

**ДОНЕЦКИЙ ПРОМСТРОЙНИИПРОЕКТ  
ГОССТРОЯ СССР**

**ИНСТРУКЦИЯ  
ПО РАСЧЕТУ  
И ПРОЕКТИРОВАНИЮ  
СВЯЗЕЙ-РАСПОРОК  
МЕЖДУ  
ОТДЕЛЬНО СТОЯЩИМИ  
ФУНДАМЕНТАМИ  
ПОДРАБАТЫВАЕМЫХ  
ПРОМЫШЛЕННЫХ  
ЗДАНИЙ**

**Донецк-1975**

ДОНЕЦКИЙ ПРОМСТРОЙНИИПРОЕКТ

ГОССТРОЯ СССР

## ИНСТРУКЦИЯ

ПО РАСЧЕТУ  
И ПРОЕКТИРОВАНИЮ  
СВЯЗЕЙ-РАСПОРОК  
МЕЖДУ  
ОТДЕЛЬНО СТОЯЩИМИ  
ФУНДАМЕНТАМИ  
ПОДРАБАТЫВАЕМЫХ  
ПРОМЫШЛЕННЫХ  
ЗДАНИЙ

Донецк-1975

Инструкция по расчету и проектированию связей-распорок между отдельно стоящими фундаментами подрабатываемых промышленных зданий предназначена для инженерно-технических работников проектных и научно-исследовательских организаций, занимающихся вопросами проектирования, строительства и эксплуатации промышленных зданий на подрабатываемых территориях.

Инструкция разработана Донецким Промстройинипроектом Госстроя СССР /инж. М.А.Коваленко, Г.В.Афанасьев, В.В.Азараев/ и Киевским НИИском Госстроя СССР /канд. техн. наук Н.С.Метелюк/ под общей редакцией канд. техн. наук Ю.Л.Бучинского.

Инструкция подготовлена к печати редакционно-издательским сектором Донецкого Промстройинипроекта.

Редактор С.З.Альтер  
Корректор С.А.Иткина

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Инструкция содержит основные указания по расчету связей-распорок между отдельно стоящими фундаментами подрабатываемых горными выработками промышленных зданий.

1.2. Фундаментные связи-распорки устраиваются для уменьшения влияния горизонтальных деформаций грунта на напряженно-деформированное состояние несущих элементов каркасов промышленных зданий.

1.3. Минимальное поперечное сечение связей-распорок необходимо принимать из условия размещения арматуры, но не менее 20х20 см. Увеличение поперечного сечения связей-распорок должно осуществляться, как правило, за счет их ширины. Высоту сечения связей-распорок рекомендуется назначать в пределах  $\frac{l}{50}$  -  $\frac{l}{20}$  их расчетного пролета.

1.4. Расчетный пролет связи-распорки принимается равным длине участка в свету между фундаментами. Соединение связей-распорок с фундаментами осуществляется шарнирно.

1.5. Связи-распорки необходимо рассчитывать на восприятие нагрузок от воздействия сдвигающегося грунта на фундаменты. Для уменьшения усилий в связях-распорках рекомендуется устраивать швы скольжения под фундаментами.

1.6. Нормативные значения модуля общей деформации, угла внутреннего трения и удельного сцепления грунтов, как правило, должны устанавливаться на основе непосредственных определений в полевых или лабораторных условиях согласно СНиП П-15-74. При этом расчетные значения угла внутреннего трения и удельного сцепления получают путем увеличения нормативных значений  $\varphi$  на 2° и  $c$  на 20%.

## П. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЙ В СВЯЗЯХ-РАСПОРКАХ

2.1. Усилия сжатия или растяжения в связях-распорках определяются по формуле

$$N = 0,8 \sum_{i=1}^m N_i, \quad / 1 /$$

где  $N_i$  - равнодействующая сил, приложенных к отдельно стоящему фундаменту, равна

$$N_i = N_{Ti} + N_{Si} + N_{Gi}, \quad / 2 /$$

где

$N_{Ti}$ ,  $N_{\delta i}$ ,  $N_{gi}$  — величины соответственно сил трения, действующих по подошве, боковым поверхностям и давлению на лобовую поверхность  $i$ -го фундамента, обусловленные движением грунта;  
0,8 — коэффициент, учитывающий особое сочетание нагрузок.

2.2. Величина силы трения от сдвигающегося грунта, действующая по подошве фундамента, определяется по формуле

$$N_{Ti} = \frac{\sqrt{K_{xi}} F_{ni} \Delta \delta_i}{1 + \frac{\sqrt{K_{xi}} F_{ni} \Delta \delta_i}{N_{T(пр)i}}}, \quad / 3 /$$

где

$$K_x = \frac{\omega_{xi} E_0}{\sqrt{F_{ni}} (1 + \mu_{гр}) (1 - \omega_{xi} \mu_{гр})}, \quad / 4 /$$

где

- $F_{ni}$  — площадь подошвы  $i$ -го фундамента;  
 $\omega_{xi}$ ,  $\omega_{xi}$  — коэффициенты, зависящие от соотношения сторон подошвы фундамента  $b/a$  /  $a$  — сторона подошвы фундамента в направлении горизонтального сдвига грунта / принимается по табл. 1;  
 $\gamma, \chi$  — константы грунта, определяемые по табл. 2;  
 $E_0$  — модуль деформации грунта;  
 $\mu_{гр}$  — коэффициент Пуассона грунта, который допускается принимать по табл. 3;  
 $\Delta \delta_i$  — расчетное относительное горизонтальное перемещение грунта под фундаментом определяется по формуле

$$\Delta \delta_i = \pm n_{\epsilon} m_{\epsilon} \epsilon_{xi}; \quad / 5 /$$

$n_{\epsilon} m_{\epsilon}$  — коэффициенты перегрузки и условий работы, принимаются по табл. 3 и 4 СНиП П-А.14-71;

$\epsilon$  — величина относительных горизонтальных деформаций /растяжения или сжатия / земной поверхности, которая определяется по формуле

$$\epsilon = \epsilon_0 - \epsilon_k; \quad / 6 /$$

$\epsilon_0$  — относительная горизонтальная деформация основания /растяжения или сжатия / по маркшейдерскому расчету;

$\epsilon_k$  - собственные деформации фундаментной связи-распорки от воздействий возникающих в них напряжений принимаются в зоне растяжения -  $\epsilon_k = 1 \times 10^{-3}$ , в зоне сжатия -  $\epsilon_k = 0$ ;

$X_i$  - расстояние от центральной оси отсека до оси фундамента;

$N_{T(npi)}$  - величина предельной силы трения от сдвигающегося грунта по подошве фундамента определяется по формуле

$$N_{T(npi)} = F_{ni} (\sigma_{oi} \operatorname{tg} \varphi_p + c_p); \quad / 7 /$$

$\sigma_{oi}$  - среднее нормативное давление под подошвой фундамента;

$\varphi_p, c_p$  - угол внутреннего трения и сцепление грунта.

При 
$$\Delta \ell_i \geq \Delta_{npi} = \frac{\sigma_{oi} \operatorname{tg} \varphi_p + c_p}{\gamma K_{xi} (1 - X)} \quad / 8 /$$

величина силы трения от сдвигающегося грунта по подошве фундамента  $N_{Ti}$  определяется по формуле / 7 /.

Таблица I

$\frac{b}{l}$	5,0	3,0	2,0	1,5	1,0	0,66	0,5	0,33	0,2
$\omega_z$	1,22	1,13	1,09	1,07	1,06	1,07	1,09	1,13	1,22
$\omega_x$	0,53	0,53	0,54	0,53	0,50	0,45	0,45	0,37	0,29

Таблица 2

Наименование грунтов	Характеристика грунтов	При коэффициенте пористости		
		0,41-0,60	0,61-0,80	0,81-1,20
Пески крупные и средней крупности	у	1,60	1,60	-
	х	0,82	0,80	-
Пески мелкие и пылеватые	у	1,70	1,60	-
	х	0,89	0,87	-
Супеси	у	2,00	1,70	-
	х	0,89	0,88	-
Суглинки	у	2,30	2,10	1,90
	х	0,92	0,90	0,87
Глины	у	2,40	2,20	2,00
	х	0,93	0,92	0,90

Таблица 3

Наименование грунта	Консистенция грунта	Величина коэффициента Пуассона
Глины	Твердые и полутвердые	0,10 - 0,15
	Тугопластичные	0,20 - 0,25
Суглинки	Пластичные и текуче- пластичные	0,30 - 0,40
	Текучие	0,45 - 0,50
Супеси	Твердые и полутвердые	0,15 - 0,20
	Тугопластичные	0,25 - 0,30
Пески	-	0,20 - 0,25

2.3. Величина силы трения от сдвигающегося грунта по боковым поверхностям  $i$ -го фундамента определяется из условия предельного сдвига по формуле

$$N_{\delta i(\text{пр})} = 2 F_{\delta i} \left( \frac{h_{ni} \gamma_3}{2} \operatorname{tg} \varphi_3 + C_3 \right), \quad /9/$$

где  $F_{\delta i}$  - площадь боковой поверхности  $i$ -го фундамента;  
 $h_{ni}$  - заглубление подошвы  $i$ -го фундамента;  
 $\gamma_3$  - объемный вес грунта засыпки к моменту подработки здания;

$\varphi_3, C_3$  - угол внутреннего трения и удельное сцепление грунта засыпки к моменту подработки здания принимается по таблице 4.

2.4. Величина силы бокового давления от сдвигающегося грунта на  $i$ -й фундамент определяется по формуле

$$N_{qi} = \frac{N_{q(\text{пр})i}}{2\rho} \left( \sqrt{1 + \frac{4\omega_i \sqrt{F_{\delta i}} \rho \bar{E}_r \Delta l_i}{N_{q(\text{пр})i}}} - 1 \right), \quad /10/$$

где

$\omega_i = h_i/a_i$  - коэффициент формы;

$\alpha_i = F_{\delta i}/h_i$  - приведенная ширина боковой поверхности фундамента;

$h_i$  - высота фундамента;

приведенный модуль боковой деформации грунта

$$\bar{E}_r = \frac{E_5 E_3}{E_3 + \frac{\alpha_i}{h_i} (E_5 - E_3)}; \quad /11/$$

$E_5$  - модуль боковой деформации грунта, определяемый по формуле

$$E_5 = n m E_0; \quad /12/$$

$n$  - коэффициент, учитывающий анизотропность механических свойств грунта при боковом и вертикальном давлении за счет особенностей природного сложения, для лессовидных суглинков Донбасса равен 0,75;

$m$  - коэффициент, учитывающий влияние изменяющихся по глубине деформативных свойств грунтового массива, ограниченного сверху горизонтальной незагруженной /дневной/ поверхностью. Коэффициент  $m$  принимается по рисунку на глубине приложения к фундаменту равнодействующей бокового давления;



Таблица 4

Объемный вес в кг/см <sup>3</sup>	Влажность в %	Характеристика грунта	Продолжительность эксплуатации сооружения до подрботки, лет									
			1	2	3	4	6	8	10	10		
1,65	10	$C_3$ , кг/см <sup>2</sup> $tg\beta_3$	0,327	0,346	0,369	0,365	0,372	0,377	0,379	0,410		
			0,938	0,938	0,938	0,938	0,938	0,938	0,938	0,938		
	20	$C_3$ , кг/см <sup>2</sup> $tg\beta_3$	0,127	0,132	0,135	0,137	0,138	0,140	0,140	0,154		
			0,548	0,548	0,548	0,548	0,548	0,548	0,548	0,548		
	30	$C_3$ , кг/см <sup>2</sup> $tg\beta_3$	0,087	0,089	0,090	0,091	0,092	0,093	0,093	0,102		
			0,238	0,238	0,238	0,238	0,238	0,238	0,238	0,238		
1,75	10	$C_3$ , кг/см <sup>2</sup> $tg\beta_3$	0,467	0,498	0,516	0,525	0,535	0,542	0,544	0,598		
			0,918	0,918	0,918	0,918	0,918	0,918	0,918	0,918		
	20	$C_3$ , кг/см <sup>2</sup> $tg\beta_3$	0,187	0,196	0,202	0,206	0,209	0,211	0,212	0,213		
			0,528	0,528	0,528	0,528	0,528	0,528	0,528	0,528		
	30	$C_3$ , кг/см <sup>2</sup> $tg\beta_3$	0,127	0,132	0,135	0,137	0,139	0,140	0,140	0,147		
			0,338	0,338	0,338	0,338	0,338	0,338	0,338	0,338		
1,85	10	$C_3$ , кг/см <sup>2</sup> $tg\beta_3$	0,677	0,721	0,744	0,751	0,780	0,791	0,794	0,873		
			0,848	0,848	0,848	0,848	0,848	0,848	0,848	0,848		
	20	$C_3$ , кг/см <sup>2</sup> $tg\beta_3$	0,287	0,303	0,314	0,320	0,325	0,329	0,330	0,363		
			0,508	0,508	0,508	0,508	0,508	0,508	0,508	0,508		
	30	$C_3$ , кг/см <sup>2</sup> $tg\beta_3$	0,157	0,164	0,169	0,171	0,174	0,175	0,176	0,194		
			0,218	0,218	0,218	0,218	0,218	0,218	0,218	0,218		
1,95	10	$C_3$ , кг/см <sup>2</sup> $tg\beta_3$	0,897	0,957	0,997	1,017	1,037	1,053	1,056	1,056		
			0,798	0,798	0,798	0,798	0,798	0,798	0,798	0,798		
	20	$C_3$ , кг/см <sup>2</sup> $tg\beta_3$	0,447	0,475	0,493	0,503	0,512	0,519	0,521	0,573		
			0,448	0,448	0,448	0,448	0,448	0,448	0,448	0,448		
	30	$C_3$ , кг/см <sup>2</sup> $tg\beta_3$	0,237	0,250	0,258	0,263	0,267	0,270	0,273	0,300		
			0,198	0,198	0,198	0,198	0,198	0,198	0,198	0,198		

Примечание. Промежуточные значения по вертикали и горизонтали таблицы допускается определять путем линейной интерполяции.

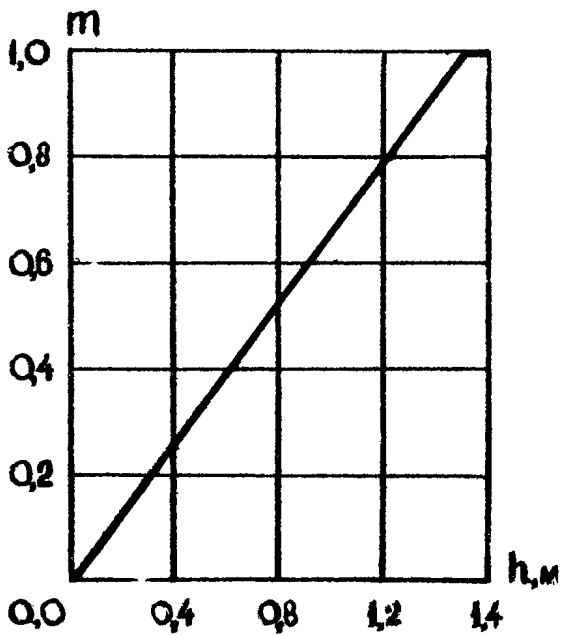


График изменения коэффициента по глубине грунтового массива.

$E_3$  - модуль боковой деформации грунта обратной засыпки, определяемый по формуле

$$E_3 = m E_3^B ; \quad / 13 /$$

$E_3^B$  - модуль вертикальной деформации грунта обратной засыпки принимается по таблице 5 ;

$d_{3i}$  - средняя ширина пазухи между фундаментом и стенкой котлована ;

$H_i$  - условная длина зонн бокового обматия грунта естественного сложения :

$$H_i = h_i \operatorname{tg}(45^\circ + \frac{\varphi}{2}) ; \quad / 14 /$$

$F_{\lambda i}$  - площадь боковой поверхности  $i$ -го фундамента, воспринимавшей боковое давление ;

$\rho$  - константа грунта принимается для глинистых грунтов равной -2, для песчаных - 1,8 ;

$$N_{g(\text{пр})i} = F_{\lambda i} \left[ \frac{\gamma_3 h_{ni}}{2} \operatorname{tg}^2(45^\circ + \frac{\varphi_3}{2}) + 2 C_3 \operatorname{tg}(45^\circ + \frac{\varphi_3}{2}) \right] / 15 /$$

При  $\Delta l_i \geq \delta_{\text{пр}i} = \frac{N_{g(\text{пр})i} (1+2\rho)^2}{4 c \omega_i \sqrt{F_{\lambda i}} \rho E_r} \quad / 16 /$

величина силы бокового давления грунта  $N_{gi}$  определяется по формуле /15 /.

- Примечания:
1. При устройстве фундаментов враспор со стенками котлована физические характеристики грунта  $\gamma$ ,  $C$  и  $\varphi$  следует принимать для грунта ненарушенной структуры. При этом  $d_{3i} = 0$ .
  2. Если в проекте производства работ по закладке фундаментов нет специальных оговорок, то в расчетах размер пазухи засыпки допускается принимать равным 0,4 м.

Таблица 5

Объемный вес в $\text{т/м}^3$	Влаж- ность в %	Модули деформации в $\text{кг/см}^2$ при продолжительности эксплуатации сооружения до подработки, лет														
		I	!	2	!	3	!	4	!	6	!	8	!	10	!	10
1,65	10	63		76		80		84		88		91		91		91
	20	36		43		46		48		50		52		52		52
	30	14		17		18		19		20		20		20		20
1,75	10	80		96		102		106		112		115		115		115
	20	56		67		71		74		78		81		81		81
	30	17		20		22		22		24		24		24		24
1,35	10	132		158		168		176		185		190		190		190
	20	70		84		89		93		98		100		100		100
	30	25		30		32		33		35		36		36		36
1,95	10	228		274		290		303		319		328		328		328
	20	98		118		124		130		137		141		141		141
	30	36		43		46		48		50		52		52		52

Примечание. Промежуточные значения по вертикали и горизонтали допускается определять путем линейной интерполяции.

2.6. При устройстве под отдельно стоящими фундаментами швов скольжения равнодействующая сил равна

$$N_i^w = N_{Ti}^w + N_{\delta i}^w + N_{g i}^w, \quad / 17 /$$

где  $N_{Ti}^w$  - величина сил трения по шву скольжения  $i$ -го фундамента, которая определяется по формуле

$$N_{Ti}^w = \psi^w P_i; \quad / 18 /$$

$\psi^w$  - коэффициент трения по шву скольжения, принимаемый по табл. 6 СНиП II-A.14-71;

$P_i$  - вертикальная нагрузка на фундамент с учетом его собственного веса и грунта на обрезах;

$N_{\delta i}^w$  - величина силы трения от сдвигающегося грунта по боковым поверхностям  $i$ -го фундамента, определяемая по формуле / 9 /, в которой  $h_{\delta i}$  - от отметки шва скольжения;

$N_{g i}^w$  - величина силы бокового давления от сдвигающегося грунта на  $i$ -й фундамент, определяемая по формулам /10,15/, в которых  $h_{g i}$  - от отметки шва скольжения.

### III. РАСЧЕТ ФУНДАМЕНТНЫХ СВЯЗЕЙ-РАСПОРК

3.1. Расчет по прочности связей-распорок длиной до 12 м включительно, в свету, работающих на центральное сжатие, производят по формуле /32/ СНиП II-B - 1-62\* "Бетонные и железобетонные конструкции. Нормы проектирования", приняв при этом значение коэффициента продольного изгиба равным единице.

3.2. Расчет по прочности связей-распорок, работающих на центральное растяжение, производят по формуле /37/ СНиП II-B.1-62\* "Бетонные и железобетонные конструкции. Нормы проектирования".

3.3. В практике расчета элементов промышленных зданий, возводимых на подрабатываемых территориях, часто встречается задача по проверке устойчивости железобетонных фундаментных связей-распорок длиной более 12 м, подверженных сжатию. При этом необходимо соблюдать следующее условие

$$N_0 < N_{кр}(t), \quad / 19 /$$

где  $N_0$  - продольное усилие, действующее на фундамент, определяется по вышеизложенной методике;

$N_{кр(t)}$  - критическая сила, действующая на фундамент, с учетом фактора времени

$$N_{кр(t)} = N_{кр} \frac{\alpha_t + \beta_t}{\beta_t (\alpha_t + 1)} ; \quad / 20 /$$

$N_{кр}$  - критическая сила, действующая на фундамент, в начальный момент времени /  $t=0$  /

$$N_{кр} = \frac{\pi^2 B_o}{\ell^2} \left( 1 + \frac{\kappa_o \ell^2}{\pi^2 B_o} \right) ; \quad / 21 /$$

$\alpha_t, \beta_t$  - параметры ползучести основания с учетом фактора времени ;

$\beta_t$  - параметр ползучести грунта основания ;

$B_o$  - жесткость фундаментной связи-распорки ;

$\kappa_o$  - коэффициент постели основания ;

$\ell$  - длина фундаментной связи-распорки.

#### ПРИМЕР РАСЧЕТА

Здание прямоугольной формы в плане /36x60м/ со сборным железобетонным каркасом с пролетами по 18 м и шагом колонн 6 м. Размер отдельно стоящих фундаментов по низу I, 0xI, 0 м. Район строительства - Донбасс. Грунты в основании - суглинки, характеризующиеся следующими физико-механическими свойствами:

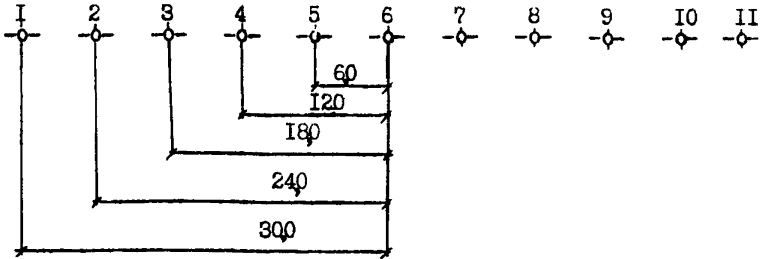
объемный вес грунта	-	$\gamma_o = 1,95 \text{ т/м}^3$
влажность грунта природная	-	$W = 18,5 \%$
коэффициент пористости	-	$e = 0,646$
коэффициент Пуассона	-	$\mu = 0,36$
модуль деформации грунта	-	$E_o = 220 \text{ кг/см}^2$
удельное сцепление грунта	-	$C^H = 0,34 \text{ кг/см}^2$
угол внутреннего трения	-	$\varphi^H = 20^\circ$

Прогнозируемые величины деформаций земной поверхности при отработке угольных пластов достигнут следующих величин:

оседание земной поверхности	-	$\eta = 2,0 \text{ м}$
относительные горизонтальные деформации земной поверхности	-	$\epsilon = \pm 4,8 \times 10^{-3}$
наклон земной поверхности	-	$i = \pm 8,1 \times 10^{-3}$
минимальный радиус кривизны земной поверхности	-	$R_{\min} = 12,2 \text{ км.}$

Продолжительность эксплуатации объекта до подработки 5 лет. Определить усилия в фундаментных связях-распорках.

Схема продольного ряда фундаментов



Боковые и лобовые поверхности, а также площадь подошвы фундамента составляют:

$$\begin{aligned} \bar{F}_n &= 1,0 \times 1,0 = 1,0 \text{ м}^2; \\ \bar{F}_b &= 1,0 \times 0,6 = 0,6 \text{ м}^2; \end{aligned}$$

$$\bar{F}_\lambda = 1,0 \times 0,6 = 0,6 \text{ м}^2,$$

Среднее нормативное давление на грунт в уровне подошвы фундаментов

$$\bar{\sigma}_0 = \frac{17,0}{1,0} = 17,0 \text{ т/м}^2$$

Соотношение сторон подошвы столбчатых фундаментов:

$$n = \frac{1,0}{1,0} = 1,0; \quad \gamma_p = 20^\circ + 2^\circ = 22^\circ;$$

$$C_p = 0,34 \times 1,2 = 0,4 \text{ кг/см}^2; \quad t_g \gamma_p = 0,404$$

Коэффициенты, зависящие от соотношения сторон подошвы фундаментов:

$$\omega_z = 1,06; \quad \omega_x = 0,50.$$

Константы грунта при коэффициенте пористости  $\xi = 0,646$ :

$$\begin{aligned} \nu &= 2,1; \quad \chi = 0,90; \quad \epsilon = \epsilon_0 - \epsilon_k = 4,8 \times 10^{-3} - 1,0 \times 10^{-3} \\ &= 3,8 \times 10^{-3}. \end{aligned}$$

Определяем расчетные перемещения грунта под фундаментами по формуле /5/:

$$\begin{aligned} \Delta l_1 &= \Delta l_{11} = 1,2 \times 0,7 \times 3,8 \times 10^{-3} \times 30 = 96,0 \text{ мм} \\ \Delta l_2 &= \Delta l_{10} = 1,2 \times 0,7 \times 3,8 \times 10^{-3} \times 24 = 76,6 \text{ мм} \end{aligned}$$

$$\Delta l_3 = \Delta l_9 = 1,2 \times 0,7 \times 3,8 \times 10^{-3} \times 18 = 57,6 \text{ мм}$$

$$\Delta l_4 = \Delta l_8 = 1,2 \times 0,7 \times 3,8 \times 10^{-3} \times 12 = 38,4 \text{ мм}$$

$$\Delta l_5 = \Delta l_7 = 1,2 \times 0,7 \times 3,8 \times 10^{-3} \times 6 = 19,2 \text{ мм.}$$

Определяем предельную силу трения сдвигающегося грунта по подошве фундаментов по формуле /7/

$$N_{\text{т/пр}} = 1,0 / 17,0 \times 0,404 + 4,0 / = 10,9 \text{ т.}$$

Находим коэффициент жесткости основания по формуле /4/

$$K_x = \frac{1,06 \times 2200}{\sqrt{1,0 / 1 + 0,36 / 0 + 1 - 0,5 \times 0,36 /}} = 2080 \text{ т/м}^3.$$

Определяем предельное перемещение грунта под фундаментом по формуле /8/

$$\Delta_{\text{пр}} = \frac{17,0 \times 0,404 + 4,0 / 10^3}{2,1 \times 2080 / 1 - 0,9 /} = 25 \text{ мм.}$$

Определяем силы трения сдвигающегося грунта по подошвам фундаментов по формулам /3/ и /7/:

$$\begin{array}{ll} \Delta l_1 = \Delta l_{11} > \Delta_{\text{пр}} & N_{\text{т1}} = N_{\text{т11}} = 10,9 \text{ т} \\ \Delta l_2 = \Delta l_{10} > \Delta_{\text{пр}} & N_{\text{т2}} = N_{\text{т10}} = 10,9 \text{ т} \\ \Delta l_3 = \Delta l_9 > \Delta_{\text{пр}} & N_{\text{т3}} = N_{\text{т9}} = 10,9 \text{ т} \\ \Delta l_4 = \Delta l_8 > \Delta_{\text{пр}} & N_{\text{т4}} = N_{\text{т8}} = 10,9 \text{ т} \\ \Delta l_5 = \Delta l_7 < \Delta_{\text{пр}} & N_{\text{т5}} = N_{\text{т7}} = \end{array}$$

$$= \frac{2,1 \times 2080 \times 1,0 \times 19,2 \times 10^{-3}}{1 + \frac{0,9 \times 2,1 \times 2080 \times 1,0 \times 19,2 \times 10^{-3}}{10,9}} = 10,6 \text{ т}$$

Грунт обратной засыпки характеризуется следующими данными:

$$C_3 = 0,323 \text{ кг/см}^2; \quad \gamma_3 = 1,85 \text{ т/м}^3; \quad E_3 = 97 \text{ кг/см}^2; \\ t_{\text{г}}^3 = 0,574; \quad \beta_3 = 29^{\circ}50'.$$



Определяем силу трения сдвигающегося грунта по боковым поверхностям фундаментов по формуле /9 /

$$N_{\text{б/пр}} = 2 \times 0,6 / \frac{0,6 \times 1,85}{2} \cdot 0,574 + 3,23 / = 4,25 \text{ т.}$$

Приведенная ширина боковой поверхности фундамента равна:

$$a = \frac{0,6}{0,6} = 1,0 \text{ м; коэффициент формы - } \omega = 0,6.$$

Находим модуль боковой деформации грунта по формуле /12/

$$E_b = 0,75 \times 0,25 \times 220 = 41,2 \text{ кг/см}^2$$

Определяем модуль боковой деформации грунта обратной засыпки по формуле /13/  $E_g = 0,25 \times 0,97 = 24,2 \text{ кг/см}^2$ .

Средняя ширина пазух между фундаментами и стенкам котлована  $d_3 = 0,5 \text{ м}$ . Условная длина зоны бокового обжатия грунта естественного сложения определяется по формуле /14 /

$$h = 0,6 \cdot \text{tg} 45^\circ + \frac{22^\circ}{2} \cdot / = 0,6 \cdot \text{tg} 56^\circ = 0,89 \text{ м.}$$

Приведенный модуль боковой деформации грунта находим по формуле /11 /

$$E_r = \frac{41,2 \times 24,2}{24,2 \times \frac{0,5}{0,89} / 41,2 - 24,2/} = 29,5 \text{ кг/см}^2.$$

Константа грунта -  $\rho = 2,0$

Величина предельной силы бокового давления грунта определяется по формуле /15/

$$N'_{\text{б/пр}} = 0,6 \left[ \frac{1,85 \times 0,6}{2} \text{tg}^2 / 45^\circ + \frac{29^\circ 50^I}{2} / + \right. \\ \left. + 2 \times 3,23 \text{tg} / 45^\circ + \frac{29^\circ 50^I}{2} / \right] = 7,5 \text{ т.}$$

Находим предельное перемещение грунта по формуле /16/

$$\delta_{\text{пр}} = \frac{7,5 / 1 + 2 \times 2 / ^2}{4 \times 0,6 \times 1,0 \times 2 \times 295} \quad 133 \text{ мм.}$$

Определяем силы бокового давления сдвигающегося грунта по формуле /10/

$$\Delta l_1 = \Delta l_{11} < \delta_{np} \rightarrow N_{g1} = N_{g11} =$$

$$= 1,87 / \sqrt{1 + \frac{4 \times 0,6 \times 0,775 \times 2 \times 295 \times 96 \times 10^{-3}}{7,5}} - 1 / = 1,87$$

$$\cdot / \sqrt{1 + 146 \times 96 \times 10^{-3}} - 1 / = 5,15 \text{ т}$$

$$\Delta l_2 = \Delta l_{10} < \delta_{np} \rightarrow N_{g2} = N_{g10} =$$

$$= 1,87 / \sqrt{1 + 146 \times 76,8 \times 10^{-3}} - 1 / = 3,89 \text{ т}$$

$$\Delta l_3 = \Delta l_9 < \delta_{np} \rightarrow N_{g3} = N_{g9} =$$

$$= 1,87 / \sqrt{1 + 146 \times 57,6 \times 10^{-3}} - 1 / = 3,89 \text{ т}$$

$$\Delta l_4 = \Delta l_8 < \delta_{np} \rightarrow N_{g4} = N_{g8} =$$

$$= 1,87 / \sqrt{1 + 146 \times 38,4 \times 10^{-3}} - 1 / = 2,92 \text{ т}$$

$$\Delta l_5 = \Delta l_7 < \delta_{np} \rightarrow N_{g5} = N_{g7} =$$

$$= 1,87 / \sqrt{1 + 146 \times 19,2 \times 10^{-3}} - 1 / = 1,78 \text{ т}$$

Суммарные усилия в фундаментных связях-распорках равны :

$$N_{1-2} = N_{10-12} = 0,8/10,9 + 4,25 + 5,15 / = 20,3 \text{ т}$$

$$N_{2-3} = N_{9-10} = 0,8/10,9 + 4,25 + 4,35 / + 20,3 = 35,9 \text{ т}$$

$$N_{3-4} = N_{8-9} = 0,8/10,9 + 4,25 + 3,89 / + 35,9 = 51,1 \text{ т}$$

$$N_{4-5} = N_{7-8} = 0,8/10,9 + 4,25 + 2,92 / + 51,1 = 65,5 \text{ т}$$

$$N_{5-6} = N_{6-7} = 0,8/10,9 + 4,25 + 1,78 / + 65,5 = 78,7 \text{ т}$$

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Авершин С.Г. Сдвигание горных пород при подземных разработках. Углетехиздат, 1947.
2. Баркан Д.Д. Динамика оснований и фундаментов. М., Стройвоенмориздат, 1948.
3. Коваленко М.А. Экспериментальные исследования воздействий деформируемого основания на фундаментные конструкции подрабатываемых промышленных зданий. Экспериментальные исследования инженерных сооружений. Материалы по 2-му симпозиуму, сб. №3, Донецк, 1969.
4. Коваленко М.А., Афанасьев Г.В. Определение силы трения по подошве фундамента при горизонтальных сдвигениях грунта основания. Сб. Исследования по основаниям, фундаментам и механике грунтов. Киев, БудІвельник, 1973.
5. Савинов О.А. Временные конструкции фундаментов под машины и их расчет. Стройиздат, М., 1964.
6. Руководство по расчету, проектированию и строительству зданий и сооружений на подрабатываемых территориях /Проект/
7. СНиП П-А.14-71. Здания и сооружения на подрабатываемых территориях. Нормы проектирования. М., 1972 г.
8. СНиП П-15-74. Основания зданий и сооружений. Нормы проектирования. Стройиздат, М., 1975.
9. СНиП П-В.1-62\*. Бетонные и железобетонные конструкции. Нормы проектирования. Госстройиздат М., 1970.

## СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
I. Общие положения .....	3
II. Определение усилий в связях-распорках .....	3
III. Расчет фундаментных связей-распорок .....	12
Пример расчета .....	13
Литература .....	18

Донецкий Промстройиниипроект  
Госстроя СССР

ИНСТРУКЦИЯ

по расчету и проектированию связей-распорок  
между отдельно стоящими фундаментами подра-  
батываемых промышленных зданий

БП 05617. Подписано к печати 4.УШ. 1975. г. Заказ № 345.  
Объем 0,8 печ.л. Цена 25 коп. Тираж 500 экз.  
Ротапринт Донецкого Промстройиниипоекта