/130	II	СГ 70/130
					СГ 130/200		СГ 130/200
							МГ 70/130
							МГ 130/200
							МГО 70/130
							МГО 130/200

Примечания

1 Битумы марок БН рекомендуется применять в мягких климатических условиях, характеризуемых средними температурами самого холодного месяца года выше минус 10 °С.

2 Битум марки БН 40/60 должен соответствовать технической документации, утвержденной в установленном порядке.

5.6 Если в дополнительном слое основания применяют однородный песок со степенью неоднородности гранулометрического состава менее 3, поверх него рекомендуется укладывать слой из щебеночно- или гравийно-песчаных смесей, отсевов дробления изверженных пород, гравелистых или крупных песков оптимального состава, а также из цементопеска. При

степени неоднородности гранулометрического состава песка от 2 до 3 толщину такого слоя рекомендуется принимать равной 10 см, при степени неоднородности гранулометрического состава менее 2 – 15-20 см. В расчётах прочности дорожной одежды толщину защитного слоя включают в толщину дополнительного слоя основания. При устройстве защитного слоя можно применять геотекстиль.

5.7 В случае использования в основании местных малопрочных каменных материалов (щебень с маркой по прочности не ниже 200; гравий и щебень из гравия по дробимости не ниже Др 24; песчано-гравийные смеси; гравелистые пески и другие светоустойчивые материалы с модулем упругости менее 250 МПа) рекомендуется предусматривать несущий слой основания из прочного щебня либо из обработанных минеральными вяжущими материалов с минимальной конструктивной толщиной, предусматриваемой Сводом правил. При этом толщину нижнего слоя основания из малопрочного материала обосновывают расчётом.

5.8 Расположение неукреплённых зернистых материалов между слоями из материалов или грунтов, обработанных вяжущими, не рекомендуется.

Дополнительные слои основания совместно с верхними слоями и покрытием должны обеспечивать необходимую прочность конструкции, морозоустойчивость, а также дренирующую способность. Нижние слои основания, особенно из зернистых материалов, рекомендуется устраивать из сдвигоустойчивых материалов.

На магистральных дорогах с тяжёлым и скоростным движением основания рекомендуется устраивать преимущественно из материалов, обработанных минеральным вяжущим.

5.9 Толщину слоёв из материалов, содержащих органическое вяжущее и укладываемых на верхний слой основания из материалов, обработанных цементом, для ограничения появления «отражённых» трещин на покрытии рекомендуется принимать, как правило, не менее толщины

слоёв, обработанных цементом. При этом минимальная толщина слоёв с органическими вяжущими должна соответствовать данным таблицы 4.

Таблица 4 – Толщина слоёв из материалов, содержащих органическое вяжущее

Тип дорожной одежды	Капитальные	Облегчённые
Наименьшая толщина слоёв из материалов, содержащих органическое вяжущее, см	18	12

В случае применения материалов, обработанных комплексными вяжущими, а также медленно твердеющими гидравлическими вяжущими, толщина слоя может быть снижена на 20 %, а в условиях жарких и сухих районов IV-V дорожно-климатических зон – на 30 %.

Для повышения долговечности покрытия могут быть предусмотрены специальные трещинопрерывающие прослойки, в том числе на основе геосеток, использование модифицированных вяжущих в материале покрытия и другие специальные решения.

5.10 Толщину отдельного слоя предварительно назначают в диапазоне от минимальной конструктивной толщины, регламентируемой действующими нормативными документами, до практически принятых значений (например, в типовых проектах) для данного региона.

Общую толщину дорожной одежды и толщины отдельных конструктивных слоёв окончательно назначают по расчёту на прочность, морозоустойчивость и осушение в соответствии с ОДН 218.046-01.

В дорожной одежде рекомендуется предусматривать возможно меньшее число слоёв из разных материалов (2-4 без учёта дополнительных слоёв).

5.11 В районах и на участках с неблагоприятными погодно-климатическими и грунтово-гидрологическими условиями для ограничения миграции влаги из нижних слоёв земляного полотна в верхние рекомендуется предусматривать мероприятия по искусственному

регулированию водно-теплового режима, проектируемые в соответствии с действующими нормативными документами и специальными документами в их развитие.

5.12 Несущий слой основания капитальных дорожных одежд рекомендуется устраивать из прочных материалов (из пористого асфальтобетона, щебёночных смесей, обработанных битумной эмульсией, фракционированного щебня, обработанного вязким битумом по способу пропитки, а также из фракционированного щебня, уложенного по принципу расклинки мелким щебнем или гранулированным активным шлаком, укреплённого по методу пропитки цементно-песчаной смесью и т.п.).

На дорогах, предназначенных для движения автомобилей грузоподъёмностью 8 и более тонн, при устройстве покрытий толщиной 3-5 см, верхняя часть несущего основания рекомендуется предусматривать из асфальтобетона.

Для устройства нижней части несущего основания в зависимости от расчётных условий движения могут применяться монолитные (грунты, обработанные цементом, и каменные материалы), а также зернистые материалы, отвечающие требованиям действующих нормативных документов.

В дорожных одеждах, на дорогах с тяжёлым и интенсивным движением на контакте слоёв из крупнозернистых или гравийных материалов с песчаными слоями основания или с грунтом земляного полотна рекомендуется предусматривать устройство разделяющих прослоек из геотекстиля в целях предотвращения взаимопроникновения материалов смежных слоёв и снижения в связи с этим долговечности конструкции.

5.13 Дорожные одежды облегчённого типа с усовершенствованными покрытиями из асфальтобетона целесообразно применять на дорогах III, IV категорий, а также при стадийном строительстве дорожных одежд на дорогах II категории.

5.14 Предварительно толщину покрытия из асфальтобетона

облегчённых дорожных одежд рекомендуется назначать равной 4-6 см, а при использовании других материалов, указанных в п. 2.17 действующего ОДН 218.046-01 [1], равной 6-8 см. Окончательно толщину покрытия устанавливают расчётом.

5.15 Несущие основания для облегчённых дорожных одежд с усовершенствованным покрытием рекомендуется предусматривать из монолитных или зернистых материалов.

На дорогах III и IV категорий целесообразно устраивать основание из гравийного пористого асфальтобетона, гравийно-песчаных смесей, обработанных эмульсией и другими органическими вяжущими, различных материалов и грунтов, а также побочных продуктов промышленности, обработанных минеральными или комплексными вяжущими, щебёночных и щебеночно-гравийных смесей.

6 Расчёт асфальтобетонных покрытий повышенной долговечности

6.1 В задачу расчёта входит определение толщин слоёв вариантов одежды, намеченных при конструировании, или выбор материалов с соответствующими деформационными и прочностными характеристиками при заданных толщинах слоёв.

6.2 Требуемый уровень проектной надёжности и срок службы автомобильной дороги с асфальтобетонным покрытием повышенной долговечности в каждом конкретном случае должен быть указан при выдаче задания на проектирование. При этом расчётный срок службы Заказчик может устанавливать максимальный из диапазона, который рекомендован в таблице П.6.2 ОДН 218.046-01 [1].

6.3 Расчётные значения прочностных характеристик (сдвиговые характеристики и прочность на растяжение при изгибе) конструктивных слоёв рекомендуется определять через нормативные значения этих

характеристик, используя зависимость (1):

$$M_p = \overline{M}_p(1 - v_t t), \quad (1)$$

где M_p – расчётное значение прочностной характеристики;

$\overline{M}_p$ – нормативное значение этой характеристики;

t – коэффициент нормированного отклонения M_p при допустимом уровне надёжности;

v_t – коэффициент вариации характеристики.

В качестве расчётных значений деформационных характеристик (модулей упругости) материалов конструктивных слоёв рекомендуется принимать их нормативные значения. Расчётные характеристики дорожно-строительных материалов и грунта земляного полотна при выполнении расчётов по критерию сопротивления усталостному разрушению от растяжения при изгибе асфальтобетонного покрытия рекомендуется назначать с учётом соответствующих длительностей действия нагрузки в зависимости от условий движения (таблица 1). Характеристики асфальтобетонов приведены в таблице 5. Характеристики дорожно-строительных материалов и грунта земляного полотна при длительности действия нагрузки 0,1 с устанавливают на основании табличных данных, приведённых в ОДН 218.046-01 [1]. Для установления их значения при других длительностях действия нагрузки (таблица 1) рекомендуется значения характеристик из таблиц ОДН 218.046-01 [1] умножить на коэффициенты, приведённые в таблицах 6 -13.

Таблица 5 – Характеристики асфальтобетонов при расчёте на растяжение при изгибе

Марка битума	Расчётные значения модуля упругости E, МПа, при длительности действия нагрузки $t_н$, сек				m	α	Нормативные значения сопротивления растяжению при изгибе R_0, МПа, при длительности действия нагрузки $t_н$, с			
	0,1	1,0	10,0	600,0			0,1	1,0	10,0	600,0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Высокоплотный асфальтобетон										
40/60	8600	5000	2900	1100	6,0	5,0/5,6*	10	6,81	4,64	2,35
60/90	6000	4000	2500	1100	5,5	5,2/5,9	9,8	6,45	4,24	2,02

Окончание таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
90/130	4600	3300	2350	1350	5,0	5,4/6,3	9,5	5,99	3,78	1,67
130/200	3500	2690	2200	1500	4,5	5,8/6,8	9,3	5,58	3,34	1,35
200/300	2500	2200	1900	1500	4,3	5,9/7,1	9	5,27	3,08	1,19
Плотный асфальтобетон										
40/60	6000	3160	1900	780	6,0	5,0/5,6	10	6,81	4,64	2,35
60/90	4500	2880	1800	830	5,5	5,2/5,9	9,8	6,45	4,24	2,02
90/130	3600	2510	1780	1000	5,0	5,4/6,3	9,5	5,99	3,78	1,67
130/200	2600	2000	1600	1070	4,5	5,8/6,8	9,3	5,58	3,34	1,35
200/300	2000	1120	1500	1120	4,3	5,9/7,1	9	5,27	3,08	1,19
Пористый асфальтобетон										
40/60	3600	2240	1400	600	4,5	5,8/6,8	8,3	4,98	2,98	1,20
60/90	2800	1860	1250	650	4,3	5,9/7,1	8	4,68	2,74	1,06
90/130	2200	1740	1250	790	4,0	6,3/7,6	7,8	4,39	2,47	0,89
130/200	1800	1480	1230	870	3,75	6,6/8,2	7,6	4,11	2,23	0,75
200/300	1400	1260	1120	910	3,7	6,7/8,2	7,1	3,81	2,05	0,68
Высокопористый асфальтобетон										
40/60	3000	1900	1180	510	4,3	5,9/7,1	5,5	3,22	1,88	0,73
60/90	2100	1510	1050	510	4,0	6,3/7,6	5,65	3,18	1,79	0,64
90/130	1700	1260	950	600	3,8	6,5/7,9	5,5	3,00	1,64	0,56

* В числителе – для II дорожно-климатической зоны, в знаменателе – для III-V дорожно-климатических зон.
** Для песчаного асфальтобетона.

Таблица 6 – Конструктивные слои из щебеночно-гравийно-песчаных смесей и грунтов, обработанных органическими и комплексными вяжущими

№ п/п	Материал слоя	Нормативные значения модуля упругости, E, МПа	Коэффициент для пересчёта значения модуля упругости, E, МПа, при времени действия нагрузки $t_{вр}$, с		
			1	10	600
1	Щебеночно-гравийно-песчаные смеси и крупнообломочные грунты (оптимального/неоптимального состава), обработанные: -жидкими органическими вяжущими или вязкими, в т.ч. эмульгированными органическими вяжущими; -жидкими органическими вяжущими совместно с минеральными или эмульгированными органическими вяжущими совместно с минеральными	450/350 950/700	0,98	0,95	0,82
2	Пески гравелистые, крупные, средние/пески мелкие, супесь лёгкая и пылеватая, суглинки лёгкие, обработанные: -жидкими органическими вяжущими или вязкими, в т.ч. эмульгированными органическими вяжущими; -жидкими органическими вяжущими совместно с минеральными или эмульгированными органическими вяжущими совместно с минеральными	430/280 700/600	0,98	0,95	0,82

Таблица 7 – Конструктивные слои из чёрного щебня

№ п/п	Материал	Нормативные значения модуля упругости, Е, МПа	Коэффициент для пересчёта значения модуля упругости, E, МПа, при времени действия нагрузки $t_н$, с		
			1	10	600
1	Чёрный щебень, уложенный по способу заклинки	600-900	0,96	0,93	0,92
2	Слой из щебня, устроенного по способу пропитки вязким битумом и битумной эмульсией	400-600	0,98	0,95	0,82
Примечание – Большие значения – для покрытий, меньшие – для оснований.					

Таблица 8 – Конструктивные слои из смесей щебеночно-гравийно-песчаных и грунтов, обработанных неорганическими вяжущими материалами, соответствующих ГОСТ 23558-94

№ п/п	Материал	Нормативные значения модуля упругости, Е, МПа	Коэффициент для пересчёта значения модуля упругости, E, МПа, при времени действия нагрузки $t_н$, с		
			1	10	600
1	Щебеночно-гравийно-песчаные смеси, крупнообломочные грунты (оптимальные/неоптимальные), обработанные цементом и соответствующие марке: 20 40 60 75 100	 500/400 600/550 800/700 870/830 1000/950	0,97	0,94	0,83
2	То же, обработанные зольным или шлаковым вяжущим и соответствующие марке: 20 40 60 75 100	 450/350 550/500 750/650 870/780 950/910	0,97	0,94	0,83
3	Пески гравелистые, крупные, средние/пески мелкие и пылеватые, супесь лёгкая и тяжёлая, суглинки лёгкие, обработанные цементом и соответствующие марке: 20 40 60 75 100	 400/250 550/400 700/550 870/750 950/870	0,97	0,94	0,83
4	То же, обработанные зольным или шлаковым вяжущим и соответствующие марке: 20 40 60 75 100	 300/200 450/300 600/450 730/600 870/750	0,97	0,94	0,83

Таблица 9 – Конструктивные слои из активных материалов (шлаки, шламы, фосфогипс и др.)

№ п/п	Материал	Нормативные значения модуля упругости, E, МПа	Коэффициент для пересчёта значения модуля упругости, E, МПа, при времени действия нагрузки $t_н$, с		
			1	10	600
1	Основание из подобранных оптимальных смесей из высокоактивных материалов с максимальной крупностью зёрен до 40 мм, уплотнённых при оптимальной влажности	650-870	0,98	093	0,92
2	То же, из активных материалов	480-700			
3	Основание из рядовых неоптимальных смесей из высокоактивных материалов с максимальной крупностью 70 мм	450-650			
4	То же, из активных материалов	370-480			

Примечания

1 К высокоактивным материалам относятся материалы, имеющие прочность при сжатии от 5 до 10 МПа в возрасте 90 сут.

2 К активным материалам – материалы, имеющие прочность при сжатии от 2,5 до 5 МПа в том же возрасте.

Таблица 10 – Конструктивные слои из смесей щебеночно-гравийно-песчаных, соответствующих ГОСТ 25607-2009 и ГОСТ 32826-2014

Материал слоя	Нормативные значения модуля упругости, E, МПа	Коэффициент для пересчёта значения модуля упругости, E, МПа, при времени действия нагрузки $t_н$, с		
		1	10	600
Щебёночные/гравийные смеси (С) для покрытий:				
-непрерывная гранулометрия (ГОСТ 25607-2009) при максимальном размере зерен:				
$С_1$ - 40 мм	300/280	0,98	0,93	0,92
$С_2$ - 20 мм	290/265			
Щебёночные/гравийные смеси для оснований:				
-непрерывная гранулометрия: $С_3$ - 80 мм	280/240	0,98	0,93	
$С_4$ - 80 мм	275/230			
$С_5$ - 40 мм	260/220			
$С_6$ - 20 мм	240/200			
$С_7$ - 20 мм	260/180			
Шлаковая щебеночно-песчаная смесь из неактивных и слабоактивных шлаков (ГОСТ 3344)				
$С_1$ - 70 мм	275			0,92
$С_2$ - 70 мм	260			
$С_4$ - 40 мм	250			
$С_6$ - 20 мм	210			

Таблица 11 – Щебёночные основания, устраиваемые методом заклинки

Материал слоя	Нормативные значения модуля упругости, E, МПа	Коэффициент для пересчёта значения модуля упругости, E, МПа, при времени действия нагрузки $t_н$, с		
		1	10	600
Щебень фракционированный 40-80 (80-120) мм с заклинкой:		0,98	0,93	0,92
-фракционированным мелким щебнем;	450 350			
-известняковой мелкой смесью или активным мелким шлаком;	400 300			
-мелким высокоактивным шлаком;	450 400			
-асфальтобетонной смесью;	500 450			
-цементопесчаной смесью М75 при глубине пропитки 0,25-0,75 h слоя	450-700 350-600			
Примечание – Для слоя: в числителе – из легкоуплотняемого щебня; в знаменателе – из трудноуплотняемого щебня.				

Таблица 12 – Механические характеристики теплоизоляционных слоёв

Материал	Нормативные значения модуля упругости, E, МПа	Коэффициент для пересчёта значения модуля упругости, E, МПа, при времени действия нагрузки $t_н$, с		
		1	10	600
Пенопласт	13,0-33,5	0,98	0,95	0,82
Стиропорбетон	500-800			
Аглопоритовый щебень, обработанный вязким битумом	400			
Керамзитовый гравий, обработанный вязким битумом	500			
Гравий (щебень) с легкими заполнителями, обработанные вязким битумом	500			
Цементогрунт с перлитом	130	0,98	0,93	0,92
То же, с полистиролом, состава: гранулы полистирола 2 % - 3 %; песок 97 % - 98 % (% от массы); цемент 7 % - 6 %	300			
То же, с керамзитом, состава: песок 75 %; керамзит 25 %; цемент 6 %	300			
Битумоцементогрунт с перлитом, состава: перлитовый щебень 25 % - 20 %; песок 75 % - 80 %; цемент 4 % - 6 %; битум 12 % - 10 % (от массы песка, перлита и цемента)	250-350	0,98	0,95	0,82
Цементогрунт с аглопоритом, состава: супесь или песок 70 % - 80 %; аглопорит 30 % - 20 %; цемент 6 %	250-350	0,98	0,93	0,92
Золошлаковые смеси, укрепленные цементом	150			
Грунт, укрепленный золой-уносом	200			
Цементогрунт, обработанный эмульсией				

Таблица 13 – Коэффициенты для пересчёта значения модуля упругости грунтов ГОСТ 33063-2014

Грунт	Модуль упругости, при относительной влажности W/W_m, МПа										Коэффициент для пересчёта значения модуля упругости, E, МПа, при времени действия нагрузки $t_н$, с			
	0,5	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1	10	100	600
Пески:														
-крупные	130										0,96	0,92	0,91	0,91
-средней крупности	120													
-мелкие	100													
-однородные	75													
-пылеватые	96	90	84	78	72	60	60	54	48	43				
Супеси:														
-лёгкая	70	60	56	53	49	45	43	42	41	40	0,88	0,71	0,6	0,55
-пылеватая, тяжёлая пылеватая	108	90	72	54	46	38	32	27	26	25				
-лёгкая крупная	65													
Суглинки:														
-лёгкий, тяжёлый	108	90	72	50	41	34	29	25	24	23	0,89	0,74	0,64	0,6
-лёгкий пылеватый, тяжёлый пылеватый	108	90	72	54	46	38	32	27	26	25				
Глины	108	90	72	50	41	34	29	25	24	23	0,89	0,72	0,6	0,56

Расчёт дорожной одежды на участках автомобильных дорог с уровнем загрузки движением не более 0,7 при длительности действия нагрузки 0,1 с

6.4 При расчёте дорожных одежд с асфальтобетонным покрытием повышенной долговечности на участках автомобильных дорог с уровнем загрузки движением не более 0,7 должно быть обеспечено условие (2):

$$\sigma_r^{0,1} < \frac{R_N^{0,1}}{K_{np}^{mp}}, \qquad (2)$$

где K_{np}^{mp} – требуемый коэффициент прочности с учётом заданного уровня надёжности;

$R_N^{0,1}$ – прочность материала слоя на растяжение при изгибе с учётом усталостных явлений, соответствующая длительности действия нагрузки 0,1 с, МПа;

$\sigma_r^{0,1}$ – наибольшее растягивающее напряжение в рассматриваемом слое при длительности действия нагрузки 0,1 с, МПа.

6.5 Расчётное растягивающее напряжение определяют по формуле (3):

$$\sigma_r^{0,1} = \overline{\sigma}_r^{0,1} \cdot p \cdot \kappa_в , \quad (3)$$

где $\overline{\sigma}_r^{0,1}$ – растягивающее напряжение при длительности действия нагрузки 0,1 с от единичной нагрузки, при расчётных диаметрах площадки (таблица 2), передающей нагрузку, определяемое по номограмме рисунка 1, МПа;

$\kappa_в$ – коэффициент, учитывающий особенности напряжённого состояния покрытия конструкции под двухскатным колесом; принимают равным 0,85 (при расчёте под односкатным колесом $\kappa_в$ = 1,00);

p – расчётное давление, устанавливаемое согласно таблице П 1.1 ОДН 218.046-01, МПа.

С целью определения растягивающего напряжения $\overline{\sigma}_r^{0,1}$ устанавливаются модули упругости при длительности действия нагрузки 0,1 с: для асфальтобетона – по таблице 4, а для остальных материалов и грунта земляного полотна – на основании табличных данных ОДН 218.046-01 [1].

6.6 Прочность асфальтобетона при многократном растяжении при изгибе определяют по формуле (4):

$$R_N^{0,1} = R_0^{0,1} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot (1 - \nu_R \cdot t) , \quad (4)$$

где $R_0^{0,1}$ – нормативное значение предельного сопротивления растяжению (прочность) при изгибе при расчётной низкой весенней температуре и однократном приложении нагрузки с длительностью 0,1 с, принимаемое по таблице 5, МПа;

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 14);

ν_R – коэффициент вариации прочности на растяжение (Приложение 4 ОДН 218.046-01);

t – коэффициент нормативного отклонения (Приложение 4 ОДН 218.046-01) [1].

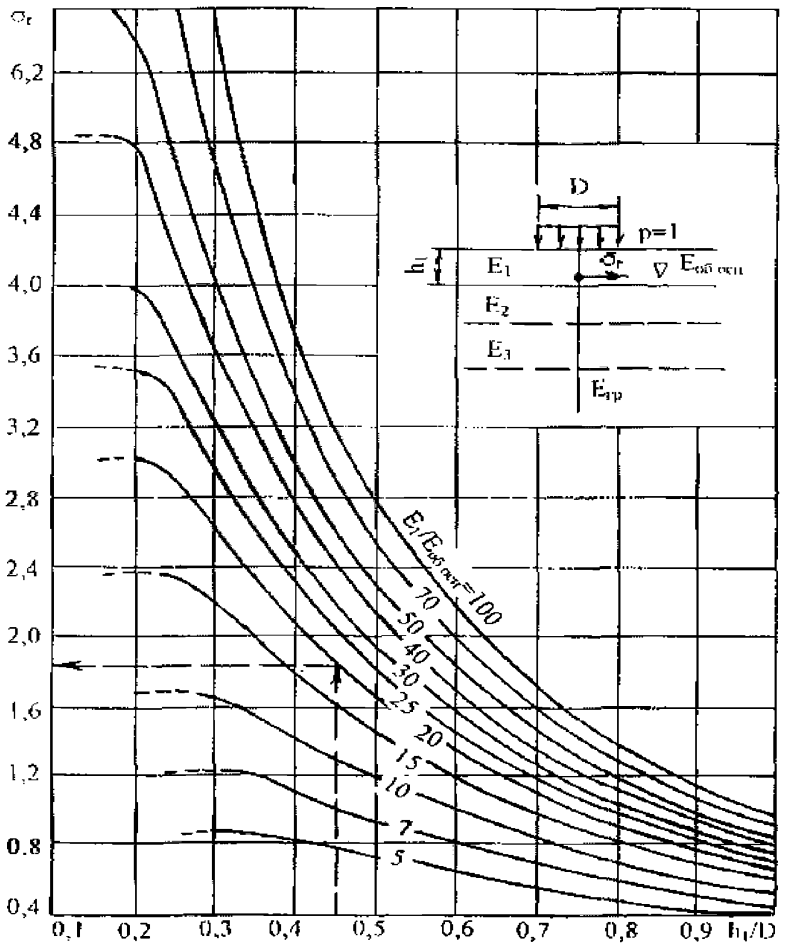


Рисунок 1 – Номограмма для определения растягивающего напряжения σ_r при изгибе в верхнем монолитном слое двухслойной системы

Таблица 14 – Значение коэффициентов, учитывающих снижение прочности во времени от воздействия погодно-климатических факторов

Материал расчётного слоя	k_2
Асфальтобетон высокоплотный	1,0
Асфальтобетон плотный	
I марки	0,95
II марки	0,90
III марки	0,80
Асфальтобетон пористый и высокопористый	0,80
Холодный асфальтобетон	0,80

6.7 Коэффициент k_1, отражающий влияние на прочность усталостных процессов, вычисляют по выражению (5):

$$k_1 = \frac{\alpha}{\sqrt[m]{\sum N_p}}, \quad (5)$$

где $\sum N_p$ – расчётное суммарное число приложений расчётной нагрузки за срок службы монолитного покрытия, определяемое в соответствии с ОДН 218.046-01 [1];

m – показатель степени, зависящий от свойств материала рассчитываемого монолитного слоя, определяемый по таблице 5;

α – коэффициент, учитывающий различие в реальном и лабораторном режимах растяжения повторной нагрузкой, а также вероятность совпадения во времени расчётной (низкой) температуры покрытия и расчётного состояния грунта рабочего слоя по влажности, определяемый по таблице 5.

Расчёт дорожной одежды на участках автомобильных дорог с уровнем загрузки движением более 0,7 при длительности действия нагрузки 0,1 с

6.8 При расчёте дорожных одежд с асфальтобетонным покрытием повышенной долговечности на участках автомобильных дорог с уровнем загрузки движением более 0,7 должно быть обеспечено условие (6):

$$\sigma_r^1 < \frac{R_N^1}{K_{np}^{mp}}, \quad (6)$$

где $K_{пр}^{тр}$ – требуемый коэффициент прочности с учётом заданного уровня надёжности (таблица 3.1 ОДН 218.046-01) [1];

R_N^1 – прочность материала слоя на растяжение при изгибе с учётом усталостных явлений, соответствующая длительности действия нагрузки 1 с, МПа;

σ_r^1 – наибольшее растягивающее напряжение в рассматриваемом слое при длительности действия нагрузки 1 с, МПа.

6.9 Расчётное растягивающее напряжение определяют по формуле (7):

$$\sigma_r^1 = \bar{\sigma}_r^1 \cdot p \cdot \kappa_в , \qquad (7)$$

где $\bar{\sigma}_r^1$ – растягивающее напряжение при длительности действия нагрузки 1 с от единичной нагрузки при расчётных диаметрах площадки, передающей нагрузку (таблица 2), определяемое по номограмме рисунка 1, МПа;

$\kappa_в$ – коэффициент, учитывающий особенности напряжённого состояния покрытия конструкции под двухскатным колесом; принимают равным 0,85 (при расчёте под односкатным колесом $\kappa_в$ = 1,00);

p – расчётное давление, устанавливаемое согласно таблице П 1.1 ОДН 218.046-01[1], МПа.

С целью определения растягивающего напряжения $\bar{\sigma}_r^1$ устанавливаются модули упругости при длительности действия нагрузки 1 с: для асфальтобетона – по таблице 5, а для остальных материалов и грунта земляного полотна – на основании табличных данных ОДН 218.046-01 [1] и коэффициентов для пересчёта значения модулей упругости согласно таблицам 6-13.

6.10 Прочность асфальтобетона при многократном растяжении при изгибе определяют по формуле (8):

$$R_N{}^1 = R_0{}^1 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot (1 - \nu_R \cdot t), \qquad (8)$$

где $R_0{}^1$ – нормативное значение предельного сопротивления растяжению

(прочность) при изгибе при расчётной низкой весенней температуре и однократном приложении нагрузки с длительностью 1 с, принимаемое по таблице 5, МПа;

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 14);

ν_R – коэффициент вариации прочности на растяжение (Приложение 4 ОДН 218.046-01) [1];

t – коэффициент нормативного отклонения (Приложение 4 ОДН 218.046-01) [1].

6.11 Коэффициент k_1, отражающий влияние на прочность усталостных процессов, вычисляют по выражению (9):

$$k_1 = \frac{\alpha}{\sqrt[m]{\sum N_p}}, \qquad (9)$$

где $\sum N_p$ – расчётное суммарное число приложений расчётной нагрузки за срок службы монолитного покрытия, определяемое в соответствии с ОДН 218.046-01[1], ед;

m – показатель степени, зависящий от свойств материала рассчитываемого асфальтобетонного слоя, определяемый по таблице 5;

α – коэффициент, учитывающий различие в реальном и лабораторном режимах растяжения повторной нагрузкой, а также вероятность совпадения во времени расчётной (низкой) температуры покрытия и расчётного состояния грунта рабочего слоя по влажности, определяемый по таблице 5.

Расчёт дорожной одежды на остановках и пересечениях автомобильных дорог с уровнем загрузки движением не более 0,7 при длительности действия нагрузки 0,1 с и 10 с

6.12 При расчёте дорожных одежд с асфальтобетонным покрытием

повышенной долговечности на остановках и пересечениях автомобильных дорог с уровнем загрузки движением не более 0,7 должно быть обеспечено условие (10):

$$\sigma_r^{0,1} < \frac{R_N^{0,1+10}}{K_{np}^{mp}}, \qquad (10)$$

где K_{np}^{mp} – требуемый коэффициент прочности с учётом заданного уровня надёжности (таблица 3.1 ОДН 218.046-01) [1];

$R_N^{0,1+10}$ – прочность материала слоя на растяжение при изгибе с учётом усталостных явлений от действия расчётных циклических нагрузок с длительностью действия 0,1 с и 10 с, МПа;

$\sigma_r^{0,1}$ – наибольшее растягивающее напряжение в рассматриваемом слое при длительности действия нагрузки 0,1 с, МПа.

6.13 Расчётное растягивающее напряжение $\sigma_r^{0,1}$ определяют по формуле (11):

$$\sigma_r^{0,1} = \bar{\sigma}_r^{0,1} \cdot p \cdot \kappa_в, \qquad (11)$$

где $\bar{\sigma}_r^{0,1}$ – растягивающее напряжение при длительности действия нагрузки 0,1 с от единичной нагрузки при расчётных диаметрах площадки, передающей нагрузку (таблица 2), определяемое по номограмме рисунка 1, МПа;

$\kappa_в$ – коэффициент, учитывающий особенности напряжённого состояния покрытия конструкции под двухскатным колесом; принимают равным 0,85 (при расчёте под односкатным колесом $\kappa_в$ = 1,00);

p – расчётное давление, устанавливаемое согласно таблице П 1.1 ОДН 218.046-01[1], МПа.

С целью определения растягивающего напряжения $\bar{\sigma}_r^{0,1}$ устанавливают модули упругости при длительности действия нагрузки 0,1 с: для асфальтобетона – по таблице 4, а для остальных материалов и грунта земляного полотна – на основании табличных данных ОДН 218.046-01 [1].

6.14 Прочность материала слоя $R_N^{0,1+10}$ на растяжение при изгибе с учётом усталостных явлений от действия расчётных циклических нагрузок с длительностью действия 0,1 с и 10 с определяют по формуле (12):

$$R_N^{0,1+10} = R_o^{0,1} k_1^{0,1+10} k_2 (1 - v_R \cdot t), \quad (12)$$

где $k_1^{0,1+10}$ – коэффициент, учитывающий снижение прочности вследствие усталостных явлений при многократном приложении нагрузки при длительности действия как 0,1 с, так и 10 с;

k_2 – коэффициент, учитывающий снижение прочности во времени от воздействия погодно-климатических факторов (таблица 14);

v_R – коэффициент вариации прочности на растяжение (Приложение 4 ОДН 218.046-01) [1];

t – коэффициент нормативного отклонения (Приложение 4 ОДН 218.046-01) [1].

6.15 Коэффициент $k^{0,1+10}{}_1$, отражающий влияние на прочность усталостных процессов, вычисляют по выражению (13):

$$k^{0,1+10}{}_1 = \frac{\alpha}{\sqrt[m]{\sum N^{0,1+10}{}_p}}, \quad (13)$$

где m – показатель степени, зависящий от свойств материала рассчитываемого монолитного слоя, определяемый по таблице 5;

α – коэффициент, учитывающий различие в реальном и лабораторном режимах растяжения повторной нагрузкой, а также вероятность совпадения во времени расчётной (низкой) температуры покрытия и расчётного состояния грунта рабочего слоя по влажности, определяемый по таблице 5;

$\Sigma N^{0,1+10}{}_p$ – расчётное эквивалентное суммарное число приложений расчётной нагрузки как с длительностью действия 0,1 с, так и 10 с за срок службы асфальтобетонного покрытия, определяют по формуле (14), ед.:

$$\sum N_p^{0,1+10} = \delta_{10} \cdot \sum N_p \cdot \beta_{0,1+10} + (1 - \delta_{10}) \cdot \sum N_p, \quad (14)$$

где ΣN_p – расчётное суммарное число приложений расчётной нагрузки за срок службы монолитного покрытия, определяемое в соответствии с ОДН

218.046-01 [1], ед.;

δ_{10} – доля от общего количества автомобилей в потоке, задерживаемых на остановках или у пересечений дорог в одном уровне (определяется на основе технико-экономических изысканий при определении интенсивности и состава движения);

$\beta_{0,1+10}$ – коэффициент, отражающий влияние на усталостное разрушение расчётных циклических нагрузок с длительностью действия 0,1 с и 10 с, определяемый по формуле (15):

$$\beta_{0,1+10} = \left(\frac{R_0^{0,1} \cdot \sigma_r^{10}}{R_0^{10} \cdot \sigma_r^{0,1}}\right)^{-\frac{1}{m}}, \qquad (15)$$

где R_o^{10} – нормативное значение предельного сопротивления растяжению (прочность) при изгибе при расчётной низкой весенней температуре и однократном приложении нагрузки с длительностью 10 с, принимаемое по таблице 5, МПа;

$R_o^{0,1}$ – то же с длительностью 0,1 с, МПа;

σ_r^{10} – наибольшее растягивающее напряжение в рассматриваемом слое при длительности действия нагрузки 10 с, МПа.

Расчётное растягивающее напряжение σ_r^{10} при длительности действия нагрузки 10 с определяют по формуле (16):

$$\sigma_r^{10} = \bar{\sigma}_r^{10} \cdot p \cdot \kappa_в, \qquad (16)$$

где $\bar{\sigma}_r^{10}$ – растягивающее напряжение при длительности действия 10 с от единичной нагрузки, при расчётных диаметрах площадки, передающей нагрузку (таблица 2), определяемое по номограмме рисунка 1 (модули упругости для асфальтобетона устанавливают по таблице 5, а для остальных материалов и грунта земляного полотна – на основании табличных данных ОДН 218.046-01[1] и с учётом коэффициентов для пересчёта значения модуля упругости при длительности действия нагрузки в соответствии с таблицами 6-13), МПа;

$\kappa_в$ – коэффициент, учитывающий особенности напряжённого состояния покрытия конструкции под двухскатным колесом; принимают равным 0,85 (при расчёте под односкатным колесом $\kappa_в$ = 1,00);

p – расчётное давление, устанавливаемое согласно таблице П 1.1 ОДН 218.046-01[1], МПа.

Расчёт дорожной одежды на остановках и пересечениях автомобильных дорог с уровнем загрузки движением более 0,7 при длительности действия нагрузки 0,1 с и 10 с

6.16 При расчёте дорожных одежд с асфальтобетонным покрытием повышенной долговечности на остановках и пересечениях автомобильных дорог с уровнем загрузки движением более 0,7 должно быть обеспечено условие (17):

$$\sigma_r^{1,0} < \frac{R_N^{1,0+10}}{K_{пр}^{тр}}, \qquad (17)$$

где $K_{пр}^{тр}$ – требуемый коэффициент прочности с учётом заданного уровня надёжности (таблица 3.1 ОДН 218.046-01) [1];

$R_N^{1,0+10}$ – прочность материала слоя на растяжение при изгибе с учётом усталостных явлений от действия расчётных циклических нагрузок с длительностью действия 1,0 с и 10 с, МПа;

$\sigma_r^{1,0}$ – наибольшее растягивающее напряжение в рассматриваемом слое при длительности действия нагрузки 1,0 с, МПа.

6.17 Расчётное растягивающее напряжение определяют по формуле (18):

$$\sigma_r^{1,0} = \bar{\sigma}_r^{1,0} \cdot p \cdot \kappa_в, \qquad (18)$$

где $\bar{\sigma}_r^{1,0}$ – растягивающее напряжение при длительности действия нагрузки 1 с от единичной нагрузки при расчётных диаметрах площадки, передающей нагрузку (таблица 2), определяемое по номограмме рисунка 1 (модули

упругости для асфальтобетона устанавливают по таблице 5, а для остальных материалов и грунта земляного полотна – на основании табличных данных ОДН 218.046-01[1] и с учётом коэффициентов для пересчёта значения модуля упругости при длительности действия нагрузки в соответствии с таблицами 6-13), МПа;

$к_в$ – коэффициент, учитывающий особенности напряжённого состояния покрытия конструкции под двухскатным колесом; принимают равным 0,85 (при расчёте под односкатным колесом $к_в$ = 1,00);

p – расчётное давление, устанавливаемое согласно таблице П 1.1 ОДН 218.046-01 [1], МПа.

6.18 Прочность материала слоя $R_N^{1,0+10}$ на растяжение при изгибе с учётом усталостных явлений от действия расчётных циклических нагрузок с длительностью действия 1 с и 10 с определяют по формуле (19):

$$R_N^{1,0+10} = R_o^{1,0} \cdot k_1^{1,0+10} \cdot k_2 \cdot (1 - v_R \cdot t), \quad (19)$$

где $k_1^{1,0+10}$ – коэффициент, учитывающий снижение прочности вследствие усталостных явлений при многократном приложении расчётных циклических нагрузок при длительности действия 1,0 с и 10 с;

k_2 – коэффициент, учитывающий снижение прочности во времени от воздействия погодно-климатических факторов (таблица 14);

v_R – коэффициент вариации прочности на растяжение (Приложение 4 ОДН 218.046-01) [1];

t – коэффициент нормативного отклонения (Приложение 4 ОДН 218.046-01) [1].

6.19 Коэффициент $k^{1,0+10}{}_1$, отражающий влияние на прочность усталостных процессов, вычисляют по выражению (20):

$$k^{1,0+10}{}_1 = \frac{\alpha}{\sqrt[m]{\sum N^{1,0+10}{}_p}}, \quad (20)$$

где m – показатель степени, зависящий от свойств материала рассчитываемого монолитного слоя, определяемый по таблице 5;

α – коэффициент, учитывающий различие в реальном и лабораторном

режимах растяжения повторной нагрузкой, а также вероятность совпадения во времени расчётной (низкой) температуры покрытия и расчётного состояния грунта рабочего слоя по влажности, определяемый по таблице 5;

$\Sigma N_p^{1,0+10}$ – расчётное эквивалентное суммарное число приложений расчётной нагрузки как с длительностью действия 1,0 с, так и 10 с за срок службы асфальтобетонного покрытия, определяют по формуле (21), ед.:

$$\sum N_p^{1,0+10} = \delta_{10} \cdot \sum N_p \cdot \beta_{1,0+10} + (1 - \delta_{10}) \sum N_p, \qquad (21)$$

где ΣN_p – расчётное суммарное число приложений расчётной нагрузки за срок службы асфальтобетонного покрытия, определяемое в соответствии с ОДН 218.046-01 [1], ед.;

δ_{10} – доля от общего количества автомобилей в потоке, задерживаемых на остановках или у пересечений дорог в одном уровне (определяется на основе технико-экономических изысканий при определении интенсивности и состава движения);

$\beta_{1,0+10}$ – коэффициент, отражающий влияние на усталостное разрушение расчётных циклических нагрузок с длительностью действия 10 с, определяемый по формуле (22):

$$\beta_{1,0+10} = \left(\frac{R_o^{1,0} \cdot \sigma_r^{10}}{R_o^{10} \cdot \sigma_r^{1,0}} \right)^{-\frac{1}{m}}, \qquad (22)$$

где R_o^{10} – нормативное значение предельного сопротивления растяжению (прочность) при изгибе при расчётной низкой весенней температуре и однократном приложении нагрузки с длительностью 10 с, принимаемое по таблице 5, МПа;

R_o^{1} – то же с длительностью 1,0 с, МПа;

σ_r^{10} – наибольшее растягивающее напряжение в рассматриваемом слое при длительности действия нагрузки 10 с, определяемое по формуле (23):

$$\sigma_r^{10} = \bar{\sigma}_r^{10} \cdot p \cdot \kappa_в, \qquad (23)$$

где $\bar{\sigma}_r^{10}$ – растягивающее напряжение при длительности действия 10 с от

единичной нагрузки при расчётных диаметрах площадки, передающей нагрузку (таблица 2), определяемое по номограмме рисунка 1 (модули упругости для асфальтобетона устанавливают по таблице 5, а для остальных материалов и грунта земляного полотна – на основании табличных данных ОДН 218.046-01 [1] и с учётом коэффициентов для пересчёта значения модуля упругости при длительности действия нагрузки в соответствии с таблицами 6-13), МПа;

$к_в$ – коэффициент, учитывающий особенности напряжённого состояния покрытия конструкции под двухскатным колесом; принимают равным 0,85 (при расчёте под односкатным колесом $к_в$ = 1,00);

p – расчётное давление, устанавливаемое согласно таблице П 1.1 ОДН 218.046-01 [1], МПа.

Расчёт дорожной одежды автомобильной дороги, имеющей уровень загрузки движением не более 0,7 и при длительности действия нагрузок 0,1 с и 600 с, на подходах к пересечениям с железнодорожными путями

6.20 При расчёте дорожной одежды автомобильной дороги, имеющей уровень загрузки движением не более 0,7 и при длительности действия нагрузок 0,1 с и 600 с, на подходах к пересечениям с железнодорожными путями должно быть обеспечено условие (24):

$$\sigma_r^{0,1} < \frac{R_N^{0,1+600}}{K_{пр}^{тр}}, \qquad (24)$$

где $K_{пр}^{тр}$ – требуемый коэффициент прочности с учётом заданного уровня надёжности (таблица 3.1 ОДН218.046-01) [1];

$R_N^{0,1+600}$ – прочность материала слоя на растяжение при изгибе с учётом усталостных явлений от действия расчётных циклических нагрузок с длительностью действия 0,1 с и 600 с, МПа;

$\sigma_r^{0,1}$ – наибольшее растягивающее напряжение в рассматриваемом слое при длительности действия нагрузки 0,1 с, МПа.

6.21 Расчётное растягивающее напряжение $\sigma_r^{0,1}$ определяют по формуле (25):

$$\sigma_r^{0,1} = \bar{\sigma}_r^{0,1} \cdot p \cdot \kappa_в, \quad (25)$$

где $\bar{\sigma}_r^{0,1}$ – растягивающее напряжение при длительности действия нагрузки 0,1 с от единичной нагрузки при расчётных диаметрах площадки, передающей нагрузку (таблица 2), определяемое по номограмме рисунка 1 (модули упругости для асфальтобетона устанавливают по таблице 5, а для остальных материалов и грунта земляного полотна – на основании табличных данных ОДН 218.046-01 [1] и с учётом коэффициентов для пересчёта значения модуля упругости при длительности действия нагрузки в соответствии с таблицами 6-13), МПа;

$\kappa_в$ – коэффициент, учитывающий особенности напряжённого состояния покрытия конструкции под двухскатным колесом; принимают равным 0,85 (при расчёте под односкатным колесом $\kappa_в$ = 1,00);

p – расчётное давление, устанавливаемое согласно таблице П 1.1 ОДН 218.046-01 [1], МПа.

6.22 Прочность материала слоя $R_N^{0,1+600}$ на растяжение при изгибе с учётом усталостных явлений от действия расчётных циклических нагрузок с длительностью действия 0,1 с и 600 с определяют по формуле (26):

$$R_N^{0,1} = R_o^{0,1} k_1^{0,1+600} k_2 (1 - v_R \cdot t), \quad (26)$$

где $k_1^{0,1+600}$ – 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 14);

v_R – коэффициент вариации прочности на растяжение (Приложение 4 ОДН 218.046-01) [1];

t – коэффициент нормативного отклонения (Приложение 4

ОДН 218.046-01) [1].

6.23 Коэффициент $k_1^{0,1+600}$, отражающий влияние на прочность усталостных процессов, вычисляют по выражению (27):

$$k_1^{0,1+600} = \frac{\alpha}{\sqrt[m]{\sum N_p^{0,1+600}}}, \quad (27)$$

где m – показатель степени, зависящий от свойств материала рассчитываемого монолитного слоя, определяемый по таблице 5;

α – коэффициент, учитывающий различие в реальном и лабораторном режимах растяжения повторной нагрузкой, а также вероятность совпадения во времени расчётной (низкой) температуры покрытия и расчётного состояния грунта рабочего слоя по влажности, определяемый по таблице 5;

$\Sigma N_p^{0,1+600}$ – расчётное эквивалентное суммарное число приложений расчётной нагрузки как с длительностью действия 0,1 с, так и 600 с за срок службы асфальтобетонного покрытия, определяют по формуле (28), ед.:

$$\sum N_p^{0,1+600} = \delta_{600} \cdot \sum N_p \cdot \beta_{0,1+600} + (1 - \delta_{600}) \sum N_p, \quad (28)$$

где ΣN_p – расчётное суммарное число приложений расчетной нагрузки за срок службы монолитного покрытия, определяемое в соответствии с ОДН 218.046-01 [1], ед.;

δ_{600} – доля от общего количества автомобилей в потоке, задерживаемых у железнодорожных переездов (определяется на основе технико-экономических изысканий при определении интенсивности и состава движения);

$\beta_{0,1+600}$ – коэффициент, отражающий влияние на усталостное разрушение расчётной нагрузки с длительностью действия 600 с, определяемый по формуле (29):

$$\beta_{0,1+600} = \left(\frac{R_o^{0,1} \cdot \sigma_r^{600}}{R_o^{600} \cdot \sigma_r^{0,1}}\right)^{-\frac{1}{m}}, \quad (29)$$

где R_o^{600} – нормативное значение предельного сопротивления растяжению (прочность) при изгибе при расчётной низкой весенней температуре и при однократном приложении нагрузки при длительности действия как 0,1 с, так

и 600 с, МПа;

σ_r^{600} – наибольшее растягивающее напряжение в рассматриваемом слое при длительности действия нагрузки 600 с, МПа.

Расчётное растягивающее напряжение σ_r^{600} при длительности действия нагрузки 600 с определяют по формуле (30):

$$\sigma_r^{600} = \bar{\sigma}_r^{600} \cdot p \cdot \kappa_в , \quad (30)$$

где $\bar{\sigma}_r^{600}$ – растягивающее напряжение при длительности действия 600 с от единичной нагрузки, при расчётных диаметрах площадки, передающей нагрузку (таблица 2), определяемое по номограмме рисунка 1 (модули упругости для асфальтобетона устанавливают по таблице 5, а для остальных материалов и грунта земляного полотна – на основании табличных данных ОДН 218.046-01 [1] и с учётом коэффициентов для пересчёта значения модуля упругости при длительности действия нагрузки в соответствии с таблицами 6-13), МПа;

$\kappa_в$ – коэффициент, учитывающий особенности напряжённого состояния покрытия конструкции под двухскатным колесом; принимают равным 0,85 (при расчёте под односкатным колесом $\kappa_в$ = 1,00);

p – расчётное давление, устанавливаемое согласно таблице П 1.1 ОДН 218.046-01 [1], МПа.

Расчёт дорожной одежды автомобильной дороги, имеющей уровень загрузки движением более 0,7 при длительности действия нагрузок 1,0 с и 600 с, на подходах к пересечениям с железнодорожными путями

6.24 При расчёте дорожной одежды автомобильной дороги, имеющей уровень загрузки движением более 0,7 при длительности действия нагрузок 1,0 с и 600 с, на подходах к пересечениям с железнодорожными путями должно быть обеспечено условие (31):

$$\sigma_r^{1,0} < \frac{R_N^{1,0+600}}{K_{np}^{mp}}, \qquad (31)$$

где κ_{np}^{mp} – требуемый коэффициент прочности с учётом заданного уровня надёжности (таблица 3.1 ОДН218.046-01) [1];

$R_N^{1,0+600}$ – прочность материала слоя на растяжение при изгибе с учётом усталостных явлений от действия расчётных циклических нагрузок с длительностью действия 1 с и 600 с, МПа;

$\sigma_r^{1,0}$ – наибольшее растягивающее напряжение в рассматриваемом слое при длительности действия нагрузки 1 с, МПа.

6.25 Расчётное растягивающее $\sigma_r^{1,0}$ напряжение определяют по формуле (32):

$$\sigma_r^{1,0} = \overline{\sigma}_r^{1,0} \cdot p \cdot \kappa_в, \qquad (32)$$

где $\overline{\sigma}_r^{1,0}$ – растягивающее напряжение при длительности действия нагрузки 1 с от единичной нагрузки при расчётных диаметрах площадки, передающей нагрузку (таблица 2), определяемое по номограмме рисунка 1 (модули упругости для асфальтобетона устанавливают по таблице 5, а для остальных материалов и грунта земляного полотна – на основании табличных данных ОДН 218.046-01 [1] и с учётом коэффициентов для пересчёта значения модуля упругости при длительности действия нагрузки в соответствии с таблицами 6-13), МПа;

$\kappa_в$ – коэффициент, учитывающий особенности напряжённого состояния покрытия конструкции под двухскатным колесом; принимают равным 0,85 (при расчёте под односкатным колесом $\kappa_в$ = 1,00);

p – расчётное давление, устанавливаемое согласно таблице П 1.1 ОДН 218.046-01 [1], МПа.

6.26 Прочность материала слоя $R_N^{1,0+600}$ на растяжение при изгибе с учётом усталостных явлений от действия расчётных циклических нагрузок с длительностью действия 1,0 с и 600 с определяют по формуле (33):

$$R_N^{1,0+600} = R_o^{1,0} k_1^{1,0+600} k_2 (1 - v_R \cdot t), \quad (33)$$

где $k_1^{1,0+600}$ – 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 14);

v_R – коэффициент вариации прочности на растяжение (Приложение 4 ОДН 218.046-01);

t – коэффициент нормативного отклонения (Приложение 4 ОДН 218.046-01).

6.27 Коэффициент $k_1^{1,0+600}$, отражающий влияние на прочность усталостных процессов, вычисляют по выражению (34):

$$k_1^{1,0+600} = \frac{\alpha}{\sqrt[m]{\sum Np^{1,0+600}}}, \quad (34)$$

где m – показатель степени, зависящий от свойств материала рассчитываемого монолитного слоя, определяемый по таблице 5;

α – коэффициент, учитывающий различие в реальном и лабораторном режимах растяжения повторной нагрузкой, а также вероятность совпадения во времени расчётной (низкой) температуры покрытия и расчётного состояния грунта рабочего слоя по влажности, определяемый по таблице 5;

$\Sigma N_p^{1,0+600}$ – расчётное эквивалентное суммарное число приложений расчётной нагрузки как с длительностью действия 1,0 с, так и 600 с за срок службы асфальтобетонного покрытия, определяют по формуле (35), ед.:

$$\sum N_p^{1,0+600} = \delta_{600} \cdot \sum N_p \cdot \beta_{1,0+600} + (1 - \delta_{600}) \cdot \sum N_p, \quad (35)$$

где ΣN_p – расчётное суммарное число приложений расчётной нагрузки за срок службы монолитного покрытия, определяемое в соответствии с ОДН 218.046-01 [1], ед.;

δ_{600} – доля от общего количества автомобилей в потоке, задерживаемых у железнодорожных переездов (определяется на основе технико-экономических изысканий при определении интенсивности и состава движения);

$\beta_{1,0+600}$ – коэффициент, отражающий влияние на усталостное разрушение расчётной нагрузки с длительностью действия 600 с, определяемый по формуле (36):

$$\beta_{1,0+600} = \left(\frac{R_0^{0,1} \cdot \sigma_r^{600}}{R_0^{600} \cdot \sigma_r^{0,1}}\right)^{-\frac{1}{m}}, \quad (36)$$

где R_o^{600} – нормативное значение предельного сопротивления растяжению (прочность) при изгибе при расчётной низкой весенней температуре и при однократном приложении нагрузки при длительности действия 600 с, определяемое по таблице 50, МПа;

σ_r^{600} – наибольшее растягивающее напряжение в рассматриваемом слое при длительности действия нагрузки 600 с, определяемое по формуле (37):

$$\sigma_r^{600} = \overline{\sigma}_r^{600} \cdot p \cdot \kappa_в, \quad (37)$$

где $\overline{\sigma}_r^{600}$ – растягивающее напряжение при длительности действия 600 с от единичной нагрузки, при расчётных диаметрах площадки (таблица 2), передающей нагрузку, определяемое по номограмме рисунка 1 (модули упругости для асфальтобетона устанавливают по таблице 5, а для остальных материалов и грунта земляного полотна – на основании табличных данных ОДН 218.046-01 [1] и с учётом коэффициентов для пересчёта значения модуля упругости при длительности действия нагрузки в соответствии с таблицами 6-13), МПа;

$\kappa_в$ – коэффициент, учитывающий особенности напряжённого состояния покрытия конструкции под двухскатным колесом; принимают равным 0,85 (при расчёте под односкатным колесом $\kappa_в$ = 1,00);

p – расчётное давление, устанавливаемое согласно таблице П 1.1 ОДН218.046-01 [1], МПа.

Библиография

[1] ОДН 218.046-01 Проектирование нежёстких дорожных одежд

[2] ОДМ 218.2.020-2012 Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог

Приложение А

Примеры расчёта

Пример 1

Требуется запроектировать дорожную одежду при следующих исходных данных:

-дорога располагается во II дорожно-климатической зоне, в Московской области;

-категория автомобильной дороги - I;

-заданный срок службы дорожной одежды - $T_{сл}$ = 15 лет;

-заданная надёжность $K_н$ = 1,49;

-приведённая к осевой нагрузке 115 кН (Приложение 1 табл. П. 1.1 ОДН 218.046-01) интенсивность движения на конец срока службы N_p = 3200 ед./сут; приращение интенсивности q = 1,04;

-грунт рабочего слоя земляного полотна – супесь пылеватая с расчётной влажностью 0,7 W_T, относится к сильнопучинистым грунтам;

-материал для основания – щебеночно-гравийно-песчаная смесь, обработанная цементом марки 20;

-высота насыпи составляет 1,5 м, толщина дорожной одежды – 0,60 м;

-схема увлажнения рабочего слоя земляного полотна – III;

-глубина залегания грунтовых вод – 1,1 м.

Расчёт требуется выполнить на различных участках дороги:

-для перегонов с уровнем загрузки движением менее 0,7 при длительности нагружения 0,1 с;

-для перегонов с уровнем загрузки движением 0,7 и более при длительности нагружения 1 с;

-для участков пересечения дороги в одном уровне с уровнем загрузки движением менее 0,7 при длительности действия нагрузки 0,1 с и 10 с;

Доля от общего количества автомобилей в потоке, задерживаемых у пересечений дороги в одном уровне, определено на основе технико-экономических изысканий составляет δ_{10} = 0,2.

А.1 Расчёт дорожной одежды с асфальтобетонным покрытием повышенной долговечности на перегонах при уровне загрузки движением не более 0,7 при длительности действия нагрузки 0,1 с по критерию сопротивления усталостному разрушению от растяжения при изгибе

А.1.1 Вычисление суммарного расчётного количества приложений расчётной нагрузки за срок службы

Вычисляем суммарное расчётное количество приложений расчётной нагрузки за срок службы по формуле (3.6) ОДН 218.046-01:

$\sum N_p = 0{,}7N_p \frac{K_c}{q^{(T_{сл}-1)}} T_{рдг} k_n$, где K_c = 20,02 (Приложение 6 табл. П. 6.3 ОДН 218.046-01);

$T_{рдг}$ = 125 дней (табл. П.6.1 ОДН 218.046-01); K_n = 1,49 (табл. 3.3 ОДН 218.046-01);

$$\sum N_p = 0{,}7 \cdot 3200 \cdot \frac{20{,}02}{1{,}04^{14}} \cdot 125 \cdot 1{,}49 = 4824135 \text{ ед.}$$

А.1.2 Назначение конструкции

Предварительно назначаем конструкцию и расчётные значения расчётных параметров:

-для расчёта по допускаемому упругому прогибу (Приложение 2 табл. П.2.5, Приложение 3 табл. П. 3.2 и Приложение 3 табл. П. 3.9 ОДН 218.046-01);

-для расчёта по условию сдвигоустойчивости (Приложение 2 табл. П. 2.4, Приложение 3 табл. П. 3.2 и Приложение 3 табл. П. 3.6 ОДН 218.046-01);

-для расчёта на сопротивление монолитных слоёв усталостному разрушению от растяжения при изгибе (Приложение 3 табл. П. 3.1 и табл. П. 3.6 ОДН 218.046-01):

№	Материал слоя	h слоя, см	Расчёт по упруг. прогибу, E, МПа	Расчёт по усл. сдвигоуст, E, МПа	Расчётные характеристики для расчёта на растяжение при изгибе			
					, МПа	$_{o}$, МПа	α	m
1	Асфальтобетон плотный на БНД марки 60/90	4	3200	800	4500	9,80	5,2	5,5
2	Асфальтобетон пористый на БНД марки 60/90	8	2000	200	2800	8,0	5,9	4,3
3	Асфальтобетон высокопористый на БНД марки 60/90	22	2000	200	2100	5,65	6,3	4,0
4	Щебеночно-гравийно-песчаная смесь, обработанная цементом, М20	26	420	420	420	-	-	-
5	Супесь пылеватая $W_o = 0{,}7W_T$	-	46	46	46	-	-	-

А.1.3 Расчёт по допускаемому упругому прогибу

Расчёт по допускаемому упругому прогибу ведём послойно, начиная с подстилающего грунта по номограмме рис. 3.1 ОДН 218.046-01:

1) $\frac{E_н}{E_в} = \frac{E^{гр}}{E^{щеб}} = \frac{46}{420} = 0{,}11$;

2) по Приложению 1 табл. П. 1.1 ОДН 218.046-01 p = 0,6 МПа, согласно табл. 2 D = 39 см, тогда $\frac{h_в}{D} = \frac{h^{щеб}}{D} = \frac{26}{39} = 0{,}67$; $\frac{E^{щеб}_{общ}}{E^{щеб}} = 0{,}29$ $E^{щеб}_{общ} = 0{,}29 \quad 420 = 122$ МПа;

3) $\frac{E_н}{E_в} = \frac{E^{щеб}_{общ}}{E^{а/б_3}} = \frac{122}{2000} = 0{,}06$; $\frac{h^{а/б_3}}{D} = \frac{22}{39} = 0{,}56$ $\frac{E^{а/б_3}_{общ}}{E^{а/б_3}} = 0{,}18$ $E^{а/б_3}_{общ} = 0{,}18 \cdot 2000 = 360$ МПа;

4) $\frac{E_н}{E_в} = \frac{E^{а/б_3}_{общ}}{E^{а/б_2}} = \frac{390}{2000} = 0{,}18$; $\frac{h^{а/б_2}}{D} = \frac{8}{39} = 0{,}21$ $\frac{E^{а/б_2}_{общ}}{E^{а/б_2}} = 0{,}23$ $E^{а/б_2}_{общ} = 0{,}23 \cdot 2000 = 460$ МПа;

5) $\frac{E_н}{E_в} = \frac{E_{общ}^{a/б_2}}{E^{a/б_1}} = \frac{512}{3200} = 0{,}14$; $\frac{h^{a/б_1}}{D} = \frac{4}{39} = 0{,}10$ $\frac{E_{общ}}{E^{a/б_1}} = 0{,}16 E_{общ} = 0{,}16 \cdot 3200 = 512$ МПа;

6) требуемый модуль упругости определяем по формуле 3.9 ОДН 218.046-01:

$E_{тр} = 98{,}65[\lg(\Sigma N_р) - 3{,}55] = 98{,}65[\lg 4824135 - 3{,}55] = 309$ МПа;

7) определяем коэффициент прочности по упругому прогибу:

$\frac{E_{общ}}{E_{тр}} = \frac{512}{309} = 1{,}66$.

Требуемый минимальный коэффициент прочности для расчёта по допускаемому упругому прогибу - 1,30 (табл. 3.1 ОДН 218.046-01).

Следовательно, выбранная конструкция удовлетворяет условию прочности по допускаемому упругому прогибу.

А.1.4 Расчёт конструкции по условию сдвигоустройчивости в грунте

Действующие в грунте активные напряжения сдвига вычисляем по формуле (3.13) ОДН 218.046-01:

$T = \bar{\tau}_н \cdot p$.

Для определения $\bar{\tau}_н$ предварительно назначенную дорожную конструкцию приводим к двухслойной расчётной модели.

В качестве нижнего слоя модели принимаем грунт (супесь пылеватая) со следующими характеристиками: (при $W_р = 0{,}667 W_Т$ и $\Sigma N_р = 4\,824\,135$ ед.); $E_н = 51{,}6$ МПа (табл. П.2.4), φ = 12° и $c = 0{,}004$ МПа (табл. П.2.4 ОДН 218.046-01).

Модуль упругости верхнего слоя модели вычисляем по формуле (3.12) ОДН 218.046-01, где значения модулей упругости материалов, содержащих органическое вяжущее, назначаем по табл. П. 3.2 ОДН 218.046-01 при расчётной температуре +20 °С (табл. 3.5 ОДН 218.046-01):

$E_в = \frac{1800 \cdot 4 + 1200 \cdot 30 + 420 \cdot 26}{60} = 902$ МПа.

По отношениям $\frac{E_в}{E_н} = \frac{902}{46} = 19{,}61$ и $\frac{h_в}{D} = \frac{60}{39} = 1{,}54$ и при φ = 12° с помощью номограммы (рис. 3.3 ОДН 218.046-01) находим удельное активное напряжение сдвига от единичной нагрузки: $\bar{\tau}_н = 0{,}0159$ МПа.

Таким образом: $T = 0{,}0159 \cdot 0{,}6 = 0{,}00954$ МПа.

Предельное активное напряжение сдвига $T_{пр}$ в грунте рабочего слоя определяем по формуле (3.14) ОДН 218.046-01,

где $C_N = 0{,}004$ МПа, $K_д = 1{,}0$;

$Z_{оп} = 4 + 8 + 22 + 26 = 60$ см;

$\varphi_{ст}$ = 35° (Приложение 2 табл. 2.4 ОДН 218.046-01);

$g_{ср}$ = 0,002 кг/см^3;

$T_{пр}$ = 0,004 + 0,1·0,002·60·tg 35° = 0,0289;

где 0,1 – коэффициент для перевода в МПа;

$K_{пр} = \frac{0,0289}{0,00954} = 3,03$, что больше $K_{пр}^{тр} = 1,00$ (табл. 3.1 ОДН 218.046-01).

Следовательно, конструкция удовлетворяет условию прочности по сдвигу.

А.1.5 Расчёт конструкции на сопротивление асфальтобетонных слоёв усталостному разрушению от растяжения при изгибе

Расчёт выполняем в следующем порядке.

а) Приводим конструкцию к двухслойной модели, где нижний слой модели - часть конструкции, расположенная ниже пакета асфальтобетонных слоёв, т.е. щебёночное основание и грунт рабочего слоя. Модуль упругости нижнего слоя определяем по номограмме рис. 3.1 ОДН 218.046-01:

$E_н = E_{общ}^{щеб} = 122$ МПа.

К верхнему слою относят все асфальтобетонные слои.

Модуль упругости верхнего слоя ($h_в$ = 34 см) устанавливаем по формуле (3.12) ОДН 218.046-01:

$$E_в = \frac{4500 \cdot 4 + 2800 \cdot 8 + 2100 \cdot 22}{34} = 2547 \text{ МПа.}$$

б) По отношениям $\frac{h_в}{D} = \frac{34}{39} = 0,87$ и $\frac{E_в}{E_н} = \frac{2547}{122} = 20,88$ по номограмме рис. 3.4 ОДН218.046-01 определяем $\bar{\sigma}^{0,1}{}_r = 0,838$.

Расчётное растягивающее напряжение вычисляем по формуле (3):

$\sigma_r = 0,838 \cdot 0,6 \cdot 0,85 = 0,50$ МПа.

в) Вычисляем предельное растягивающее напряжение по формуле (4):

при $R^{0,1}{}_o$ = 5,65 МПа для нижнего слоя асфальтобетонного пакета согласно табл. 5;

v_R = 0,10 (табл. П.4.1 ОДН 218.046-01);

t = 1,71 (табл. П.4.2 ОДН 218.046-01);

$k_1 = \frac{\alpha}{\sqrt[m]{\sum N_p}}$ - по формуле (4);

m = 4; α = 6,3 (табл. 5); ΣN_p = 4 824 135 ед.;

$k_1 = \frac{6,3}{\sqrt[4]{4824135}} = 0,134$;

k_2 = 0,85 (табл. 14),

тогда по формуле (4) получим:

$R_N = 5{,}65 \cdot 0{,}134 \cdot 0{,}85(1 - 0{,}1 \cdot 1{,}71) = 0{,}504$ МПа.

г) На основании условия (2) получаем: $K_{пр} = \frac{R_N}{\sigma_r} = \frac{0{,}504}{0{,}50} = 1{,}01$, что больше, чем $K_{пр}^{пр} = 1{,}0$ (табл. 3.1 ОДН 218.046-01).

Следовательно, выбранная дорожная одежда удовлетворяет всем критериям прочности и определяющим критерием прочности является сопротивление монолитных слоёв усталостному разрушению от растяжения при изгибе.

А.2 Расчёт дорожной одежды с асфальтобетонным покрытием повышенной долговечности на перегонах при уровне загрузки движением более 0,7 при длительности действия нагрузки 1 с по критерию сопротивления усталостному разрушению от растяжения при изгибе

А.2.1 Назначение дорожной одежды

Назначаем дорожную одежду и устанавливаем соответствующие значения расчётных характеристик дорожно-строительных материалов и грунта:

№	Материал слоя	*h* слоя, см	Расчётные характеристики для расчёта на растяжение при изгибе			
			E, МПа	R_o, МПа	α	*M*
1	Асфальтобетон плотный на БНД марки 60/90	4	2880	6,45	5,2	5,5
2	Асфальтобетон пористый на БНД марки 60/90	8	1860	4,68	5,9	4,3
3	Асфальтобетон высокопористый на БНД марки 60/90	22	1510	3,18	6,3	4,0
4	Щебеночно-гравийно-песчаная смесь, обработанная цементом, М20	26	407	-	-	-
5	Супесь пылеватая $W_o = 0{,}7W_T$	-	40,5	-	-	-

А.2.2 Расчёт дорожной одежды на сопротивление асфальтобетонных слоёв усталостному разрушению от растяжения при изгибе

Расчёт выполняем в следующем порядке.

а) Приводим конструкцию к двухслойной модели, где нижний слой модели – часть конструкции, расположенная ниже пакета асфальтобетонных слоёв, т.е. щебёночное основание и грунт рабочего слоя. Модуль упругости нижнего слоя определяем по номограмме рис. 3.1 ОДН 218.046-01:

$E_н = E_{общ}^{щеб} = 114$ МПа.

К верхнему слою относят все асфальтобетонные слои.

Модуль упругости верхнего слоя ($h_в$ = 34 см) устанавливаем по формуле (3.12) ОДН 218.046-01:

$$E_в = \frac{2880 \cdot 4 + 1860 \cdot 8 + 1510 \cdot 22}{34} = 1754 \text{ МПа.}$$

б) По отношениям $\frac{h_в}{D} = \frac{34}{37} = 0{,}92$ и $\frac{E_в}{E_н} = \frac{1754}{114} = 15{,}3$ по номограмме рис. 3.4 ОДН 218.046-01 определяем $\bar{\sigma}^{1,0}{}_r = 0{,}67$.

Расчётное растягивающее напряжение вычисляем по формуле (7):

$\sigma^{1,0}_r = 0,67 \cdot 0,6 \cdot 0,85 = 0,342$ МПа.

в) Вычисляем предельное растягивающее напряжение по формуле (8):

при R_o = 3,18 МПа для нижнего слоя асфальтобетонного пакета согласно табл. 5;

v_R = 0,10 (табл. П.4.1 ОДН 218.046-01);

t = 1,71 (табл. П.4.2 ОДН 218.046-01);

$k_1 = \frac{\alpha}{\sqrt[m]{\sum N_p}}$ - по формуле (9);

m = 4; α = 6,3 (табл. 5); ΣN_p = 4 824 135 ед.;

$k_1 = \frac{6,3}{\sqrt[4]{4824135}} = 0,134$;

k_2 = 0,8 (табл. 14),

тогда по формуле (8) получим:

$R_N = 3,18 \cdot 0,134 \cdot 0,8(1 - 0,1 \cdot 1,71) = 0,283$ МПа;

г) На основании условия (6) получаем: $K_{пр} = \frac{R_N}{\sigma_r} = \frac{0,2835}{0,342} = 0,827$, что меньше, чем $K_{пр}^{тр} = 1,0$ (табл. 3.1 ОДН 218.046-01).

Следовательно, выбранная конструкция не удовлетворяет критерию прочности на растяжение при изгибе, что требует внесения соответствующих корректив.

Для обеспечения прочности конструкции по критерию прочности на растяжение при изгибе, предусматривается увеличить толщины слоёв либо изменить материалы конструктивных слоёв дорожной одежды.

А.2.3 Повторный расчёт на прочность при длительности действия нагрузки 1 с

А.2.3.1 Изменение материалов конструктивных слоёв без изменения толщин

Назначаем конструкцию дорожной одежды и устанавливаем соответствующие значения расчётных характеристик дорожно-строительных материалов и грунта:

№	Материал слоя	h слоя, см	Расчётные характеристики для расчёта на растяжение при изгибе			
			E, МПа	R_o, МПа	α	m
1	Асфальтобетон плотный на БНД марки 60/90	4	2880	6,45	5,2	5,5
2	Асфальтобетон пористый на БНД марки 60/90	8	1860	4,68	5,9	4,3
3	Асфальтобетон пористый на БНД марки 60/90	22	1860	4,68	5,9	4,3
4	Щебеночно-гравийно-песчаная смесь, обработанная цементом, М20	26	407	-	-	-
5	Супесь пылеватая $W_o = 0,7W_T$	-	40,5	-	-	-

Рассчитываем конструкцию на сопротивление монолитных слоёв усталостному разрушению от растяжения при изгибе.

Расчёт выполняем в следующем порядке.

а) Приводим конструкцию к двухслойной модели, где нижний слой модели – часть конструкции, расположенная ниже пакета асфальтобетонных слоёв, т.е. щебеночное основание и грунт рабочего слоя. Модуль упругости нижнего слоя определяем по номограмме рис. 3.1 ОДН 218.046-01:

$E_н = E_{общ}^{щеб} = 114$ МПа.

К верхнему слою относят все асфальтобетонные слои.

Модуль упругости верхнего слоя ($h_в$ = 34 см) устанавливаем по формуле (3.12) ОДН 218.046-01:

$$E_в = \frac{2880 \quad 4+1860 \quad 8+1860 \quad 22}{34} = 1980 \text{ МПа.}$$

б) По отношениям $\frac{h_в}{D} = \frac{34}{37} = 0{,}92$ $\frac{E_в}{E_н} = \frac{1980}{114} = 17{,}37$ и по номограмме рис. 1 определяем:

$\bar{\sigma}^{1,0}{}_r = 0{,}75$.

Расчётное растягивающее напряжение вычисляем по формуле (7):

$\sigma^{1,0}{}_r = 0{,}75 \cdot 0{,}6 \cdot 0{,}85 = 0{,}383$ МПа.

в) Вычисляем предельное растягивающее напряжение по формуле (8):

при R_o = 4,68 МПа для нижнего слоя асфальтобетонного пакета (табл. 5);

v_R = 0,10 (табл. П.4.1 ОДН 218.046-01);

t = 1,71 (табл. П.4.2 ОДН 218.046-01);

$k_1 = \frac{\alpha}{\sqrt[m]{\sum N_p}}$ - по формуле (9);

m = 4,3; α = 5,9 (табл. 5); ΣN_p = 4 824 135 ед.;

$k_1 = \frac{5{,}9}{\sqrt[4{,}3]{4824135}} = 0{,}1647$;

k_2 = 0,80 (табл. 14),

тогда по формуле (8) получим:

R_N = 4,68·0,1647·0,80(1 - 0,1·1,71) = 0,511 МПа.

г) На основании условия (6) получаем: $K_{пр} = \frac{R_N}{\sigma_r} = \frac{0{,}511}{0{,}383} = 1{,}34$, что больше, чем $K_{пр}^{тр} = 1{,}0$ (табл. 3.1 ОДН 218.046-01).

Следовательно, выбранная конструкция удовлетворяет критерию прочности на растяжение при изгибе, однако имеет чрезмерно высокий коэффициент прочности, что не удовлетворяет требований данных рекомендаций согласно п. 6.1 с точки зрения

экономичности.

Таким образом, для компенсации уменьшения коэффициента прочности, при увеличении длительности действия нагрузки на дорожную одежду с 0,1 с до 1 с, оказалось достаточно эффективным замена высокопористого асфальтобетона на пористый, имеющий повышенную прочность и устойчивость к повторным нагружениям, что привело к завышению коэффициента прочности. Поэтому целесообразно уменьшить толщины конструктивных слоёв.

А.2.3.2 Изменение материалов конструктивных слоёв с изменением толщин

Назначаем конструкцию дорожной одежды и устанавливаем соответствующие значения расчётных характеристик дорожно-строительных материалов и грунта:

№	Материал слоя	h слоя, см	Расчётные характеристики для расчёта на растяжение при изгибе			
			E, МПа	R_o, МПа	α	M
1	Асфальтобетон плотный на БНД марки 60/90	4	2880	6,45	5,2	5,5
2	Асфальтобетон пористый на БНД марки 60/90	8	1860	4,68	5,9	4,3
3	Асфальтобетон пористый на БНД марки 60/90	18	1860	4,68	5,9	4,3
4	Щебеночно-гравийно-песчаная смесь, обработанная цементом, М20	22	407	-	-	-
5	Супесь пылеватая $W_o = 0{,}7W_T$	-	40,5	-	-	-

Рассчитываем конструкцию на сопротивление монолитных слоёв усталостному разрушению от растяжения при изгибе.

Расчёт выполняем в следующем порядке.

а) Приводим конструкцию к двухслойной модели, где нижний слой модели – часть конструкции, расположенная ниже пакета асфальтобетонных слоёв, т.е. щебеночное основание и грунт рабочего слоя. Модуль упругости нижнего слоя определяем по номограмме рис. 3.1 ОДН 218.046-01:

$$E_н = E_{общ}^{щеб} = 104 \text{ МПа}.$$

К верхнему слою относят все асфальтобетонные слои.

Модуль упругости верхнего слоя ($h_в$ = 34 см) устанавливаем по формуле (3.12) ОДН 218.046-01:

$$E_в = \frac{2880 \quad 4 + 1860 \quad 8 + 1860 \quad 18}{30} = 1996 \text{ МПа}.$$

б) По отношениям $\frac{h_в}{D} = \frac{30}{37} = 0{,}54$ и $\frac{E_в}{E_н} = \frac{1996}{104} = 19{,}23$ по номограмме рис. 1 определяем $\bar{\sigma}^{1,0}_r = 0{,}92$.

Расчётное растягивающее напряжение вычисляем по формуле (7):

$$\sigma^{1,0}_r = 0{,}92 \cdot 0{,}6 \cdot 0{,}85 = 0{,}469 \text{ МПа}.$$

в) Вычисляем предельное растягивающее напряжение по формуле (8):

при R_o = 4,68 МПа для нижнего слоя асфальтобетонного пакета (табл. 5);

v_R = 0,10 (табл. П.4.1 ОДН 218.046-01);

t = 1,71 (табл. П.4.2 ОДН 218.046-01);

$k_1 = \frac{\alpha}{\sqrt[m]{\sum N_p}}$ - формуле (9);

m = 4,3; α = 5,9 (табл. 5); ΣN_p = 4 824 135 ед.;

$k_1 = \frac{5,9}{\sqrt[4,3]{4824135}} = 0,1647$;

k_2 = 0,80 (табл. 14),

тогда по формуле (8) получим:

R_N = 4,68·0,1647·0,80(1 - 0,1·1,71) = 0,511 МПа.

г) На основании условия (6) получаем: $K_{пр} = \frac{R_N}{\sigma_r} = \frac{0,511}{0,469} = 1,089$, что больше, чем $K_{пр}^{тр} = 1,0$ (табл. 3.1 ОДН 218.046-01).

Следовательно, выбранная конструкция удовлетворяет критерию прочности на растяжение при изгибе и обеспечивает заданную надёжность и экономичность в соответствии с п. 6.1.

Таким образом, для компенсации уменьшения коэффициента прочности, при увеличении длительности действия нагрузки на дорожную одежду с 0,1 с до 1 с, эффективной оказалась замена слоя высокопористого асфальтобетона на слой из пористого асфальтобетона меньшей толщины (на 4 см), который имеет повышенную прочность и устойчивость к повторным нагружениям, что дало возможность уменьшить толщину нижнего асфальтобетонного слоя на 4 см, а также уменьшить толщину слоя основания на 4 см.

А.3 Расчёт дорожной одежды с асфальтобетонным покрытием повышенной долговечности на участках пересечения дороги в одном уровне при уровне загрузки движением не более 0,7 с длительностями действия нагрузки 0,1 с и 10 с по критерию сопротивления усталостному разрушению от растяжения при изгибе

А.3.1 Назначение конструкции

Назначаем конструкцию дорожной одежды и устанавливаем соответствующие значения расчётных характеристик дорожно-строительных материалов и грунта:

№	Материал слоя	h слоя, см	Расчётные характеристики для расчёта на растяжение при изгибе				
			$E(t_н=0,1$ с), МПа	$R^{0,1}{}_o$, МПа	$R^{10}{}_o$, МПа	α	m
1	Асфальтобетон плотный на БНД марки 60/90	4	1800	9,80	4,24	5,2	5,5
2	Асфальтобетон пористый на БНД марки 60/90	8	1250	8,0	2,74	5,9	4,3
3	Асфальтобетон высокопористый на БНД марки 60/90	22	1050	5,65	1,79	6,3	4,0
4	Щебеночно-гравийно-песчаная смесь, обработанная цементом, М20	26	395	-	-	-	-
5	Супесь пылеватая $W_o = 0,7W_T$	-	33	-	-	-	-

А.3.2 Расчёт конструкции на сопротивление асфальтобетонных слоёв усталостному разрушению от растяжения при изгибе

Расчёт выполняем в следующем порядке.

а) Приводим конструкцию к двухслойной модели, где нижний слой модели – часть конструкции, расположенная ниже пакета асфальтобетонных слоёв, т.е. щебёночное основание и грунт рабочего слоя. Модуль упругости нижнего слоя определяем по номограмме рис. 3.1:

$$E_н = E^{щеб}_{общ.} = 107 \text{ МПа}.$$

К верхнему слою относят все асфальтобетонные слои.

Модуль упругости верхнего слоя ($h_в$ = 34 см) устанавливаем по формуле (3.12) ОДН 218.046-01:

$$E_в = \frac{1800 \quad 4 + 1250 \quad 8 + 1050 \quad 22}{34} = 1185,29 \text{ МПа}.$$

б) По отношениям $\frac{h_в}{D} = \frac{34}{35} = 0,97$ и $\frac{E_в}{E_н} = \frac{1185,29}{107} = 11,11$ по номограмме рисунка 1 определяем $\bar{\sigma}^{10}_r = 0,6$.

Расчётное растягивающее напряжение $\sigma^{10}{}_r$ вычисляем по формуле (16):

$$\sigma^{10}{}_r = 0,6 \cdot 0,6 \cdot 1,0 = 0,36 \text{ МПа}.$$

в) Вычисляем предельное растягивающее напряжение $R_N{}^{0.1+10}$ по формуле (12) для этого используем исходные данные:

$R^{10}{}_o$ = 1,79 МПа для нижнего слоя асфальтобетонного пакета (табл. 5);

v_R = 0,10 (табл. П. 4.1) ОДН 218.046-01;

t = 1,71 (табл. П. 4.2) ОДН 218.046-01;

k_2 = 0,80 (табл. 14);

δ=0,2;

m = 4,0; α = 6,3 (табл. 5); ΣN_p = 4 824 135 ед.

Предварительно вычислим значение $\beta_{0.1+10}$ по формуле (15), $\sum N_p^{0.1+10}$ по

формуле (14), $k_1^{0,1+10}$ по формуле (13):

$$\beta_{0,1+10} = \left(\frac{5,65 \cdot 0,26}{1,79 \cdot 0,5}\right)^4 = 26,55 \ ;$$

$$\sum N_g^{0,1+10} = 0,2 \cdot 4824135 \cdot 26,55 + (1 - 0,2) \cdot 4824135 = 6414623,5 \text{ ед.};$$

$$k_1^{0,1+10} = \frac{6,3}{\sqrt[4]{6414623,5}} = 0,125$$

Тогда значение предельного растягивающего напряжения, определяемого по формуле (12), будет равно:

$R_N^{0.1+10} = 5,65 \cdot 0,125 \cdot 0,80(1 - 0,1 \cdot 1,71) = 0,468$ МПа.

Расчётное растягивающее напряжение равно $\sigma^{0,1}{}_r$=0,5 МПа, согласно п. 1.5 б данного примера.

г) Вычисляем коэффициент прочности на основании формулы (10):

$\frac{R^{0,1+10}{}_N}{\sigma^{0,1}{}_r} = \frac{0,468}{0,5} = 0,936$, что меньше от требуемого значения $K_{np}^{mp} = 1,0$ (табл. 3.1 ОДН 218.046-01).

Следовательно, выбранная конструкция не удовлетворяет критерию прочности на растяжение при изгибе, что требует внесение соответствующих корректив.

Для обеспечения прочности конструкции по критерию прочности на растяжение при изгибе, предусматривается увеличить толщины слоёв либо изменить материалы конструктивных слоёв дорожной одежды.

А.3.3 Повторный расчёт на прочность

А.3.3.1 Замена материалов конструктивных слоёв без корректировки их толщин

Назначаем конструкцию дорожной одежды и устанавливаем соответствующие значения расчётных характеристик дорожно-строительных материалов и грунта:

№	Материал слоя	*h* слоя, см	Расчётные характеристики для расчёта на растяжение при изгибе				
			$E(t_н=0,1\ с)$, МПа	$R^{0,1}{}_o$, МПа	$R^{10}{}_o$, МПа	α	*m*
1	Асфальтобетон плотный на БНД марки 60/90	4	1800	9,80	4,24	5,2	5,5
2	Асфальтобетон пористый на БНД марки 60/90	8	1250	8,0	2,74	5,9	4,3
3	Асфальтобетон пористый на БНД марки 60/90	22	1250	8,0	2,74	5,9	4,3
4	Щебеночно-гравийно-песчаная смесь, обработанная цементом, М20	26	395	-	-	-	-
5	Супесь пылеватая $W_o = 0,7W_T$	-	33	-	-	-	-

Рассчитываем конструкцию на сопротивление монолитных слоёв усталостному разрушению от растяжения при изгибе.

Расчёт выполняем в следующем порядке.

а) Приводим конструкцию к двухслойной модели, где нижний слой модели – часть конструкции, расположенная ниже пакета асфальтобетонных слоёв, т.е. щебёночное основание и грунт рабочего слоя. Модуль упругости нижнего слоя определяем по

номограмме рис. 3.1 ОДН 218.046-01:

$$E_н = E_{общ}^{щеб} = 102{,}7 \text{ МПа}.$$

К верхнему слою относят все асфальтобетонные слои.

Модуль упругости верхнего слоя ($h_в$ = 34 см) устанавливаем по формуле (3.12) ОДН 218.046-01:

$$E_в = \frac{1800 \cdot 4 + 1250 \cdot 8 + 1250 \cdot 22}{34} = 1315 \text{ МПа}.$$

б) По отношениям $\frac{h_в}{D} = \frac{34}{35} = 0{,}97$ и $\frac{E_в}{E_н} = \frac{1315}{102{,}7} = 12{,}8$ по номограмме рис. 1 определяем $\bar{\sigma}_r^{10} = 0{,}6$.

Расчётное растягивающее напряжение $\bar{\sigma}^{10}{}_r$ вычисляем по формуле (16):

$\sigma_r^{10} = 0{,}6 \cdot 0{,}6 \cdot 1{,}0 = 0{,}36$ МПа;

в) Вычисляем предельное растягивающее напряжение $R_N^{0.1+10}$ по формуле (12), для этого используем исходные данные:

R_O = 2,74 МПа для нижнего слоя асфальтобетонного пакета (табл. 5);

v_R = 0,10 (табл. П.4.1ОДН 218.046-01);

t = 1,71 (табл. П.4.2ОДН 218.046-01);

k_2 = 0,80 (табл. 14);

δ=0,2;

m = 4,3; α = 5,9 (табл. 5); ΣN_p = 4 824 135 ед.

Предварительно вычислим значение $\beta_{0.1+10}$ по формуле (15), $\sum N_p^{0.1+10}$ по формуле (14), $k_1^{0,1+10}$ по формуле (13):

$$\beta_{0.1+10} = \left(\frac{5{,}65 \cdot 0{,}26}{2{,}74 \cdot 0{,}5}\right)^{4{,}3} = 5{,}47;$$

$$\sum N_p^{0.1+10} = 0{,}2 \cdot 4824135 \cdot 5{,}47 + (1 - 0{,}2) \cdot 4824135 = 9136911{,}69;$$

$$k_1^{0,1+10} = \frac{5{,}9}{\sqrt[4{,}3]{9136911{,}69}} = 0{,}142.$$

Тогда значение предельного растягивающего напряжения, определяемого по формуле (12), будет равно:

$R^{0.1+10}{}_N = 5{,}65 \cdot 0{,}142 \cdot 0{,}80(1 - 0{,}1 \cdot 1{,}71) = 0{,}532$ МПа.

Расчётное растягивающее напряжение $\sigma^{0.1}{}_r$ =0,5, согласно п. 1.5 б данного примера.

г) Вычисляем коэффициент прочности на основании формулы (10):

$\frac{R^{0,1+10}{}_N}{\sigma^{0.1}{}_r} = \frac{0{,}532}{0{,}5} = 1{,}06$, что больше от требуемого значения $K_{пр}^{тр} = 1{,}0$ (табл. 3.1 ОДН 218.046-01).

Следовательно, выбранная конструкция удовлетворяет критерию прочности на

растяжение при изгибе.

Таким образом, для компенсации уменьшения коэффициента прочности, при увеличении длительности действия нагрузки на дорожную одежду с 0,1 до 10 с, эффективным оказалось заменить слой высокопористого асфальтобетона на слой пористого асфальтобетона, имеющий повышенную прочность и устойчивость к повторным нагружениям, без изменения его толщины.

Следовательно, для обеспечения необходимой прочности и повышенной долговечности асфальтобетонного покрытия эффективной для данной конструкции оказалась замена материала в слое, работающем на изгиб материалом, имеющим повышенную прочность и устойчивость к повторным нагружениям.

Пример 2

Требуется запроектировать дорожную одежду при следующих исходных данных:

-дорога располагается во II дорожно-климатической зоне, в Московской области;

-категория автомобильной дороги - III;

-заданный срок службы дорожной одежды - $T_{сл}$ = 18 лет;

-заданная надежность $K_н$ = 0,95;

-приведенная к осевой нагрузке 100 кН (Приложение 1 табл. П. 1.1 ОДН 218.046-01) интенсивность движения на конец срока службы N_p = 900 ед./сут.; приращение интенсивности q = 1,04;

-грунт рабочего слоя земляного полотна – супесь пылеватая с расчетной влажностью 0,7 W_T относится к сильно пучинистым грунтам;

-материал для основания – гравийная смесь;

-высота насыпи составляет 1,5 м, толщина дорожной одежды – 0,70 м;

-схема увлажнения рабочего слоя земляного полотна – 3;

-глубина залегания грунтовых вод – 0,6 м.

Расчёт требуется выполнить на различных участках дороги:

-для перегонов с уровнем загрузки движением менее 0,7 при длительности нагружения 0,1 с;

-для подходов к пересечениям с железнодорожными путями с уровнем загрузки движением более 0,7 при длительности действия нагрузки 1 с и 600 с.

Доля от общего количества автомобилей в потоке, задерживаемых у пересечений с железнодорожными путями, определена на основе технико-экономических изысканий и составляет δ_{600}=0,2.

А.4 Расчёт дорожной одежды с асфальтобетонным покрытием повышенной долговечности на перегонах при уровне загрузки движением менее 0,7 при длительности действия нагрузки 0,1 с по критерию сопротивления усталостному разрушению от растяжения при изгибе

А.4.1 Вычисление суммарного расчётного количества приложений расчётной нагрузки за срок службы

Вычисляем суммарное расчетное количество приложений расчетной нагрузки за срок службы по формуле (3.6) ОДН 218.046-01:

$\sum N_p = 0{,}7 N_p \frac{K_c}{q^{(T_{сл}-1)}} T_{рдг} k_n$, где K_c = 25,9 (Приложение 6 табл. П. 6.3 ОДН 218.046-01);

$T_{рдг}$ = 125 дней (табл. П.6.1 ОДН 218.046-01), K_n = 1,38 (табл. 3.3 ОДН 218.046-01);

$$\sum N_p = 0{,}7 \cdot 900 \cdot \frac{25{,}9}{1{,}04^{17}} \cdot 125 \cdot 1{,}38 = 1444943 \text{ ед.}$$

А.4.2 Назначение конструкции

Предварительно назначаем конструкцию и расчетные значения расчетных параметров:

-для расчета по допускаемому упругому прогибу (Приложение 2 табл. П. 2.5, Приложение 3 табл. П. 3.2 и Приложение 3 табл. П. 3.9 ОДН 218.046-01);

-для расчета по условию сдвигоустойчивости (Приложение 2 табл. П. 2.4, Приложение 3 табл. П. 3.2 и Приложение 3 табл. П. 3.6 ОДН 218.046-01);

-для расчета на сопротивление монолитных слоев усталостному разрушению от растяжения при изгибе (Приложение 3 табл. П. 3.1 и Приложение 3 табл. П. 3.6 ОДН 218.046-01).

№	Материал слоя	h слоя, см	Расчет по упруг. прогибу, E, МПа	Расчет по усл. сдвигоуст., E, Па	Расчет на растяжение при изгибе			
					E, МПа	R_o, МПа	α	m
1	Асфальтобетон плотный на БНД марки 60/90	4	3200	1800	4500	9,80	5,2	5,5
2	Асфальтобетон пористый на БНД марки 60/90	4	2000	1200	2800	8,0	5,9	4,3
3	Асфальтобетон высокопористый на БНД марки 60/90	14	2000	1200	2100	5,65	6,3	4,0
4	Гравийная смесь	48	205	205	205	-	-	-
5	Супесь пылеватая $W_o = 0{,}7 W_T$	-	46	46	46	-	-	-

А.4.3 Расчёт по допускаемому упругому прогибу

Расчёт по допускаемому упругому прогибу ведём послойно, начиная с подстилающего грунта по номограмме рис. 3.1 ОДН 218.046-01:

1) $\frac{E_н}{E_в} = \frac{E^{гр}}{E^{грав}} = \frac{46}{205} = 0{,}22$;

по Приложению 1 табл. П. 1.1 ОДН 218.046-01

p = 0,6 МПа, D = 37 см;

$\frac{h_в}{D} = \frac{h^{грав}}{D} = \frac{48}{37} = 1{,}30 \; \frac{E^{грав}_{общ}}{E^{грав}} = 0{,}6 \; E^{грав}_{общ} = 0{,}6 \cdot 205 = 122$ МПа;

2) $\frac{E_н}{E_в} = \frac{E^{грав}_{общ}}{E^{а/б_3}} = \frac{122}{2000} = 0{,}06 \; \frac{h^{а/б_3}}{D} = \frac{14}{37} = 0{,}38 \; \frac{E^{а/б_3}_{общ}}{E^{а/б_3}} = 0{,}13$;

$E^{а/б_3}_{общ} = 0{,}13 \cdot 2000 = 260$ МПа;

3) $\frac{E_н}{E_в} = \frac{E^{а/б_3}_{общ}}{E^{а/б_2}} = \frac{260}{2000} = 0{,}13 \; \frac{h^{а/б_2}}{D} = \frac{4}{37} = 0{,}11 \; \frac{E^{а/б_2}_{общ}}{E^{а/б_2}} = 0{,}145 \; E^{а/б_2}_{общ} = 0{,}145 \cdot 2000 = 290$ МПа;

4) $\frac{E_н}{E_в} = \frac{E^{а/б_2}_{общ}}{E^{а/б_1}} = \frac{290}{3200} = 0{,}091 \; \frac{h^{а/б_1}}{D} = \frac{4}{37} = 0{,}11 \; \frac{E_{общ}}{E^{а/б_1}} = 0{,}105 \; E_{общ} = 0{,}105 \cdot 3200 = 336$ МПа;

5) требуемый модуль упругости определяем по формуле (3.9) ОДН 218.046-01:

$E_{тр}$ = 98,65[lg($\Sigma N_р$) - 3,55] = 98,65[lg1444943 - 3,55] = 257 МПа;

6) определяем коэффициент прочности по упругому прогибу:

$\frac{E_{общ}}{E_{ТР}} = \frac{336}{257} = 1{,}30$.

Требуемый минимальный коэффициент прочности для расчета по допускаемому упругому прогибу – 1,17 (табл. 3.1 ОДН 218.046-01).

Следовательно, выбранная конструкция удовлетворяет условию прочности по допускаемому упругому прогибу.

А.4.4 Расчёт конструкции по условию сдвигоустройчивости в грунте

Действующие в грунте активные напряжения сдвига вычисляем по формуле (3.13) ОДН 218.046-01:

$T = \bar{\tau}_н \cdot p$.

Для определения $\bar{\tau}_н$ предварительно назначенную дорожную конструкцию приводим к двухслойной расчетной модели.

В качестве нижнего слоя модели принимаем грунт (супесь пылеватая) со следующими характеристиками: (при $W_р$ = 0,7 $W_Т$ и $\Sigma N_р$ = 1444943 ед.) $E_н$ = 46 МПа (табл. П.2.4), φ = 12° и c = 0,004 МПа (табл. П. 2.4 ОДН 218.046-01).

Модуль упругости верхнего слоя модели вычисляем по формуле (3.12) ОДН 218.046-01, где значения модулей упругости материалов, содержащих органическое вяжущее, назначаем по табл. П. 3.2 ОДН 218.046-01 при расчетной температуре +20 °С (табл. 3.5 ОДН 218.046-01):

$$E_в = \frac{1800 \cdot 4 + 1200 \cdot 4 + 1200 \cdot 14 + 205 \cdot 48}{70} = 552 \text{ МПа.}$$

По отношениям $\frac{E_в}{E_н} = \frac{552}{45} = 12{,}3$ и $\frac{h_в}{D} = \frac{70}{37} = 1{,}89$, и при φ = 12° с помощью номограммы (рис. 3.3 ОДН 218.046-01) находим удельное активное напряжение сдвига от единичной нагрузки: $\bar{\tau}_н$ = 0,0153 МПа.

Таким образом, T = 0,0153·0,6 = 0,0092 МПа.

Предельное активное напряжение сдвига $T_{пр}$ в грунте рабочего слоя определяем по формуле (3.14) ОДН 218.046-01,

где C_N = 0,004 МПа, $K_д$ = 1,0;

$Z_{оп}$ = 4 + 8 + 14 + 48 = 70 см;

$\varphi_{ст}$ = 35° (Приложение 2 табл. 2.4 ОДН 218.046-01);

$y_{ср}$ = 0,002 кг/см^2;

$T_{пр}$ = 0,004 + 0,1·0,002·70·tg 35° = 0,0138 МПа,

где 0,1 – коэффициент для перевода в МПа;

$K_{пр} = \frac{0{,}0138}{0{,}0092} = 1{,}50$, что больше $K_{пр}^{тр} = 1{,}00$ (табл. 3.1 ОДН 218.046-01).

Следовательно, конструкция удовлетворяет условию прочности по сдвигу.

А.4.5 Расчёт конструкции на сопротивление асфальтобетонных слоёв усталостному разрушению от растяжения при изгибе

Расчет выполняем в следующем порядке.

а) Приводим конструкцию к двухслойной модели, где нижний слой модели – часть конструкции, расположенная ниже пакета асфальтобетонных слоев, т.е. щебеночное основание и грунт рабочего слоя. Модуль упругости нижнего слоя определяем по номограмме рис. 3.1 ОДН 218.046-01:

$E_н = E_{общ}^{щеб} = 122$ МПа.

К верхнему слою относят все асфальтобетонные слои.

Модуль упругости верхнего слоя ($h_в$ = 22 см) устанавливаем по формуле (3.12) ОДН 218.046-01:

$$E_в = \frac{4500 \cdot 4 + 2800 \cdot 4 + 2100 \cdot 14}{22} = 2664 \text{ МПа.}$$

б) По отношениям $\frac{h_в}{D} = \frac{22}{37} = 0{,}59$ и $\frac{E_в}{E_н} = \frac{2664}{122} = 21{,}8$ по номограмме рис. 3.4 ОДН 218.046-01 определяем $\bar{\sigma}_r^{0,1} = 1{,}38$ МПа.

Расчетное растягивающее напряжение вычисляем по формуле (3):

$\bar{\sigma}_r = 1{,}38 \cdot 0{,}6 \cdot 0{,}85 = 0{,}70$ МПа.

в) Вычисляем предельное растягивающее напряжение по формуле (4):

при $R^{0,1}_{o}$ = 5,65 МПа для нижнего слоя асфальтобетонного пакета согласно табл. 5;

v_R = 0,10 (табл. П.4.1 ОДН 218.046-01);

t = 1,71 (табл. П.4.2 ОДН 218.046-01);

$k_1 = \frac{\alpha}{\sqrt[m]{\sum N_p}}$ – по формуле (4);

m = 4; α = 6,3 (табл. 5); ΣN_p = 1444943 ед.;

$k_1 = \frac{6,3}{\sqrt[4]{1444943}} = 0,182$;

k_2 = 0,85 (табл. 14),

тогда по формуле (4) получим:

R_N = 5,65·0,182·0,85(1 - 0,1·1,71) = 0,72 МПа.

г) $\frac{R_N}{\sigma_r} = \frac{0,72}{0,70} = 1,02$, что больше, чем $K^{mp}_{np} = 1,0$ (табл. 3.1 ОДН 218.046-01).

Следовательно, выбранная конструкция удовлетворяет всем критериям прочности и определяющим критерием прочности является сопротивление монолитных слоёв усталостному разрушению от растяжения при изгибе.

А.5 Расчёт одежды автомобильной дороги, имеющей уровень загрузки движением более 0,7 и при длительности действия нагрузок 1,0 с и 600 с, на подходах к пересечениям с железнодорожными путями

А.5.1 Назначение дорожной одежды

Назначаем дорожную одежду и устанавливаем соответствующие значения расчётных характеристик дорожно-строительных материалов и грунта:

№	Материал слоя	h слоя, см	Расчётные характеристики для расчёта на растяжение при изгибе					
			$E(t_н=1\ с)$, МПа	$E(t_н=600с)$, МПа	R^{1}_{o}, МПа	R^{600}_{o}, МПа	α	m
1	Асфальтобетон плотный на БНД марки 60/90	4	2880	830	6,45	2,02	5,2	5,5
2	Асфальтобетон пористый на БНД марки 60/90	4	1860	650	4,68	1,06	5,9	4,3
3	Асфальтобетон высокопористый на БНД марки 60/90	14	1510	510	3,18	0,64	6,3	4,0
4	Гравийная смесь	48	201	188	-	-	-	-
5	Супесь пылеватая $W_o = 0,7W_T$	-	40	33	-	-	-	-

А.5.2 Расчёт конструкции на сопротивление асфальтобетонных слоёв усталостному разрушению от растяжения при изгибе

Расчет выполняем в следующем порядке.

а) Приводим конструкцию к двухслойной модели, где нижний слой модели – часть конструкции, расположенная ниже пакета асфальтобетонных слоев, т.е. щебеночное основание и грунт рабочего слоя. Модуль упругости нижнего слоя определяем по номограмме рис. 3.1:

-при времени действия нагрузки 1 с $E_н = E_{общ}^{щеб} = 122$ МПа;

-при времени действия нагрузки 600 с $E_н = E_{общ}^{щеб} = 118$ МПа.

К верхнему слою относят все асфальтобетонные слои.

Модуль упругости верхнего слоя ($h_в$ = 22 см) при времени действия нагрузки 1 с устанавливаем по формуле (3.12) ОДН 218.046-01:

$$E_в = \frac{2880 \cdot 4 + 1860 \cdot 4 + 1510 \cdot 14}{22} = 1823 \text{ МПа.}$$

Аналогично устанавливаем модуль упругости верхнего слоя ($h_в$ = 22 см) при времени действия нагрузки 600 с: $E_в$ = 594 МПа.

б) По отношениям $\frac{h_в}{D} = \frac{22}{33} = 0{,}67$ и $\frac{E_в}{E_н} = \frac{1823}{122} = 14{,}94$ по номограмме рисунка 1 определяем $\bar{\sigma}_r^1 = 1{,}05$.

Расчётное растягивающее напряжение $\bar{\sigma}^1{}_r$ вычисляем по формуле (32):

$\bar{\sigma}^1{}_r = 1{,}05 \cdot 0{,}6 \cdot 0{,}85 = 0{,}54$ МПа.

По отношениям $\frac{h_в}{D} = \frac{22}{33} = 0{,}67$ и $\frac{E_в}{E_н} = \frac{594}{118} = 5{,}03$ по номограмме рисунка 1 определяем $\bar{\sigma}_r^{600} = 0{,}59$.

Расчетное растягивающее напряжение вычисляем по формуле (32):

$\bar{\sigma}^{600}{}_r = 0{,}59 \cdot 0{,}6 \cdot 0{,}85 = 0{,}3$ МПа.

в) Вычисляем предельное растягивающее напряжение $R_N{}^{0.1+10}$ по формуле (33) для этого используем исходные данные:

$R^l{}_o$ = 3,18 МПа для нижнего слоя асфальтобетонного пакета (табл. 5);

v_R = 0,10 (табл. П. 4.1 ОДН 218.046-01);

t = 1,71 (табл. П. 4.2 ОДН 218.046-01);

k_2 = 0,80 (табл. 14);

δ=0,2;

m = 4,0; α = 6,3 (табл. 5); ΣN_p = 1444943 ед.

Предварительно вычислим значение β_{1+600} по формуле (36), $\sum N_p^{1+600}$ по формуле (35), k_1^{1+600} по формуле (34):

$$\beta_{1+600} = \left(\frac{3{,}18 \cdot 0{,}3}{0{,}64 \cdot 0{,}54}\right)^{-1/4} = 0{,}78;$$

$$\sum N_p^{1+600} = 0{,}2 \cdot 1444943 \cdot 0{,}78 + (1 - 0{,}2) \cdot 1444943 = 1380155 \text{ ед.;}$$

$$k_1^{1+600} = \frac{6{,}3}{\sqrt[4]{1380155}} = 0{,}184 \cdot$$

Тогда значение предельного растягивающего напряжения, определяемого по

формуле (12), будет равно:

$R_N^{1+600} = 3{,}18 \cdot 0{,}184 \cdot 0{,}80(1 - 0{,}1 \cdot 1{,}71) = 0{,}39$ МПа.

Расчётное растягивающее напряжение равно $\sigma^1_r = 0{,}54$ МПа, согласно п. 5.2 б данного примера.

г) Вычисляем коэффициент прочности на основании формулы (10):

$\frac{R^{0,1+10}_N}{\sigma^{0.1}_r} = \frac{0{,}39}{0{,}54} = 0{,}72$, что меньше от требуемого значения $K^{пр}_{пр} = 1{,}0$ (табл. 3.1 ОДН 218.046-01).

Следовательно, выбранная конструкция не удовлетворяет критерию прочности на растяжение при изгибе. Требуется изменить конструкцию.

Для обеспечения прочности конструкции по критерию прочности на растяжение при изгибе необходимо увеличить толщину слоев, либо изменить материалы конструктивных слоев.

А.5.3 Повторный расчёт на прочность

Назначаем конструкцию дорожной одежды и устанавливаем соответствующие значения расчётных характеристик дорожно-строительных материалов и грунта:

№	Материал слоя	h слоя, см	Расчётные характеристики для расчёта на растяжение при изгибе					
			$E(t_н=1\ с)$, МПа	$E(t_н=600с)$, МПа	$R^1_о$, МПа	$R^{600}_о$, МПа	α	m
1	Асфальтобетон плотный на БНД марки 60/90	4	2880	830	6,45	2,02	5,2	5,5
2	Асфальтобетон пористый на БНД марки 60/90	6	1860	650	4,68	1,06	5,9	4,3
3	Асфальтобетон высокопористый на БНД марки 60/90	14	1510	510	3,18	0,64	6,3	4,0
4	Щебеночно-гравийно-песчаная смесь, обработанная цементом М20	50	387	359	-	-	-	-
5	Супесь пылеватая $W_o = 0{,}7W_T$	-	40	33	-	-	-	-

А.5.4 Расчёт конструкции на сопротивление асфальтобетонных слоёв усталостному разрушению от растяжения при изгибе

Расчет выполняем в следующем порядке.

а) Приводим конструкцию к двухслойной модели, где нижний слой модели – часть конструкции, расположенная ниже пакета асфальтобетонных слоев, т.е. щебеночное основание и грунт рабочего слоя.

Модуль упругости нижнего слоя определяем по номограмме рис. 3.1:

-при времени действия нагрузки 1 с $E_н = E^{щеб}_{общ} = 163$ МПа;

-при времени действия нагрузки 600 с $E_н = E^{щеб}_{общ} = 140$ МПа.

К верхнему слою относят все асфальтобетонные слои.

Модуль упругости верхнего слоя ($h_в$ = 24 см) при времени действия нагрузки 1 с устанавливаем по формуле (3.12) ОДН 218.046-01:

$$E_в = \frac{2880 \cdot 4 + 1860 \cdot 6 + 1510 \cdot 14}{24} = 1826 \text{ Мпа.}$$

Аналогично устанавливаем модуль упругости верхнего слоя ($h_в$ = 24 см) при времени действия нагрузки 600 с $E_в = 598$ Мпа.

б) По отношениям $\frac{h_в}{D} = \frac{24}{33} = 0{,}73$ и $\frac{E_в}{E_н} = \frac{1826}{163} = 11{,}23$ по номограмме рисунка 1 определяем $\bar{\sigma}_r^1 = 0{,}76$.

Расчётное растягивающее напряжение $\bar{\sigma}^1{}_r$ вычисляем по формуле (32):

$\bar{\sigma}^1{}_r = 0{,}76 \cdot 0{,}6 \cdot 0{,}85 = 0{,}387$ МПа.

По отношениям $\frac{h_в}{D} = \frac{24}{33} = 0{,}73$ и $\frac{E_в}{E_н} = \frac{598}{140} = 4{,}27$ по номограмме рисунка 1 определяем $\bar{\sigma}_r^{600} = 0{,}45$.

Расчетное растягивающее напряжение вычисляем по формуле (32):

$\bar{\sigma}^{600}{}_r = 0{,}45 \cdot 0{,}6 \cdot 0{,}85 = 0{,}23$ МПа.

в) Вычисляем предельное растягивающее напряжение $R_N{}^{0.1+10}$ по формуле (33) для этого используем исходные данные:

$R^l{}_o$ = 3,18 МПа для нижнего слоя асфальтобетонного пакета (табл. 5);

v_R = 0,10 (табл. П. 4.1 ОДН 218.046-01);

t = 1,71 (табл. П. 4.2 ОДН 218.046-01);

k_2 = 0,80 (табл. 14);

δ=0,2;

m = 4,0; α = 6,3 (табл. 5); ΣN_p = 1444943 ед.

Предварительно вычислим значение β_{1+600} по формуле (36), $\sum N_p^{1+600}$ – по формуле (35), k_1^{1+600} – по формуле (34):

$$\beta_{1+600} = \left(\frac{3{,}18 \cdot 0{,}29}{0{,}64 \cdot 0{,}287}\right)^{-1/4} = 0{,}76;$$

$$\sum N_p^{1+600} = 0{,}2 \cdot 1444943 \cdot 0{,}76 + (1 - 0{,}2) \cdot 1444943 = 1376406 \text{ ед.;}$$

$$k_1^{1+600} = \frac{6{,}3}{\sqrt[4]{1376406}} = 0{,}18 \cdot$$

Тогда значение предельного растягивающего напряжения, определяемого по формуле (12), будет равно:

$R_N{}^{1+600}$ = 3,18·0,18·0,80(1 - 0,1·1,71) = 0,388 МПа.

Расчётное растягивающее напряжение равно $\sigma^1{}_r$=0,387 МПа, согласно п. 5.2 б данного примера.

г) Вычисляем коэффициент прочности на основании формулы (10):

$\frac{R^{0,1+10}{}_N}{\sigma^{0,1}{}_r} = \frac{0,388}{0,387} = 1,002$, что больше от требуемого значения $K_{np}^{mp} = 1,0$ (табл. 3.1 ОДН 218.046-01).

Следовательно, выбранная конструкция удовлетворяет критерию прочности на растяжение при изгибе.

Таким образом, для уменьшения коэффициента прочности при действии на дорожную одежду комбинированной нагрузки 1 с и 600 с эффективными оказались: замена слоя из гравийной смеси на слой из щебеночно-гравийно-песчаной смеси, обработанной цементом, М20 с увеличением его толщины на 2 см и с увеличением толщины слоя пористого асфальтобетона на 2 см.

Следовательно, для обеспечения необходимой прочности и повышенной долговечности асфальтобетонного покрытия для данной конструкции эффективной оказалась замена в слое основания из материала, не обработанного вяжущим, материалом, обработанным цементом.

ОКС _____

Ключевые слова: асфальтобетонное покрытие повышенной долговечности, кратковременное нагружение, статистическое нагружение, расчётные характеристики дорожно-строительных материалов и грунта земляного полотна при различной длительности действия нагрузки

Руководитель организации-разработчика

ФАУ «РОСДОРНИИ»
Генеральный директор _____ О.Н. Ярош

Руководитель разработки

Начальник отдела
конструкций дорожных
одежд, к.т.н _____ А.Е. Мерзликин

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО

(РОСАВТОДОР)

РАСПОРЯЖЕНИЕ

27.01.2016 Москва № 111-р

Об издании и применении ОДМ 218.2.065-2015 «Методические рекомендации по увеличению межремонтных сроков службы нежестких дорожных одежд»

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 увеличению межремонтных сроков службы нежестких дорожных одежд:

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 218.2.065-2015 «Методические рекомендации по увеличению межремонтных сроков службы нежестких дорожных одежд» (далее – ОДМ 218.2.065-2015).

2. Управлению научно-технических исследований и информационного обеспечения (А.В. Бухтояров) в установленном порядке обеспечить официальную публикацию ОДМ 218.2.065-2015.

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

Руководитель Р.В. Старовойт

gost.e-ecolog.ru

(495) 687-88-23 доб. 50-271