



**МИНИСТЕРСТВО
СТРОИТЕЛЬСТВА И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО
ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(МИНСТРОЙ РОССИИ)

ПРИКАЗ

от "14" декабря 2017 г.

№ 1665/пр

Москва

**Об утверждении Изменения № 2 к СП 37.13330.2012
«СНиП 2.05.07-91* Промышленный транспорт»**

В соответствии с Правилами разработки, утверждения, опубликования, изменения и отмены сводов правил, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 1 июля 2016 г. № 624, подпунктом 5.2.9 пункта 5 Положения о Министерстве строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 18 ноября 2013 г. № 1038, пунктом 68 Плана разработки и утверждения сводов правил и актуализации ранее утвержденных строительных норм и правил, сводов правил на 2016 г. и плановый период до 2017 г., утвержденного приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 3 марта 2016 г. № 128/пр с изменениями, внесенными приказами Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 16 мая 2016 г. № 330/пр, от 2 августа 2016 г. № 538/пр, от 29 августа 2016 г. № 601/пр, от 9 января 2017 г. № 1/пр, **п р и к а з ы в а ю:**

1. Утвердить и ввести в действие через 6 месяцев со дня издания настоящего приказа прилагаемое Изменение № 2 к СП 37.13330.2012 «СНиП 2.05.07-91* Промышленный транспорт», утвержденному приказом Министерства регионального развития Российской Федерации от 29 декабря 2011 г. № 635/7.

2. Департаменту градостроительной деятельности и архитектуры:

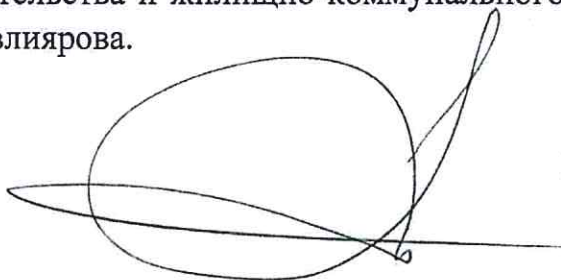
а) в течение 15 дней со дня издания приказа направить утвержденное Изменение № 2 к СП 37.13330.2012 «СНиП 2.05.07-91* Промышленный

транспорт» на регистрацию в национальный орган Российской Федерации по стандартизации;

б) обеспечить опубликование на официальном сайте Минстроя России в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» текста утвержденного Изменения № 2 к СП 37.13330.2012 «СНиП 2.05.07-91* Промышленный транспорт» в электронно-цифровой форме в течение 10 дней со дня регистрации свода правил национальным органом Российской Федерации по стандартизации.

3. Контроль за исполнением настоящего приказа возложить на заместителя Министра строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации Х.Д. Мавлиярова.

Министр



М.А. Менъ

УТВЕРЖДЕНО
приказом Министерства строительства и
жилищно-коммунального хозяйства
Российской Федерации
от « 14 » сентября 2017 г. № 1665 / ПР

ИЗМЕНЕНИЕ № 2 К СП 37.13330.2012
«СНИП 2.05.07-91 ПРОМЫШЛЕННЫЙ ТРАНСПОРТ»

Издание официальное

Москва 2017

**Изменение № 2 СП 37.13330.2012 «СНиП 2.05.07-91*
Промышленный транспорт»**

**УТВЕРЖДЕНО и введено в действие Приказом Министерства
строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской
Федерации (Минстрой России) от 14 декабря 2017 г. № 1665/пр**

Дата введения – 2018–06–15

Содержание

Дополнить наименование приложения К в следующей редакции:

«Приложение К Методика расчета дорожных одежд нежесткого типа
для карьерных автосамосвалов грузоподъемностью 30–450 т».

Введение

Дополнить введение абзацем в следующей редакции:

«Изменение № 2 к СП 37.13330.2012 разработано авторским
коллективом ЗАО «ПРОМТРАНСНИИПРОЕКТ» (д-р техн. наук Л.А.
Андреева, канд. экон. наук А.А. Зенкин, канд. техн. наук А.Г. Колчанов, Н.И.
Карганова, А.В. Багинов, Л.В. Клименко).».

7 Автомобильный транспорт

7.4 План и продольный профиль

Пункт 7.4.1. Изложить в новой редакции:

«Если по условиям рельефа местности или планировочных решений
территории предприятия не представляется возможным применить
параметры, приведенные в таблице 7.3, или их применение связано со
значительными объемами работ и стоимостью строительства, при
проектировании допускается снижение нормативных параметров до
значений, приведенных в таблице 7.4.».

РОССТАНДАРТ
ФГУП
«СТАНДАРТИНФОРМ»
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ
ФОНД СТАНДАРТОВ

В НАБОР

Добавление 04.06.2018 г.

Таблица 7.4. Изложить в новой редакции:

Таблица 7.4

Параметры плана и продольного профиля	Значения параметров при расчетной скорости движения транспортных средств, км/ч							
	70	60	50	40	30	25	20	15
Наибольший продольный уклон, ‰	60	70	80	90	100	100	100	100
Расстояние видимости, м:								
- поверхности дороги	150	125	100	75	50	40	30	25
- встречного автомобиля	300	250	200	150	100	80	60	50
Наименьшие радиусы кривых в плане, м	200	150	100	60	50	40	30	20
Наименьшие радиусы кривых в продольном профиле:								
- выпуклых при высоте глаз водителя над поверхностью дороги, м:								
2,0	5600	3900	2500	1400	650	400	250	160
2,5	4500	3100	2000	1100	500	320	180	125
3,0	3750	2600	1700	900	420	270	150	100
4,0	—	—	1250	700	300	200	110	80
5,0	—	—	1000	600	250	160	90	60
6,0	—	—	850	500	200	130	75	50
7,0	—	—	700	400	180	120	65	45
- вогнутых при высоте фар над поверхностью дороги, м:								
0,7	3400	2700	2100	1400	800	600	370	270
1,0	3100	2400	1800	1200	650	470	300	220
2,0	2400	1900	1300	850	430	300	180	130
3,0	—	—	1100	650	320	220	130	90
4,0	—	—	900	550	260	170	100	70
5,0	—	—	750	450	210	140	80	60
6,0	—	—	650	400	180	120	70	50
7,0	—	—	600	350	160	100	60	40
Примечания 1 Значения продольного уклона приведены для автомобилей с колесной формулой 4×2. 2 На отдельных участках дорог, а также для автомобилей с другой колесной формулой допускается увеличение продольного уклона в соответствии с данными предприятия-изготовителя, типа и состояния покрытия, а также технического состояния автомобиля. 3 Для автопоездов и при перевозке горячих грузов значение наибольшего продольного уклона определяется расчетом с учетом технических характеристик автотранспортных средств и требований к перевозке опасных грузов. 4 Для дорог категорий I-к, II-к, III-к, располагаемых в нагорных карьерах и находящихся в сложных климатических условиях (частые туманы, гололед), а также для дорог, располагаемых в горной местности на высоте 1000 м и выше, наибольшие продольные уклоны следует рассчитывать с учетом вида трансмиссии и безопасной скорости движения и принимать не более 70 ‰. 5 В стесненных условиях минимальный радиус кривой в плане принимают не менее двух значений конструктивного радиуса поворота для одиночных специализированных автомобилей и не менее трех значений для тягачей с полуприцепами.								

7.5 Поперечный профиль

Пункт 7.5.1 Четвертый–седьмой абзацы. Изложить в новой редакции:

«При этом минимальное расстояние от кромки проезжей части должно быть:

- до внутреннего края грунтового вала – 0,5 м;
- до металлических и бетонных ограждений – 1,5 м.

Минимальное расстояние от бровки земляного полотна должно быть:

- до наружного края грунтового вала – 1,0 м;
- до грани металлических и бетонных ограждений для стандартных автомобилей – 0,5 м; для автомобилей особо большой грузоподъемности – 1,0 м.».

Пункт 7.5.2. Таблица 7.9. Изложить в новой редакции:

Т а б л и ц а 7.9

Категория автомо- бильных дорог	Число полос движе- ния	Ширина проезжей части внутриплощадочных дорог при габарите автомобиля, м			Ширина проезжей части на межплощадочных дорогах при габарите автомобиля, м			Ширина обочин внутриплощадочных дорог при габарите автомобиля, м			Ширина обочин межплощадочных дорог при габарите автомобиля, м		
		до 2,5	от 3,0 до 5,0	от 3,0 до 10	до 2,5	от 3,0 до 5,0	от 3,0 до 10	до 2,5	от 3,0 до 5,0	от 3,0 до 10	до 2,5	от 3,0 до 5,0	от 3,0 до 10
I-в	2	7,5	9,0-15,0	-	7,5	11,0-18,0	-	1,5	1,5	-	2,0	2,0	-
II-в	2	7,0	8,5-14,0	-	7,0	10,5-17,0	-	1,5	1,5	-	1,5	1,5	-
III-в	2	6,0	8,0-13,0	-	6,5	10,0-16,5	-	1,5	1,5	-	1,5	1,5	-
IV-в	1	4,5	4,5-7,5	-	4,5	4,5-7,5	-	1,0	1,5	-	1,5	1,5	-
I-л	2	7,5	9,0-15,0	-	7,5	11,0-18,0	-	1,5	1,5	-	2,0	2,0	-
II-л	2	7,0	8,0-14,0	-	7,0	10,5-17,0	-	1,5	1,5	-	2,0	2,0	-
III-л	1	4,5	4,5-7,5	-	4,5	4,5-7,5	-	1,0	1,5	-	1,5	1,5	-
IV-л	1	4,5	4,5-7,5	-	4,5	4,5-7,5	-	1,0	1,5	-	1,5	1,5	-
I-к	2	-	-	10,0-33,0	8,0	-	12,0-40,0	-	-	1,5-3,0	-	-	2,0-4,0
II-к	2	8,0	-	9,5-32,0	9,5	-	11,5-38,0	1,5	-	1,5-3,0	2,0	-	2,0-4,0
III-к	2	7,5	-	9,0-30,0	9,0	-	11,0-36,0	1,5	-	1,5-2,5	2,0	-	2,0-3,0
IV-к	1	4,5	-	4,5-15,0	4,5	-	4,5-15,0	1,0	-	1,5-2,5	1,5	-	1,5-2,5

Примечания

1 Ширина проезжей части приведена в габаритах расчетного автомобиля.

2 Для промежуточных значений габаритов автомобилей по ширине минимальные значения параметров поперечного профиля определяются интерполяцией с округлением в большую сторону до 0,5 м.

3 Ширину проезжей части однополосных дорог категорий I-к, II-к, III-к, IV-к, I-в, II-в, III-в, IV-в, I-л, II-л, III-л, IV-л (внутриплощадочные и межплощадочные) необходимо принимать в размере двух габаритов расчетного автомобиля при условии кольцевого движения и отсутствия встречного движения и обгонов.

В стесненных условиях для дорог категорий II-к, III-к, IV-к, II-в, III-в, IV-в, II-л, III-л, IV-л ширину проезжей части однополосных дорог допускается принимать в размере 1,5 габарита расчетного автомобиля при условии обеспечения безопасности дорожного движения (установка дорожных знаков, ограждения, освещения и т. п.). Ширину обочин принимают в соответствии с настоящей таблицей.

4 При расположении карьера в дорожно-климатической зоне I и для нагорных карьеров ширина проезжей части внутриплощадочных дорог категорий I-к, II-к, III-к должна быть не менее 3,5; 3,4 и 3,2 габарита расчетного автомобиля по ширине соответственно и должна быть обеспечена безопасность дорожного движения (установка дорожных знаков, ограждения с установкой катафотных отражателей, освещения и т. п.).

5 Под габаритом подразумевается расстояние между крайними боковыми точками автотранспортного средства с учетом всех жестко закрепленных деталей, не относящихся к дополнительному оборудованию (зеркала заднего вида, габаритные указатели и т. п.).

Пункт 7.5.13. Таблица 7.11. Изложить в новой редакции:

Таблица 7.11

Расчетная скорость движения, км/ч	Поперечный уклон, ‰, при радиусе горизонтальной кривой, м									
	600–501	500–401	400–301	300–201	200–101	100–81	80–61	60–40	30	15
70	30	30	40	40	60	–	–	–	–	–
60	30	30	30	40	50	60	–	–	–	–
50	30	30	30	30	40	50	60	–	–	–
40	20	20	30	30	30	40	40	50	–	–
30	20	20	20	20	30	30	30	40	50	–
15	20	20	20	20	20	20	20	30	30	40

Примечание – Поперечный уклон виража в районах с гололедом более трех дней в году и продолжительностью снежного покрова более 30 дней в году не должен превышать 40 ‰.

7.6 Пересечения и примыкания

Пункт 7.6.1. Дополнить абзацем в следующей редакции:

«Пересечения подъездных и технологических путей межплощадочными и внутриплощадочными дорогами, по которым осуществляется перевозка горячих грузов, допускается в одном уровне с оборудованием переезда автоматической светофорной сигнализацией.».

Пункт 7.6.2. Первый абзац и таблица 7.12. Изложить в новой редакции:

«7.6.2 На пересечениях и примыканиях автомобильных дорог в одном уровне должна быть обеспечена видимость пересекающего или примыкающего направления на расстояние, указанное в таблице 7.12.».

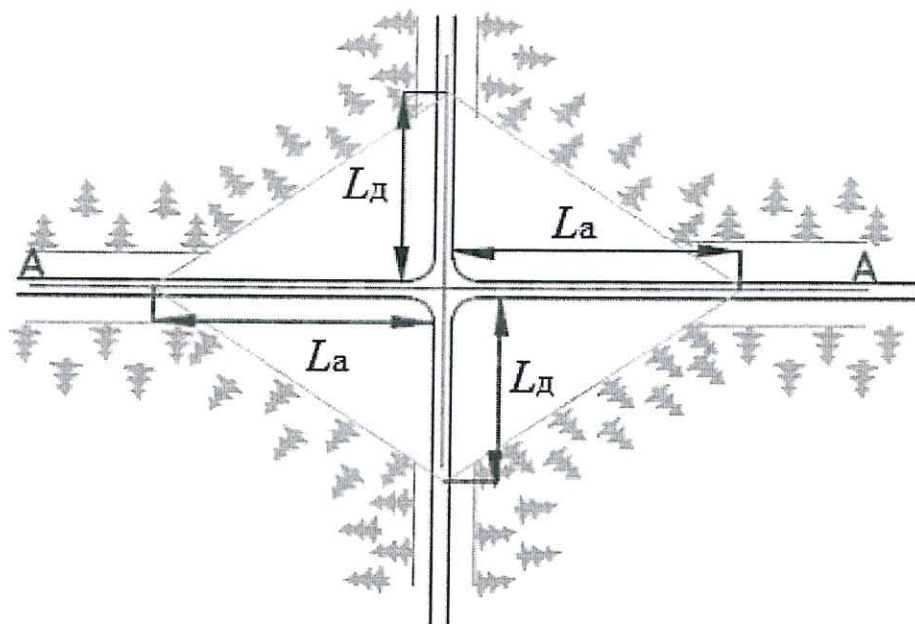
Таблица 7.12

Продольный уклон, ‰	Минимальное расстояние видимости поверхности дороги, м, при расчетной скорости, км/ч							
	70	60	50	40	30	25	20	15
40 (подъем)	130	105	80	65	40	30	20	15
20 (подъем)	140	115	90	70	45	35	25	20
0	150	125	100	75	50	40	30	25
20 (спуск)	160	135	110	85	60	50	40	35
40 (спуск)	170	145	120	95	70	60	50	45

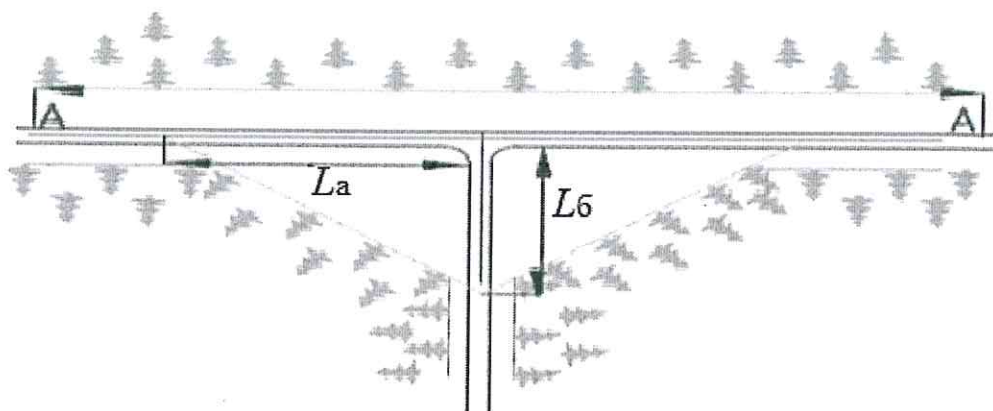
Пункт 7.6.2. Дополнить пункт абзацем и рисунком 7.1 в следующей редакции:

«На рисунке 7.1 представлены схемы обеспечения видимости на пересечениях и примыканиях автомобильных дорог в одном уровне.

a



б



a – на пересечениях автомобильных дорог в одном уровне; *б* – на примыканиях автомобильных дорог в одном уровне; L_a и L_d – расстояния видимости поверхности дороги; $L_б$ – расстояние боковой видимости; пунктирная линия точками – граница зоны видимости

Рисунок 7.1 – Схемы обеспечения видимости».

Пункт 7.6.3. Изложить в новой редакции:

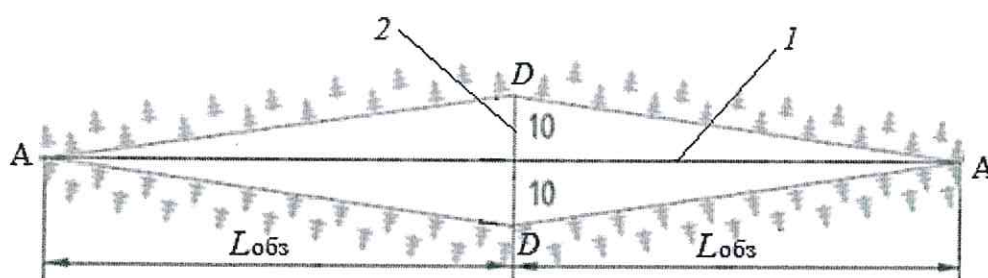
«В случае расположения перекрестка дорог в зоне вертикальных или горизонтальных кривых расстояние видимости $L_{обз}$, м, принимают в соответствии с рисунком 7.2 в размере:

300 – при скорости движения по главной дороге 70 км/ч;

200 – при скорости движения по главной дороге 60 км/ч;

100 – при скорости движения по главной дороге 40 км/ч.

Указанные расстояния обеспечивают обзорность водителям в зоне пересечения при условии остановки автомобиля на второстепенной дороге на расстоянии 10 м от кромки проезжей части главной дороги.



1 – главная дорога; 2 – второстепенная дорога

Рисунок 7.2 – Схема видимости по главной дороге и обзорности с второстепенной дорогой»

Пункт 7.6.4. Изложить в новой редакции:

«7.6.4 Наименьший радиус кривых при сопряжениях дорог в местах пересечений или примыканий принимают в зависимости от категории дороги, с которой происходит съезд, независимо от угла пересечения и примыкания при съездах с дорог:

категорий I-в, II-в, I-л, II-л – 25 м;

категорий III-в, III-л – 20 м;

категорий IV-в, IV-л – 15 м.

При расчете на регулярное движение автопоездов (более 25 % в составе потока) радиусы кривых на съездах следует увеличивать до 30 м для всех категорий дорог.

Сопряжение дорог в одном уровне выполняют с применением переходных кривых.».

«7.6.5 Пересечения вновь строящихся и реконструируемых автомобильных дорог промышленных предприятий между собой и с дорогами общего пользования выполняются в одном уровне под прямым углом или близким к нему.».

«Пересечения и примыкания межплощадочных автомобильных дорог с автомобильными дорогами общего пользования проектируют по СП 34.13330 с учетом настоящего свода правил.».

«На вновь строящихся и реконструируемых автомобильных дорогах промышленных предприятий на переездах должна быть обеспечена видимость, при которой водитель автомобиля, находящегося от переезда на расстоянии не менее расстояния видимости для остановки, мог видеть приближающийся к переезду поезд:

- на железных дорогах категории II-п – не менее чем за 110 м, а машинист приближающегося поезда мог видеть середину переезда на расстоянии не менее 300 м;

- на железных дорогах категории III-п – не менее чем за 75 м, а машинист приближающегося поезда мог видеть середину переезда на расстоянии не менее 200 м.

На неохраняемых и нерегулируемых железнодорожных переездах водителям транспортных средств, находящихся на расстоянии не более 50 м от ближайшего

рельса, должна быть обеспечена видимость приближающегося поезда с обеих сторон в соответствии с нормами, приведенными в таблице 7.13а.

Таблица 7.13а

Скорость движения поезда, км / ч	31–40	21–30	11–20
Расстояние видимости, м, не менее	150	110	75
Примечание – Минимальное расстояние видимости может быть снижено при условии обеспечения безопасности движения с учетом одновременного снижения скорости движения поездов и автомобилей.			

На железнодорожных переездах на протяжении не менее 10 м от крайнего рельса автомобильная дорога в продольном профиле должна иметь горизонтальную площадку или вертикальную кривую радиусом не менее 1500 м.

Продольный уклон подходов автомобильной дороги к железнодорожному переезду на протяжении не менее 20 м перед площадкой составляет не более 50 ‰.

7.7 Земляное полотно

Пункт 7.7.2. Изложить в новой редакции:

«7.7.2 Требования к основным параметрам при устройстве земляного полотна (для капитальных и облегченных типов дорожных одежд) принимают в соответствии с СП 34.13330.».

Пункт 7.7.6. Таблицы 7.15 и 7.16. Изложить в новой редакции:

«Таблица 7.15

Конструктивный элемент, вид работ и контролируемый параметр	Значение нормативных требований
1 Подготовка основания земляного полотна	
1.1 Толщина снимаемого плодородного слоя грунта	Не более 10 % результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений до ± 40 %, остальные – до ± 20 %
1.2 Снижение плотности естественного основания*	Не более 10 % результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений до 4 %, остальные должны быть не ниже проектных значений
2 Возведение насыпей и разработка выемок	
2.1 Снижение плотности слоев земляного полотна*	Не более 10 % результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений до 4 %, а остальные должны быть не ниже проектных значений
2.2 Высотные отметки продольного профиля	Не более 10 % результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений до ± 20 мм, остальные – до ± 10 мм

2.3 Расстояния между осью и бровкой земляного полотна	Не более 10 % результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений до ± 20 см; остальные – до ± 10 см
2.4 Поперечные уклоны	Не более 10 % результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений в пределах от $-0,010$ мм до $+0,015$ мм, остальные – до $\pm 0,005$ мм
2.5 Уменьшение крутизны откосов	Не более 10 % результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений до 20 %, остальные – до 10 %
3 Устройство водоотвода	
3.1 Увеличение поперечных размеров кюветов, нагорных и других канав (по дну)	Не более 10 % результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений до 10 см, остальные – до 5 см
3.2 Глубина кюветов, нагорных и других канав (при условии обеспечения стока)	Не более 10 % результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений до ± 10 см, остальные – до ± 5 см
3.3 Поперечные размеры дренажей	Не более 10 % результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений до ± 10 см, остальные – до ± 5 см
3.4 Продольные уклоны дренажей	Не более 10 % результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений до $\pm 0,002$, остальные – до $\pm 0,001$
3.5 Ширина насыпных берм	Не более 10 % результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений до ± 30 см, остальные – до ± 15 см
4 Устройство присыпных обочин	
4.1 Снижение плотности грунта в обочинах	Не более 10 % результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений до 4 %, остальные должны быть не ниже проектных значений
4.2 Толщина укрепления	Не более 10 % результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений в пределах от -22 до $+30$ мм, остальные – до ± 15 мм
4.3 Поперечные уклоны обочин	Не более 10 % результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений в пределах от $-0,010$ до $+0,015$, остальные – до $\pm 0,005$
* При отсыпке земляного полотна из скальных (крупнообломочных) грунтов данный показатель для оценки качества не используется.	

Таблица 7.16

Конструктивный элемент, вид работы и контролируемый параметр	Допустимое отклонение от проекта
1 Возведение насыпей и разработка выемок	
1.1 Снижение степени уплотнения слоев земляного полотна	Не ниже проекта; не более 20 % замеров могут иметь отклонения до 4 %
1.2 Высотные отметки продольного профиля	Не более 30 % замеров могут иметь отклонения до ± 20 мм; остальные – до 10 мм
1.3 Расстояния между осью и бровкой земляного полотна	Не более 20 % замеров могут иметь отклонения до ± 30 см

Конструктивный элемент, вид работы и контролируемый параметр	Допустимое отклонение от проекта
1.4 Поперечные уклоны	Не более 20 % замеров могут иметь отклонения от $-0,020$ до $+0,03$
1.5 Уменьшение крутизны откосов	До 20 %; не более 20 % замеров могут иметь отклонения до 30 %; остальные – до 20 %.
2 Устройство водоотвода	
2.1 Отклонение поперечных размеров кюветов, нагорных и других канав (по дну)	Не более 20 % замеров могут иметь отклонения ± 20 см; остальные – ± 10 см
2.2 Глубина кюветов, нагорных и других канав (при условии обеспечения стока)	Не более 20 % замеров могут иметь отклонения до ± 15 см; остальные – до ± 10 см
3 Устройство обочин	
3.1 Поперечные уклоны обочин	Не более 20 % замеров могут иметь отклонения от $-0,020$ до $+0,03$; остальные – до $\pm 0,010$

Дополнить подраздел 7.7 пунктом 7.7.7 в следующей редакции:

«7.7.7 Требования к грунтам земляного полотна и сооружению земляного полотна принимают в соответствии с СП 34.13330.».

7.8 Дорожные одежды

Пункт 7.8.1. Дополнить вторым абзацем в следующей редакции:

«Расчет дорожных одежд нежесткого типа для карьерных самосвалов грузоподъемностью 30–450 т следует осуществлять в соответствии с приложением К.».

Пункт 7.8.9. Изложить в новой редакции:

«7.8.9 Значения нормативных требований при строительстве дорожных одежд капитального и облегченного типов принимают в соответствии с СП 34.13330, а для дорог с переходным типом покрытий – по таблице 7.20.».

Таблица 7.19. Исключить.

Таблица 7.20. Изложить в новой редакции:

Т а б л и ц а 7.20

Конструктивный элемент, вид работ и контролируемый параметр	Допустимое отклонение от проекта
1 Высотные отметки по оси	Не более 20 % замеров могут иметь отклонения до ± 30 мм; остальные – до ± 20 мм

Конструктивный элемент, вид работ и контролируемый параметр	Допустимое отклонение от проекта
2 Ширина слоя оснований и покрытий	Не более 20 % замеров могут иметь отклонения до -20 см; остальные – до ± 10 мм
3 Поперечные уклоны	Не более 20 % замеров могут иметь отклонения от -0,02 до +0,03; остальные – до $\pm 0,01$
4 Ровность 4.1 Просвет под 3-метровой рейкой	Не более 10 % замеров могут иметь значения до 20 мм; остальные – до ± 10 мм
Примечание – Кроме указанных параметров следует контролировать: - степень уплотнения слоев дорожных одежд; - сцепление колеса автомобиля с покрытием; - прочность материала в соответствии с требованиями стандартов.	

11 Контейнерные площадки

11.1 Область применения

Пункты 11.1.1 и 11.1.2. Изложить в новой редакции:

«В разделе приведены требования к проектированию новых и реконструкции существующих контейнерных площадок, расположенных на территории промышленных предприятий, предназначенных для переработки грузовых контейнеров.

11.1.2 Контейнерные площадки по составу работ подразделяют по СП 262.1325800.».

11.2 Общие положения

Пункт 11.2.1. Изложить в новой редакции:

«11.2.1 Комплекс устройств и оборудования контейнерной площадки промышленного предприятия приведен в СП 262.1325800.».

Пункт 11.2.3. Изложить в новой редакции:

«11.2.3 Контейнерные площадки промышленных предприятий разделяют на группы, приведенные в СП 262.1325800.».

Пункт 11.2.4. Исключить.

Таблица 11.1. Исключить.

11.3 План и профиль контейнерных площадок

Пункты 11.3.2 и 11.3.3. Изложить в новой редакции:

«11.3.2 Контейнерные площадки оборудуют дренажными канавами для отвода дождевых и талых вод.

11.3.3 Контейнерные площадки проектируют с продольным уклоном в соответствии с СП 262.1325800.».

Пункт 11.3.5. Изложить в новой редакции:

«11.3.5 Классификация контейнерных площадок для переработки контейнеров представлена в СП 262.1325800.».

Таблица 11.2. Исключить.

Пункт 11.3.7. Изложить в новой редакции:

«11.3.7 Зазоры между боковыми стенками контейнеров в штабеле принимают по СП 262.1325800.».

Пункт 11.3.8. Изложить в новой редакции:

«11.3.8 Зазоры между штабелями принимают по СП 262.1325800.».

Пункт 11.3.9. Изложить в новой редакции:

«11.3.9 Ширину противопожарных проездов принимают по СП 262.1325800.».

Пункты 11.3.10–11.3.16. Исключить.

11.4 Классификация, типы и размеры грузовых контейнеров

Дополнить пунктом 11.4.4 в следующей редакции:

«11.4.4 Основные параметры и размеры контейнеров с массой брутто до 36 т указаны в таблицах: 11.3 – для контейнеров 20', 11.4 – 40', 11.5 – 60'.

Таблица 11.3

Наименование показателя	Значение
1 Максимальная масса брутто, кг	36000
2 Собственная масса без груза, кг	2650
3 Габаритные размеры, мм:	
- длина	6058 ± 6
- ширина	2438 ± 5
- высота	2591 ± 5
4 Внутренние размеры, мм:	
- длина	5888
- ширина	2348
- высота	2384
5 Размеры дверного проема в свету, мм:	

- ширина	2336
- высота	2274

Таблица 11.4

Наименование показателей	Значения
1 Максимальная масса брутто, кг	36000
2 Собственная масса без груза, кг	4200
3. Габаритные размеры, мм:	
- длина	12192±10
- ширина	2438±5
- высота	2591±5
4 Внутренние размеры, мм:	
- длина	12022
- ширина	2348
- высота	2384
5 Размеры дверного проема в свету, мм:	
- ширина	2336
- высота	2274

Таблица 11.5

Наименование показателя	Значение
1 Максимальная масса брутто, кг	36000
2 Собственная масса без груза, кг	5950
3 Габаритные размеры, мм:	
- длина	18326 ± 10
- ширина	2438 ± 5
- высота	2438 ± 5
4 Внутренние размеры, мм:	
- длина	18120
- ширина	2232
- высота	2257
5 Размеры смотрового люка, мм:	
- высота	870
- ширина	830

Подразделы 11.5–11.7. Исключить.

Приложение А (обязательное) Нормативные ссылки

Дополнить обозначением и наименованием свода правил в следующей редакции:

«СП 262. 1325800.2016 Контейнерные площадки и терминальные устройства на предприятиях промышленности и транспорта. Правила проектирования и строительства».

Приложение Б (справочное) Термины и определения

Дополнить терминологической статьей Б.48а в следующей редакции:

«Б.48а **стесненные условия**: Наличие железнодорожных путей, болот, водных потоков, массивных сооружений и прочих объектов, находящихся в пределах 15–25 м от края проезжей части.».

Дополнить свод правил приложением К в следующей редакции:

«Приложение К (справочное)

Методика расчета дорожных одежд нежесткого типа для карьерных автосамосвалов грузоподъемностью 30–450 т

К.1 Общие положения по методике расчета дорожных одежд

К.1.1 Общие положения по методике расчета и конструированию дорожных одежд необходимо принимать в соответствии с [6].

Типы местности по характеру и степени увлажнения принимают в соответствии с СП 34.13330.

К.2 Расчет дорожных одежд на прочность

К.2.1 Общие положения при расчете дорожных одежд

К.2.1.1 Дорожную одежду следует проектировать в соответствии с требуемым уровнем надежности, под которой понимают вероятность безотказной работы в течение межремонтного периода.

В качестве количественного показателя отказа дорожной одежды как элемента инженерного сооружения линейного характера используют предельный коэффициент разрушения $K_p^{пр}$, представляющий собой отношение суммарной протяженности (или суммарной площади) участков дороги, требующих ремонта из-за недостаточной прочности дорожной одежды, к общей протяженности (или общей

площади) дороги между корреспондирующими пунктами. Значения $K_p^{пр}$ на последний год службы в зависимости от капитальности дорожной одежды и категории дороги следует принимать в соответствии с таблицей К.1.

К.2.1.2 Коэффициент прочности вновь проектируемой конструкции должен быть таким, чтобы в заданный межремонтный период не наступил отказ по прочности с вероятностью более заданной, т. е. чтобы была обеспечена заданная (требуемая) надежность. Требуемые минимальные коэффициенты прочности при заданных уровнях надежности для расчета дорожных одежд по различным критериям прочности приведены в таблице К.1.

Таблица К.1

Критерии прочности	Тип дорожной одежды											
	Капитальный				Облегченный				Переходной			
	для дорог категорий				для дорог категорий				для дорог категорий			
	I-к	II-к	III-к	IV-к	I-к	II-к	III-к	IV-к	I-к	II-к	III-к	IV-к
Предельный коэффициент разрушения $K_p^{пр}$	0,05	0,10	0,10	—	0,15	0,15	0,15	—	0,30	0,30	0,30	0,30
Заданная прочность	0,95	0,95	0,95	—	0,95	0,95	0,95	—	0,95	0,90	0,80	0,70
Требуемый коэффициент прочности $K_{пр}^{тр}$ по условию:												
- упругого прогиба	1,20	1,15	1,10	—	1,15	1,15	1,10	—	1,15	1,10	1,00	1,00
- сдвига и растяжения при изгибе	1,00	1,00	1,00	—	1,00	1,00	1,00	—	1,00	1,00	0,85	0,80

К.2.1.3 Для обеспечения заданной надежности (обеспеченности по прочности) коэффициент прочности проектируемой конструкции по каждому из расчетных критериев не должен быть ниже минимального требуемого значения, определяемого по таблице К.1.

К.2.2 Расчет дорожных одежд на прочность

К.2.2.1 Последовательность расчета:

- определяют требуемый модуль упругости конструкции в зависимости от суммарного числа приложений расчетной нагрузки;

- определяют сдвигоустойчивость слабосвязных материалов конструктивных слоев и грунта;

- определяют растягивающие напряжения в монолитных слоях.

Коэффициенты прочности по этим критериям должны быть не менее значений, указанных в таблице К.1.

Если конструкция не удовлетворяет требованиям прочности, необходимо или увеличить толщины слоев, или заменить материалы на более прочные.

К.2.2.2 Дорожные одежды переходного и облегченного типов рассчитывают по упругому прогибу и сдвигоустойчивости.

В качестве расчетной нагрузки принята нагрузка на заднее колесо груженого автомобиля грузоподъемностью 130 т.

Параметры подвижного состава приведены в таблицах К.2 и К.3.

К.2.2.3 Учет характера действующей нагрузки (кратковременное многократное нагружение, статическое нагружение) осуществляется через принятие соответствующих расчетных характеристик конструктивных слоев, а также через введение коэффициента динамичности при назначении величины нагрузки.

Таблица К.2

Грузоподъем- ность автомобиля, т	Нагрузка на колесо, кН				Удельное давление на покрытие, МПа	Диаметр отпечатка, см			
	Порожний автомобиль		Грузеный автомобиль			Порожний автомобиль		Грузеный автомобиль	
	Переднее колесо	Заднее колесо	Переднее колесо	Заднее колесо		Переднее колесо	Заднее колесо	Переднее колесо	Заднее колесо
30	55	58	87	176	0,6	34	32	43	55
45	74	91	129	262	0,57	41	37	45	59
90	186	179	269	546	0,6	63	48	76	78
130	275	265	403	817	0,5	84	67	101	108
180	343	357	528	1072	0,55	89	77	110	120
240	363	441	662	1345	0,7	81	75	110	120
360	639	665	1025	2030	0,7	108	95	137	161
450	1300	500	2025	2025	0,7	173	82	158	158

Таблица К.3

Грузоподъемность автомобиля, т	Нагрузка на колесо, кН				Удельное давление на покрытие, МПа	Диаметр отпечатка, см			
	Порожний автомобиль		Грузовый автомобиль			Порожний автомобиль		Грузовый автомобиль	
	Переднее колесо	Заднее колесо	Переднее колесо	Заднее колесо		Переднее колесо	Заднее колесо	Переднее колесо	Заднее колесо
30	69	73	109	220	0,6	38	34	48	57
45	93	114	161	328	0,57	46	41	60	66
90	233	224	336	682	0,6	70	54	84	88
130	344	331	504	1021	0,5	94	78	113	124
180	429	446	660	1340	0,55	100	90	124	140
240	454	551	828	1681	0,7	91	88	123	139
360	799	831	1281	2600	0,7	121	120	153	191
450	1625	625	2531	2531	0,7	210	96	187	187

В НАБОР

Расчет конструкции по упругому прогибу

К.2.2.3 Расчет по допустимому упругому прогибу (по требуемому модулю упругости) ведут в такой последовательности:

- 1) определяют минимальный требуемый общий модуль конструкции по формулам (К.2)–(К.4);
- 2) назначают модули и толщины слоев конструкции (предварительно);
- 3) вычисляют общий модуль упругости всей конструкции по формуле (К.8);
- 4) при необходимости увеличивают толщины слоев, начиная с наиболее дешевых материалов.

К.2.2.4 Конструкция дорожной одежды в целом удовлетворяет требованиям прочности и надежности по величине упругого прогиба, если соблюдается условие

$$E_{\text{общ}} \geq E_{\text{тр}} K_{\text{пр}}^{\text{тр}}, \quad (\text{К.1})$$

где $E_{\text{общ}}$ – общий расчетный модуль упругости конструкции, МПа;

$E_{\text{тр}}$ – минимальный требуемый общий модуль упругости конструкции, МПа;

$K_{\text{пр}}^{\text{тр}}$ – требуемый коэффициент прочности дорожной одежды по критерию упругого прогиба, принимаемый в зависимости от требуемого уровня надежности (таблица К.1).

К.2.2.5 Минимальный требуемый общий модуль упругости конструкции вычисляют по эмпирическим формулам:

- для капитальных дорожных одежд

$$E_{\text{тр}} = 90 \lg \Sigma N_p - 140; \quad (\text{К.2})$$

- для облегченных дорожных одежд

$$E_{\text{тр}} = 83 \lg \Sigma N_p - 160; \quad (\text{К.3})$$

- для переходных дорожных одежд

$$E_{\text{тр}} = 90 \lg \Sigma N_p - 240, \quad (\text{К.4})$$

где для постоянных дорог ΣN_p определяют по формуле

$$\begin{aligned} \Sigma N_p = & (N_1^{\text{пер}} \dots S_1^{\text{пер}} + N_1^{\text{зад}} \dots S_1^{\text{зад}} + N_2^{\text{пер}} \dots S_2^{\text{пер}} + N_2^{\text{зад}} \dots S_2^{\text{зад}} + N_n^{\text{пер}} \dots S_n^{\text{пер}} + \\ & + N_n^{\text{зад}} \cdot S_n^{\text{зад}}) T_{\text{рлг}} T_{\text{сл}}, \end{aligned} \quad (\text{К.5})$$

здесь $N_1^{\text{пер}}, N_1^{\text{зад}}, \dots, N_n^{\text{пер}}, N_n^{\text{зад}}$ – интенсивность движения карьерных самосвалов различных типов, включая передние и задние оси;

$S_1^{\text{пер}}, S_1^{\text{зад}}, \dots, S_n^{\text{пер}}, S_n^{\text{зад}}$ – коэффициент приведения нагрузок на колеса передней и задней осей к расчетной нагрузке на заднее колесо груженого самосвала грузоподъемностью 130 т;

S – коэффициент приведения, определяемый по формуле

$$S = (D_{\phi}^2 P_{\phi} / D_p^2 P_p)^{\alpha}, \quad (\text{К.6})$$

здесь D_{ϕ} – диаметр отпечатка колеса приводимого автомобиля, см;

P_{ϕ} – удельное давление на покрытие, Мпа;

α – коэффициент приведения;

Коэффициент приведения α принимают равным:

4,4 – для капитальных дорожных одежд;

3,0 – для облегченных дорожных одежд;

2,0 – для переходных дорожных одежд.

Если колесные нагрузки приводимых автомобилей соответствуют данным, приведенным в таблице К.4, то коэффициенты приведения допускается принимать по таблице К.4;

$T_{\text{рдг}}$ – число расчетных дней в году, принимают по [6, приложение 6, таблица 1];

$T_{\text{сл}}$ – срок службы дороги в годах, принимают по таблице К.5.

Т а б л и ц а К.4

Грузо- подъем- ность, т	Порожный автомобиль						Грузовой автомобиль					
	Переднее колесо			Заднее колесо			Переднее колесо			Заднее колесо		
	капиталь- ные дорож- ные одежды	облег- ченные дорож- ные одежды	переход- ные дорож- ные одежды	капиталь- ные дорож- ные одежды	облег- ченные дорож- ные одежды	переход- ные дорож- ные одежды	капиталь- ные дорож- ные одежды	облег- ченные дорож- ные одежды	переход- ные дорож- ные одежды	капиталь- ные дорож- ные одежды	облег- ченные дорож- ные одежды	переход- ные дорож- ные одежды
30	—	—	0,01	—	—	—	—	—	0,03	—	0,02	0,06
45	—	—	0,03	—	—	0,02	—	—	0,07	0,01	0,03	0,10
90	0,02	0,06	0,15	0,01	0,01	0,05	0,07	0,17	0,30	0,11	0,22	0,37
130	0,09	0,19	0,33	0,02	0,06	0,16	0,44	0,57	0,69	1,00	1,00	1,00
180	0,15	0,37	0,51	0,09	0,20	0,34	1,52	1,33	1,21	4,43	2,76	1,97
240	0,29	0,43	0,57	0,22	0,40	0,50	4,09	2,61	1,90	12,01	5,44	3,09
360	3,54	2,37	1,78	3,29	2,25	1,72	27,93	9,68	4,54	196,76	36,65	11,03
450	453,30	64,74	16,12	0,46	0,59	0,70	163,33	32,28	10,14	163,33	32,28	10,14

В НАБОР

Т а б л и ц а К.5

Категория дороги	Тип дорожной одежды	Срок службы в дорожно-климатических зонах $T_{сл}$, лет		
		I, II	III	IV, V
I-к	Капитальные	10–12	11–14	12–15
II-к	Капитальные	8–10	9–11	10–12
	Облегченные	7–9	7–9	5–11
III-к	Капитальные	8–10	9–11	10–12
	Облегченные	7–9	7–9	8–11
IV-к	Переходные	3–4	3–4	4–5
	Переходные	3–4	4–5	4–5

К.2.2.6 Интенсивность движения карьерных самосвалов для временных дорог рассчитывают по формуле

$$\Sigma N_p = (N_1^{пер} S_1^{пер} + N_1^{зад} S_1^{зад} + N_2^{пер} S_2^{пер} + N_2^{зад} S_2^{зад} + N_n^{пер} S_n^{пер} + N_n^{зад} S_n^{зад}) T_{рлг} T, \quad (K.7)$$

где T – срок использования дороги, сут.

К.2.2.7 Независимо от результата, полученного по формулам (К.2–К.4), требуемый модуль упругости должен быть не менее указанного в таблице К.6.

Т а б л и ц а К.6

Категория дороги	Суммарное минимальное расчетное число приложений расчетной нагрузки	Требуемый модуль упругости дорожной одежды, МПа		
		капитальной	облегченной	переходной
I-к	115000	315	–	–
II-к	38500	270	220	–
III-к	7000	–	–	100
IV-к	–	–	–	100

К.2.2.8 Общий расчетный модуль упругости всей конструкции определяют по формуле

$$E_{общ} = -100 + 0,28E_{ср} + 1,15E_{тр} + 105,18h/D, \quad (K.8)$$

где $E_{ср}$ – средневзвешенный модуль упругости конструкции, МПа, определяемый по формуле

$$E_{ср} = E_1 h_1 + E_2 h_2 + \dots + E_n h_n / h_1 + h_2 + \dots + h_n, \quad (K.9)$$

h/D – отношение общей толщины дорожной конструкции к расчетному диаметру отпечатка;

$E_{гр}$ – модуль упругости грунта, МПа.

Полученное значение $E_{общ}$ сопоставляют с $E_{гр}$, определенным по формулам (К.2)–(К.4).

К.2.2.9 Расчетные значения модулей упругости асфальтобетона при растяжении на изгиб следует принимать по таблице К.7, при расчете конструкции на прочность – по таблице К.8, при расчете на статистическую нагрузку – по таблице К.9.

Расчетные значения модулей упругости дорожно-строительных материалов принимают по таблицам К.10–К.18.

Расчетные модули упругости грунтов принимают по таблице К.18.

Таблица К.7

Асфальтобетон*	Расчетные значения модуля упругости E , МПа	m	α^{**}	Нормативные значения сопротивления растяжению при изгибе R_0 , МПа
Высокоплотный на битуме нефтяном дорожном (БНД) марки:				
40/60	7500	6,0	5,0/5,6	8,7
60/90	5200	5,5	5,2/5,9	8,5
90/130	4000	5,0	5,4/6,3	8,3
130/200	3000	4,5	5,8/6,8	8,1
200/300	2200	4,3	5,9/7,1	7,8
Плотный на БНД марки:				
40/60	5200	6,0	5,0/5,6	8,7
60/90	3900	5,5	5,2/5,9	8,5
90/130	3100	5,0	5,4/6,3	8,3
130/200	2300	4,5	5,8/6,8	8,1
200/300	1700	4,3	5,9/7,1	7,8
Пористый на БНД марки:				
40/60	3100	4,5	5,8/6,8	7,2
60/90	2400	4,3	5,9/7,1	7,0
90/130	1900	4,0	6,3/7,6	6,8
130/200	1600	3,75	6,6/8,2	6,6
200/300	1200	3,7	6,7/8,2	6,2
Высокопористый на БНД марки:				
40/60	2600	4,3	5,9/7,1	4,8/5,7***
60/90	1800	4,0	6,3/7,6	4,9/5,4
90/130	1500	3,8	6,5/7,9	4,8/–
Холодные асфальтобетоны:				
Б _х	2300	3,0	8,0/10,3	4,3
В _х	1900	2,5	9,8/13,4	4,0
Г _х	1600	2,0	13,2/19,5	3,7
Д _х	1300	2,0	13,2/19,5	3,4

Асфальтобетон*	Расчетные значения модуля упругости E , МПа	m	α^{**}	Нормативные значения сопротивления растяжению при изгибе R_o , МПа
* Марки асфальтобетона – по ГОСТ 22245. ** В числителе – для II дорожно-климатической зоны, в знаменателе – для III–V дорожно-климатических зон. *** Для песчаного асфальтобетона.				

Т а б л и ц а К.8

Материал*	Марка битума*	Кратковременный модуль упругости E, МПа, при температуре покрытия, °С				
		10	20	30	40	50 (60)
Плотный асфальтобетон и высокоплотный асфальтобетон	Вязкого БНД и БН: 40/60; 60/90; 90/130 130/200; 200/300	3800; 2800; 2100 1300; 1000	2300; 1600; 1000 700; 520	1350; 1000; 480 580; 430	740; 570; 480 400; 370	450; 400; 370 330; 310
	Жидкого: БГ-70/130; СГ-130/200 СГ-70/130; МГ-70/130	870; 870 700; 700	370; 370 310; 310	350; 350 300; 300	300; 300 300; 300	300; 300 300; 300
Пористый и высокопористый асфальтобетон	Вязкого БНД и БН: 40/60; 60/90; 90/130 130/200; 200/300	2400; 1700; 1200 1000; 850	1500; 1000; 700 520; 390	780; 600; 440 350; 300	470; 400; 330 300; 290	340; 310; 300 300; 290
Асфальтобетоны холодные:	Б _х	1100	—	—	—	—
	В _х	1000	—	—	—	—
	Г _х	780	—	—	—	—
	Д _х	650	—	—	—	—
* Марки БНД, БН, БГ, МГ, СГ – по ГОСТ 22245; Б _х , В _х , Г _х , Д _х – по ГОСТ 9128.						
П р и м е ч а н и я						
1 Модули упругости пористого и высокопористого асфальтобетонов даны применительно к песчаным смесям. При температуре от 30 °С до 50 °С модули упругости для мелкозернистых смесей следует увеличить на 10 %, а для крупнозернистых смесей – на 20 %.						
2 При расчете на упругий прогиб принимают t = 10 °С.						

Т а б л и ц а К.9

Вид асфальтобетона	Тип смеси*	Расчетный модуль упругости E при статическом действии нагрузки, МПа, при расчетной температуре, °С				
		20	30	40	50	
Плотные смеси	А	480	420	360	300	
	Б	400	350	300	250	
	В	320	280	240	200	
	Г	300	270	220	200	
	Д	200	180	160	150	

В НАБОР

Вид асфальтобетона	Тип смеси*	Расчетный модуль упругости E при статическом действии нагрузки, МПа, при расчетной температуре, °С			
		20	30	40	50
Пористые и высокопористые смеси	Крупнозернистая	360	320	280	250
	Мелкозернистая	290	250	220	200
	Песчаная	250	225	200	190
Холодные асфальтобетоны	B_x	180	—	—	—
	B_x	170	—	—	—
	Γ_x	160	—	—	—
	D_x	150	—	—	—
* Типы смесей — по ГОСТ 9128. Примечание — Модуль упругости высокоплотного асфальтобетона принимают, как для плотного асфальтобетона типа А.					

Таблица К.10

Материал слоя	Нормативные значения модуля упругости для грунтов оптимального/неоптимального состава E , МПа
1 Щебеночно-гравийно-песчаные смеси и крупнообломочные грунты, 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
2 Пески гравелистые, крупные, средние, мелкие, супесь легкая и пылеватая, суглинки легкие 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

В НАБОР

Таблица К.11

Материал	Нормативные значения модуля упругости E , МПа
1 Черный щебень, уложенный по способу заклинки	600–900
2 Слой из щебня, устроенного по способу пропитки вязким битумом и битумной эмульсией	400–600
Примечание – Большие значения – для покрытий, меньшие – для оснований.	

Таблица К.12

Материал	Нормативные значения модуля упругости для грунтов оптимального/неоптимального состава E , МПа
1 Щебеночно-гравийно-песчаные смеси, крупнообломочные, обработанные цементом, соответствующие марке по ГОСТ 23558: 20 40 60 75 100	500/400 600/550 800/700 870/830 1000/950
2 То же, обработанные зольным или шлаковым вяжущим, соответствующие марке по ГОСТ 23558: 20 40 60 75 100	450/350 550/500 750/650 870/780 950/910
3 Пески гравелистые, крупные, средние/пески мелкие и пылеватые, супесь легкая и тяжелая, суглинки легкие, обработанные цементом, соответствующие марке по ГОСТ 23558: 20 40 60 75 100	400/250 550/400 700/550 870/750 950/870

В НАБОР

Материал	Нормативные значения модуля упругости для грунтов оптимального/неоптимального состава E , МПа
4 То же, обработанные зольным или шлаковым вяжущим, соответствующие марке по ГОСТ 23558:	
20	300/200
40	450/300
60	600/450
75	730/600
100	870/750

Таблица К.13

Материал	Нормативные значения модуля упругости E , МПа
1 Основание из подобранных оптимальных смесей из высокоактивных материалов с максимальной крупностью зерен до 40 мм, уплотненных при оптимальной влажности	650–870
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
Примечание – К высокоактивным материалам относятся материалы, имеющие прочность при сжатии от 5 до 10 МПа в возрасте 90 сут, к активным материалам – имеющие прочность при сжатии от 2,5 до 5 МПа в том же возрасте.	

Таблица К.14

Материал слоя	Нормативные значения модуля упругости для щебеночных/гравийных смесей E , МПа
Щебеночные (гравийные) смеси (С) для покрытий: непрерывная гранулометрия (ГОСТ 25607) при максимальном размере зерен: $C_1 - 40$ мм $C_2 - 20$ мм	300/280 290/265

В НАБОР

Смеси для оснований	Материал слоя	Нормативные значения модуля упругости для щебеночных/гравийных смесей E , МПа
	- непрерывная гранулометрия: $S_3 - 80$ мм $S_4 - 80$ мм $S_5 - 40$ мм $S_6 - 20$ мм $S_7 - 20$ мм	280/240 275/230 260/220 240/200 260/180
	Шлаковая щебеночно-песчаная смесь из неактивных и слабоактивных шлаков (ГОСТ 3344) $S_1 - 70$ мм $S_2 - 70$ мм $S_4 - 40$ мм $S_6 - 20$ мм	275 260 250 210

Таблица К.15

Материал слоя	Нормативные значения модуля упругости E^* , МПа
Щебень фракционированный 40–80 (80–120) мм с заклинкой: - фракционированным мелким щебнем	450
- известняковой мелкой смесью или активным мелким шлаком	350
- мелким высокоактивным шлаком	400
- асфальтобетонной смесью	300
- цементопесчаной смесью М75 по ГОСТ 23558 при глубине пропитки 0,25h–0,75h слоя	450
	450
	450–700
	350–600
Примечание – В числителе – для слоя из легкоуплотняемого щебня, в знаменателе – трудноуплотняемого щебня.	

В НАБОР

Таблица К.16

Материал	Нормативные значения модуля упругости E , МПа
Пенопласт	13,0–33,5
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
То же, с полистиролом, состава: гранулы полистирола – 3 %-2 %; песок – 97 %-98 % (% 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
Цементогрунт с аглопоритом, состава: супесь или песок – 70 %-80 %; аглопорит – 30 %-20 %; цемент – 6 %	250–350
Золослаковые смеси, укрепленные цементом	150
Грунт, укрепленный золой-уносом	200
Цементогрунт, обработанный битумной эмульсией	200

Таблица К.17

Наименование грунта	Модули упругости при относительной влажности W/W_t , МПа			
	0,5	0,6	0,7	0,8
Пески крупные	120			
Пески средней крупности	110			
Пески мелкие	90			
Пески пылеватые	81	70	58	45
Супесь пылеватая	92	60	37	24
Суглинок легкий и тяжелый	87	54	30	19
Суглинок легкий пылеватый	90	57	34	20

В НАБОР

Наименование грунта	Модули упругости при относительной влажности W/W_r , МПа				
	0,5	0,6	0,7	0,8	
Глина	90	57	34	20	
Крупнообломочные грунты с содержанием мелкозема 25 %	160	140	120	100	
Супесь легкая	58	44	38	30	
Крупнообломочные грунты с содержанием мелкозема 50 %	80	70	60	50	
Примечание – Влажность грунтов следует определять на основании многолетних и лабораторных данных для района расположения объекта строительства.					

Значения модулей упругости материалов, содержащих органическое вяжущее, необходимо принимать во всех климатических зонах при температуре 10 °С.

Расчет конструкции по условию сдвигоустойчивости подстилающего грунта и малосвязных конструктивных слоев

К.2.2.10 Расчет дорожной одежды по сопротивлению сдвигу в грунте земляного полотна, а также в песчаных материалах промежуточных слоев дорожных одежд ведут в такой последовательности:

- по таблицам К.7, К.8 назначают модуль упругости асфальтобетонов, по таблицам К.10–К.16 – модули упругости дорожно-строительных материалов, по таблице К.17 – модули упругости грунтов;
- по формулам (К.11), (К.13)–(К.16) определяют активное напряжение сдвига;
- по формуле (К.17) определяют предельное напряжение сдвига;
- по формуле (К.10) проверяют выполнение условия прочности;
- при необходимости изменяют толщины или материалы конструктивных слоев.

К.2.2.11 Сдвигоустойчивость в конструктивных слоях из малосвязных материалов и грунте будет обеспечена при соблюдении условия

$$\tau \leq \frac{\tau_{\text{пр}}}{K_{\text{пр}}}, \quad (\text{К.10})$$

где τ – активное напряжение сдвига в расчетной точке конструкции от действующей временной нагрузки;

$\tau_{\text{пр}}$ – предельное активное напряжение сдвига, определяемое по формулам (К.11), (К.13)–(К.16);

$K_{\text{пр}}^{\text{тр}}$ – требуемое минимальное значение коэффициента прочности, определяемое с учетом заданного уровня надежности (см. таблицу К.1).

К.2.2.12 Активное значение сдвигающих напряжений определяют в зависимости от типа грунта по формулам:

- для суглинистых грунтов

$$\tau_{\text{акт}} = 0,22 - 0,0029E_{\text{ср}}/E_{\text{н}} - 0,085h/D, \quad (\text{К.11})$$

где $E_{\text{ср}}/E_{\text{н}}$ – отношение средневзвешенного модуля упругости слоев, лежащих выше рассматриваемого слоя, к модулю упругости грунта или общему модулю упругости системы «грунт – слой из малосвязных материалов» (песок, песчано-гравийная смесь и т. п.);

h – общая толщина слоев, см;

D – диаметр отпечатка, см;

$E_{\text{н}}^{\text{общ}}$ – общий модуль упругости двух слоев или грунта, определяемый по формуле

$$E_{\text{н}}^{\text{общ}} = -40 + 0,11E_{\text{ср}} + 1,15E_{\text{гр}} + 103h/D; \quad (\text{К.12})$$

- для супесчаных грунтов

$$\tau_{\text{акт}} = 0,165 - 0,002E_{\text{ср}}/E_{\text{н}} - 0,063h/D; \quad (\text{К.13})$$

- для крупнообломочных грунтов с содержанием каменного материала 75 % и глинистого заполнителя 25 %

$$\tau_{\text{акт}} = 0,063 - 0,001E_{\text{ср}}/E_{\text{н}} - 0,018h/D; \quad (\text{К.14})$$

- для крупнообломочных грунтов с содержанием каменного материала 50 % и глинистого заполнителя 50 %

$$\tau_{\text{акт}} = 0,096 - 0,001E_{\text{ср}}/E_{\text{н}} - 0,034h/D; \quad (\text{К.15})$$

- для песчаных грунтов

$$\tau_{\text{акт}} = 0,111 - 0,001E_{\text{ср}}/E_{\text{н}} - 0,038h/D. \quad (\text{К.16})$$

К.2.2.13 При расчете дорожных одежд по условию сдвигоустойчивости значения модулей упругости материалов, содержащих органическое вяжущее, принимают в соответствии с температурами, указанными в таблице К.18, для конкретной дорожно-климатической зоны.

Таблица К.18

Дорожно-климатическая зона	I–II	III	IV	V
Расчетная температура, °С	20	30	40	50

К.2.2.14 Предельное активное напряжение сдвига $\tau_{пр}$ в грунте рабочего слоя (песчаном материале промежуточного слоя) определяют по формуле

$$\tau_{пр} = C_N k_d + 0,1q_{ср}Z_{оп} \cdot \operatorname{tg} \varphi_{ст},$$

(К.1)

7)

где C_N – сцепление в грунте земляного полотна (или в промежуточном песчаном слое), МПа; C_N принимают:

0,007 – для суглинистых грунтов и глин,

0,005 – для супесчаных грунтов,

0,003 – для песка,

0,03 – для крупнообломочных грунтов с содержанием каменного материала 75 % и глинистого заполнителя 25 %,

0,004 – для крупнообломочных грунтов с содержанием каменного материала 50 % и глинистого заполнителя 50 %;

k_d – коэффициент, учитывающий особенности работы конструкции на границе песчаного слоя с нижним слоем несущего основания. При устройстве нижнего слоя из укрепленных материалов, а также при укладке на границе «основание – песчаный слой» разделяющей геотекстильной прослойки следует принимать k_d равным:

4,5 – при использовании в песчаном слое крупного песка,

4,0 – при использовании в песчаном слое песка средней крупности,

3,0 – при использовании в песчаном слое мелкого песка,

1,0 – во всех остальных случаях;

$q_{ср}$ – средневзвешенный удельный вес конструктивных слоев, расположенных выше проверяемого слоя, кг/см³;

$Z_{оп}$ – глубина расположения поверхности слоя, проверяемого на сдвигустойчивость, от верха конструкции, см;

$\varphi_{ст}$ – расчетный угол внутреннего трения материала проверяемого слоя при статическом действии нагрузки.

Значение угла внутреннего трения материала с учетом повторности приложения нагрузки принимают:

7° – для глинистых грунтов и глин;

14° – для супесчаных грунтов;

28° – для песчаных грунтов;

35° – для крупнообломочных грунтов с содержанием каменного материала 75 % и глинистого заполнителя 25 %;

26° – для крупнообломочных грунтов с содержанием каменного материала 50 % и глинистого заполнителя 50 %.

Расчет конструкции на сопротивление монолитных слоев усталостному разрушению от растяжения при изгибе

К.2.2.15 Расчет конструкции на сопротивление монолитных слоев усталостному разрушению от растяжения при изгибе осуществляют в такой последовательности:

- по формулам (К.19)–(К.22) определяют расчетное значение растягивающего напряжения;

- вычисляют предельное растягивающее напряжение по формуле (К.23). В пакете асфальтобетонных слоев за предельное растягивающее напряжение R_N принимают значение, соответствующее материалу нижнего слоя асфальтобетонного пакета;

- проверяют условие прочности по формуле (К.18) и, при необходимости, корректируют конструкцию.

К.2.2.16 Целостность монолитных слоев дорожной одежды будет обеспечена при соблюдении условия

$$\sigma_r \leq \frac{R_N}{K_{пр}^{тр}}, \quad (К.18)$$

где R_N – прочность материала слоя на растяжение при изгибе с учетом усталостных явлений [формула (К.23)];

$K_{\text{пр}}^{\text{тр}}$ – требуемый коэффициент прочности с учетом заданного уровня надежности (таблица К.1).

К.2.2.17 Наибольшее растягивающее напряжение σ_r (от единичной нагрузки) при изгибе определяют по формулам:

- при толщине слоев асфальтобетона до $h/D = 0,1$

$$\sigma_r = 1,67 - 0,04 \frac{E_{\text{ср}}}{E_{\text{н}}} - 13,68h/D; \quad (\text{К.19})$$

- при толщинах до $h/D =$ от 0,1 до 0,35

$$\sigma_r = -1,2 + 0,16 \frac{E_{\text{ср}}}{E_{\text{н}}} + 4,45h/D; \quad (\text{К.20})$$

- при толщинах до h/D более 0,35

$$\sigma_r = -0,87 + 0,15 \frac{E_{\text{ср}}}{E_{\text{н}}} + 3,45h/D, \quad (\text{К.21})$$

где $E_{\text{ср}}$ – средневзвешенный модуль упругости пакета слоев, способных воспринимать растягивающее напряжение при изгибе;

$E_{\text{н}}$ – общий модуль упругости слоев, лежащих ниже монолитных слоев, определяемый по формуле (К.12).

Расчетное растягивающее напряжение определяют по формуле

$$\sigma_r^p = \sigma_r p, \quad (\text{К.22})$$

где p – расчетное давление, МПа.

К.2.2.18 Прочность материала монолитного слоя при многократном растяжении при изгибе определяют по формуле

$$R_N = R_o K_1 K_2 (1 - V_{Rt}), \quad (\text{К.23})$$

где R_o – нормативное значение предельного сопротивления растяжению (прочность) при изгибе при расчетной низкой весенней температуре при однократном приложении нагрузки, принимаемое по табличным данным (таблица К.8);

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

K_2 – коэффициент, учитывающий снижение прочности во времени от воздействия погодных-климатических факторов (таблица К.19);

V_R – коэффициент вариации прочности на растяжение (таблица К.20);

t – коэффициент нормативного отклонения (таблица К.21).

Таблица К.19

Материал расчетного слоя	K_2
1 Высокоплотный асфальтобетон	1,0
2 Плотный асфальтобетон:	
- марки I	0,95
- марки II	0,90
- марки III	0,80
3 Пористый и высокопористый	0,80
4 Органоминеральные смеси	0,80

Таблица К.20

Характеристика	V_R
Относительная влажность грунта рабочего слоя, сцепление грунта и песчаных слоев, угол внутреннего трения грунтов и песчаных слоев, прочность асфальтобетонных слоев на растяжение при изгибе	0,10

Таблица К.21

K_H	0,85	0,90	0,95	0,98
t	1,06	1,32	1,71	2,19

К.2.2.19 Коэффициент K_1 , отражающий влияние на прочность усталостных процессов, вычисляют по формуле

$$K_1 = \frac{\alpha}{m\sqrt{\Sigma N_p}}, \quad (\text{К.24})$$

где α – коэффициент, учитывающий различие в реальном и лабораторном режимах растяжения повторной нагрузкой, а также вероятность совпадения во времени расчетной (низкой) температуры покрытия и расчетного состояния грунта рабочего слоя по влажности, определяемый по таблице К.7;

m – показатель степени, зависящий от свойств материала рассчитываемого монолитного слоя (таблица К.7);

ΣN_p – расчетное суммарное число приложений расчетной нагрузки за срок службы монолитного покрытия (срок использования дороги), определяемое по формуле (К.5) с учетом числа расчетных суток за срок службы (срок использования дороги) (таблица К.5).

Требования к проверке на морозоустойчивость дорожных конструкций и осушению приведены в [57].

К.2.2.20 Примеры расчета

Пример 1

Требуется запроектировать автомобильную дорогу из карьера на обогатительную фабрику при следующих исходных данных:

- дорога располагается в в дорожно-климатической зоне III, подзона 1;
- категории дороги – I-к;
- заданный срок службы – 10 лет;
- заданная надежность – $K_n = 0,95$;
- грузоподъемность автомобиля – 90 т;
- интенсивность движения на последний год службы – 600 ед./сут;
- расчетный автомобиль-самосвал грузоподъемностью 130 т (заднее колесо груженого автомобиля);
- грунт рабочего слоя земляного полотна – крупнообломочный с содержанием каменных частиц 75 % и 25 %, дисперсный грунт (глина) с расчетной влажностью $w = 0,7w_T$;
- материал основания – щебеночно-гравийно-песчаная смесь;
- высота насыпи – 2,0 м;
- толщина дорожной одежды – 1,5 м;
- схема увлажнения рабочего слоя земляного полотна – I;
- глубина залегания грунтовых вод – 2 м.

Предварительно назначают конструкцию дорожной одежды.

Материалы слоя	Толщина слоя, см	Расчет по упругому прогибу, E , МПа	Расчет на сдвигоустойчивость, E , МПа	Расчет на растяжение при изгибе			
				E , МПа	R_0 , МПа	α	m
Плотный асфальтобетон на битуме БНД 60/90	6	2800	1600	3900	8,5	5,0	5,5
Пористый асфальтобетон на битуме БНД 60/90	25	1700	1000	2400	7,0	7,1	4,3
Черный щебень	30	600	600	600	—	—	—
Щебеночно-гравийно-песчаная смесь оптимального состава с заклинкой	100	450	450	450	—	—	—
Крупнообломочный грунт с содержанием 75 % щебеночного материала	—	120	$\varphi_{ст} = 35^\circ$ $C_N = 0,03$ МПа	—	—	—	—

I Расчет на прочность (расчет по упругому прогибу)

Определяют суммарную интенсивность движения груженых автомобилей по формуле

$$\begin{aligned} \sum N_p &= (N_{пер} S_{пер} + N_{зад} S_{зад}) \cdot 130 \cdot 10 = \\ &= (600 \cdot 0,09 + 600 \cdot 0,11) \cdot 130 \cdot 10 = 156\,000 \text{ ед.} \end{aligned}$$

Определяют требуемый модуль упругости дорожной конструкции по формуле

$$E_{тр} = 90 \lg \sum N_p - 140 = 90 \lg 156\,000 - 140 = 328 \text{ МПа.}$$

Общий модуль упругости дорожной конструкции вычисляют по формуле

$$E_{общ} = -100 + 0,28 E_{ср} + 1,15 \cdot E_{тр} + 105,2 h/D,$$

где $E_{ср} = (6 \cdot 2800 + 25 \cdot 1700 + 30 \cdot 600 + 100 \cdot 450) / 161 = 760 \text{ МПа.}$

$$E_{общ} = -100 + 0,28 \cdot 760 + 1,15 \cdot 120 + 105,2 \cdot 1,3 = 388 \text{ МПа.}$$

Требуемый минимальный коэффициент прочности при расчете по допускаемому прогибу $K_{пр}^{тр} = E_{общ} / E_{тр} = 388 / 328 = 1,2.$

Следовательно, конструкция удовлетворяет условию прочности по допускаемому упругому прогибу.

II Расчет на сдвигоустойчивость в грунте

Фактическое напряжение сдвига в грунте определяют по формуле

$$\begin{aligned}\tau_{\text{акт}} &= 0,063 - 0,001E_{\text{ср}}/E_{\text{гр}} - 0,018h/D = \\ &= 0,063 - 0,001 \cdot 760/120 - 0,018 \cdot 1,3 = 0,033 \text{ МПа.}\end{aligned}$$

Предельное допускаемое напряжение сдвига в грунте вычисляют по формуле

$$\begin{aligned}\tau_{\text{пр}} &= C \cdot K_s + 0,1q_{\text{ср}} - Z_{\text{оп}} \cdot \text{tg}\varphi = \\ &= 0,03 \cdot 1,0 + 0,1 \cdot 0,002 - 161 \cdot 0,7 = 0,053 \text{ МПа.}\end{aligned}$$

Предельное допускаемое напряжение сдвига превышает фактическое напряжение. Следовательно, конструкция удовлетворяет условию прочности на сдвиг.

III Расчет на растягивающее напряжение при изгибе

Растягивающие напряжения при изгибе (при h/D от 0,1 до 0,35) определяют по формуле

$$\sigma_r = -1,2 + 0,16 \frac{E_{\text{ср}}}{E_{\text{н}}} + 4,45h/D,$$

где $E_{\text{н}}$ — модуль упругости на поверхности слоя из черного щебня, определяемый по формуле

$$E_{\text{н}} = -40 + 0,11E_{\text{ср}} + 1,15E_{\text{гр}} + 103,1h/D;$$

$$E_{\text{н}} = -40 + 0,11 \cdot 485 + 1,15 \cdot 120 + 103,1 \cdot 1,05 = 259 \text{ МПа};$$

$$E_{\text{ср}} = (30 \cdot 600 + 100 \cdot 450)/130 = 485 \text{ МПа};$$

$$\sigma_r = -1,2 + 0,16 \cdot 485/259 + 4,45 \cdot 0,25 = 0,21 \text{ МПа};$$

$$\sigma_r^p = 0,21 \cdot 0,5 = 0,11 \text{ МПа.}$$

Допускаемое напряжение растяжения при изгибе определяют по формуле

$$R_N = R_o K_1 K_2 (1 - \nu_{Rt}),$$

где R_0 – нормативное значение предельного сопротивления растяжения (таблица К.7);

K_1 – коэффициент, учитывающий снижение прочности вследствие усталостных явлений при многократном приложении нагрузки, определяемый по формуле

$$K_1 = \frac{\alpha}{\sqrt[m]{\sum N_p}},$$

здесь α – коэффициент, учитывающий различие в реальном и лабораторном режиме повторной нагрузкой;

m – показатель степени, зависящий от свойств материала рассчитываемого слоя;

K_2 – коэффициент, учитывающий снижение прочности во времени от воздействия погодно-климатических факторов; для данного случая принимают $K_2 = 0,8$.

$$K_1 = \frac{7,1}{\sqrt[4,3]{156000}},$$

$$R_N = 7,0 \cdot 0,4 \cdot 0,8 \cdot 0,83 = 1,85 \text{ МПа.}$$

Допускаемое напряжение растяжения при изгибе больше фактического напряжения

$$R_N = 1,85 > \sigma_r = 0,84.$$

Следовательно, конструкция удовлетворяет условию прочности на растяжение при изгибе.

IV Проверка конструкции на морозоустойчивость

Конструкция считается морозоустойчивой, если соблюдается условие

$$l_{\text{пуч}} \leq l_{\text{доп}},$$

где $l_{\text{пуч}}$ – расчетное пучение грунта земляного полотна;

$l_{\text{доп}}$ – допускаемое для данной конструкции пучение грунта, принимают $l_{\text{доп}} = 4 \text{ см.}$

$$l_{\text{пуч}} = l_{\text{пуч.ср}} K_{\text{угв}} K_{\text{нл}} K_{\text{гр}} K_{\text{нагр}} K_{\text{вл}},$$

где $l_{\text{пуч.ср}}$ – величина морозного пучения при осредненных условиях, принимают $l_{\text{пуч.ср}} = 2$ см;

$K_{\text{угв}}$ – коэффициент, учитывающий влияние глубины залегания уровня грунтовых вод, принимают $K_{\text{угв}} = 0,53$;

$K_{\text{пл}}$ – коэффициент, зависящий от степени уплотнения, принимают $K_{\text{пл}} = 1,0$;

$K_{\text{гр}}$ – коэффициент, учитывающий влияние гранулометрического состава грунта, принимают $K_{\text{гр}} = 1,5$;

$K_{\text{нагр}}$ – коэффициент, учитывающий влияние нагрузки от собственного веса, принимают $K_{\text{нагр}} = 0,9$;

$K_{\text{вл}}$ – коэффициент, зависящий от расчетной влажности, принимают $K_{\text{вл}} = 1,1$.

Для определения $l_{\text{пуч.ср}}$ необходимо определить глубину промерзания $Z_{\text{пр}}$ по формуле

$$Z_{\text{пр}} = Z_{\text{пр(ср)}} \cdot 1,38 = 1,7 \cdot 1,38 = 2,4 \text{ м.}$$

Таким образом,

$$l_{\text{пуч.ср}} = l_{\text{пуч.ср } 2,0} [a + b(Z_{\text{пр}} - c)] = 2[1 + 0,16(2,4 - 2,0)] = 2,1 \text{ см;}$$

$$l_{\text{пуч}} = 2,1 \cdot 0,53 \cdot 1,0 \cdot 1,5 \cdot 0,9 \cdot 1,1 = 1,7 \text{ см}$$

Так как $l_{\text{пуч}} = 1,6$, а $l_{\text{доп.}} = 4$, т. е. $l_{\text{пуч}} < l_{\text{доп.}}$, конструкция удовлетворяет требованиям обеспечения морозоустойчивости.

V Проверка конструкции на осушение дорожных одежд и земляного полотна

Полную толщину дренирующего слоя определяют по формуле

$$h_{\text{п}} = h_{\text{нас}} + h_{\text{зап}},$$

где $h_{\text{нас}}$ – толщина слоя, насыщенного водой, м;

$h_{\text{зап}}$ – дополнительная толщина слоя, зависящая от капиллярных свойств материала и принимаемая: для крупных песков – 0,10–0,12 м; песков средней крупности – 0,14–0,15 м; мелких песков – 0,18–0,20 м.

Толщину слоя, насыщенного водой, $h_{\text{нас}}$, м, определяют по [6, рисунки 5.1 и 5.2] с учетом расчетной величины притока воды в дренирующий слой, $\text{м}^3/\text{м}^2$, определяемой по формуле

$$q_p = \frac{q K_{\Pi} K_{\Gamma} K_{\text{вог}} K_p}{1000},$$

где q – осредненное значение притока воды в дренирующий слой, принимают $q = 1,5 \text{ м}^3/\text{м}^2/\text{сут}$;

K_{Π} – коэффициент, учитывающий неустановившийся регион работы, принимаемый $K_{\Pi} = 1,5$;

K_{Γ} – коэффициент гидрогеологического запаса, принимаемый $K_{\Gamma} = 1,0$;

$K_{\text{вог}}$ – коэффициент, учитывающий накопление воды в местах изменения продольного уклона, принимаемый $K_{\text{вог}} = 1,5$;

K_p – коэффициент, учитывающий снижение притока воды, принимаемый $K_p = 0,1$;

$$q_p = \frac{1,5 \cdot 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,5 \cdot 0,1}{1000} = 0,0004 \text{ м}^3/\text{м}^2/\text{сут},$$

$$q' = q_p B_r = 0,0004 \cdot 1,15 = 0,0005 \text{ м}^3/\text{м}^2/\text{сут},$$

$$q'/K_{\Phi} = 0,0005 : 3 = 0,0002.$$

По [6, рисунок 5.2] находят

$$h_{\text{нас}}/L = 0,05; \quad h_{\text{нас}} = 0,05 \cdot 11,5 = 0,6 \text{ м}.$$

Полная толщина дренирующего слоя:

$$h_{\Pi} = 0,2 + 0,6 = 0,8.$$

Так как $0,8 \text{ м} \leq 1,0 \text{ м}$, представленная конструкция удовлетворяет всем условиям прочности.

Пример 2

Требуется запроектировать дорожную одежду на внутриплощадочной дороге при следующих исходных данных:

- категория автомобильной дороги – II-к;

- заданный срок использования дороги – 2 года;
- заданная надежность $K_H = 0,95$;
- тип самосвала – самосвал грузоподъемностью 180 т;
- расчетная нагрузка – нагрузка 1021 кН на заднее колесо груженого самосвала грузоподъемностью 130 т;
- расчетный диаметр отпечатка – 124 см;
- грузооборот – 12 млн нетто т/год;
- грунт рабочего слоя земляного полотна – крупнообломочный с содержанием каменных частиц 75 % и глинистых частиц 25 %;
- высота насыпи – 2,0 м.

I Расчет на прочность

Вычисляют суммарное расчетное количество приложений расчетной нагрузки

$$\sum N_p = (N_{\text{пер}} S_{\text{пер}} + N_x^{\text{зад}} S_{\text{зо}}) \cdot 130 \cdot 2 = (183 \cdot 1,21 + 183 \cdot 1,97) \cdot 130 \cdot 2 = 151\,320 \text{ ед.}$$

Предварительно назначают конструкцию дорожной одежды.

Материал	Толщина, см	Модули упругости слоя, МПа
Фракционированный щебень с заклиной	50	400
Щебеночно-гравийно-песчаная смесь неоптимального состава	120	300
Крупнообломочный грунт с содержанием каменных частиц 75 %		$\varphi_{\text{ст}} = 35^\circ$ $C_N = 0,03 \text{ МПа}$ $E = 120 \text{ МПа}$

Определяют требуемый модуль упругости по формуле

$$E_{\text{тр}} = 90 \lg \sum N_p - 240 = 226 \text{ МПа.}$$

Фактический модуль упругости всей конструкции определяют по формуле

$$E_{\text{общ}} = -100 + 0,28E_{\text{ср}} + 1,15E_{\text{гр}} + 105,18h/D.$$

$$E_{\text{ср}} = \frac{50 \cdot 400 + 120 \cdot 300}{170} = 329 \text{ МПа.}$$

$$E_{\text{общ}} = -100 + 0,28 \cdot 329 + 1,15 \cdot 120 + 105,18 \cdot \frac{170}{124} = 274 \text{ МПа.}$$

Коэффициент прочности определяют по формуле

$$K_{\text{пр}}^{\text{тр}} = \frac{E_{\text{общ}}}{E_{\text{тр}}} = \frac{274}{226} = 1,21.$$

Таким образом, условие соответствия фактической прочности конструкции по упругому прогибу нормативному значению выполнено.

Проверяют конструкцию на сдвиг в грунте.

Определяют фактическое напряжение сдвига в грунте по формуле

$$\tau_{\text{аст}} = 0,063 - 0,001 \frac{E_{\text{ср}}}{E_{\text{гр}}} - 0,018 h/D.$$

$$E_{\text{ср}} = \frac{50 \cdot 400 + 120 \cdot 300}{170} = 329 \text{ МПа.}$$

$$\tau_{\text{акт}} = 0,063 - 0,001 \cdot \frac{329}{120} - 0,018 \cdot 1,37 = 0,035 \text{ МПа.}$$

Предельное допускаемое напряжение сдвига определяют по формуле

$$\tau_{\text{пр}} = C_N k_d + 0,1 q_{\text{ср}} Z_{\text{оп}} \operatorname{tg} \varphi_{\text{ст}};$$

$$\tau_{\text{пр}} = 0,03 \cdot 1 + 0,1 \cdot 0,0018 \cdot 170 \cdot 0,7 = 0,051 \text{ МПа.}$$

Коэффициент прочности при расчете на сдвигоустойчивость определяют по формуле

$$K_{\text{пр}} = \frac{0,051}{0,035} = 1,46.$$

Таким образом, коэффициент прочности превышает минимально допускаемый.».

Библиография

Дополнить библиографической ссылкой [57] в следующей редакции:
«[57] ОДН 218.046–01 Проектирование нежестких дорожных одежд».

Ключевые слова

Изложить в новой редакции:

«Ключевые слова: железнодорожный транспорт, автомобильный транспорт, гидравлический транспорт, канатный подвесной транспорт, конвейерный транспорт, контейнерные площадки».