

Расчет каналов

Рама ворот

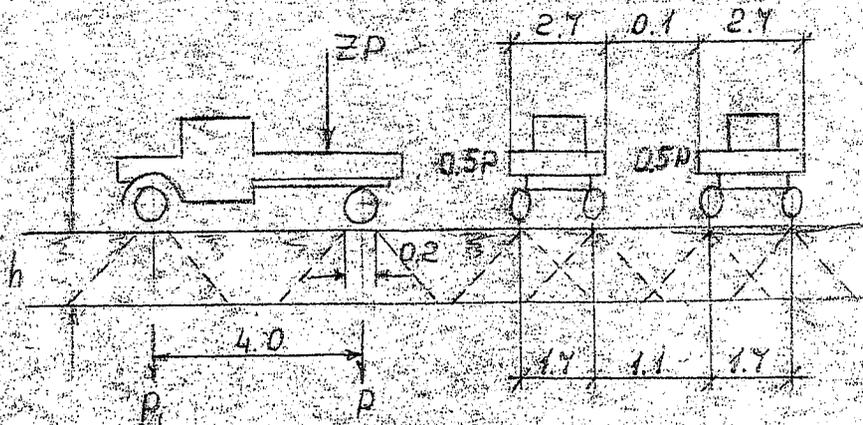


Таблица составлена по формуле

$$P = \frac{\Sigma P}{F}$$

P - интенсивность давления в т/м<sup>2</sup>

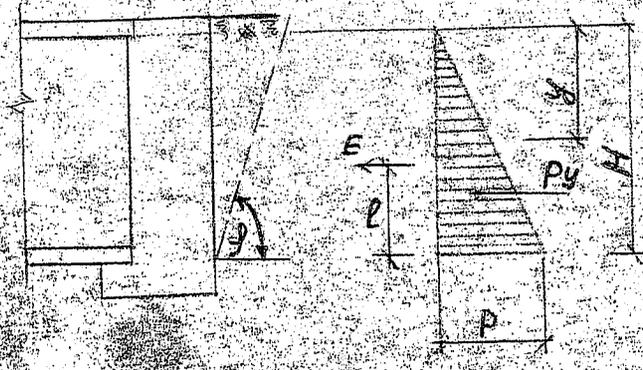
ΣP - суммарное давление колес в т

F - площадь распределенная давления в м<sup>2</sup> на глубине h

класс нагрузки	Н-13		Н-10		Н-8		
	УТЯЖ	НОРМ.	УТЯЖ	НОРМ.	УТЯЖ	НОРМ.	
основные показатели							
вес груз. авт. (т)	16.9	13.0	13.0	10.0	10.4	8.0	
давлен. на ось	задн.	12.35	9.1	9.5	7.0	5.6	
	пер.	4.55	3.9	3.5	3.0	2.8	2.4
ширина	задн. кол.	0.6	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3
	передн.	0.25	0.2	0.2	0.15	0.15	0.15

h м	рт/2 от одной машины (норм)			рт/2 от колонны машин (норм)			гусениц машин	
	Н-13	Н-10	Н-8	Н-13	Н-10	Н-8	Н-60	Н-30
0.4	3.80	3.18	2.55	3.96	3.18	2.55	3.45	2.41
0.5	2.71	2.24	1.79	3.04	2.43	1.95	2.94	2.00
0.6	2.03	1.67	1.34	2.41	1.92	1.54	2.54	1.70
0.7	1.62	1.29	1.03	1.80	1.57	1.25	2.24	1.47
0.8	1.38	1.08	0.85	1.70	1.22	0.98	1.98	1.28
0.9	1.17	0.92	0.74	1.36	1.06	0.85	1.77	1.13
1.0	1.01	0.80	0.64	1.20	0.94	0.75	1.62	1.00
1.1	0.88	0.69	0.55	1.07	0.83	0.67	1.52	0.93
1.2	0.78	0.61	0.49	0.96	0.75	0.60	1.42	0.87
1.3	0.69	0.54	0.43	0.87	0.68	0.54	1.34	0.81
1.4	0.62	0.49	0.39	0.79	0.62	0.49	1.26	0.76
1.5	0.56	0.44	0.35	0.72	0.56	0.45	1.19	0.71
1.6	0.51	0.40	0.32	0.66	0.52	0.41	1.13	0.67
1.7	0.46	0.36	0.29	0.61	0.47	0.39	1.07	0.63
1.8	0.42	0.39	0.24	0.56	0.44	0.35	1.01	0.60
1.9	0.39	0.30	0.22	0.52	0.41	0.33	0.96	0.57
2.0	0.30	0.28	0.21	0.49	0.38	0.30	0.92	0.34

Засыпка в уровень с перекрытием



$$P_y = \gamma y \operatorname{tg}^2 \left( 45 - \frac{\varphi}{2} \right) = \gamma y K$$

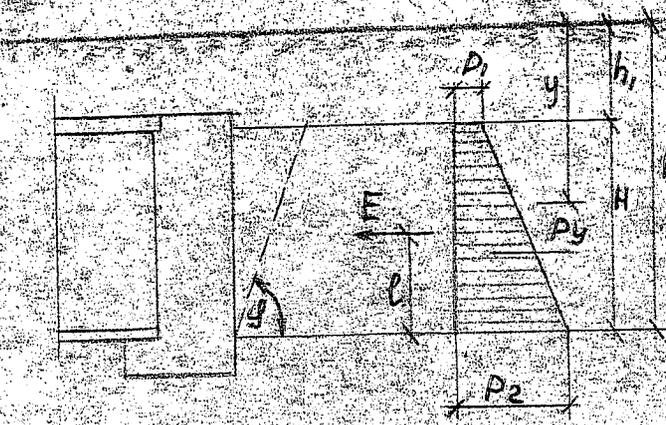
при  $y = H$ ;  $P = \gamma H K$

$$E = 0.5 H P$$

$$l = \frac{1}{3} H$$

коэффициент  $K$  см. на листе 5

Засыпка над перекрытием



$$P_y = \gamma y \operatorname{tg}^2 \left( 45 - \frac{\varphi}{2} \right) = \gamma y K$$

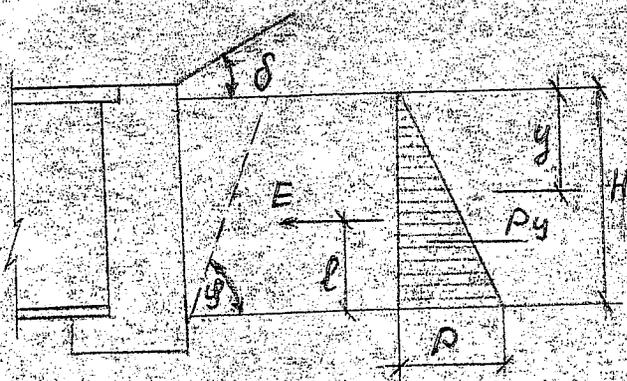
при  $y = h_1$ ;  $P_1 = \gamma h_1 K$   
 при  $y = h_2$ ;  $P_2 = \gamma h_2 K$

$$E = 0.5 H (P_1 + P_2)$$

$$l = \frac{H (2P_1 + P_2)}{3 (P_1 + P_2)}$$

коэф. см. листы 5  
 $\frac{1}{K}$

Засыпка в уровень с перекрытием с откосом неогранич. длины



$$P_y = \gamma y \frac{\cos^2 \varphi}{\left[ 1 + \frac{\sin^2 \varphi \sin(2\delta)}{\cos \delta} \right]^2}$$

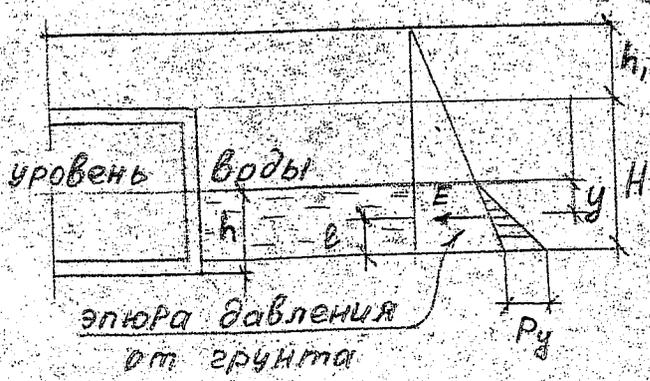
$$= \gamma y K$$

при  $y = H$ ;  $P = \gamma H K$

$$E = 0.5 H P$$

$$l = \frac{1}{3} H$$

Давление грунтовой воды



$$P_y = y [1 - \omega \operatorname{tg}^2 \left( 45 - \frac{\varphi}{2} \right)] = y (1 - \omega K)$$

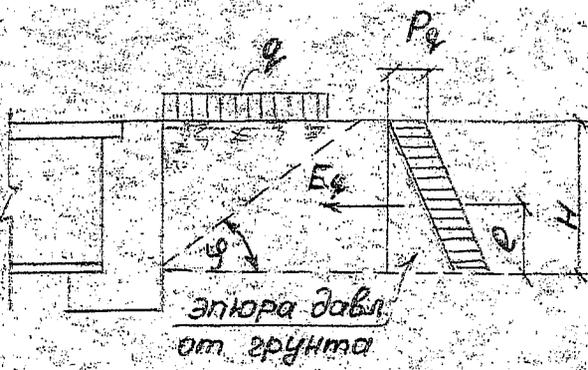
при  $y = h$ ;  $P = h (1 - \omega K)$

$$E = 0.5 h P$$

$$l = \frac{1}{3} h$$

$\omega$  - принят по таблице стр. 5

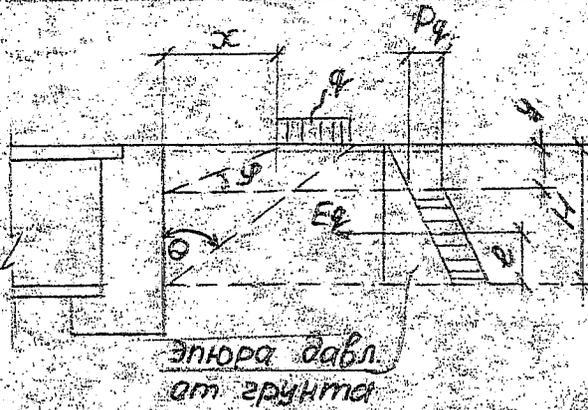
Горизонтальное давление от равномерно распределенной нагрузки прил. к поверхности земли.



$$P_q = q \operatorname{tg}^2 \left( 45 - \frac{\varphi}{2} \right) = qK = \text{const}$$

$$E = P_q H - \text{полное давление}$$

$$l = 0.5H$$



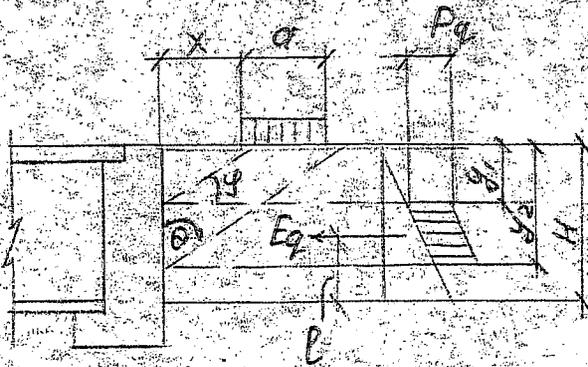
$$P_q = \frac{E_q}{H - y_1} = \text{const} = \frac{qHS \left( \operatorname{tg} \theta - \frac{x}{H} \right)}{H - y_1}$$

$$\text{где } y_1 = x \operatorname{tg} \varphi$$

$$E_q = qHS \left( \operatorname{tg} \theta - \frac{x}{H} \right)$$

$$l = 0.5 (H - y_1)$$

$\operatorname{tg} \theta$  и коэф. S см. лист 5

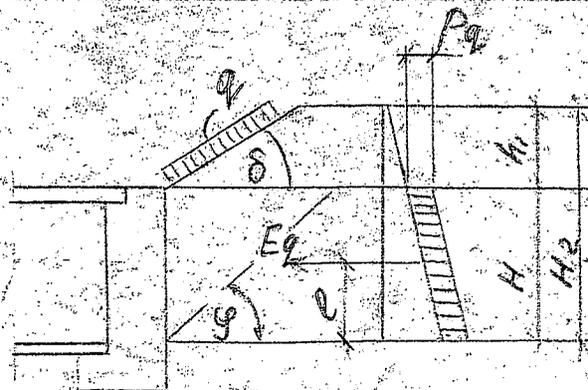


$$P_q = \frac{E_q}{y_2 - y_1} = \text{const}$$

$$\text{где } y_1 = x \operatorname{tg} \varphi; \quad y_2 = (x + a) \operatorname{ctg} \delta$$

$$E_q = q \cdot a \cdot S$$

$$l = 0.5 (y_2 - y_1)$$



$$P_q = q \frac{\operatorname{Cos} 2\varphi}{\left[ 1 + \sqrt{\frac{\operatorname{Sin} \varphi \cdot \operatorname{Sin} (\varphi - \delta)}{\operatorname{Cos} \delta}} \right]^2}$$

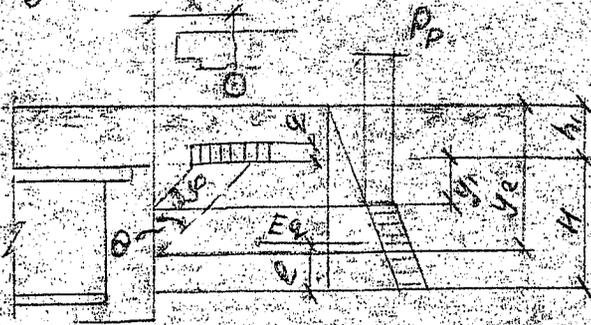
$$= qK = \text{const}$$

$$E_q = P_q \cdot H$$

$$l = 0.5H$$

Горизонтальное давление от сосредоточенной нагрузки, приложенной к пов-ти земли

Нагрузка на поверхности земли поперек стены



Давление автомобиля определяется по оси мб с заменой сосредоточенной нагрузки  $\Sigma P$  равно-распред. интенсивн.  $q = \frac{\Sigma P}{F}$

$$\max p_p = q \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) = q K - \text{const}$$

где  $q$  - равномерно распредел. нагрузка на ур-не перекр.

$$E_e = P_p (y_2 - y_1), \quad E_r = P (H - y_1)$$

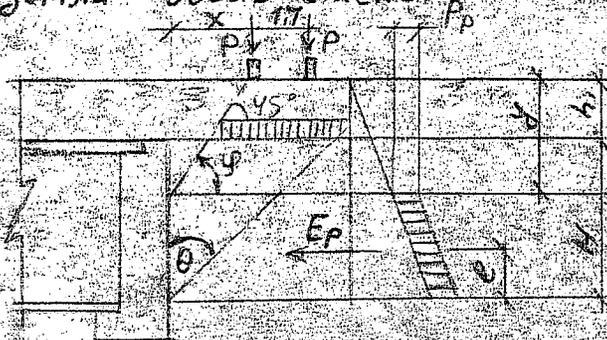
$$l = 0,5 (H - y_1)$$

$$\max E = E_r H$$

$$l_r = 0,5 (H - y_1)$$

$F$  - площадь распределения давления на глубине  $n$  в м<sup>2</sup>

Нагрузка на поверхности земли вдоль стены



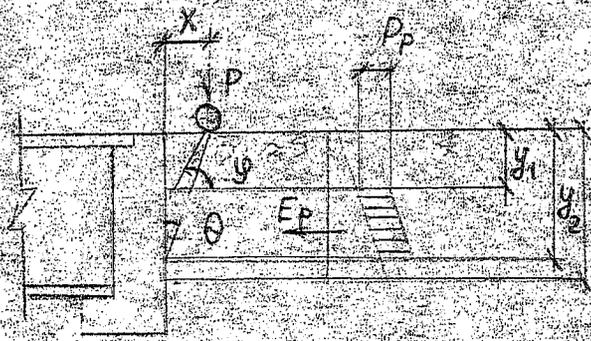
Сосредоточенная нагрузка заменяется линейной равномерно распределенной интенсивностью

$$P' = \frac{\Sigma P}{m}, \quad P_r = \frac{P' S}{y_2 - y_1}$$

$$E_r = P_r S, \quad l = 0,5 (y_2 - y_1)$$

$S$  - см. табл. стр. 5

$m$  - расстояние между внешними гранями колес автомобиля



Для каждого груза  $P_r = \frac{P' S}{y_2 - y_1}$

$P' = \frac{P}{a + H}$  сосредоточенная нагрузка заменяется  
 $H K P' = \frac{\Sigma P}{a + e}$  линейной равномерно распредел. вдоль стены

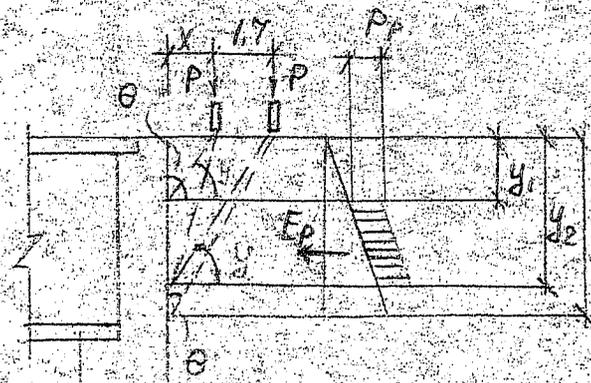
при  $H \leq 2m$ ,  $K = H = 4$

$$E_r = P_r S - \text{полное давление}$$

$$l = 0,5 (y_2 - y_1)$$

при  $\operatorname{tg} \theta < \frac{x + 1/2}{H}$ , давление на

стенку определяем только от одного груза. Коэф.  $S$  см. на листе 5



$\Sigma P$  - вес заднего колеса и переднего

$P$  - давление заднего колеса

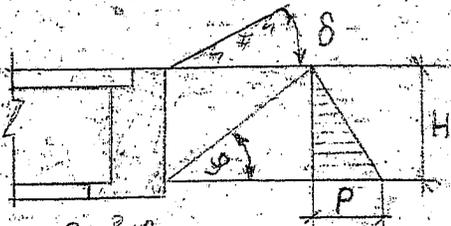
$S$  - ширина опирания колеса вдоль движения

- расстояние между передними и задними осями колес

# Значения коэффициентов для определения горизонтального давления грунта на подпорн. стенку

$\delta$  - угол наклона пов-ти насыпи к гориз.

$\varphi$  - угол ест. откоса

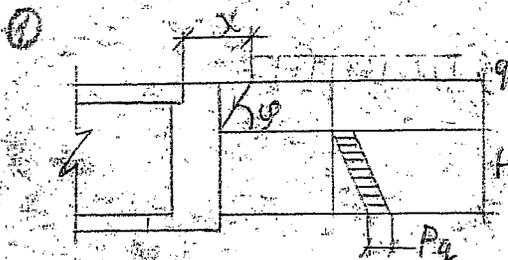


$$K = \frac{\cos^2 \varphi}{1 + \frac{\sin \varphi \cdot \sin(\delta - \varphi)}{\cos \delta}}$$

при  $\delta = 0$   
 $K = \tan^2(45^\circ - \frac{\varphi}{2})$

1. Значение коэффициента K

$\varphi \backslash \delta$	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
15	0.588	0.634	0.704	0.932						
20	0.490	0.524	0.568	0.638	0.882					
25	0.406	0.428	0.462	0.604	0.572	0.822				
30	0.334	0.352	0.374	0.402	0.440	0.504	0.750			
35	0.270	0.284	0.300	0.318	0.344	0.378	0.442	0.670		
40	0.218	0.226	0.238	0.250	0.266	0.288	0.318	0.368	0.586	
45	0.172	0.178	0.186	0.194	0.204	0.218	0.234	0.200	0.304	0.500
50	0.132	0.130	0.142	0.148	0.154	0.162	0.172	0.182	0.206	0.414



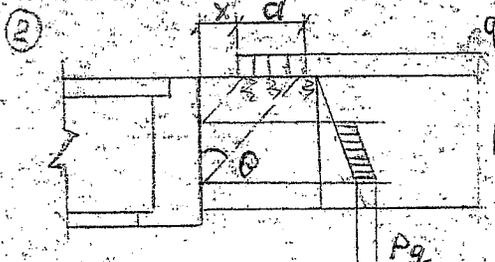
$\tan \theta$  опред. по значениям  $\varphi$

$$A = \frac{2xt}{H(H+2t)} \quad t = \frac{\varphi}{\gamma H}$$

$\gamma$  - объемный вес грунта  $\text{т/м}^3$

2. Значение  $\tan \theta$  (для 1<sup>ого</sup> случая)

$\varphi \backslash A$	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
15	0.767	0.945	1.100	1.240	1.37	1.48	1.59	1.7	1.8	1.89	1.98
20	0.692	0.838	0.962	1.070	1.18	1.28	1.37	1.46	1.54	1.62	1.69
25	0.637	0.75	0.853	0.949	1.04	1.12	1.2	1.28	1.35	1.42	1.49
30	0.578	0.679	0.763	0.847	0.926	1.00	1.07	1.14	1.21	1.27	1.33
35	0.521	0.605	0.684	0.759	0.83	0.898	0.964	1.03	1.09	1.15	1.2
40	0.466	0.542	0.614	0.682	0.748	0.810	0.871	0.929	0.986	1.04	1.09
45	0.414	0.483	0.55	0.613	0.674	0.733	0.789	0.844	0.897	0.95	1.00
50	0.364	0.428	0.489	0.549	0.60	0.631	0.715	0.768	0.819	0.869	0.916



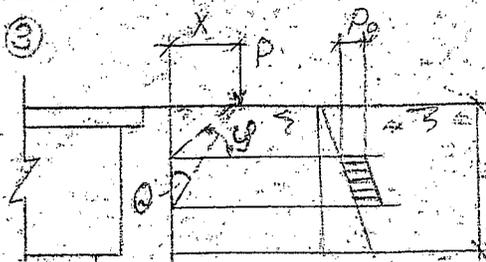
$\tan \theta$  - опред. по знач.  $\varphi$  и A

$$A = \frac{2\varphi a}{\gamma H^2}$$

$\theta$  - угол наклона пл-ти обрушения к вертикали

3. Значение  $\tan \theta$  (для 2<sup>ого</sup> и 3<sup>его</sup> сл.)

$\varphi \backslash A$	0,0	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
15	0.767	0.666	0.552	0.419	0.253	0.00					
20	0.692	0.624	0.542	0.451	0.349	0.230	0.079				
25	0.637	0.577	0.511	0.442	0.367	0.285	0.192	0.082			
30	0.578	0.525	0.473	0.416	0.355	0.292	0.222	0.147	0.061		
35	0.521	0.477	0.430	0.382	0.332	0.279	0.223	0.163	0.099	0.029	
40	0.466	0.487	0.386	0.344	0.30	0.255	0.208	0.158	0.106	0.05	
45	0.414	0.379	0.342	0.304	0.265	0.225	0.183	0.14	0.096	0.049	
50	0.364	0.331	0.297	0.262	0.227	0.191	0.154	0.116	0.076	0.036	



$\tan \theta$  опред. по знач.  $\varphi$

$$A = \frac{2P}{\gamma H^2} \text{ (одн. груз)}$$

коэф. S опред. по таблич. знач-м  $\varphi$  и  $\tan \theta$

4. Значение коэф. S (для 1, 2, 3 случаев)

$\varphi \backslash \tan \theta$	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
15	3.73	2.65	2.08	1.62	1.34	1.13	0.966	0.839	0.735	0.649	0.577
20	2.75	2.08	1.64	1.34	1.12	0.945	0.81	0.70	0.609	0.532	0.466
25	2.14	1.69	1.35	1.12	0.938	0.795	0.675	0.577	0.495	0.434	0.364
30	1.73	1.33	1.14	0.943	0.786	0.662	0.564	0.466	0.391	0.325	0.268
35	1.43	1.16	0.955	0.791	0.654	0.543	0.445	0.364	0.293	0.231	0.176
40	1.19	0.977	0.80	0.658	0.535	0.435	0.344	0.268	0.200	0.141	0.087
45	1.00	0.819	0.665	0.539	0.428	0.335	0.249	0.176	0.111	0.052	
50	0.835	0.683	0.547	0.432	0.328	0.24	0.158	0.087	0.023		

$\phi^{\circ}$	$\sin \phi$	$\cos \phi$	$\tan \phi$	$\cot \phi$	$\frac{\phi}{45}$	$\frac{\phi}{45} \left( \frac{1}{\cos \phi} \right)$	$\frac{\phi}{45} \left( \frac{1}{\sin \phi} \right)$	$\frac{\phi}{45} + \frac{\phi}{45}$	$\frac{\phi}{45} \left( \frac{1}{\cos \phi} \right)$	$\frac{\phi}{45} \left( \frac{1}{\sin \phi} \right)$	$\phi^{\circ}$
15	0.2588	0.9659	0.2687	3.7321	37°30'	0.767	0.588	52°30'	1.3032	1.70	15
16	0.2756	0.9613	0.2868	3.4874	37°	0.754	0.569	53°	1.3270	1.77	16
17	0.2934	0.9563	0.3057	3.2709	36°30'	0.740	0.548	53°30'	1.3514	1.82	17
18	0.3090	0.9511	0.3249	3.0777	36°	0.727	0.529	54°	1.3764	1.88	18
19	0.3256	0.9455	0.3443	2.9042	35°30'	0.713	0.508	54°30'	1.4020	1.96	19
20	0.3420	0.9397	0.3640	2.7475	35°	0.700	0.490	55°	1.4282	2.04	20
21	0.3584	0.9336	0.3839	2.6051	34°30'	0.687	0.472	55°30'	1.4550	2.13	21
22	0.3746	0.9272	0.4040	2.4751	34°	0.675	0.456	56°	1.4826	2.19	22
23	0.3907	0.9205	0.4245	2.3559	33°30'	0.662	0.438	56°30'	1.5108	2.28	23
24	0.4067	0.9136	0.4452	2.2460	33°	0.649	0.421	57°	1.5399	2.37	24
25	0.4226	0.9063	0.4663	2.1445	32°30'	0.637	0.406	57°30'	1.5697	2.46	25
26	0.4384	0.8988	0.4877	2.0503	32°	0.625	0.391	58°	1.6003	2.56	26
27	0.4540	0.8910	0.5095	1.9626	31°30'	0.613	0.376	58°30'	1.6319	2.66	27
28	0.4696	0.8830	0.5317	1.8807	31°	0.601	0.361	59°	1.6643	2.76	28
29	0.4848	0.8746	0.5543	1.8041	30°30'	0.589	0.347	59°30'	1.6977	2.89	29
30	0.5	0.866	0.5774	1.7321	30°	0.577	0.333	60°	1.7321	2.99	30
31	0.515	0.8572	0.6008	1.6643	29°30'	0.566	0.320	60°30'	1.7675	3.12	31
32	0.5299	0.8481	0.6249	1.6003	29°	0.556	0.307	61°	1.8041	3.28	32
33	0.5446	0.8387	0.6494	1.5399	28°30'	0.543	0.295	61°30'	1.8418	3.39	33
34	0.5592	0.8290	0.6745	1.4826	28°	0.532	0.283	62°	1.8807	3.53	34
35	0.5736	0.8192	0.7002	1.4282	27°30'	0.521	0.271	62°30'	1.9210	3.69	35
36	0.5878	0.8090	0.7285	1.3764	27°	0.510	0.260	63°	1.9626	3.80	36
37	0.6018	0.7986	0.7556	1.3270	26°30'	0.499	0.249	63°30'	2.0057	4.04	37
38	0.6157	0.7880	0.7813	1.2799	26°	0.488	0.238	64°	2.0503	4.21	38
39	0.6293	0.7772	0.8058	1.2349	25°30'	0.477	0.228	64°30'	2.0965	4.40	39
40	0.6428	0.7660	0.8391	1.1918	25°	0.466	0.217	65°	2.1445	4.50	40
41	0.6560	0.7547	0.8683	1.1504	24°30'	0.456	0.208	65°30'	2.1943	4.81	41
42	0.6691	0.7431	0.9004	1.1106	24°	0.445	0.198	66°	2.2460	5.04	42
43	0.6820	0.7314	0.9325	1.0724	23°30'	0.435	0.189	66°30'	2.2998	5.29	43
44	0.6947	0.7193	0.9657	1.0356	23°	0.424	0.180	67°	2.3559	5.57	44
45	0.7071	0.7071	1.000	1.000	22°30'	0.414	0.171	67°30'	2.4142	5.83	45

Физические свойства грунтов

Приложение I  
таблица 4

раск. вс	наименован. грунтов	состав- ные грунты по пл.	сухие грунты			влажные грунты			числ. вы- с. грунты			ω	
			ρ <sub>с</sub>	γ	δ	ρ <sub>в</sub>	γ	δ	ρ <sub>ч</sub>	γ	δ		
			г	г	г	г	г	г	г	г	г		
рашн. в. г.	чл.	—	40	1.6	1.00	25	1.7	0.50	15	1.8	0.15		
	лес и лесовидн. суглинки	—	—	1.5	2.50	—	—	1.00	—	—	0.50		
	торф	—	—	0.4	1.00	—	0.6	0.50	25	0.8	0.15		
	растительная	рыхлая	40	1.5	1.00	33	1.7	0.50	—	—	—	0.55	
	зелия (чернозем)	плотная	45	1.7	2.00	35	1.8	1.00	—	—	—	0.65	
	замороженный грунт (белк. мерзл.)	—	—	1.6 1.5	4.15	—	—	—	—	—	—		
рашн. в. г. (глинистая)	пески мелкие	с примесью чл.	40	1.6	1.00	25	1.7	0.75	20	1.9	0.50	0.50	
		рыхлые	40	1.7	1.50	27	1.8	1.00	20	2.0	0.50	0.50	
		плотные	45	1.8	2.00	30	1.9	1.50	25	2.0	1.00	0.60	
	пески средней крупности	рыхлые	37	1.7	2.00	33	1.8	1.50	25	2.0	1.00	0.55	
		средн. плотн.	37	1.7	2.25	33	1.8	1.75	25	2.0	1.25	0.35	
		плотн.	45	1.9	2.50	36	1.9	2.00	27	2.0	1.50	0.60	
	песок крупный	—	—	45	1.9	3.00	33	1.9	2.50	27	2.0	2.00	0.70
		плотн.	45	1.8	4.50	33	1.9	4.25	27	2.0	3.50	0.75	
		гравелистая грунта	—	37	1.8	4.00	33	1.8	3.50	30	1.9	3.00	0.75
	—	галька средней крупности	плотн.	40	1.8	5.00	35	1.8	4.00	30	1.9	3.50	0.80
		галька крупная	плотн.	40	1.8	6.00	35	1.8	5.00	—	—	—	—
		—	с примесью торф.	45	2.0	8.00	37	2.0	6.00	—	—	—	—
рашн. в. г. (слабые)	глинистые грунты	слабые	40	1.5	1.00	27	1.7	0.50	20	1.8	0.50		
		средн. плотн.	40	1.6	2.50	30	1.7	2.00	25	1.9	1.50	0.50	
	суглинки	плотн.	45	1.8	3.00	30	1.8	2.25	25	1.9	2.00	0.45	
		—	—	45	1.8	3.50	30	1.8	2.75	25	1.9	2.25	0.45
	елчно-лиственная	особо плотн.	45	1.9	5.00	37	1.9	4.00	35	2.0	3.50	0.40	
	очень твердые глинист. грунт, камни под почвой	—	—	45	1.9	6.00	37	1.9	5.00	35	2.0	4.00	
мергель	средн. плотн.	45	1.8	4.50	40	1.8	3.50	35	1.9	3.00			

## Проверка на устойчивость

1. При прокладке тоннелей (каналов) ниже горизонта грунтовых вод необходимо производить проверку на всплытие по формуле

$$K_1 = \frac{Q}{P} \geq 1.5$$

Q - собственный вес соор. в т.

P - гидростатическое давление на днище в т/м<sup>2</sup>

K<sub>1</sub> - коэф. запаса против всплытия

2. Тоннели (каналы) с мелким заложением, прокладываемые в песчаных грунтах, имеющих малый угол внутреннего трения при значительных нагрузках, должны быть проверены на выпирание по формуле Герсеванова

$$K_2 = \frac{h}{H_0 c} = 1.5$$

где h - глубина заложения подошвы фундамента в м.

H<sub>0</sub> =  $\frac{10(\sigma_0)}{\gamma}$  высота эквив. слоя грунта

σ<sub>0</sub><sup>n</sup> - допускаемое давление на грунт в т/м<sup>2</sup>

γ - объемный вес грунта в т/м<sup>3</sup>

c - численный коэф., принимаемый в зависимости от угла ест. откоса грунта (φ) по следующей таблице.

φ	20	25	30	35	40	45	50
c	0.135	0.089	0.059	0.039	0.024	0.018	0.09

3. При значительных горизонтальных нагрузках необходимо производить проверку:

а) на опрокидывание по формуле  $K_3 = \frac{M_y}{M_x} = 1.5$

б) на скольжение по формуле

$$K_4 = \frac{\sum N_y}{\sum E} = 1.5$$

где M<sub>0</sub> - опрокидывающий момент в тм

M<sub>y</sub> - удерживающий " " " " в тм

ΣN - сумма всех верт. сил в т

ΣE - " " " " горизонт " " "

K<sub>3</sub> - коэф. устойчивости против опрокидыв.

K<sub>4</sub> - " " " " " " " " скольжения

f - коэф. трения

4) Внутреннее гидростат. давление опред. по

$$D = \gamma H \text{ Т/м}^2$$

$\gamma$  - объемный вес жидкости  $\text{Т/м}^3$   
 $H$  - высота колодца

Учет сейсмич. сил инерции производится приложением в центрах тяжести элементов конструкции и полезной нагрузки горизонтальной составляющей в след. размере от веса элемента и величины нагрузки.

- а) в районе VII баллов  $\frac{1}{40}$
- б) — " — VIII — " —  $\frac{1}{20}$
- в) — " — IX — " —  $\frac{1}{10}$

Направление горизонтальных сейсмич. сил инерции принимается наиболее невыгодным для каждого рассматриваемого элемента конструкции. Расчет ведется в предположении статич. действия сил инерции.

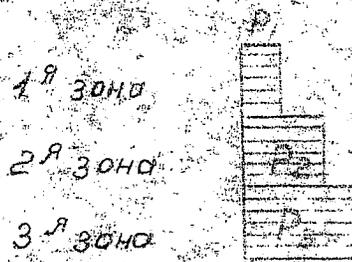
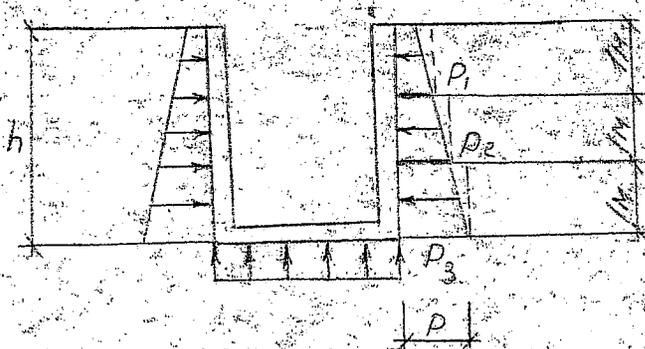
Прочность и устойчивость конструкции должны удовлетворять условиям расчета с учетом сейсмич. сил инерции как самой конструкции, так и земли.

Величина давления на подпорные стены определяется согласно данных с уменьшением угла естественного откоса.

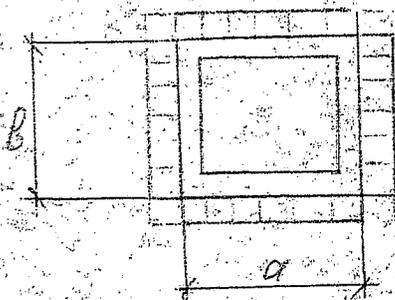
- а) в районах VII и VIII баллов на  $3^\circ$
- б) — " — IX — " — на  $6^\circ$

Угол трения боковых плоскостей подпорных стен по грунту принимается  $= 0$ .

$$h \geq \frac{a}{\alpha} \geq 2$$



1-я = 2-ой = 3-ей (зоны)



см. "Строит. констр."  
Байков - стр. 277