

Теплофизические свойства грунтов

1. Теплофизические характеристики грунта (теплопроводность l и объемная теплоемкость C) определяют опытным путем в соответствии с ГОСТ 26263-84.

2. При расчетах температурного состояния сооружений II - IV классов и их оснований, а также при выполнении предварительных теплотехнических расчетов расчетные значения теплофизических характеристик талых и мерзлых песков, супесей, суглинков, глин, заторфованных грунтов и торфа допускается принимать по табл. 3 обязательного приложения 1 СНиП 2.02.04-88.

3. Для супесчано-суглинистых грунтов, укладываемых в противофильтрационные устройства плотин, рекомендуется принимать расчетные значения теплофизических характеристик при аналогичных по плотности и влажности величинах по табл. 3 приложения 1 СНиП 2.02.04-88, а для больших значений плотности уложенного грунта и оптимальных влажностей - по табл. 1 настоящего СНиП.

4. Расчетные значения теплофизических характеристик дресвяно-щебенистых грунтов с супесчано-суглинистым заполнителем, грунтовых смесей с содержанием крупных фракций (диаметром более 2 мм) $P_k = 0,1-1,0$ и супесчано-суглинистых грунтов с содержанием крупнообло-мочных включений $P_k > 0,1$ по массе допускается принимать по табл. 2 настоящего приложения.

5. Для засоленных хлоридами Na и Ca искусственных грунтов и грунтовых смесей, используемых для укладки в тело плотины, теплофизические характеристики рекомендуется определять по табл. 3 настоящего приложения.

Таблица 1

Грунты							
талый				мерзлый			
плотность (сухого грунта) r_{df} , т/м ³	суммарная влажность W_{tot} , доли единицы	теплопроводность, l_{th} Вт/(м×°С) [ккал/(м×ч×°С)]	теплоемкость C_{th} Дж/(м ³ ×°С)10 ⁻⁶ [ккал/(м ³ ×°С)]	плотность (сухого грунта) r_{df} , т/м ³	суммарная влажность W_{tot} , доли единицы	теплопроводность, l_{th} Вт/(м×°С) [ккал/(м×ч×°С)]	теплоемкость C_{th} Дж/(м ³ ×°С) 10 ⁻⁶ [ккал/(м ³ ×°С)]
-	-	-	-	1,7	0,03	0,56 (0,51)	1,35 (320)
1,8	0,02	0,47 (0,41)	1,40 (330)	-	-	-	-
2,2	0,03	1,13 (0,98)	2,30 (550)	2,2	0,03	1,14 (0,98)	2,05 (490)
-	-	-	-	1,6	0,06	0,52 (0,44)	1,35 (320)
1,9	0,08	1,13 (0,98)	2,15(510)	1,9	0,07	0,92 (0,79)	2,20 (525)
2,1	0,08	1,18 (1,02)	2,50 (595)	2,1	0,08	1,26 (1,08)	2,25 (535)
2,2	0,07	1,87 (1,61)	2,50 (595)	2,2	0,07	1,09 (0,94)	1,80 (420)
1,6	0,12	0,63 (0,54)	2,05 (490)	1,6	0,11	0,54 (0,49)	1,80 (420)
1,8	0,12	0,85 (0,73)	2,30 (550)	1,8	0,12	0,78 (0,67)	2,20 (525)
2,2	0,12	1,55 (1,33)	3,00 (715)	2,2	0,13	0,84 (0,72)	2,75 (655)
1,6	0,13	0,68 (0,58)	2,15 (510)	1,6	0,13	0,76 (0,66)	1,75 (420)
1,8	0,13	1,02 (0,87)	2,30 (550)	1,8	0,13	1,12 (0,97)	2,35 (560)
2,0	0,13	1,31 (1,12)	3,05 (725)	2,0	0,13	1,37 (1,14)	2,55 (610)
1,6	0,19	1,09 (0,93)	2,80 (665)	1,6	0,19	1,09 (0,94)	2,25 (535)
1,8	0,19	1,31 (1,13)	3,00 (715)	1,8	0,19	1,20 (1,03)	2,30 (550)
1,9	0,19	1,82 (1,39)	3,20 (760)	1,9	0,19	1,35 (1,16)	2,70 (645)
1,6	0,23	1,21 (1,04)	3,15 (750)	1,6	0,24	1,05 (0,91)	2,30 (550)
1,8	0,24	1,56 (1,35)	3,35 (795)	1,8	0,24	1,20 (1,03)	2,35 (560)

Таблица 2

Содержание крупных фракций $d > 2$ мм, r_k доли единицы	Плотность сухого грунта r , т/м ³	Суммарная влажность грунта W_{tot} доли единицы	теплопроводность грунта, Вт/(м×°С) [ккал/(м×ч×°С)]		Объемная теплоемкость грунта Дж/(м ³ ×°С)10 ⁻⁶ [ккал/(м ³ ×°С)]	
			l_{th}	l_f	C_{th}	C_f

0,10	1,60	0,04	0,40 (0,34)	0,48 (0,41)	1,53 (365)	1,03 (244)
	1,60	0,08	0,63 (0,55)	0,63 (0,54)	1,86 (444)	1,59 (380)
	1,60	0,13	0,88 (0,76)	0,74 (0,64)	2,37 (565)	1,60 (380)
	1,60	0,16	1,19(1,02)	1,26 (1,09)	2,54 (605)	1,95 (465)
	1,60	0,21	1,20 (1,03)	1,28 (1,10)	3,32 (790)	2,30 (550)
0,20	1,60	0,12	0,83 (0,72)	0,77 (0,66)	2,32 (550)	1,51 (360)
	1,60	0,16	0,88 (0,76)	1,04 (0,90)	2,42 (580)	1,93 (460)
	1,60	0,21	1,11 (0,96)	1,27 (1,09)	3,10 (740)	1,97 (470)
0,30	1,60	0,05	0,44 (0,38)	0,38 (0,33)	1,60 (380)	0,87 (205)
	1,60	0,08	0,65 (0,56)	0,59 (0,51)	2,05 (485)	1,40 (340)
	1,60	0,14	0,81 (0,70)	-	2,25 (535)	-
	1,60	0,22	1,08 (0,93)	-	2,80 (660)	-
0,45	1,60	0,04	0,36 (0,31)	0,33 (0,28)	1,38 (330)	1,21 (290)
	1,60	0,12	0,65 (0,56)	0,72 (0,62)	2,18 (520)	1,48 (350)
	1,60	0,16	0,81 (0,70)	0,76 (0,66)	2,18 (520)	1,64 (390)
	1,80	0,20	1,13 (0,97)	1,13 (0,97)	3,18 (760)	2,43 (580)
0,60	1,60	0,12	0,80 (0,69)	0,85 (0,73)	2,13 (730)	1,42 (340)
	2,00	0,16	1,63 (1,41)	1,66 (1,43)	2,66 (635)	2,27 (540)
	1,80	0,20	1,70 (1,47)	1,64 (1,41)	3,18 (760)	2,50 (600)
0,70	1,70	0,04	0,37 (0,32)	0,55 (0,77)	1,63 (390)	1,16 (280)
	1,60	0,08	0,49 (0,42)	0,65 (0,56)	1,87 (445)	1,59 (380)
	1,60	0,12	0,92 (0,79)	0,77 (0,66)	2,11 (500)	1,61 (385)
	1,85	0,16	1,51 (1,30)	1,45 (1,25)	2,50 (600)	2,10 (500)
	1,85	0,17	1,63 (1,41)	1,70 (1,74)	3,01 (720)	2,38 (550)
0,85	1,60	0,04	0,36 (0,31)	0,41 (0,35)	1,44 (345)	0,93 (220)
	1,60	0,09	0,71 (0,61)	0,59 (0,51)	1,91 (450)	1,53 (364)
	1,70	0,12	1,00 (0,86)	0,97 (0,84)	2,25 (540)	1,35 (321)
	1,85	0,16	1,77 (1,53)	-	2,74 (650)	2,31 (550)
	1,80	0,17	1,80 (1,55)	1,51 (1,30)	3,11 (740)	2,23 (530)
1,00	1,60	0,04	0,42 (0,36)	0,42 (0,36)	1,50 (360)	0,88 (210)
	1,60	0,09	0,88 (0,76)	0,80 (0,69)	1,98 (470)	1,47 (350)
	1,60	0,12	1,01 (0,87)	1,05 (0,91)	2,09 (500)	1,60 (380)
	1,60	0,16	1,07 (0,92)	1,49 (1,28)	2,28 (540)	2,12 (510)

	1,60	0,21	1,35(1,16)	1,64(1,40)	2,88 (690)	2,10 (500)
--	------	------	------------	------------	------------	------------

Обозначения, принятые в таблице.

I_{th} ; I_f - теплопроводность соответственно талого и мерзлого грунтов;

C_{th} ; C_f - объемная теплоемкость соответственно талого и мерзлого грунтов.

Таблица 3

Концентрация порового раствора K , т/м ³	Плотность сухого грунта r , т/м ³	Суммарная влажность грунта W_{tot} доли	теплопроводность грунта, Вт/(м×°С) [ккал/(м×ч×°С)]		Объемная теплоемкость грунта Дж/(м ³ ×°С)10 ⁻⁶ [ккал/(м ³ ×°С)]	
			I_{th}	I_f	C_{th}	C_f

А. Засоление хлоридами Na

0,04	1,55	0,13	0,90(0,78)	0,70(0,60)	2,45(580)	1,55(370)
	1,80	0,13	0,99(0,85)	0,86(0,74)	2,95(700)	1,80(430)
	1,90	0,13	1,20(1,03)	1,06(0,91)	3,20(760)	2,05(490)
	1,60	0,19	1,08(0,93)	1,12(0,97)	2,50(595)	2,50(595)
	1,80	0,19	1,27(1,09)	1,04(0,90)	2,95(702)	2,80(665)
	1,95	0,19	1,43(1,23)	1,24(1,07)	3,30(785)	3,00(715)
	1,60	0,22	1,19(1,03)	1,24(1,07)	2,65(630)	2,60(705)
	1,80	0,22	1,44(1,24)	1,26(1,08)	3,35(800)	2,40(570)
	1,55	0,26	1,28(1,10)	1,15(1,03)	3,10(740)	2,95(705)
	0,16	1,60	0,13	0,97(0,84)	0,78(0,67)	2,25(535)
1,80		0,13	1,14(0,98)	1,04(0,89)	2,85(680)	4,25(1015)
2,00		0,13	1,40(1,21)	1,28(1,10)	2,30(550)	4,45(1060)
1,60		0,17	1,00(0,86)	0,83(0,72)	2,35(560)	3,30(785)
1,85		0,17	1,19(1,03)	1,01(0,87)	2,70(645)	4,60(1100)
1,95		0,17	1,51(1,30)	1,00(0,86)	3,00(715)	4,55(1085)
1,60		0,21	1,16(1,00)	1,02(0,88)	2,70(645)	4,10(975)
1,70		0,20	1,27(1,09)	1,43(1,23)	2,85(680)	4,35(1035)5,70(1360)
1,80		0,20	1,55(1,34)	1,28(1,10)	3,10(740)	4,45(1060)
1,60		0,25	1,24(1,07)	1,16(1,00)	2,80(665)	
0,26	1,60	0,13	0,86(0,74)	0,91(0,79)	2,15(510)	1,95(465)

	1,80	0,13	1,08(0,93)	0,92(0,80)	2,50(595)	1,95(465)
	2,00	0,13	1,27(1,09)	1,16(1,00)	2,85(680)	2,10(500)
	1,60	0,17	0,93(0,80)	0,72(0,62)	2,35(560)	1,70(405)
	1,80	0,16	1,12(0,97)	1,05(0,91)	2,70(645)	2,30(550)
	2,00	0,17	1,38(1,18)	1,06(0,92)	3,05(730)	2,35(560)
	1,60	0,19	1,01(0,87)	1,01(0,87)	2,65(630)	2,05(490)
	1,80	0,19	1,30(1,12)	1,11(0,96)	3,05(730)	2,20(525)
	1,60	0,21	1,21(1,04)	0,94(0,81)	2,85(680)	2,75(655)

Б. Засоление хлоридами Са

0,05	1,70	0,13	0,95(0,82)	0,92(0,79)	2,65(630)	1,95(465)
	1,80	0,13	0,88(0,76)	0,93(0,80)	2,75(655)	2,05(490)
	2,00	0,13	1,44(1,24)	1,20(1,03)	2,75(655)	2,25(535)
	1,60	0,17	0,98(0,85)	1,00(0,86)	2,65(630)	2,35(560)
	1,80	0,17	1,29(1,11)	1,14(0,98)	3,05(725)	2,50(595)
	2,00	0,17	1,42(1,22)	1,24(1,07)	3,15(750)	2,95(700)
	1,50	0,22	0,86(0,75)	0,94(0,81)	2,55(610)	2,35(560)
	1,60	0,23	0,99(0,85)	1,04(0,90)	3,05(730)	2,75(655)
	1,80	0,22	1,24(1,07)	1,64(1,41)	3,15(750)	2,70(645)
0,12	1,60	0,13	0,55(0,47)	0,54(0,47)	2,85(680)	2,20(525)
	1,90	0,13	1,45(1,25)	1,07(0,92)	2,95(705)	3,30(785)
	2,00	0,13	1,55(1,34)	1,13(0,97)	3,05(725)	3,70(880)
	1,60	0,15	0,84(0,72)	0,73(0,63)	2,55(610)	2,95(700)
	1,80	0,15	1,45(1,25)	0,92(0,79)	2,95(705)	3,25(775)
	2,00	0,15	1,59(1,37)	0,94(0,81)	3,20 (760)	3,85 (915)
	1,60	0,21	0,90(0,78)	1,16(1,00)	2,75 (665)	3,90 (930)
	1,80	0,21	1,36(1,17)	0,91(0,79)	2,88 (690)	3,90 (930)
0,27	1,55	0,12	0,70 (0,60)	0,64 (0,55)	2,10 (500)	1,50 (360)
	1,80	0,12	0,81 (0,70)	0,98 (0,84)	2,30 (550)	1,95 (465)
	2,00	0,12	1,20 (1,03)	1,15 (0,99)	2,40 (570)	2,05 (490)
	1,60	0,15	0,90 (0,78)	0,79 (0,68)	2,20 (525)	1,90 (450)

	1,80	0,15	1,18 (1,02)	0,91 (0,78)	2,60 (620)	1,91 (455)
	2,00	0,15	1,21 (1,04)	0,94 (0,81)	2,80 (665)	2,15 (510)
0,39	1,60	0,11	0,71 (0,61)	0,63 (0,54)	2,30 (545)	1,55 (370)
	1,90	0,11	1,21 (1,04)	1,12 (0,96)	2,50 (595)	2,05 (490)
	2,00	0,11	1,34 (1,16)	1,19 (1,03)	2,55 (610)	2,05 (490)
	1,60	0,13	0,97 (0,84)	0,70 (0,60)	2,35 (560)	1,90 (450)
	1,75	0,13	1,06 (0,91)	0,90 (0,78)	2,40 (570)	2,10 (500)
	2,00	0,13	1,33 (1,15)	0,93 (0,80)	2,75 (655)	2,20 (525)
	1,60	0,16	0,72 (0,62)	0,47 (0,41)	2,65 (630)	1,50 (360)
	1,80	0,16	1,12 (0,96)	1,02 (0,87)	2,70 (645)	2,05 (490)
	2,00	0,16	1,35 (1,16)	1,12 (0,96)	2,90 (690)	2,50 (595)
	1,60	0,18	1,08 (0,93)	0,71 (0,61)	2,65 (630)	1,90 (450)
	1,80	0,18	1,35 (1,16)	0,99 (0,85)	3,10 (740)	2,85 (680)

Обозначения, принятые в таблице.

λ_{th} ; λ_f - теплопроводность соответственно талого и мерзлого грунтов;

C_{th} ; C_f - объемная теплоемкость соответственно талого и мерзлого грунтов.