

6 ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛОВ СЛОЁВ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ

6.1 Исходные данные к расчёту дорожных одежд

Для расчёта дорожной одежды по критериям прочности необходимо назначить модули упругости конструктивных слоёв и грунта подстилающего слоя. Пример таблицы с исходными данными для слоёв дорожной одежды капитального типа приведён в табл. 6.1.

Таблица 6.1 – Пример исходных данных для слоёв дорожных одежд капитального типа

№	Материал слоя	h, см	γ , кг/см ³	По упруг. прогибу, E, МПа	По усл. сдвиго- уст., E, МПа	Расчет на растяжение при изгибе			
						E, МПа	R ₀ , МПа	α	m
1	Асфальтобетон плотный мелкозернистый, тип А марка I, БНД 90/130	7	0,0024	2400	1200	3600	9,5	5,4	5,0
2	Асфальтобетон пористый марка II, БНД 90/130	10	0,0023	1400	800	2200	7,8	6,3	4,0
3	Чёрный щебень в заклинку фр. 40-70, БНД 90/130	18	0,002	600	600	600	-	-	-
4	Щебёночно-гравийно- песчаная смесь, обрабо- танная цементом марки 20	28	0,002	400	400	400	-	-	-
5	Песок крупный с содер- жанием пылевато- глинистой фракции 5%. При динамическом воздей- ствии: $c_N = 0,003$ МПа; $\varphi = 28^\circ$. При статическом воздей- ствии: $\varphi_{ст} = 34^\circ$.	50	0,002	130	130	130	-	-	-
	Подстилающий грунт зем- ляного полотна - супесь пылеватая Расчётная влажность: $W_p = 0,8W_T$; При динамическом воздей- ствии: $c_N = 0,003$ МПа; $\varphi = 12^\circ$. При статическом воздей- ствии: $\varphi_{ст} = 34^\circ$.	-		32	32	32	-	-	-

6.2 Модули упругости подстилающего грунта

Пески и супесь лёгкая крупная. Нормативные значения модулей упругости песчаных грунтов (пески крупные, средней крупности, мелкие и однородные) и супеси легкой крупной принимают по табл. 6.2 вне зависимости от относительной влажности грунта.

Таблица 6.2 (ОДН 218.046-01, табл. П.2.5) – Модули упругости песков, супесей и суглинков

Грунт		$E_{гр}$, при относительной влажности W/W_t , МПа									
		0,5	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95
Пески	крупные	130									
	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
	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
	лёгкий пылеватый, тяжёлый пылеватый	108	90	72	54	46	38	32	27	26	25

Супеси и суглинки. Модуль упругости этих грунтов зависит от относительной влажности (т.е. влажности, отнесённой к значению влажности грунта на границе его текучести). Расчётная влажность зависит от дорожно-климатической зоны и подзоны, схемы увлажнения земляного полотна и типа грунта. Дорожно-климатическую зону и подзону района проектирования определяют по карте 6.1.

Если суммарная толщина дорожных одежд $Z_1 < 0,75$ м, то расчётную влажность назначают по табл. 6.3. В ней приведены средние многолетние значения относительной влажности грунта, наблюдавшиеся в наиболее неблагоприятный (весенний) период года в рабочем слое земляного полотна, отвечающего нормам проектирования по возвышению над источниками увлажнения, на дорогах с усовершенствованными покрытиями и традиционными основаниями дорожных одежд (щебень, гравий и т.п.).

При суммарной толщине слоёв дорожной одежды $Z_1 \geq 0,75$ м расчётную влажность определяют по формуле:

$$W_p = (\bar{W}_{таб} + \Delta_1 - \Delta_2)(1 + 0,1t) - \Delta_3, \quad (6.1)$$

где $\bar{W}_{таб}$ – среднее многолетнее значение относительной влажности, определяемое по табл. 6.3; Δ_1 – поправка на особенности рельефа территории; Δ_2 – поправка на

конструктивные особенности проезжей части и обочин; Δ_3 – поправка на влияние суммарной толщины стабильных слоёв дорожной одежды; t – коэффициент нормированного отклонения.



Рисунок 6.1 (ОДН 218.046-01, рис. П.2.2) – Карта дорожно-климатических зон и подзон:
 - - - - - Границы дорожно-климатических зон; — — — — Границы подзон.

Таблица 6.3 (ОДН 218.046-01, табл. П.2.1) – Значения влажности грунта подстилающего слоя

Дорожно-климатические зоны	Дорожно-климатические подзоны	Схема увлажнения рабочего слоя зем. полотна	Среднее значение влажности $\bar{W}_{таб}$ грунта, доли от W_T			
			супесь лёгкая	песок пылеватый	суглинок лёгкий	супесь пылеватая и суглинок пылеватый
I	I ₁	1	0,53	0,57	0,62	0,65
		2	0,55	0,59	0,65	0,67
		3	0,57	0,62	0,67	0,70
	I ₂	1	0,57	0,57	0,62	0,65
		2	0,59	0,62	0,67	0,70
		3	0,62	0,65	0,70	0,75
	I ₃	1	0,60	0,62	0,65	0,70
		2	0,62	0,65	0,70	0,75
		3	0,65	0,70	0,75	0,80

Дорожно-климатические зоны	Дорожно-климатические подзоны	Схема увлажнения рабочего слоя зем. полотна	Среднее значение влажности $\bar{W}_{\text{таб}}$ грунта, доли от W_T			
			супесь лёгкая	песок пылеватый	суглинок лёгкий	супесь пылеватая и суглинок пылеватый
II	II ₁	1	0,60	0,62	0,65	0,70
		2	0,63	0,65	0,68	0,73
		3	0,65	0,67	0,70	0,75
	II ₂	1	0,57	0,59	0,62	0,67
		2	0,60	0,62	0,65	0,70
		3	0,62	0,64	0,67	0,72
	II ₃	1	0,63	0,65	0,68	0,73
		2	0,66	0,68	0,71	0,76
		3	0,68	0,70	0,73	0,78
	II ₄	1	0,60	0,62	0,65	0,70
		2	0,63	0,65	0,68	0,73
		3	0,65	0,67	0,70	0,75
	II ₅	1	0,65	0,67	0,70	0,75
		2	0,68	0,70	0,73	0,78
		3	0,70	0,72	0,75	0,80
II ₆	1	0,62	0,64	0,67	0,72	
	2	0,65	0,67	0,70	0,75	
	3	0,67	0,69	0,72	0,77	
III	III ₁	1	0,55	0,57	0,60	0,63
		2-3	0,59	0,61	0,63	0,67
	III ₂	1	0,58	0,60	0,63	0,66
		2-3	0,62	0,64	0,66	0,70
	III ₃	1	0,55	0,57	0,60	0,63
		2-3	0,59	0,61	0,63	0,67
IV	1		0,53	0,55	0,57	0,60
	2-3		0,57	0,58	0,60	0,64
V	1		0,52	0,53	0,54	0,57
	2-3		0,55	0,56	0,57	0,60

Поправку на особенности рельефа территории Δ_1 находят по табл. 6.4.

Таблица 6.4 (ОДН 218.046-01, табл. П.2.2) – Значения поправки Δ_1

№ п/п	Тип местности по рельефу	Поправка Δ_1
1	Равнинные районы	0,00
2	Предгорные районы (до 1000 м выше уровня моря)	0,03
3	Горные районы (более 1000 м выше уровня моря)	0,05

Поправку на конструктивные особенности проезжей части и обочин Δ_2 устанавливают по табл. 6.5.

Таблица 6.5 (ОДН 218.046-01, табл. П.2.3) – Значения поправки Δ_2

№ п/п	Конструктивная особенность	Поправка Δ_2 в дорожно-климатических зонах			
		II	III	IV	V
1	Наличие основания дорожной одежды, включая слои на границе раздела с земляным полотном, из укрепленных материалов и грунтов: - крупнообломочного грунта и песка - супеси - пылеватых песков и супесей, суглинка, зологрунта	0,04	0,04	0,03	0,03
		0,05	0,05	0,05	0,04
		0,08	0,08	0,06	0,05
2	Укрепление обочин (не менее 2/3 их ширины): - асфальтобетоном - щебнем (гравием)	0,05	0,04	0,03	0,02
		0,02	0,02	0,02	0,02
3	Дренаж с продольными трубчатыми дренами	0,05	0,03	-	-
4	Устройство гидроизолирующих прослоек из полимерных материалов	0,05	0,05	0,03	0,03
5	Устройство теплоизолирующего слоя, предотвращающего промерзание	Снижение расчётной влажности до величины полной влагоемкости при требуемом $K_{упл}$ грунта			
6	Грунт в активной зоне земляного полотна в «обойме»	Снижение расчётной влажности до оптимальной			
7	Грунт, уплотненный до $K_{упл} = 1,03-1,05$ в слое 0,3-0,5 м от низа дорожной одежды, расположенном ниже границы промерзания	-	0,03-0,05	0,03-0,05	0,03-0,05

Примечание. Поправки Δ_2 при мероприятиях по п.п. 1 и 2 следует принимать только при 1-й схеме увлажнения рабочего слоя, а по п. 5 – при 2-й и 3-й схемах.

Поправку на влияние суммарной толщины стабильных слоёв дорожной одежды Δ_3 устанавливают по графику, приведённому на рис. 6.2.

Коэффициент нормированного отклонения t , принимают в зависимости от требуемого уровня надежности по табл. 6.6.

Таблица 6.6 (ОДН 218.046-01, табл. П.4.2) – Значения нормированного отклонения

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

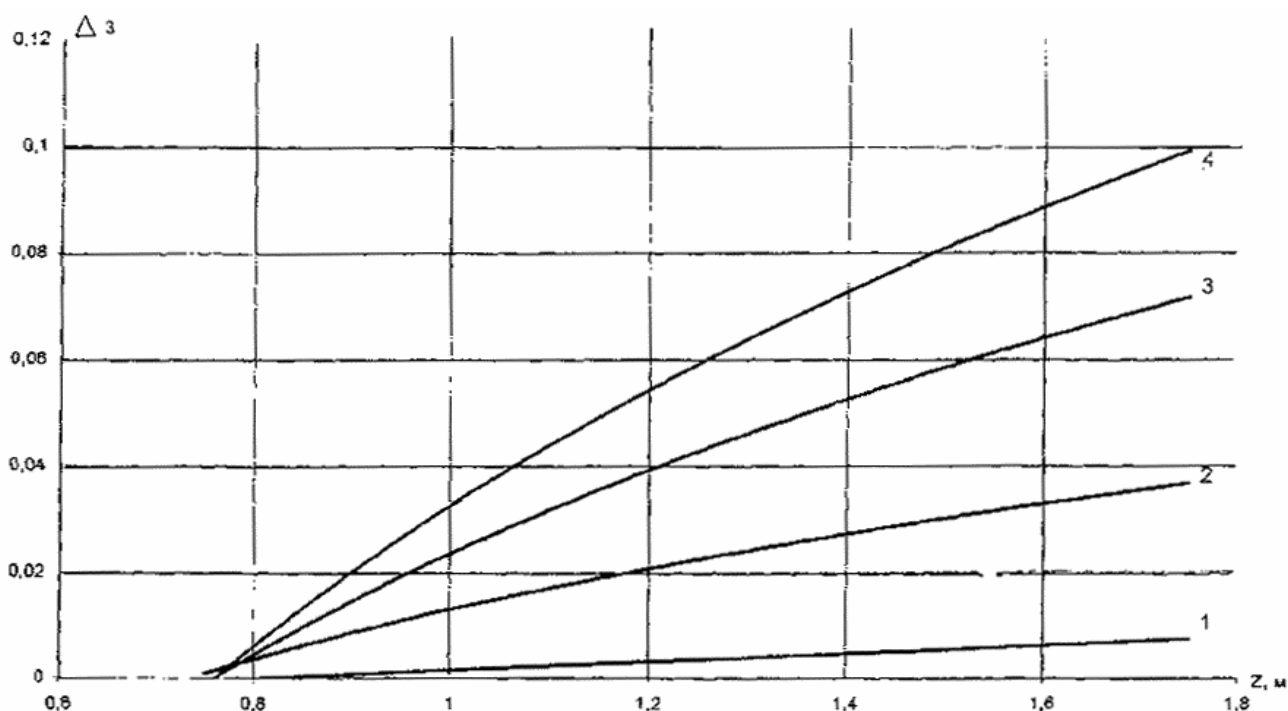


Рисунок 6.2 (ОДН 218.046-01, рис. П.2.1) – Графики для определения поправки на влияние суммарной толщины стабильных слоев одежды: 1 – для исходной* относительной влажности $0,75W_m$; 2 – то же, для $0,80W_m$; 3 – то же, для $0,85W_m$; 4 – то же, для $0,90W_m$. *Исходная влажность определяется первым слагаемым в выражении (6.1).

6.3 Нормативные значения сдвиговых характеристик подстилающего грунта

Нормативные значения сдвиговых характеристик глинистых грунтов в зависимости от расчётного числа приложений расчётной нагрузки и относительной влажности приведены в табл. 6.7.

Таблица 6.7 (ОДН 218.046-01, табл. П.2.4) – Нормативные значения сдвиговых характеристик глинистых грунтов

Расчётная относительная влажность	Сцепление, МПа при суммарном числе приложений нагрузки (ΣN_p)					Угол внутреннего трения, °, при суммарном числе приложений нагрузки (ΣN_p)				
	1	10^3	10^4	10^5	10^6	1	10^3	10^4	10^5	10^6
Суглинки и глины										
0,60	0,030	0,030	0,016	0,014	0,012	24	20	14,5	11	9
0,65	0,024	0,019	0,013	0,011	0,009	21	15	11	8	7
0,70	0,019	0,013	0,009	0,007	0,006	18	11,5	8,5	6,5	5,5
0,75	0,015	0,009	0,006	0,005	0,004	15	10	7,5	5	4
0,80	0,011	0,007	0,005	0,003	0,002	13	8	5	3	2,5
0,90	0,008	0,004	0,004	0,002	0,001	11,5	6,5	3,5	2,2	2
Супеси										
0,6	0,014	0,012	0,008	0,006	0,005	36	24	18	14	12
0,65	0,013	0,010	0,008	0,006	0,004	36	23,5	17	14	12

Расчётная относительная влажность	Сцепление, МПа при суммарном числе приложений нагрузки (ΣN_p)					Угол внутреннего трения, °, при суммарном числе приложений нагрузки (ΣN_p)				
	1	10^3	10^4	10^5	10^6	1	10^3	10^4	10^5	10^6
0,70	0,012	0,009	0,006	0,005	0,004	35	23,5	17	14	12
0,75	0,011	0,008	0,005	0,004	0,003	35	23	17	14	12
0,80	0,010	0,007	0,005	0,004	0,003	34	23	17	14	12
0,85	0,009	0,007	0,004	0,003	0,003	34	22	15	12	10
0,90	0,008	0,004	0,003	0,003	0,003	33	21	12,5	10	8

Примечание. При $\Sigma N_p > 10$ расчётные значения ϕ и c следует принимать по столбцу « 10^6 ».

Расчётные значения ϕ и c песчаных грунтов и песков конструктивных слоёв в зависимости от расчётного числа приложения расчётной нагрузки (ΣN_p) принимают по табл. 6.8.

Таблица 6.8 (ОДН 218.046-01, табл. П.2.6) – Сдвиговые характеристики для песчаных грунтов, используемых в конструктивных слоях дорожной одежды

№ п/п	Тип грунта		Сцепление, МПа и угол внутреннего трения, град при суммарном числе приложений нагрузки (ΣN_p)				
			1	10^3	10^4	10^5	10^6
1	Песок крупный с содержанием пылевато-глинистой фракции:	0 %	<u>35</u> 0,004	<u>33</u> 0,003	<u>32</u> 0,003	<u>31</u> 0,003	<u>29</u> 0,003
		5 %	<u>34</u> 0,005	<u>31</u> 0,004	<u>36</u> 0,004	<u>29</u> 0,003	<u>28</u> 0,003
2	Песок средней крупности с содержанием пылевато-глинистой фракции:	0 %	<u>32</u> 0,004	<u>30</u> 0,004	<u>30</u> 0,003	<u>28</u> 0,003	<u>22</u> 0,002
		5 %	<u>33</u> 0,005	<u>30</u> 0,004	<u>29</u> 0,003	<u>28</u> 0,003	<u>26</u> 0,002
3	Песок мелкий с содержанием пылевато-глинистой фракции:	0 %	<u>11</u> 0,003	<u>28</u> 0,003	<u>22</u> 0,002	<u>26</u> 0,002	<u>25</u> 0,002
		5 %	<u>31</u> 0,005	<u>22</u> 0,004	<u>26</u> 0,004	<u>21</u> 0,004	<u>24</u> 0,003
		8 %	<u>11</u> 0,006	<u>22</u> 0,005	<u>26</u> 0,004	<u>25</u> 0,003	<u>23</u> 0,002

Примечания: 1. Значения характеристик даны для условий полного заполнения пор водой.

2. В числителе – угол внутреннего трения в градусах, в знаменателе – сцепление в МПа.

3. При $\Sigma N_p > 1 \cdot 10^6$ расчётные значения ϕ и c следует принимать по столбцу « 10^6 ».

6.4 Модули упругости для слоёв из щебня

Модули упругости для слоёв основания из щебня приведены в табл. 6.9.

Таблица 6.9 (СП 34.13330.2012, табл. 8.13) – Модули упругости щебня

Материал	Марка по прочности на сжатие не менее, МПа, для дорог	
	I–III категорий	IV–V категорий
Щебень из изверженных и метаморфических пород	800	800
Щебень из осадочных пород	600	400
Щебень из шлаков черной и цветной металлургии, фосфорных	600	400
Щебень из гравия	600	400

6.5 Конструктивные слои из чёрного щебня

Модули упругости для слоёв основания из щебня приведены в табл. 6.10.

Таблица 6.10 (ОДН 218.046-01, табл. П.3.5) – Модули упругости для чёрного щебня

№ п/п	Материал	Нормативные значения модуля упругости, Е, МПа
1	Чёрный 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.

6.6 Конструктивные слои из смесей щебеночно-гравийно-песчаных и грунтов, обработанных неорганическими вяжущими материалами

Модули упругости для конструктивных слоёв из смесей щебеночно-гравийно-песчаных и грунтов, обработанных неорганическими вяжущими материалами приведены в табл. 6.11.

Таблица 6.11 (ОДН 218.046-01, табл. П.3.6) – Модули упругости для слоёв из смесей щебеночно-гравийно-песчаных и грунтов, обработанных неорганическими вяжущими материалами

№ п.п.	Материал	Нормативные значения модуля упругости, Е, МПа
1	Щебеночно-гравийно-песчаные смеси, крупнообломочные грунты (оптимальные/неоптимальные), обработанные цементом: - соответствующие марке: 20 40 60	 500/400 600/550 800/700

№ п.п.	Материал	Нормативные значения модуля упругости, Е, МПа
		75 100
		870/830 1000/950
2	То же, обработанные зольным или шлаковым вяжущим: - соответствующие марке: 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: 20 40 60 75 100	400/250 550/400 700/550 870/750 950/870
4	То же, обработанные зольным или шлаковым вяжущим: соответствующие марке: 20 40 60 75 100	300/200 450/300 600/450 730/600 870/750

Примечание. В числителе – для слоя из легкоуплотняемой смеси, в знаменателе – из трудноуплотняемой смеси.

6.7 Модули упругости асфальтобетонных слоев

При проверке прочности дорожных одежд на упругий прогиб значения модулей упругости принимают при температуре $t = +10^{\circ}\text{C}$. При проверке на сдвигоустойчивость их задают соответствующими максимально возможным температурам в ранний весенний период. Эти температуры назначают по табл. 6.12 в зависимости от дорожно-климатической зоны.

Таблица 6.12 (ОДН 218.046-01, табл. 3.5) – Расчётные значения температуры

Дорожно-климатические зоны	I-II	III	IV	V
Расчетная температура, $^{\circ}\text{C}$	+20	+30	+40	+50

Нормативные значения кратковременного модуля упругости асфальтобетонных различных составов для расчётов конструкции по допускаемому упругому прогибу и по сдвигоустойчивости приведены в табл. 6.13. При этом необходимо выполнить требования примечания 1.

Таблица 6.13 (ОДН 218.046-01, табл. П.3.2) – Нормативные значения кратковременного модуля упругости асфальтобетонов различных составов (при расчете конструкции по допускаемому упругому прогибу и по условию сдвигоустойчивости)

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	4400; 3200; 2400 1500; 1200	2600; 1800; 1200 800; 600	1550; 1100; 550 670; 500	850; 650; 550 460; 420	520; 460; 420 380; 360
	Жидкого: БГ-70/130; СГ-130/200 СГ-70/130; МГ-70/130	1000; 1000 800; 800	420; 420 360; 360	400; 400 350; 350	350; 350 350; 350	350; 350 350; 350
Пористый и высокопористый асфальтобетон	Вязкого БНД и БН: 40/60; 60/90; 90/130 130/200; 200/300	2800; 2000; 1400 1100; 950	1700; 1200; 800 600; 450	900; 700; 510 400; 350	540; 460; 380 340; 330	390; 360; 350 340; 330
Плотный дегтебетон	-	3800	1500	800	500	350
Пористый дегтебетон	-	2000	300	400	350	300
Асфальтобетоны холодные	Бх	1300	-	-	-	-
	Вх	1100	-	-	-	-
	Гх	900	-	-	-	-
	Дх	750	-	-	-	-

Примечания: 1. Модули упругости пористого и высокопористого асфальтобетона даны применительно к песчаным смесям. При температуре от 30 до 50 °С модули упругости для мелкозернистых смесей следует увеличить на 10 %, а для крупнозернистых смесей – на 20 %.

2. При расчёте на упругий прогиб принимать при $t^\circ = +10^\circ$.

Характеристики асфальтобетонов при расчёте на растяжение при изгибе под кратковременными нагрузками приведены в табл. 6.14.

Таблица 6.14 (ОДН 218.046-01, табл. П.3.1) – Характеристики асфальтобетонов при расчёте на растяжение при изгибе под кратковременными нагрузками

Асфальтобетон	Расчётные значения модуля упругости E , МПа	m	α	Нормативные значения сопротивления растяжению при изгибе R_0 , МПа
Высокоплотный на БНД марки:				
40/60	8600	6,0	5,0/5,6*	10,00
60/90	6000	5,5	5,2/5,9	9,80
90/130	4600	5,0	5,4/6,3	9,50
130/200	3500	4,5	5,8/6,8	9,30
200/300	2500	4,3	5,9/7,1	9,00
Плотный на БНД марки:				
40/60	6000	6,0	5,0/5,6	10,00
60/90	4500	5,5	5,2/5,9	9,80
90/130	3600	5,0	5,4/6,3	9,50
130/200	2600	4,5	5,8/6,8	9,30
200/300	2000	4,3	5,9/7,1	9,00
Пористый на БНД марки:				
40/60	3600	4,5	5,8/6,8	8,30
60/90	2800	4,3	5,9/7,1	8,00
90/130	2200	4,0	6,3/7,6	7,80
130/200	1800	3,75	6,6/8,2	7,60
200/300	1400	3,7	6,7/8,2	7,10
Высокопористый на БНД марки:				
40/60	3000	4,3	5,9/7,1	5,50/6,50**
60/90	2100	4,0	6,3/7,6	5,65/6,20
90/130	1700	3,8	6,5/7,9	5,50/-
Холодные асфальтобетоны:				
Бх	2600	3,0	8,0/10,3	4,90
Вх	2200	2,5	9,8/13,4	4,60
Гх	1800	2,0	13,2/19,5	4,20
Дх	1500	2,0	13,2/19,5	3,90

Примечание.

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

**для песчаного асфальтобетона.

6.8 Теплофизические характеристики материалов конструктивных слоёв

Теплофизические характеристики материалов конструктивных слоёв, необходимые для расчёта дорожных одежд на сдвиг в слабосвязных слоях, приведены в табл. 6.15. Более полный список приведён в ОДН 218.046, табл. П.5.1.

Таблица 6.15 – Теплофизические характеристики дорожно-строительных материалов

№ п/п	Материал, грунт	Плотность ρ , кг/м ³	Удельный вес, γ , кг/см ³
1	Асфальтобетон горячий плотный	2400	0,0024
2	То же, пористый	2300	0,0023
3	То же, высокопористый, в том числе битумопесчаная смесь (ТУ 218 РСФСР)	2200-1900	0,0022-0,0019
4	Гравий (щебень) с лёгкими заполнителями, обработанные вязким битумом	2000	0,002
5	Супесь, укрепленная 10 %-ной эмульсией	1700-1900	0,0017-0,0019
7	Песок равномерный, укрепленный 10 % 6-10 % цемента	2100	0,0021
8	Песок мелкий, одномерный, укрепленный 10 % цемента	2100	0,0021
9	Суглинок, укрепленный 6-12 % цемента	1750-1900	0,00175-0,0019
10	Супесь, укрепленная 8-10 % цемента	1700-1900	0,0017-0,0019
11	Щебень из гранита	1800	0,0018
12	Щебень из известняка	1600	0,0016
13	Гравий	1800	0,0018
14	Песок крупный	2000	0,002
15	Песок средней крупности	1950	0,00195
16	Песок мелкий	1850	0,00185
17	Песок пылеватый	1750	0,00175
18	Супесь	2100	0,0021
19	Суглинок и глина	2000	0,002
20	Лёссы	1500	0,0015
21	Гравийно-песчаная смесь	2000	0,002
22	Гравийно-песчаная смесь, укрепленная 10 % цемента	2000	0,002

Пример 6.1. Характеристики материалов для капитальной дорожной одежды

Требуется запроектировать дорожную одежду капитального типа при следующих исходных данных:

- дорога располагается во II дорожно-климатической зоне, в центральной части Красноярского края, относящейся к равнинным районам;
- категория автомобильной дороги – I;
- Коэффициент надёжности – 0,95;
- число приложений нормативной нагрузки $\Sigma N_p = 12256700$ груз. ед;

- грунт рабочего слоя земляного полотна – супесь пылеватая относится к сильнопучинистым грунтам;
- коэффициент уплотнения – 1,01;
- обочины укреплены щебнем на 2/3 своей ширины;
- схема увлажнения рабочего слоя земляного полотна – 1;
- грунтовые воды залегают глубоко (более 4 м).

Предварительная конструкция дорожной одежды приведена в табл. 6.1.

Определим характеристики подстилающего слоя – верхнего слоя земляного полотна.

Предварительная толщина конструкции дорожной одежды составляет 1,13 м, поэтому расчётную влажность грунта земляного полотна принимаем по формуле (6.1).

Среднее многолетнее значение относительной влажности $\bar{W}_{\text{таб}}$, определяем по табл. 6.3. Для II-й климатической зоны, 1-й подзоны и 1-й схемы увлажнения супесь пылеватая имеет влажность $\bar{W}_{\text{таб}} = 0,7$.

Так как район проектирования относится к равнинным, то согласно табл. 6.4 поправка на особенности рельефа территории $\Delta_1=0,0$. С учётом того, что обочины на 2/3 укреплены щебнем, для II дорожно-климатической зоны и 1-й схемы увлажнения $\Delta_2=0,02$ (табл. 6.5).

Поправка $\Delta_3=0$, так как исходная относительная влажность 0,7 (рис. 6.2).

Коэффициент нормированного отклонения $t = 1,71$ при $K_H=0,95$ (табл. 6.6).

Тогда

$$W_p = (\bar{W}_{\text{таб}} + \Delta_1 - \Delta_2)(1 + 0,1t) - \Delta_3 = (0,7 + 0 - 0,02)(1 + 0,1 \cdot 1,71) - 0 = 0,8.$$

При таком значении влажности согласно табл. 6.2 модуль упругости $E_H=32$ МПа. Для $W_p=0,8W_T$ и числе приложений кратковременной нагрузки $\Sigma N_p=12256700$ груз. ед., угол внутреннего трения $\varphi = 12^\circ$ и сцепление $c_N = 0,003$ МПа (табл. 6.7). При статическом воздействии ($\Sigma N_p=1$) угол внутреннего трения $\varphi_{\text{ст}} = 34^\circ$.

Модуль упругости песка крупного принимаем по табл. 6.2. ($E=130$ МПа). При числе приложений кратковременной нагрузки $\Sigma N_p=12256700$ груз. ед., угол внутреннего трения $\varphi = 28^\circ$ и сцепление $c_N = 0,003$ МПа (табл. 6.8). При статическом воздействии ($\Sigma N_p=1$) угол внутреннего трения $\varphi_{\text{ст}} = 34^\circ$.

Модуль упругости для щебёночно-гравийно-грунтовой смеси принимаем по табл. 6.11. Модули упругости для чёрного щебня принимаем по табл. 6.10. Так как чёрный щебень уложен в основании, то принимаем меньшее число – 600 МПа.

Модули упругости для асфальтобетонных слоёв. При расчёте на упругий прогиб принимаем модуль упругости для битума БНД 90/130 при $t = +10^{\circ}\text{C}$ по табл. 6.13. Он составит 2400 МПа для плотного асфальтобетона и 1400 для пористого асфальтобетона. При расчёте по условию сдвига в слабосвязных слоях принимаем модуль упругости для битума БНД 90/130 при $t = +20^{\circ}\text{C}$ по табл. 6.13. Он составит 1200 МПа для плотного асфальтобетона и 800 для пористого асфальтобетона. При расчёте на изгиб монолитных слоёв принимаем данные из табл. 6.14. Данные внесены в табл. 6.1.

Источники информации

1. ОДН 218.046-01 Отраслевые дорожные нормы. Проектирование нежестких дорожных одежд. – М, 2001. – 99 с.
2. Проектирование городских улиц и дорог: учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / сост. В.И. Жуков, С.В. Копылов; под ред. В.И. Жукова. – Электрон. дан. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2014. – 80 с.
3. СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуал. редакция СНиП 2.05.02-85* / Мин-во регионального развития Российской Федерации. – М., 2013. – 139 с.
4. ГОСТ 9128-2013 Смеси асфальтобетонные, полимерасфальтобетонные, асфальтобетон, полимерасфальтобетон для автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия. – М., ФГУП «Стандартинформ», 2014. – 54 с.
5. ГОСТ 25607-2009 Смеси щебёночно-гравийно-песчаные для покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия.
6. ГОСТ 8736-2014 Песок для строительных работ. Технические условия.
7. ГОСТ 32960-2014. Дороги автомобильные общего пользования. Нормативные нагрузки, расчётные схемы нагружения / М.: ФГУП «Стандартинформ», 2016. – 8 с.
8. ГОСТ Р 27.002-2009 Надёжность в технике. Термины и определения.
9. Строительный справочник [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://spravkidoc.ru/strojka/normativnaya-glubina-promerzaniya-grunta-dlya-gorodov-rossii.html>