

СООРУЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

5.3.9. При симметричном нагружении (рисунок 4) изгибающий момент в нижнем узле тоннеля M_1 с шарнирным опиранием плит перекрытия следует определять по формуле

$$M_1 = -\frac{1}{1+k} \left[(p_{k1}v_3 + p_{k2}v_4)h^2 + N_1bk \frac{\psi_N}{\psi_M} \right], \quad (15)$$

где k - коэффициент, учитывающий изменение момента в нижнем узле за счет его поворота:

$$k = \frac{3E_b I_v}{\pi E b^2 h} \psi_M; \quad (16)$$

N_1 - нормальная сила (рисунок 4, а);

ψ_N, ψ_M - коэффициенты, определяемые по формулам:

$$\psi_N = 0,3(6 + 0,1\alpha_v); \quad (17)$$

$$\psi_M = 0,2(100 + \alpha_v), \quad (18)$$

здесь α_v - показатель гибкости днища:

$$\alpha_v = \pi \cdot E \cdot b^3 / E_b \cdot I_v. \quad (19)$$

В формулах (15) - (19) приняты следующие обозначения:

I_v - момент инерции 1 м сечения днища;

E - модуль деформации грунта основания;

v_3, v_4 - коэффициенты, учитывающие изменение толщины стены по высоте и принимаемые по таблице 4 в зависимости от толщины стены в верхней t_1 и нижней t_2 частях тоннеля.

Таблица 4

t_1/t_2	1,0	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3
v_3	0,0583	0,0683	0,0753	0,0813	0,0883	0,0993
v_4	0,0667	0,0747	0,0747	0,0837	0,0907	0,0977

Усилия в стене следует определять как для балки, лежащей на двух опорах, с нагрузками p_{h1}, p_{h2} , реакцией на верхней опоре (распорке) R_1 и опорным моментом на нижней опоре M_1 .

Усилие в верхней распорке R_1 определяется по формуле

$$R_1 = -(2p_{h1} + p_{h2}) \frac{h}{6} - \frac{M_1}{h}. \quad (20)$$

Усилия в днище следует определять как для балки, лежащей на упругом основании с модулем деформации E и нагруженной симметричными силами N_1 и моментами M_1 (см. рисунок 4, а).

5.3.10. При одностороннем нагружении горизонтальными нагрузками p_{h3} , p_{h4} (рисунок 4, б) момент в нижнем левом углу тоннеля определяется по формуле

$$M_2 = -h^2 (p_{h3}v_3 + p_{h4}v_4) \frac{1+4k_1}{1+k+k_1}, \quad (21)$$

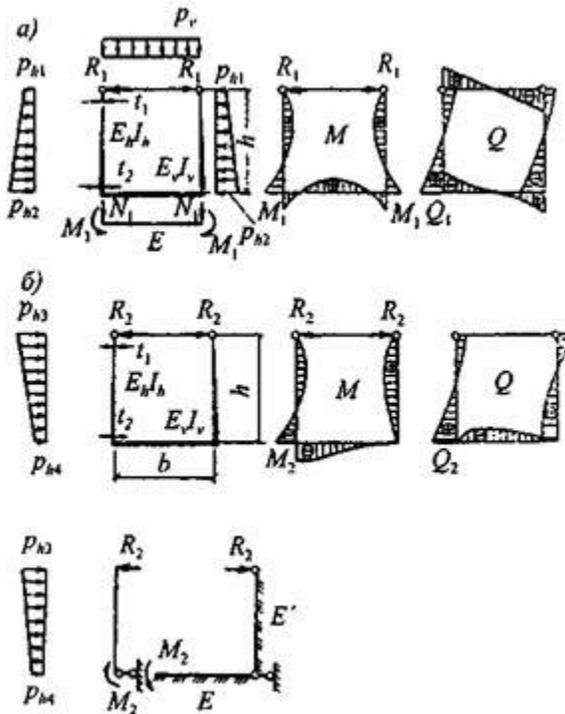
где k_1 - коэффициент, учитывающий изменение момента в нижнем узле за счет смещения перекрытия:

$$k_1 = 6E_p I_h / E' h^3, \quad (22)$$

E' - определяется по формуле (6).

Остальные обозначения те же, что в формуле (15).

Усилие в верхней распорке R_2 определяется по формуле (20).



а - симметричное нагружение; б - одностороннее нагружение

Рисунок 4 - Расчетная схема тоннеля с шарнирами в уровне плит перекрытия

Горизонтальное смещение тоннеля понизу и момент в правом нижнем узле тоннеля ввиду их малой величины принимают равными нулю.

Усилия в нагруженной (левой) стене определяются аналогично усилиям в стене от симметричной нагрузки. Усилия в днище определяются аналогично усилиям от симметричной нагрузки, но с приложением одностороннего момента M_2 (см. рисунок 4).

Усилия в незагруженной, отпорной (правой) стене определяются как для балки, лежащей на упругом основании с модулем деформации грунта E' и имеющей несмещаемую горизонтальную опору в уровне днища и нагруженную на верхнем конце силой R_2 .

5.3.11. При заглублении верха тоннеля от поверхности грунта более чем на 2 м, а также при временной нагрузке, расположенной на поверхности, интенсивностью $q \leq$

9,81 кПа (1 тс/м²) независимо от глубины заложения расчет тоннелей допускается производить только на симметричное загрузке полной нагрузкой.

5.3.12. Расчетные усилия в замкнутых тоннелях и каналах с шарнирными узлами посередине стены должны определяться с учетом изменений расчетных усилий (моментов и поперечных сил), вызванных взаимодействием конструкций с грунтом.

5.3.13. Тоннели и каналы, заложенные ниже прогнозируемого уровня грунтовых вод, следует рассчитывать на возможность всплытия от расчетных нагрузок по формуле

$$\frac{\Sigma G}{A h_w \gamma_w} \geq \gamma_f, \quad (23)$$

где ΣG - сумма всех постоянных вертикальных расчетных нагрузок с минимальными коэффициентами надежности по нагрузке, действующих на длину одного метра тоннеля или канала;

A - площадь подошвы тоннеля или канала на длину одного метра;

h_w - расстояние от уровня грунтовых вод до подошвы тоннеля или канала (без учета бетонной подготовки);

γ_w - удельный вес воды, равный 1;

γ_f - коэффициент надежности по нагрузке, принимаемый равным 1,2.

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И
ПРОЕКТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ
ГОССТРОЯ СССР

РУКОВОДСТВО

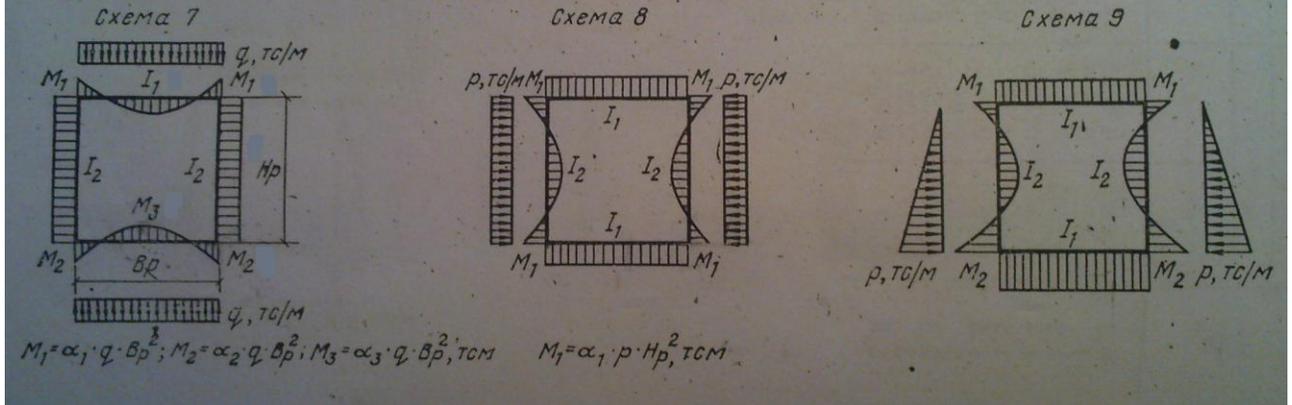
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ
КОММУНИКАЦИОННЫХ
ТОННЕЛЕЙ
И КАНАЛОВ



МОСКВА СТРОИИЗДАТ 1979

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Моменты в тоннелях с жесткими узлами



Продолжение

$\frac{B_p}{H_p}$	Схема 7				Схема 8				Схема 9			
	a_1 при I_1/I_2		a_2 при I_1/I_2		a_3 при I_1/I_2		a_1 при I_1/I_2		a_1 при I_1/I_2		a_2 при I_1/I_2	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
0,8	0,037	0,0238	0,037	0,0238	0,088	0,101	0,0464	0,0596	0,0208	0,026	0,0256	0,0336
1	0,0416	0,0276	0,0416	0,0276	0,083	0,0972	0,0416	0,0556	0,0188	0,0244	0,0228	0,0312
1,2	0,0456	0,0314	0,0456	0,0314	0,079	0,0939	0,0380	0,052	0,0172	0,0232	0,0208	0,0292
1,4	0,0486	0,0343	0,0486	0,0343	0,076	0,0906	0,0348	0,0492	0,0156	0,022	0,0188	0,0272
1,6	0,0512	0,037	0,0512	0,037	0,074	0,088	0,0322	0,0464	0,0144	0,0208	0,0176	0,0256
1,8	0,0536	0,0395	0,0536	0,0395	0,0715	0,086	0,0296	0,044	0,0136	0,0196	0,016	0,0243
2	0,0556	0,0417	0,0556	0,0417	0,069	0,083	0,0276	0,0416	0,0128	0,0188	0,0152	0,0228

**ВЫДЕРЖКА ИЗ ПОСОБИЯ
по проектированию оснований зданий и сооружений
(к СНиП 2.02.01-83)**

Таблица 26 (1 прил. 1)

Нормативные значения удельного сцепления c_n , кПа (кгс/см²), угла внутреннего трения φ_n , град, и модуля деформации E , МПа (кгс/см²), песчаных грунтов четвертичных отложений

Наименование песчаных грунтов	Обозначения характеристик грунтов	Характеристики грунтов при коэффициенте пористости e , равном			
		0,45	0,55	0,65	0,75
Гравелистые и крупные	c_n	2(0,02)	1(0,01)	-	-

	φ_n	43	40	38	-
	E	50(500)	40 (400)	30(300)	-
<i>Средней крупности</i>	c_n	3(0,03)	2(0,02)	1(0,01)	-
	φ_n	40	38	35	-
	E	50(500)	40 (400)	30(300)	-
<i>Мелкие</i>	c_n	6(0,06)	4(0,04)	2(0,02)	-
	φ_n	38	36	32	28
	E	48(480)	38 (380)	28(280)	18(180)
<i>Пылеватые</i>	c_n	8(0,08)	6(0,06)	4(0,04)	2(0,02)
	φ_n	36	34	30	26
	E	39(390)	28 (280)	18(180)	11(110)

Таблица 27 (2 прил.1)

**Нормативные значения удельного сцепления c_n , кПа (кгс/см²), угла внутреннего трения φ_n , град, пылевато-глинистых
нелессовых грунтов четвертичных отложений**

Наименование грунтов и пределы нормативных значений их показателя текучести		Обозначения характеристик грунтов	Характеристики грунтов при коэффициенте пористости e , равном						
			0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05
Супеси	$0 \leq I_L \leq 0,25$	c_n	21(0,21)	17(0,17)	15(0,15)	13(0,13)	-	-	-
		φ_n	30	29	27	24	-	-	-
	$0,25 < I_L \leq 0,75$	c_n	19(0,19)	15(0,15)	13(0,13)	11(0,11)	9(0,09)	-	-
		φ_n	28	26	24	21	18	-	-
Суглинки	$0 \leq I_L \leq 0,25$	c_n	47(0,47)	37(0,37)	31(0,31)	25(0,25)	22(0,22)	19(0,19)	-
		φ_n	26	25	24	23	22	20	-
	$0,25 < I_L \leq 0,5$	c_n	39(0,39)	34(0,34)	28(0,28)	23(0,23)	18(0,18)	15(0,15)	-
		φ_n	24	23	22	21	19	17	-
	$0,5 < I_L \leq 0,75$	c_n	-	-	25(0,25)	20(0,20)	16(0,16)	14(0,14)	12(0,12)
		φ_n	-	-	19	18	16	14	12
Глины	$0 \leq I_L \leq 0,25$	c_n	-	81(0,81)	68(0,68)	54(0,54)	47(0,47)	41(0,41)	36(0,36)
		φ_n	-	21	20	19	18	16	14
	$0,25 < I_L \leq 0,5$	c_n	-	-	57(0,57)	50(0,50)	43(0,43)	37(0,37)	32(0,32)
		φ_n	-	-	18	17	16	14	11
	$0,5 < I_L \leq 0,75$	c_n	-	-	45(0,45)	41(0,41)	36(0,36)	33(0,33)	29(0,29)
		φ_n	-	-	15	14	12	10	7

Таблица 28 (3 прил.1)

Нормативные значения модуля деформации пылевато-глинистых нелессовых грунтов

Происхождение и возраст грунтов		Наименование грунтов и пределы нормативных значений их показателя текучести		Модуль деформации грунтов E , МПа (кгс/см^2), при коэффициенте пористости e , равном												
				0,35	0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05	1,2	1,4	1,6		
Четвертичные отложения	Аллювиальные	Супеси	$0 \leq I_L \leq 0,75$	-	32(320)	24(240)	16(160)	10(100)	7(70)	-	-	-	-	-		
			Делювиальные Озерные	Суглинки	$0 \leq I_L \leq 0,25$	-	34(340)	27(270)	22(220)	17(170)	14(140)	11(110)	-	-	-	-
					$0,25 < I_L \leq 0,5$	-	32(320)	25(250)	19(190)	14(140)	11(110)	8(80)	-	-	-	-
	Озерно-аллювиальные	Глины	$0,5 < I_L \leq 0,75$	-	-	-	17(170)	12(120)	8(80)	6(60)	5(50)	-	-	-		
			$0 \leq I_L \leq 0,25$	-	-	28(280)	24(240)	21(210)	18(180)	15(150)	12(120)	-	-	-		
			$0,25 < I_L \leq 0,5$	-	-	-	21(210)	18(180)	15(150)	12(120)	9(90)	-	-	-		
	Флювиогляциальные	Суглинки	$0,5 < I_L \leq 0,75$	-	-	-	-	15(150)	12(120)	9(90)	7(70)	-	-	-		
			$0 \leq I_L \leq 0,75$	-	33(330)	24(240)	17(170)	11(110)	7(70)	-	-	-	-	-		
			$0 \leq I_L \leq 0,25$	-	40(400)	33(330)	27(270)	21(210)	-	-	-	-	-	-		
	Моренные	Суглинки	$0,25 \leq I_L \leq 0,5$	-	35(350)	28(280)	22(220)	17(170)	14(140)	-	-	-	-	-		
$0,5 < I_L \leq 0,75$			-	-	-	17(170)	13(130)	10(100)	7(70)	-	-	-	-			
$I_L \leq 0,5$			75(750)	55(550)	45(450)	-	-	-	-	-	-	-	-			
Юрские отложения оксфордского яруса	Глины	$-0,25 \leq I_L \leq 0$	-	-	-	-	-	-	27(270)	25(250)	22(220)	-	-			
		$0 < I_L \leq 0,25$	-	-	-	-	-	-	24(240)	22(220)	19(190)	15(150)	-			

		$0,25 < I_L \leq 0,5$	-	-	-	-	-	-	-	-	16(160)	12(120)	10(100)
--	--	-----------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---------	---------	---------

2.183(1 прил.3). Расчетные сопротивления грунтов основания R_0 , приведенные в табл.45-49(1-5 прил.3), предназначены для предварительного определения размеров фундаментов. Область применения значений R_0 и R'_0 для окончательного определения размеров фундаментов указана в п.2.182(2.42) для табл.45-47 (1-3 прил.3), в п.3.41(3.10) для табл.48 (4 прил.3), в п.8.28(8.4) для табл.49 (5 прил.3) и в п.11.5(11.5) для табл.50 (6 прил.3).

Таблица 45 (1 прил.3)

Расчетные сопротивления R_0 крупнообломочных грунтов

Крупнообломочные грунты	Значения R_0 , кПа (кгс/см ²)
<i>Галечниковые (щебенистые) с заполнителем:</i>	
<i>песчаным</i>	600 (6)
<i>пылеватоглинистым при показателе текучести:</i>	
$I_L \leq 0,5$	450 (4,5)
$0,5 < I_L \leq 0,75$	400 (4)
<i>Гравийные (дресвяные) с заполнителем:</i>	
<i>песчаным</i>	500 (5)
<i>пылеватоглинистым при показателе текучести:</i>	
$I_L \leq 0,5$	400 (4)
$0,5 < I_L \leq 0,75$	350 (3,5)

Таблица 46 (2 прил.3)

Расчетные сопротивления R_0 песчаных грунтов

Пески	Значения R_0 , кПа (кгс/см ²), в зависимости от плотности сложения песков	
	плотные	средней плотности
<i>Крупные</i>	600 (6)	500 (5)
<i>Средней крупности</i>	500 (5)	400 (4)
<i>Мелкие:</i>		
<i>маловлажные</i>	400 (4)	300 (3)
<i>влажные и насыщенные водой</i>	300 (3)	200 (2)
<i>Пылеватые:</i>		
<i>маловлажные</i>	300 (3)	250 (2,5)

влажные	200 (2)	150 (1,5)
насыщенные водой	150 (1,5)	100 (1)

Таблица 47 (3 прил.3)

Расчетные сопротивления R_0 пылевато-глинистых (непросадочных) грунтов

Пылевато-глинистые грунты	Коэффициент пористости e	Значение R_0 , кПа (кгс/см ²), при показателе текучести грунта	
		$I_L = 0$	$I_L = 1$
Супеси	0,5	300 (3)	300 (3)
	0,7	250 (2,5)	200 (2)
Суглинки	0,5	300 (3)	250 (2,5)
	0,7	250 (2,5)	180 (1,8)
	1,0	200 (2)	100 (1)
Глины	0,5	600 (6)	400 (4)
	0,6	500 (5)	300 (3)
	0,8	300 (3)	200 (2)
	1,1	250 (2,5)	100 (1)

Таблица 48 (4 прил.3)

Расчетные сопротивления R_0 просадочных грунтов

Грунты	R_0 кПа (кгс/см ²), грунтов			
	природного сложения с плотностью в сухом состоянии ρ_d , т/м ³		уплотненных с плотностью в сухом состоянии ρ_d , т/м ³	
	135	1,55	160	170
Супеси	300 (3)	350 (35)	200(2)	250(2,5)
	150(1,5)	180(1,8)		
Суглинки	350(35)	400 (4)	250(2,5)	300(3)
	180(1,8)	200(2)		

Примечание. В числителе приведены значения R_0 , относящиеся к незамоченным просадочным грунтам со степенью влажности $S_r \leq 0,5$; в знаменателе - значения R_0 , относящиеся к таким же грунтам с $S_r \geq 0,8$,

а также к замоченным просадочным грунтам.

Таблица 49 (5 прил.3)

Расчетные сопротивления R_0 насыпных грунтов

Характеристики насыпи	R_0 кПа (кгс/см^2)			
	Пески крупные средней крупности и мелкие шлаки и т.п. при степени влажности S_r		Пески пылеватые супеси суглинки глины золы и т.п. при степени влажности S_r	
	$S_r \leq 0,5$	$S_r \geq 0,8$	$S_r \leq 0,5$	$S_r \geq 0,8$
Насыпи планомерно возведенные с уплотнением	250 (2,5)	200 (2,0)	180 (1,8)	150 (1,5)
Отвалы грунтов и отходов производств с уплотнением	250 (2,5)	200 (2,0)	180 (1,8)	150 (1,5)
без уплотнения	180 (1,8)	150 (1,5)	120 (1,2)	100 (1,0)
Свалки грунтов и отходов производств с уплотнением	150 (1,5)	120 (1,2)	120 (1,2)	100 (1,0)
без уплотнения	120 (1,2)	100 (1,0)	100 (1,0)	80 (0,8)

Примечания: 1. Значения R_0 в настоящей таблице относятся к насыпным грунтам с содержанием органических веществ $I_{ом} \leq 0,1$.

2. Для несслежавшихся отвалов и свалок грунтов и отходов производств значения R_0 принимаются с коэффициентом 0,8.