

**Министерство образования и науки Украины**  
**ХАРЬКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ**  
**УНИВЕРСИТЕТ**  
**СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ**

Направление подготовки 6.092101

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**к определению давления грунта на ограждающие конструкции  
от местных нагрузок на поверхности  
по специальному курсу «Основы механики грунтов»**

**Харьков 2010**

**Министерство образования и науки Украины**

**ХАРЬКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ**

Направление подготовки 6.092101

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**к определению давления грунта на ограждающие конструкции  
от местных нагрузок на поверхности  
по специальному курсу «Основы механики грунтов»**

**Утверждено на заседании  
кафедры геотехники  
и подземных сооружений.  
Протокол № 5 от 01.12. 2009г.**

**Харьков 2010**

Методические указания к определению давления грунта на ограждающие конструкции от местных нагрузок на поверхности по специальному курсу «Основы механики грунтов» для студентов-иностранцев направления подготовки 6.092101 «Строительство» / Составители: И.Я. Лучковский, А.В. Самородов, И.В. Храпатова, В.И. Никитенко – Харьков, ХГТУСА, 2010. – 31 с.

Рецензент А.А. Мозговой

Кафедра геотехники и подземных сооружений

## ВВЕДЕНИЕ

Основной целью специального курса «Основы механики грунтов» для студентов специальности «Промышленное и гражданское строительство» и «Гидротехническое строительство» является изучение теоретических основ и овладение практическими навыками в вопросах механики грунтов.

Задачей курса, согласно типовой программы и квалификационной характеристики, является приобретение знаний по расчету и проектированию подпорных стен, стен подвалов и других подземных сооружений. В результате изучения курса студент должен приобрести знания, необходимые для инженера, который в своей практической деятельности сможет верно оценивать совместную работу системы «основание – подземное сооружение», принимать адекватные расчетные схемы и соответствующие им методы расчета и конструирования надежных и рациональных подземных конструкций.

В результате изучения дисциплины студент направления подготовки «Строительство» должен:

### **Знать:**

- существующие модели грунтового основания;
- методы определения давления грунта от местных нагрузок на поверхности на подземные сооружения;

### **Уметь решать:**

- задачи по определению давления грунта на подземные сооружения, в том числе от местных нагрузок на поверхности;
- задачи по расчету подземных сооружений.

Спецкурс базируется на знаниях математики, строительной механики, механики грунтов и оснований и фундаментов.

Приобретенные навыки будут далее использоваться при выполнении модульных, курсовых работ и непосредственно в дипломном проектировании.

При проектировании подпорных и ограждающих конструкций, контактирующих с грунтом, вопрос распределения давления грунта на эти сооружения от местных нагрузок на поверхности имеет актуальнейшее значение, т.к. однозначного нормативного документа не существует. Например, при проектировании сооружений промышленных предприятий пользуются соответствующим СНиП [1], а при проектировании набережных – другим нормативным документом [2]. Это объясняется тем, что единого мнения по этому вопросу не найдено. Отметим также, что эти два подхода могут давать значительно отличающиеся значения давлений.

В данных методических указаниях представлены различные методы определения активного давления грунта от полосовых местных нагрузок на поверхности, причем как при использовании линейно-деформируемых моделей грунта (методы зеркального изображения и упругого слоя конечной ширины), так и моделей сыпучей среды (методы с одним и двумя углами наклона поверхностей скольжения и нормативный метод СНиП).

Следует отметить, что здесь предложен совершенно новый метод упругого слоя конечной ширины, который учитывает реальные распределительные свойства грунтового основания и дает наиболее точные результаты, в некоторых случаях невыгоднейшие, для принятия надежных конструктивных решений подпорных сооружений [4].

Следует отметить, что предложенные методы даны для достаточно длинных в плане сооружений (плоская задача) и не учитывают сил сцепления в грунте, что обычно принимается в «запас», т.к. сцепление снижает интенсивность давления грунта на сооружения.

# 1 МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ ГРУНТА ОТ МЕСТНЫХ НАГРУЗОК НА ПОВЕРХНОСТИ

## 1.1 Методы определения давления грунта от местных нагрузок с использованием решений теории упругости

### 1.1.1 Метод зеркального изображения

Метод основан на решении Митчелла для распределенных горизонтальных напряжений в упругой полуплоскости от местной полосовой нагрузки на поверхности [3]. Возможно два варианта приложения нагрузки: местная нагрузка прилегает к стенке или местная нагрузка находится на некотором расстоянии ( $a \neq 0$ ) от стенки.

**Местная нагрузка прилегает к стенке (рис.1).**

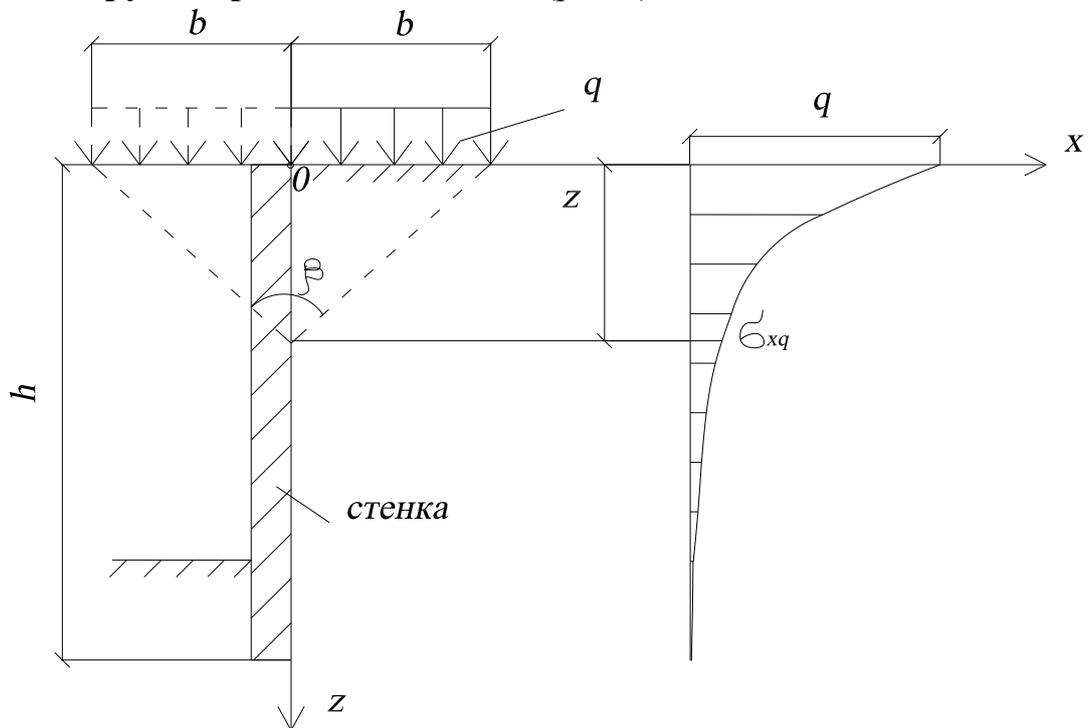


Рисунок 1 – Распределение горизонтального давления  $\sigma_{xq}$

Горизонтальное давление  $\sigma_{xq}$  на глубине  $z$  составляет:

$$\sigma_{xq} = \frac{q}{\pi} (\beta - \sin \beta). \quad (1.1)$$

**Методика расчета:**

1 Производится «зеркальное» отображение нагрузки (на рис. 1 показано пунктиром).

2 Стенка разбивается по глубине  $z$  на равные участки.

3 Находится значение угла  $\beta$  для каждой точки по глубине  $z$  по формуле

$$\beta = \left( 2 \operatorname{arctg} \frac{b}{z} \right) \frac{\pi}{180}, \text{ рад.}$$

4 Находятся напряжения в каждой точке по глубине стенки  $z$  по формуле (1.1).

Вспомогательные величины для расчета приведены в приложении А.

**Местная нагрузка находится на некотором расстоянии ( $a \neq 0$ ) от стенки (рис. 2).**

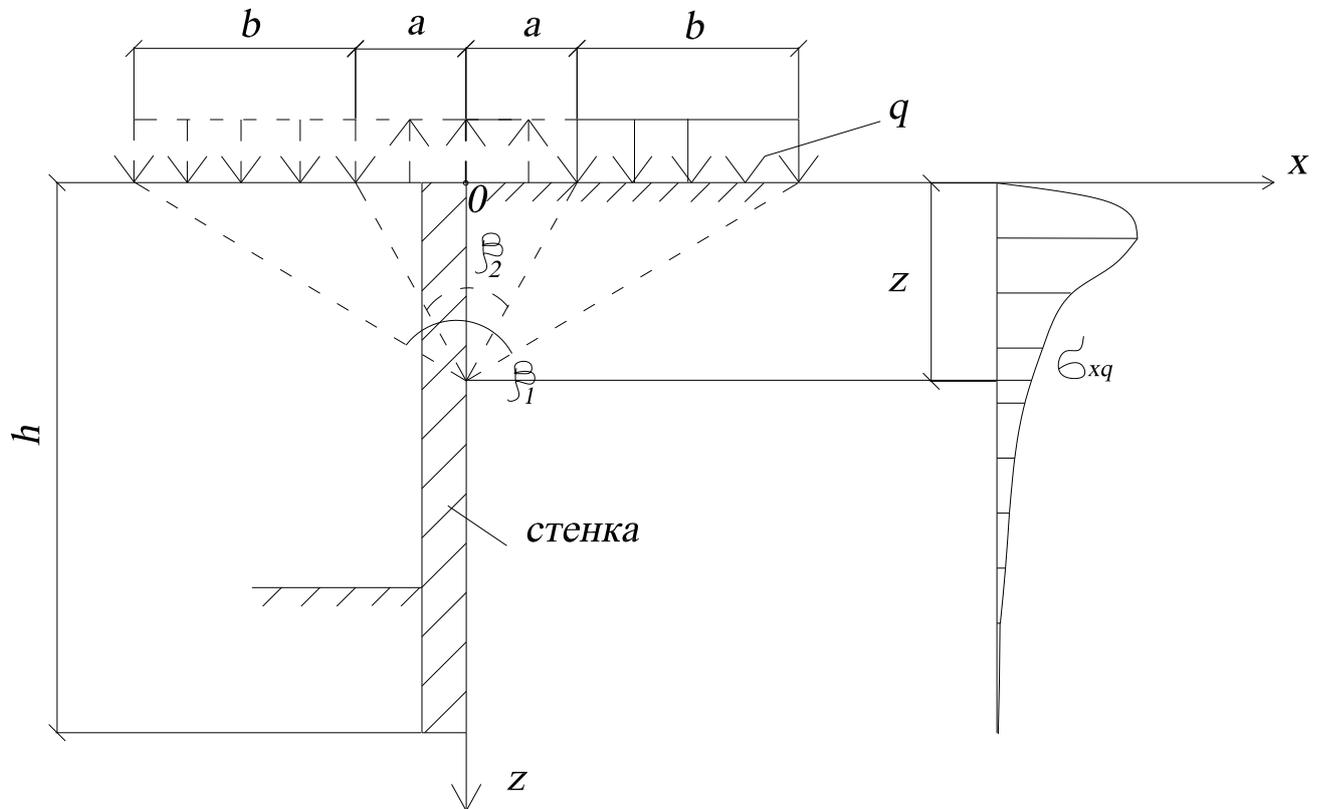


Рисунок 2 – Распределение горизонтального давления  $\sigma_{xq}$

Горизонтальное давление  $\sigma_{xq}$  на глубине  $z$  составляет:

$$\sigma_{xq} = \frac{q}{\pi} (\beta_1 - \beta_2 - \sin \beta_1 + \sin \beta_2). \quad (1.2)$$

**Методика расчета:**

1 Производится «зеркальное» отображение нагрузки (на рис. 2 показано пунктиром).

2 Стенка разбивается по глубине  $z$  на равные участки.

3 Находится значение углов  $\beta_1$  и  $\beta_2$  по формуле

$$\beta_1 = (2 \operatorname{arctg} \frac{a+b}{z}) \frac{\pi}{180}, \text{ рад,}$$

$$\beta_2 = (2 \operatorname{arctg} \frac{a}{z}) \frac{\pi}{180}, \text{ рад.}$$

4 Находятся напряжения в каждой точке по глубине  $z$  стенки по формуле (1.2).

Вспомогательные величины для расчета приведены в приложении А.

### 1.1.2 Метод упругого слоя конечной ширины

Этот метод основан на решении проф. И.Я. Лучковского с использованием в качестве основания предложенной им модели линейно-деформируемого слоя конечной ширины [4].

На рис. 3 приведена модель слоя симметрично оси  $z$  с 11 вариантами расположения местных нагрузок на поверхности для использования табличного метода.

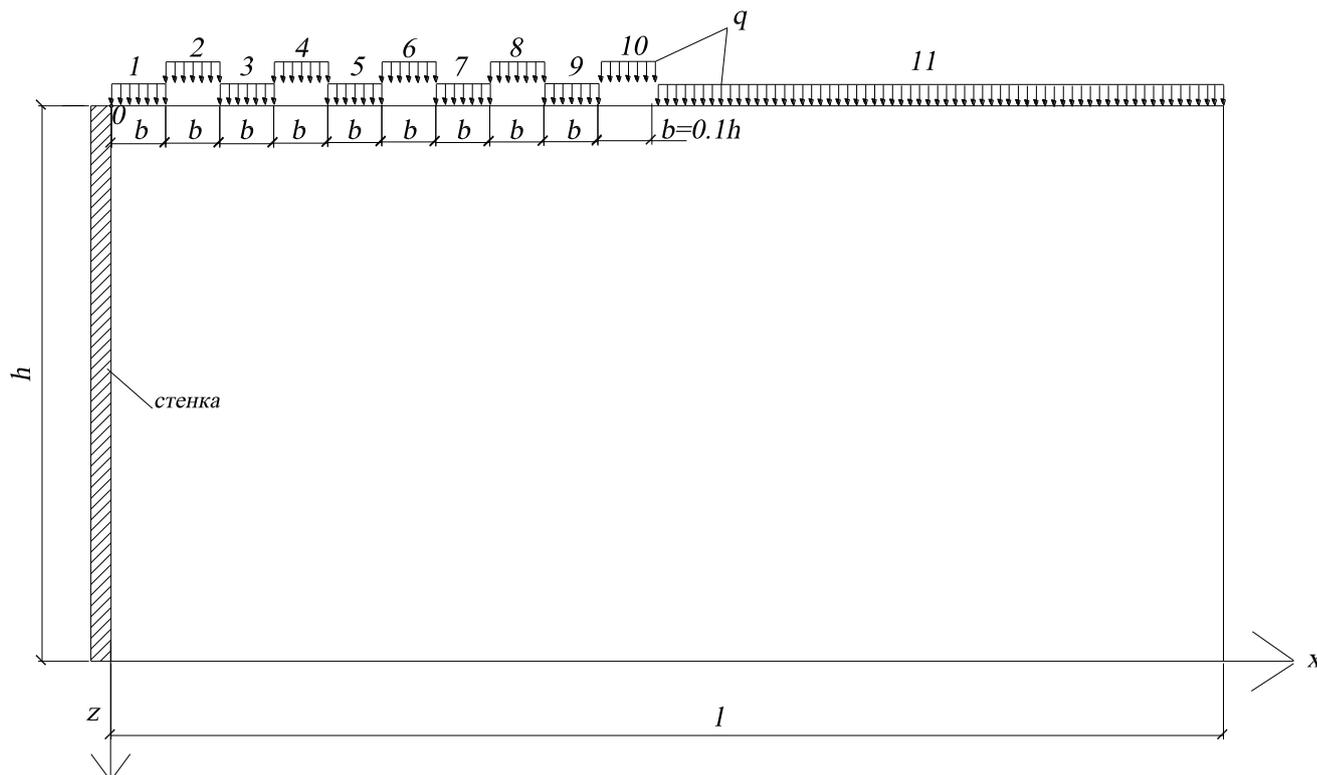


Рисунок 3 – Варианты расположения нагрузок относительно стенки

#### Методика расчета:

1 Местная нагрузка симметрично располагается относительно оси симметрии  $z$ .

2 Стенка разбивается по глубине  $z$  на равные участки.

3 Находится соотношение  $z / h$ .

4 Для каждой точки по высоте подпорной стенки определяются значения относительных горизонтальных давлений  $\overline{\sigma_{xq}}$  по формуле (1.3) или из табл. Б.1 – Б.2 приложения Б.

$$\overline{\sigma_{xq}} = -\frac{\mu}{1-\mu} \frac{\bar{b}}{1} - \frac{2}{\pi} \left[ \operatorname{arctg} \frac{\sin \pi(\bar{a} + \bar{b})}{e^{\pi \bar{z}} - \cos \pi(\bar{a} + \bar{b})} - \operatorname{arctg} \frac{\sin \pi \bar{a}}{e^{\pi \bar{z}} - \cos \pi \bar{a}} \right] + \left[ \frac{\sin \pi(\bar{a} + \bar{b})}{ch \pi \bar{z} - \cos \pi(\bar{a} + \bar{b})} - \frac{\sin \pi \bar{a}}{ch \pi \bar{z} - \cos \pi \bar{a}} \right], \quad (1.3)$$

где  $\mu$  - коэффициент Пуассона грунта;

$q$  – равномерно распределенная нагрузка,  $\text{кН/м}^2$ ;

$\bar{b} = \frac{b}{l}$ ;  $\bar{a} = \frac{a}{l}$ ;  $\bar{z} = \frac{z}{l}$ ;

$l=2h$  – ширина слоя относительно оси  $z$ , м;

$h$  – толщина линейно-деформируемого слоя (длина сооружения), м;

$b$  – ширина площадки загрузки, м;

$a$  – расстояние от оси  $z$  до распределенной нагрузки, м.

5 Находятся напряжения  $\sigma_{xq}$  для каждой точки по высоте подпорной стенки по формуле

$$\sigma_{xq} = q \cdot \overline{\sigma_{xq}}.$$

## 1.2 Методы определения давления грунта от местной нагрузки на поверхности с использованием решений теории предельного равновесия

### 1.2.1 Метод с одним углом наклона поверхностей скольжения $\theta$

Настоящий метод основан на решении теории предельного равновесия в предположении образования постоянного угла наклона  $\theta$  к горизонту и передачи нагрузки на некоторую глубину интенсивностью  $q \cdot \lambda_a$  по высоте подпорной стенки [5]. Расчетная схема представлена на рис. 4.

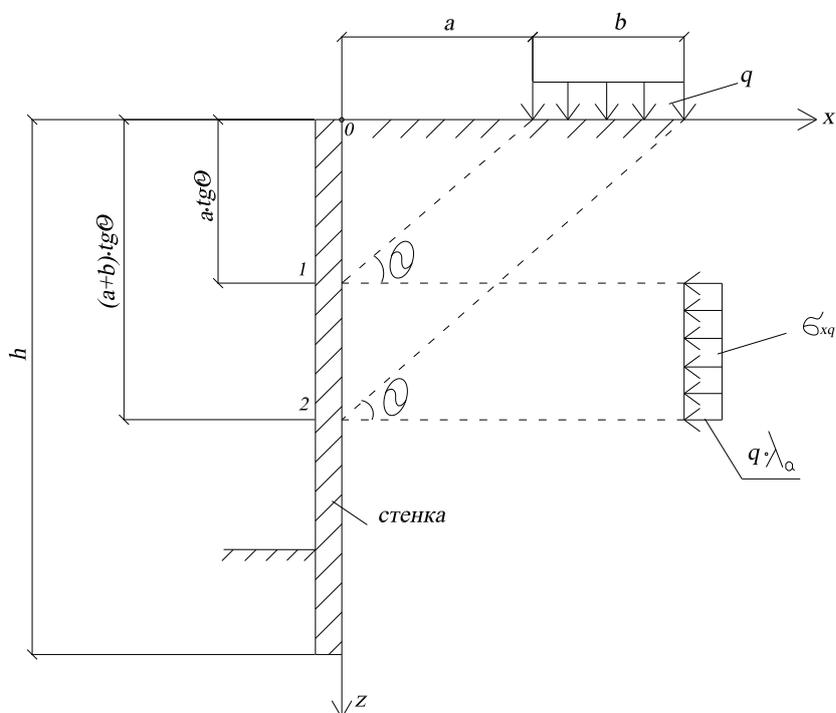


Рисунок 4 – Распределение горизонтального давления  $\sigma_{xq}$  при постоянном угле наклона поверхностей скольжения  $\theta$

### Методика расчета:

1 Находится невыгоднейший угол наклона поверхностей скольжения к горизонтали:

$$\theta = 45^\circ + \frac{\varphi}{2}.$$

2 Определяется коэффициент активного давления:

$$\lambda_a = \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right).$$

3 Вычисляется «начало» и «конец» участка, куда передается горизонтальное давление  $\sigma_{xq}$  от местной нагрузки:

$$h_1 = a \cdot \operatorname{tg} \theta;$$

$$h_2 = (a + b) \cdot \operatorname{tg} \theta.$$

4 Определяется интенсивность горизонтального давления от местной нагрузки на поверхности по формуле:

$$\sigma_{xq} = q\lambda_a. \quad (1.4)$$

### 1.2.2 Метод с двумя углами наклона поверхностей скольжения $\theta$ и $\varphi$

Настоящий метод основан на решении теории предельного равновесия в предположении образования двух углов наклона  $\theta$  и  $\varphi$  к горизонту и передачи нагрузки на некоторую глубину по высоте подпорной стенки [5]. Возможны два варианта взаимного расположения углов наклона  $\theta$  и  $\varphi$  к горизонту: при условно «непересекающихся» углах наклона поверхностей скольжения  $\theta$  и  $\varphi$  (рис. 5) и условно «пересекающимися» углами наклона поверхностей скольжения  $\theta$  и  $\varphi$  (рис. 6).

**С условно «непересекающимися» углами наклона поверхностей скольжения  $\theta$  и  $\varphi$ .**

#### Методика расчета:

1 Находится первый угол наклона поверхностей скольжения к горизонтали:

$\theta = 45^\circ + \frac{\varphi}{2}$ . Вторым углом наклона принимается угол внутреннего трения грунта  $\varphi$ .

2 Определяется коэффициент активного давления:

$$\lambda_a = \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right).$$

3 Находятся характерные точки участка подпорной стенки, на которую передается горизонтальное давление  $\sigma_{xq}$  от местной нагрузки:

$$h_1 = a \cdot \operatorname{tg} \varphi; \quad h_2 = a \cdot \operatorname{tg} \theta; \quad h_3 = (a + b) \cdot \operatorname{tg} \varphi; \quad h_4 = (a + b) \cdot \operatorname{tg} \theta.$$

4 Определяется горизонтальное давление от местной нагрузки на поверхности с переменной по глубине интенсивностью и максимальной ординатой  $\sigma_{xq} = q\lambda_a$  (см. рис. 5).

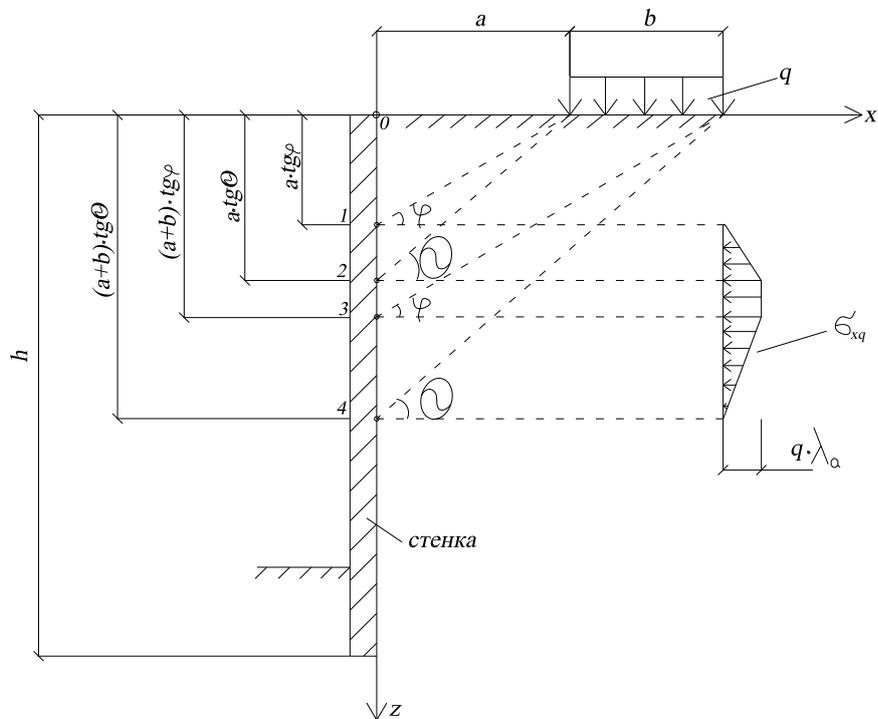


Рисунок 5 – Распределение горизонтального давления  $\sigma_{xq}$  от полосовой нагрузки при двух условно «непересекающихся» углах наклона поверхностей скольжения:  $\theta$  и  $\varphi$

**С условно «пересекающимися» углами наклона поверхностей скольжения  $\theta$  и  $\varphi$  (рис. 6).**

**Методика расчета:**

1 Находится первый угол наклона поверхностей скольжения к горизонтали:

$\theta = 45^\circ + \frac{\varphi}{2}$ . Вторым углом наклона принимается угол внутреннего трения грунта

$\varphi$ .

2 Определяется коэффициент активного давления:

$$\lambda_a = \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right).$$

3 Находятся характерные точки, куда передается горизонтальное давление на подпорную стенку  $\sigma_{xq}$  от местной нагрузки:

$$h_1 = a \cdot \operatorname{tg} \varphi; \quad h_2 = a \cdot \operatorname{tg} \theta; \quad h_3 = (a+b) \cdot \operatorname{tg} \varphi; \quad h_4 = (a+b) \cdot \operatorname{tg} \theta.$$

4 Определяется горизонтальное давление от местной нагрузки на поверхности с переменной по глубине интенсивностью (см. рис. 6) и максимальной ординатой:

$$\sigma_{xq}^{\max} = \left( a + \frac{b}{1 - \frac{\operatorname{tg} \varphi}{\operatorname{tg} \theta}} \right) \frac{q \cdot \lambda_a}{(2a+b)}$$

на глубине

$$z_{\max} = a \cdot \operatorname{tg} \varphi + \frac{a}{(2a+b)} \left[ a \left( 1 - \frac{\operatorname{tg} \varphi}{\operatorname{tg} \theta} \right) + b \right] \operatorname{tg} \theta.$$

В случае  $z_{\max} = a \cdot \operatorname{tg} \theta = (a + b) \operatorname{tg} \varphi$

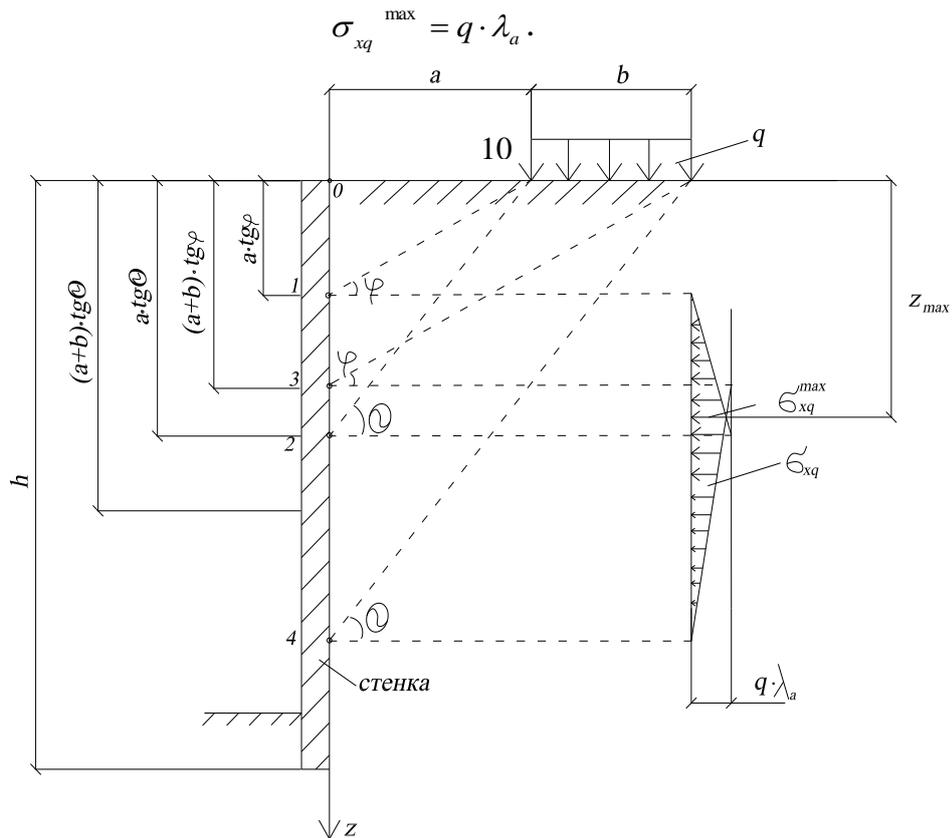


Рисунок 6 – Распределение горизонтального давления  $\sigma_{xq}$  при двух условно «пересекающихся» углах наклона поверхностей скольжения  $\theta$  и  $\varphi$

### 1.2.3 Нормативный метод СНиП

При наличии на поверхности грунта в пределах поверхностей скольжения полосовой равномерно распределенной нагрузки  $q$  по ширине  $b$  давление от нее следует распределять в стороны под углами  $\theta$  к вертикали (рис. 7) до пересечения с плоскостью подпорной стены на глубине  $z_0$  и принимать равномерно распределенным  $\sigma_{zq}$  на ширине  $b_{\text{усл}}$ , непосредственно примыкающем к стенке [1].

#### Методика расчета:

1 Находится угол наклона поверхностей скольжения к горизонтали:

$$\theta = 45^\circ + \frac{\varphi}{2}.$$

2 Определяется коэффициент активного давления:

$$\lambda_a = \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right).$$

3 Находится глубина «начала» распределения горизонтального давления:

$$z_0 = \frac{a}{\operatorname{tg} \theta_0}.$$

4 Рассчитывается ширина распределения горизонтального давления:

$$b_{\text{усл}} = b + 2a.$$

5 Интенсивность вертикального давления от полосовой нагрузки следует определять по формуле

$$\sigma_{zq} = q \frac{b}{b_{\text{усл}}}.$$

6 Определяется интенсивность горизонтального давления от полосовой нагрузки по формуле

$$\sigma_{xq} = \sigma_{zq} \cdot \lambda_a. \quad (1.5)$$

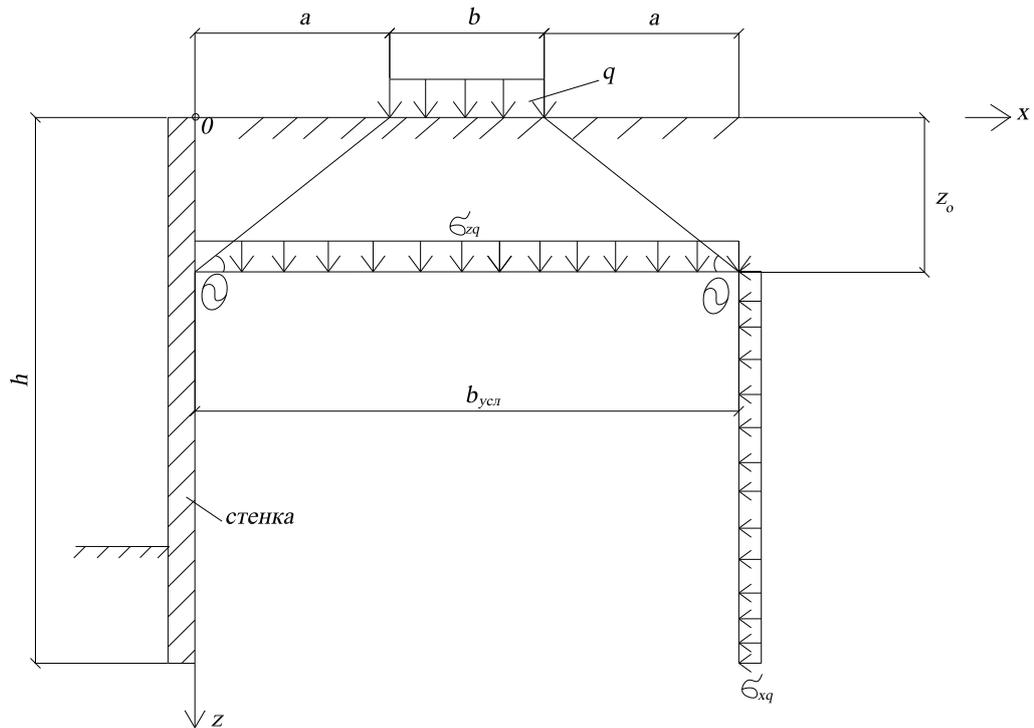


Рисунок 7 – Распределение горизонтального давления  $\sigma_{xq}$  по нормативному методу СНиП 2.09.03-85

## 2 ПРИМЕРЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ ГРУНТА ОТ МЕСТНОЙ НАГРУЗКИ НА ПОВЕРХНОСТИ

### Пример расчета 1

#### Исходные данные:

Основание сложено песком с  $\gamma=18,2 \text{ кН/м}^3$ ,  $\varphi=30^\circ$ ; высота подпорной стенки  $h=6 \text{ м}$ ; местная нагрузка  $q=10 \text{ кН/м}^2$  длиной  $b=1,8 \text{ м}$ , прилегает к стене.

**Определить** давления грунта от местной нагрузки на поверхности методом «зеркального» изображения.

#### Решение:

1 Разбивается стенка по глубине  $z$  на 12 равных отрезков.

2 Производится зеркальное отображение нагрузки.

3 Находится значение угла  $\beta$  по формуле

$$\beta = (2 \operatorname{arctg} \frac{b}{z}) \frac{\pi}{180}, \text{ рад.}$$

4 Находятся напряжения в каждой точке по глубине стенки:

$$\sigma_{xq} = \frac{q}{\pi} (\beta - \sin \beta).$$

Вспомогательные величины приведены в приложении А.

Результаты расчета приведены в табл. 2.1.

Эпюра распределение горизонтального давления  $\sigma_{xq}$  приведена на рис.8.

Таблица 2.1 – Результаты расчета

№ точки	$z$ , м	$\frac{b}{z}$	$\beta$ , рад	$\sin \beta$	$\sigma_{xq}$ , кН/м <sup>2</sup>
0	0	0	$\pi$	0	10
1	0,5	3,6	2,6	0,52	6,62
2	1	1,8	2,13	0,85	4,04
3	1,5	1,2	1,75	0,98	2,45
4	2	0,9	1,47	0,99	1,52
5	2,5	0,72	1,25	0,95	0,96
6	3	0,6	1,08	0,88	0,63
7	3,5	0,51	0,94	0,81	0,41
8	4	0,45	0,85	0,75	0,32
9	4,5	0,4	0,76	0,69	0,22
10	5	0,36	0,69	0,64	0,16
11	5,5	0,33	0,63	0,59	0,13
12	6	0,3	0,58	0,55	0,09

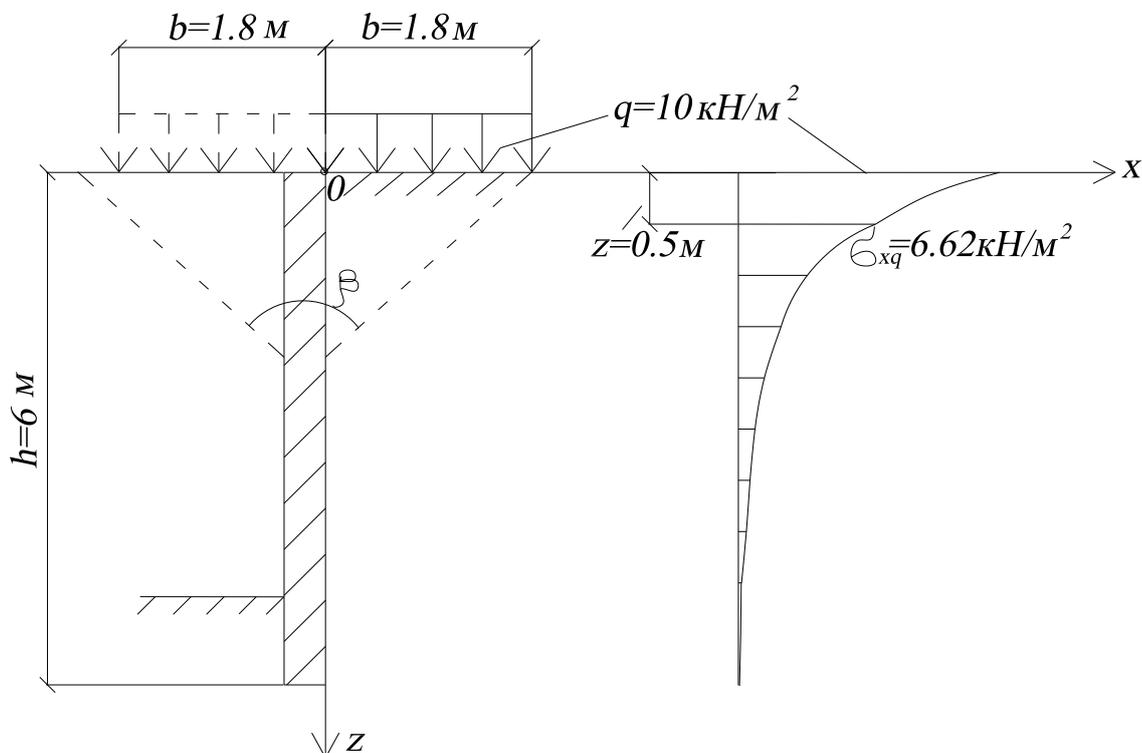


Рисунок 8 – Распределение горизонтального давления  $\sigma_{xq}$

## Пример расчета 2

### Исходные данные:

Основание сложено песком с  $\gamma = 18,2 \text{ кН/м}^2$ ,  $\varphi = 30^\circ$ ; высота подпорной стенки  $h = 6 \text{ м}$ ; местная нагрузка  $q = 10 \text{ кН/м}^2$  длиной  $b = 1,8 \text{ м}$  на расстоянии  $a = 1,2 \text{ м}$  от стенки.

**Определить** давления грунта от местной нагрузки на поверхности методом «зеркального» изображения.

### Решение:

- 1 Разбивается стенка по глубине  $z$  на 12 равных отрезков.
- 2 Производится зеркальное отображение нагрузки.
- 3 Находится значение углов  $\beta_1$  и  $\beta_2$  (рад) по формулам:

$$\beta_1 = (2 \arctg \frac{a+b}{z}) \frac{\pi}{180}, \quad \beta_2 = (2 \arctg \frac{a}{z}) \frac{\pi}{180}.$$

- 4 Находятся напряжения в каждой точке по глубине стенки:

$$\sigma_{xq} = \frac{q}{\pi} (\beta_1 - \beta_2 - \sin \beta_1 + \sin \beta_2).$$

Вспомогательные величины приведены в приложении А.

Результаты расчета приведены в таблице 2.2.

Эпюра распределение горизонтального давления  $\sigma_{xq}$  приведена на рис.9.

Таблица 2.2 – Результаты расчета

№ точки	$z, \text{ м}$	$\frac{(a+b)}{z}$	$\frac{a}{z}$	$\beta_1, \text{ рад}$	$\beta_2, \text{ рад}$	$\sin\beta_1$	$\sin\beta_2$	$\sigma_{xq}, \text{ кН/м}^2$
0	0	0	0	$\pi$	$\pi$	0	0	0
1	0,5	6	3,6	2,8	2,6	0,32	0,52	1,27
2	1	3	1,8	2,5	2,2	0,6	0,85	1,75
3	1,5	2	1,2	2,21	1,8	0,8	0,98	1,87
4	2	1,5	0,9	1,97	1,5	0,92	0,99	1,72
5	2,5	1,2	0,72	1,75	1,25	0,98	0,95	1,5
6	3	1	0,6	1,57	1,1	1	0,88	1,11
7	3,5	0,86	0,51	1,42	1	0,89	0,86	0,92
8	4	0,75	0,45	1,29	0,85	0,96	0,75	0,73
9	4,5	0,67	0,4	1,18	0,76	0,92	0,69	0,6
10	5	0,6	0,36	1,1	0,69	0,88	0,64	0,54
11	5,5	0,55	0,33	0,99	0,63	0,84	0,59	0,35
12	6	0,5	0,3	0,93	0,58	0,8	0,55	0,32

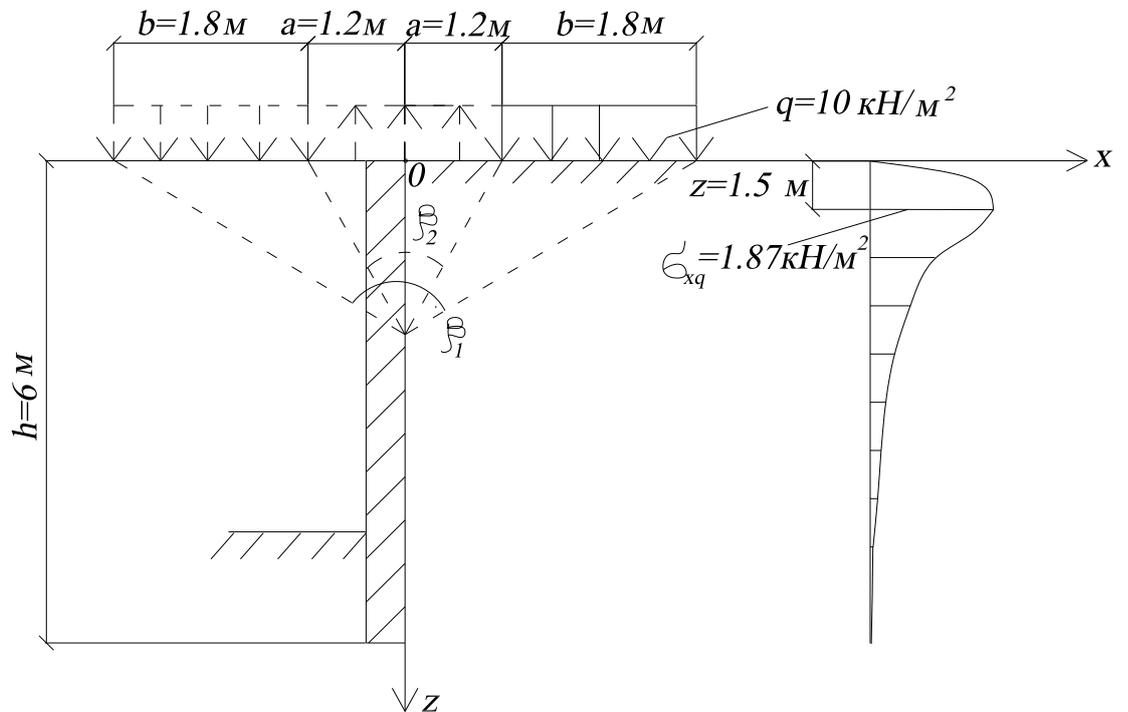


Рисунок 9 – Распределение горизонтального давления  $\sigma_{xq}$

### Пример расчета 3

#### Исходные данные:

Основание сложено песком с  $\gamma=18,2 \text{ кН/м}^3$ ,  $\varphi=30^\circ$ ;  $\mu=0,25$ ; высота подпорной стенки  $h=6 \text{ м}$ ; местная нагрузка  $q=10 \text{ кН/м}^2$  длиной  $b=1,8 \text{ м}$  на расстоянии  $a=1,2 \text{ м}$  от стенки.

**Определить** давления грунта от местной нагрузки на поверхности по методу упругого слоя конечной ширины.

#### Решение:

1 Стенка разбивается по глубине  $z$  на 12 отрезков.

2 Находится соотношение  $z/h$ .

3 Используем табличный метод расчета  $\overline{\sigma}_{xq}$  (табл. Б.1 – Б.2 приложения Б).

Принимаем согласно рис. 3 участки загрузжений 3, 4 и 5, т.к.  $b_{уч} = 0,1 \cdot h - 0,1 \cdot 6 = 0,6 \text{ м}$ .

4 Находятся напряжения  $\sigma_{xq}$  для каждой точки по высоте подпорной стенки по формуле

$$\sigma_{xq} = q \cdot \overline{\sigma}_{xq}.$$

Эпюра распределение горизонтального давления  $\sigma_{xq}$  приведена на рис.10. Результаты расчетов приведены в табл. 2.3.

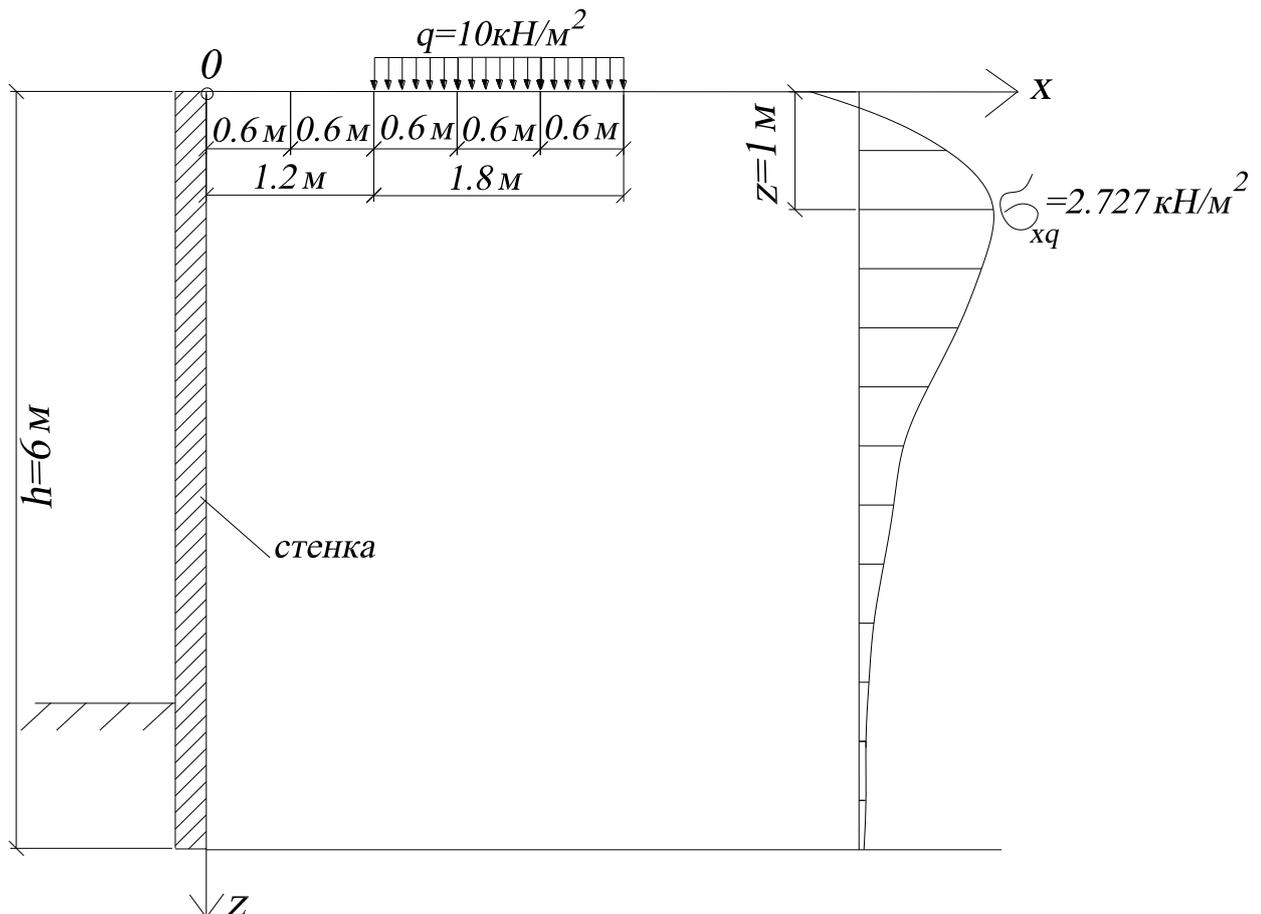


Рисунок 10 – Распределение горизонтального давления  $\sigma_{xq}$

Таблица 2.3 – Результаты расчетов

№ точки	z, м	$\frac{z}{h}$	$\overline{\sigma_{xq}^3}$	$\overline{\sigma_{xa}^4}$	$\overline{\sigma_{xa}^5}$	$\sum \overline{\sigma_{xa}}$	$\sigma_{xq} = q \cdot \sum \overline{\sigma_x}$ , кН/м <sup>2</sup>
0	0	0	-0.0333	-0.0333	-0.0333	-0.0999	-0.999
1	0.5	0.08	0.1061	0.0451	0.0166	0.1678	1.678
2	1	0.17	0.13215	0.08715	0.0534	0.2727	2.727
3	1.5	0.25	0.09885	0.0868	0.06485	0.2504	2.504
4	2	0.33	0.06355	0.07085	0.063	0.1971	1.971
5	2.5	0.42	0.0355	0.0504	0.0539	0.1318	1.388
6	3	0.5	0.0201	0.0355	0.0425	0.098	0.981
7	3.5	0.58	0.0105	0.0244	0.0331	0.068	0.68
8	4	0.67	0.0041	0.0157	0.0263	0.0461	0.461
9	4.5	0.75	0.0009	0.01055	0.0188	0.03025	0.3025
10	5	0.83	-0.00115	0.00715	0.01455	0.02055	0.2055
11	5.5	0.92	0.0018	0.0047	0.0111	0.014	0.14
12	6	1	-0.0019	0.0035	0.0091	0.0107	0.107

#### Пример расчета 4

##### Исходные данные:

Основание сложено песком с  $\gamma=18,2$  кН/м<sup>3</sup>,  $\varphi=30^\circ$ ; высота подпорной стенки  $h=6$  м; местная нагрузка  $q=10$  кН/м<sup>2</sup> длиной  $b=1,8$  м на расстоянии  $a=1,2$  м от стенки.

**Определить** давление грунта от местной нагрузки на поверхности при постоянном угле наклона плоскостей скольжения  $\theta$ .

##### Решение:

1 Находится невыгоднейший угол наклона призмы обрушения к горизонтали:

$$\theta = 45^\circ + \frac{\varphi}{2} = 45^\circ + \frac{30}{2} = 60^\circ.$$

2 Находится коэффициент активного давления:

$$\lambda_a = \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) = \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{30}{2}\right) = 0.33.$$

3 Находится «начало» и «конец второго участка:

$$h_1 = a \cdot \operatorname{tg} \theta = 1.2 \cdot \operatorname{tg} 60 = 2.1 \text{ м};$$

$$h_2 = (a + b) \cdot \operatorname{tg} \theta = (1.2 + 1.8) \operatorname{tg} 60 = 5.2 \text{ м}.$$

4 Определяется давление грунта от местной нагрузки на поверхности:

$$\sigma_{xq} = q \lambda_a = 17 \cdot 0.33 = 5.61 \text{ кН/м}^2.$$

Эпюра распределение горизонтального давления  $\sigma_{xq}$  приведена на рис.11.

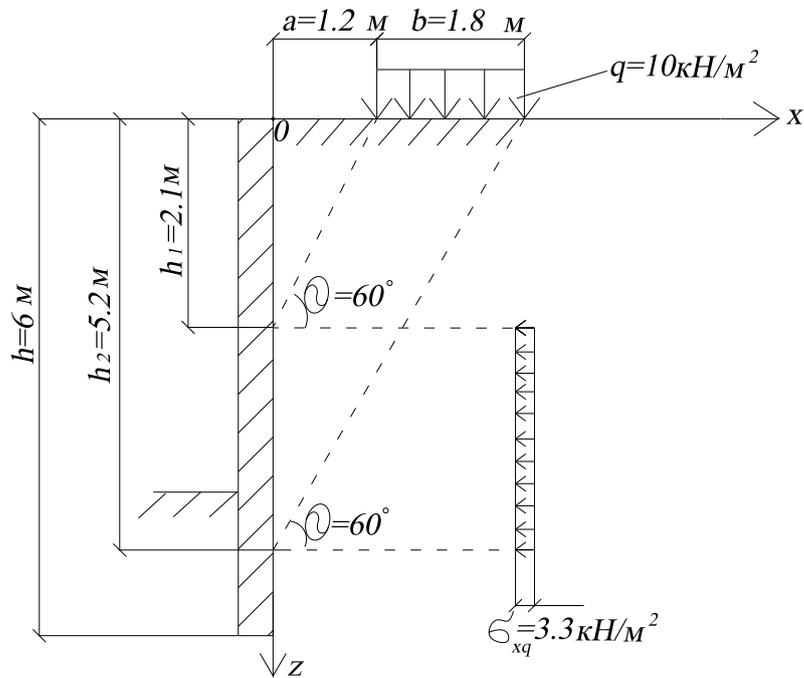


Рисунок 11 – Распределение горизонтального давления  $\sigma_{xq}$

### Пример расчета 5

#### Исходные данные:

Основание сложено песком с  $\gamma=18,2 \text{ кН/м}^2$ ,  $\varphi=42^\circ$ ; высота подпорной стенки  $h=6 \text{ м}$ ; местная нагрузка  $q=10 \text{ кН/м}^2$  длиной  $b=1,8 \text{ м}$  на расстоянии  $a=1,2 \text{ м}$  от стенки.

**Определить** давление грунта от местной нагрузки на поверхности при двух углах наклона плоскостей скольжения  $\theta$  и  $\varphi$ .

#### Решение:

1 Находится первый угол наклона призмы обрушения к горизонтали:

$$\theta = 45^\circ + \frac{\varphi}{2} = 45^\circ + \frac{42^\circ}{2} = 66^\circ .$$

2 Находится коэффициент активного давления:

$$\lambda_a = \text{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) = \text{tg}^2\left(45^\circ - \frac{42^\circ}{2}\right) = 0.2 .$$

3 Находится положение характерных точек:

$$h_1 = a \cdot \text{tg} \varphi = 1.2 \cdot \text{tg} 42 = 1.1 \text{ м};$$

$$h_2 = a \cdot \text{tg} \theta = 1.2 \cdot \text{tg} 66 = 2.7 \text{ м};$$

$$h_3 = (a+b) \cdot \text{tg} \varphi = (1.2+1.8) \text{tg} 42 = 2.9 \text{ м};$$

$$h_4 = (a+b) \cdot \text{tg} \theta = (1.2+1.8) \text{tg} 66 = 6.7 \text{ м}.$$

4 Определяется давление грунта от местной нагрузки на поверхности с ординатой максимальной интенсивности:

$$\sigma_{xq} = q\lambda_a = 10 \cdot 0.2 = 2 \text{ кН/м}^2 .$$

Эпюра распределение горизонтального давления  $\sigma_{xq}$  приведена на рис.12.

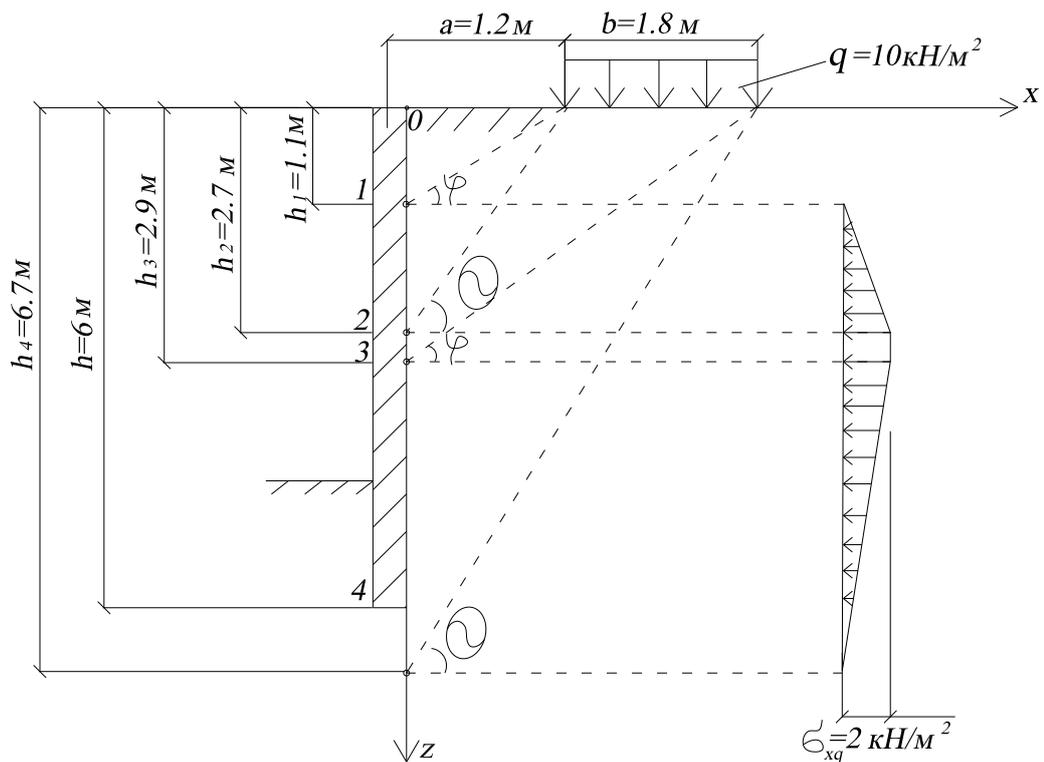


Рисунок 12 – Распределение горизонтального давления  $\sigma_{xq}$

### Пример расчета б

#### Исходные данные:

Основание сложено песком с  $\gamma=18,2 \text{ кН/м}^3$ ,  $\varphi=30^\circ$ ; высота подпорной стенки  $h=6 \text{ м}$ ; местная нагрузка  $q=10 \text{ кН/м}^2$  длиной  $b=1,8 \text{ м}$  на расстоянии  $a=1,2 \text{ м}$  от стенки.

**Определить** давление грунта от местной нагрузки на поверхности при двух углах наклона плоскостей скольжения.

#### Решение:

1 Находится невыгоднейший угол наклона призмы обрушения к горизонтали:

$$\theta = 45^\circ + \frac{\varphi}{2} = 45^\circ + \frac{30^\circ}{2} = 60^\circ.$$

2 Находится коэффициент активного давления:

$$\lambda_a = \text{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) = \text{tg}^2\left(45^\circ - \frac{30^\circ}{2}\right) = 0.33.$$

3 Находится положение характерных точек:

$$h_1 = a \cdot \text{tg} \varphi = 1.2 \cdot \text{tg} 30 = 0.69 \text{ м};$$

$$h_2 = a \cdot \text{tg} \theta = 1.2 \cdot \text{tg} 60 = 2.1 \text{ м};$$

$$h_3 = (a + b) \cdot \text{tg} \varphi = (1.2 + 1.8) \text{tg} 30 = 1.73 \text{ м};$$

$$h_4 = (a + b) \cdot \text{tg} \theta = (1.2 + 1.8) \text{tg} 60 = 5.2 \text{ м}.$$

4 Определяется давление грунта от местной нагрузки на поверхности с максимальной ординатой:

$$\sigma_{xq}^{\max} = \left( a + \frac{b}{1 - \frac{\operatorname{tg} \varphi}{\operatorname{tg} \theta}} \right) \frac{q \cdot \lambda_a}{(2a + b)} = \left( 1.2 + \frac{1.8}{1 - \frac{\operatorname{tg} 30}{\operatorname{tg} 60}} \right) \frac{10 \cdot 0.33}{2 \cdot 1.2 + 1.8} = 3.06 \text{ кН/м}^2;$$

На глубине:

$$z_{\max} = a \cdot \operatorname{tg} \varphi + \frac{a}{(2a + b)} \left[ a \left( 1 - \frac{\operatorname{tg} \varphi}{\operatorname{tg} \theta} \right) + b \right] \operatorname{tg} \theta =$$

$$= 1.2 \cdot \operatorname{tg} 30 + \frac{1.2}{(2 \cdot 1.2 + 1.8)} \left[ 1.2 \left( 1 - \frac{\operatorname{tg} 30}{\operatorname{tg} 60} \right) + 1.8 \right] \operatorname{tg} 60 = 2.6 \text{ м.}$$

Эпюра распределение горизонтального давления  $\sigma_{xq}$  приведена на рис.13.

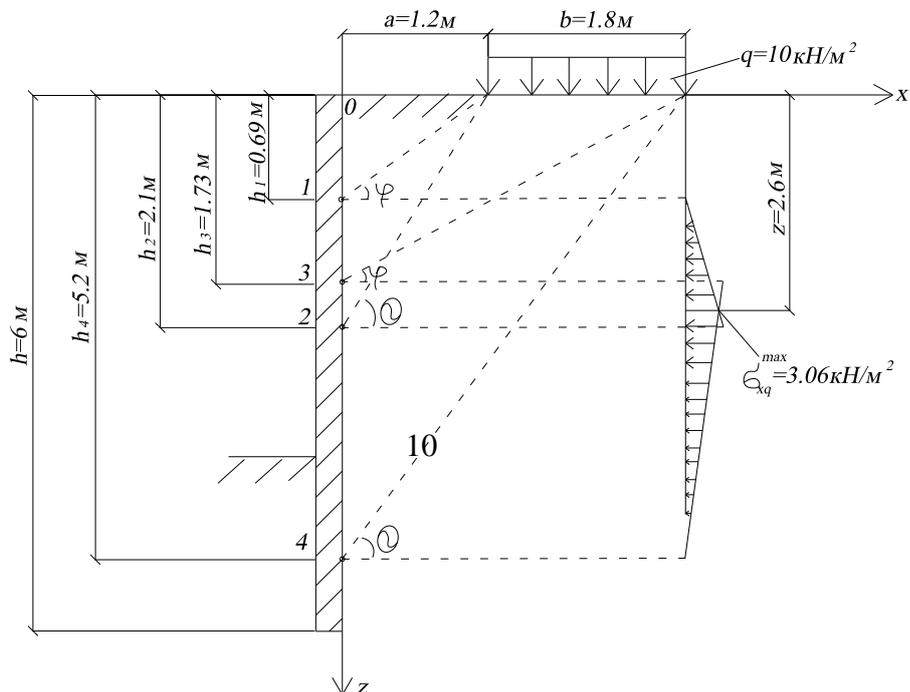


Рисунок 13 – Распределение горизонтального давления  $\sigma_{xq}$

### Пример расчета 7

#### Исходные данные:

Основание сложено песком с  $\gamma=18,2 \text{ кН/м}^2$ ,  $\varphi=30^\circ$ ; высота подпорной стенки  $h=6 \text{ м}$ ; местная нагрузка  $q=10 \text{ кН/м}^2$  длиной  $b=1,8 \text{ м}$  на расстоянии  $a=1,2 \text{ м}$  от стенки.

**Определить** давления грунта от местной нагрузки на поверхности по нормативному методу СНиП.

#### Решение:

1 Находится невыгоднейший угол наклона поверхностей скольжения к горизонтали:

$$\theta_0 = 45^\circ + \frac{\varphi}{2} = 45^\circ + \frac{30^\circ}{2} = 60^\circ.$$

2 Определяется коэффициент активного давления:

$$\lambda_a = \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) = \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{30^\circ}{2}\right) = 0.33.$$

3 Находится глубина «начала» распределения горизонтального давления:

$$z_0 = \frac{a}{\operatorname{tg} \theta} = \frac{1.2}{\operatorname{tg} 60^\circ} = 0.69 \text{ м}.$$

4 Рассчитывается ширина распределения вертикального давления:

$$b_{\text{усл}} = b + 2a = 1.8 + 2 \cdot 1.2 = 4.2 \text{ м}.$$

5 Интенсивность вертикального давления на глубине  $z_0$  от полосовой нагрузки  $q$  следует определять по формуле

$$\sigma_{zq} = q \frac{b}{b_{\text{усл}}} = 10 \frac{1.8}{4.2} = 4.3 \text{ кН/м}^2.$$

6 Определяется интенсивность горизонтального давления  $\sigma_{xq}$  от полосовой нагрузки по формуле

$$\sigma_{xq} = \sigma_{zq} \lambda_a = 4.3 \cdot 0.33 = 1.41 \text{ кН/м}^2.$$

Эпюра распределение горизонтального давления  $\sigma_{xq}$  приведена на рис. 14.

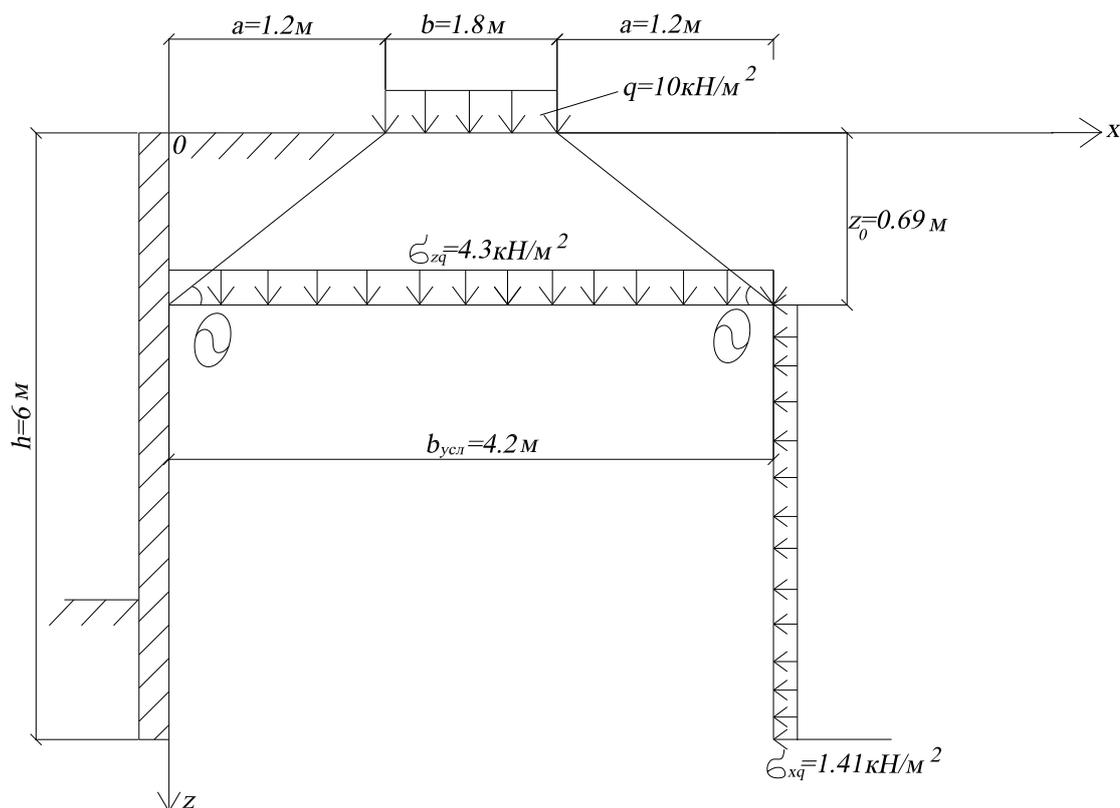


Рисунок 14 – Распределение горизонтального давления  $\sigma_{xq}$

На рис. 15 для сравнения приводятся эпюры распределения давления грунта от местной нагрузки на поверхности по различным методам.

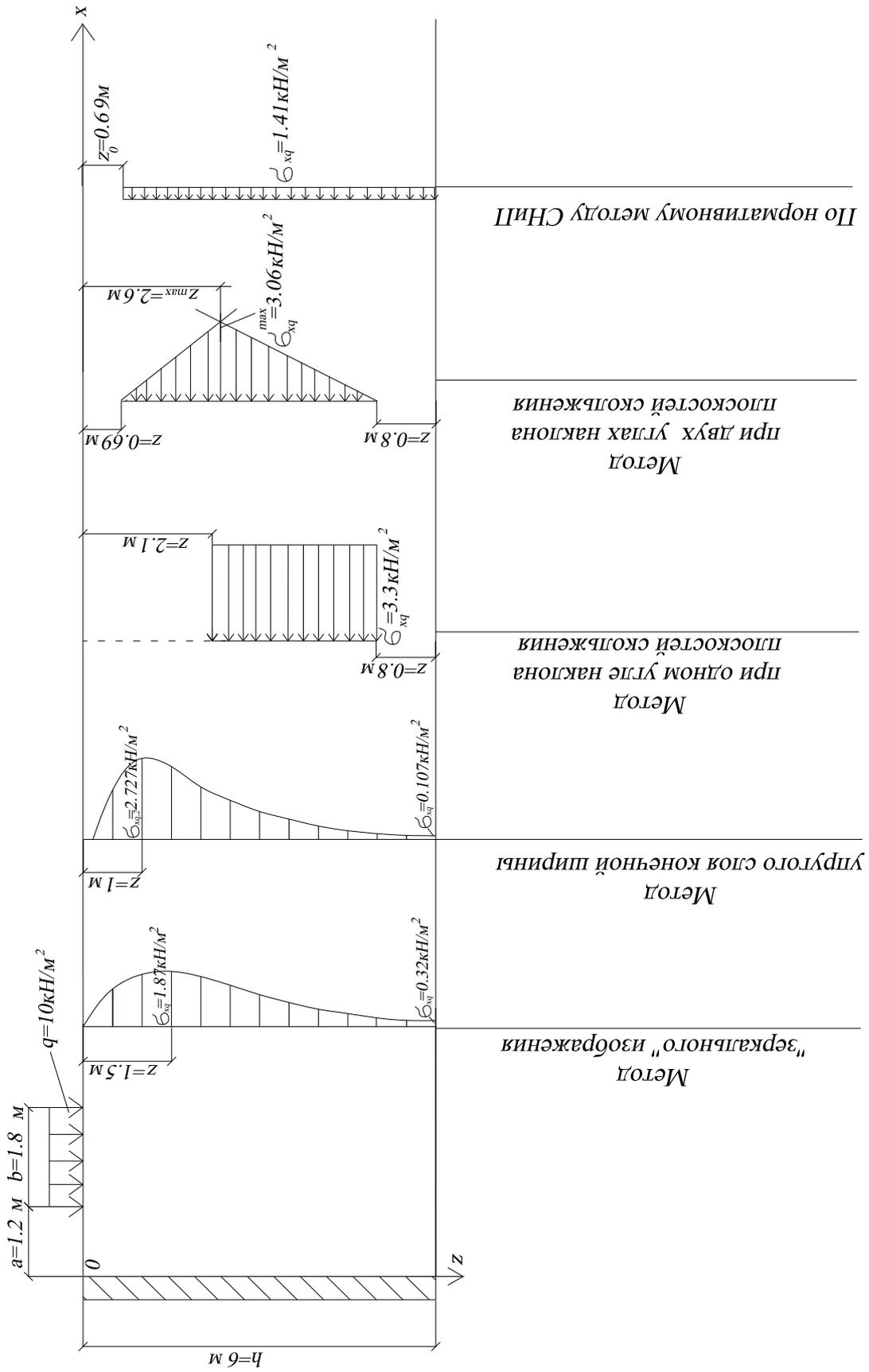


Рисунок 15 - Сравнение эпюр давления грунта на ограждающие поверхности от местной нагрузки  $q$  на поверхности по различным методам определения

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1 – Значения  $\arctg(c)$

$c = \frac{b}{z}$	Arctg(c)	$c = \frac{b}{z}$	Arctg(c)
0	0	4.2	1.34
0.2	0.2	4.4	1.35
0.4	0.38	4.6	1.36
0.6	0.54	4.8	1.37
0.8	0.67	5	1.37
1	0.79	5.2	1.38
1.2	0.88	5.4	1.39
1.4	0.95	5.6	1.39
1.6	1.01	5.8	1.4
1.8	1.06	6	1.41
2	1.11	6.2	1.41
2.2	1.14	6.4	1.42
2.4	1.18	6.6	1.42
2.6	1.2	6.8	1.42
2.8	1.23	7	1.43
3	1.25	7.2	1.43
3.2	1.27	7.4	1.44
3.4	1.28	7.6	1.44
3.6	1.3	7.8	1.44
3.8	1.31	8	1.45
4	1.33		10

Таблица А.2 – Значения  $\sin(F)$

F, рад.	Sin(F)	F, рад.	Sin(F)
0	0	1.6	1
0.1	0.1	1.7	0.99
0.2	0.2	1.8	0.97
0.3	0.3	1.9	0.95
0.4	0.39	2	0.91
0.5	0.48	2.1	0.86
0.6	0.56	2.2	0.81
0.7	0.64	2.3	0.75
0.8	0.72	2.4	0.68
0.9	0.78	2.5	0.6
1	0.84	2.6	0.52
1.1	0.89	2.7	0.43
1.2	0.93	2.8	0.33
1.3	0.96	2.9	0.24
1.4	0.99	3	0.14
1.5	1		

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица Б.1 – Относительные горизонтальные напряжения  $\overline{\sigma}_x$   
при  $\mu = 0,25$  (к методу упругого слоя конечной ширины)

z/h	для схем нагружения:										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0.9663	-0.0333	-0.0333	-0.0333	-0.0333	-0.0333	-0.0333	-0.0333	-0.0333	-0.0333	-0.3333
0.02	0.7191	0.0888	0.009	-0.0117	-0.0201	-0.0243	-0.0267	-0.0282	-0.0292	-0.0299	-0.3133
0.04	0.506	0.1814	0.048	0.009	-0.0072	-0.0155	-0.0202	-0.0232	-0.0251	-0.0265	-0.2934
0.06	0.3433	0.2324	0.0809	0.0282	0.0051	-0.0068	-0.0138	-0.0182	-0.0211	-0.0232	-0.2735
0.08	0.2287	0.2471	0.1061	0.0451	0.0166	0.0014	-0.0076	-0.0133	-0.0171	-0.0198	-0.2538
0.1	0.151	0.2378	0.1233	0.0594	0.027	0.0091	-0.0017	-0.0086	-0.0133	-0.0166	-0.2341
0.12	0.099	0.2157	0.133	0.0709	0.0362	0.0163	0.004	-0.004	-0.0095	-0.0134	-0.2147
0.14	0.0641	0.1887	0.1363	0.0795	0.0442	0.0228	0.0092	0.0003	-0.0059	-0.0103	-0.1956
0.16	0.0403	0.1613	0.1347	0.0854	0.0508	0.0286	0.0141	0.0044	-0.0024	-0.0073	-0.1766
0.18	0.0239	0.1357	0.1296	0.0889	0.056	0.0337	0.0186	0.0083	0.001	-0.0043	-0.158
0.2	0.0124	0.1131	0.1221	0.0903	0.0601	0.038	0.0227	0.0118	0.0041	-0.0016	-0.1397
0.22	0.0042	0.0935	0.1132	0.09	0.0629	0.0417	0.0263	0.0152	0.0071	0.0011	-0.1217
0.24	-0.0018	0.0768	0.1037	0.0882	0.0647	0.0447	0.0294	0.0182	0.0099	0.0036	-0.1041
0.26	-0.0061	0.0628	0.094	0.0854	0.0656	0.047	0.0322	0.0209	0.0125	0.0061	-0.0869
0.28	-0.0093	0.051	0.0846	0.0818	0.0656	0.0487	0.0345	0.0234	0.0149	0.0083	-0.0702
0.3	-0.0117	0.0411	0.0757	0.0776	0.065	0.0498	0.0364	0.0256	0.0171	0.0104	-0.0538
0.32	-0.0134	0.0329	0.0674	0.0732	0.0638	0.0505	0.038	0.0275	0.0191	0.0124	-0.038
0.34	-0.0147	0.026	0.0597	0.0685	0.0622	0.0507	0.0392	0.0291	0.0209	0.0143	-0.0225
0.36	-0.0157	0.0203	0.0527	0.0639	0.0602	0.0506	0.0401	0.0305	0.0225	0.016	-0.0076
0.38	-0.0164	0.0154	0.0464	0.0592	0.0579	0.0501	0.0406	0.0317	0.024	0.0175	0.0068
0.4	-0.0168	0.0114	0.0406	0.0548	0.0555	0.0493	0.041	0.0326	0.0252	0.019	0.0208
0.42	-0.0171	0.008	0.0355	0.0504	0.0529	0.0483	0.041	0.0334	0.0263	0.0202	0.0342
0.44	-0.0173	0.0051	0.031	0.0464	0.0503	0.0472	0.0409	0.0339	0.0273	0.0214	0.0472
0.46	-0.0174	0.0027	0.0269	0.0425	0.0477	0.0458	0.0406	0.0343	0.0281	0.0225	0.0597
0.48	-0.0173	0.0007	0.0233	0.0389	0.045	0.0444	0.0401	0.0345	0.0287	0.0234	0.0716
0.5	-0.0173	-0.001	0.0201	0.0355	0.0425	0.0429	0.0395	0.0346	0.0293	0.0242	0.0831
0.52	-0.0171	-0.0024	0.0172	0.0324	0.04	0.0413	0.0388	0.0345	0.0297	0.0249	0.094
0.54	-0.0169	-0.0036	0.0147	0.0295	0.0376	0.0397	0.038	0.0344	0.03	0.0255	0.1045
0.56	-0.0167	-0.0046	0.0124	0.0268	0.0353	0.0381	0.0372	0.0341	0.0302	0.026	0.1145
0.58	-0.0165	-0.0054	0.0105	0.0244	0.0331	0.0365	0.0362	0.0338	0.0303	0.0265	0.124
0.6	-0.0162	-0.0061	0.0087	0.0221	0.031	0.0349	0.0353	0.0334	0.0303	0.0268	0.1331
0.62	-0.0159	-0.0066	0.0072	0.0201	0.029	0.0334	0.0343	0.0329	0.0303	0.0271	0.1417
0.64	-0.0155	-0.0071	0.0058	0.0182	0.0271	0.0319	0.0333	0.0324	0.0301	0.0273	0.1499
0.66	-0.0152	-0.0074	0.0046	0.0165	0.0253	0.0304	0.0323	0.0318	0.03	0.0274	0.1576
0.68	-0.0149	-0.0077	0.0036	0.0149	0.0237	0.029	0.0312	0.0312	0.0297	0.0275	0.1649
0.7	-0.0145	-0.0079	0.0027	0.0135	0.0222	0.0277	0.0302	0.0306	0.0295	0.0276	0.1719
0.72	-0.0141	-0.008	0.0019	0.0122	0.0207	0.0264	0.0292	0.0299	0.0292	0.0275	0.1784
0.74	-0.0138	-0.0081	0.0012	0.0111	0.0194	0.0251	0.0283	0.0293	0.0288	0.0275	0.1845
0.76	-0.0134	-0.0081	0.0006	0.01	0.0182	0.024	0.0273	0.0286	0.0285	0.0274	0.1903
0.78	-0.013	-0.0081	0.0001	0.0091	0.017	0.0228	0.0264	0.028	0.0281	0.0273	0.1957
0.8	-0.0126	-0.008	-0.0004	0.0082	0.016	0.0218	0.0255	0.0273	0.0277	0.0271	0.2008
0.82	-0.0122	-0.008	-0.0007	0.0075	0.015	0.0208	0.0246	0.0267	0.0273	0.0269	0.2055
0.84	-0.0118	-0.0078	-0.001	0.0068	0.0141	0.0198	0.0238	0.026	0.0269	0.0267	0.2099
0.86	-0.0114	-0.0077	-0.0013	0.0062	0.0132	0.019	0.023	0.0254	0.0264	0.0265	0.2141
0.88	-0.011	-0.0075	-0.0015	0.0056	0.0125	0.0181	0.0222	0.0248	0.026	0.0263	0.2179
0.9	-0.0107	-0.0074	-0.0017	0.0052	0.0118	0.0174	0.0215	0.0242	0.0256	0.026	0.2215
0.92	-0.0103	-0.0072	-0.0018	0.0047	0.0111	0.0166	0.0208	0.0236	0.0251	0.0258	0.2247
0.94	-0.0099	-0.007	-0.0018	0.0044	0.0106	0.016	0.0201	0.023	0.0247	0.0255	0.2278
0.96	-0.0095	-0.0067	-0.0019	0.004	0.01	0.0153	0.0195	0.0225	0.0243	0.0252	0.2306
0.98	-0.0091	-0.0065	-0.0019	0.0038	0.0096	0.0147	0.0189	0.0219	0.0239	0.0249	0.2331
1.0	-0.0087	-0.0063	-0.0019	0.0035	0.0091	0.0142	0.0183	0.0214	0.0235	0.0247	0.2355

Таблица Б. 2 – Относительные горизонтальные напряжения  $\overline{\sigma}_x$   
 при  $\mu = 0,35$  (к методу упругого слоя конечной ширины)

z/h	для схем нагружения:										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>0</b>	<b>0.9772</b>	-0.0231	-0.0231	-0.0231	-0.0231	-0.0231	-0.0231	-0.0231	-0.0231	-0.0231	-0.2308
<b>0.02</b>	<b>0.7294</b>	<b>0.0991</b>	<b>0.0193</b>	-0.0015	-0.0099	-0.0141	-0.0165	-0.018	-0.019	-0.0197	-0.2108
<b>0.04</b>	<b>0.5162</b>	<b>0.1916</b>	<b>0.0583</b>	<b>0.0193</b>	<b>0.0031</b>	-0.0052	-0.0099	-0.0129	-0.0149	-0.0163	-0.1908
<b>0.06</b>	<b>0.3536</b>	<b>0.2426</b>	<b>0.0912</b>	<b>0.0384</b>	<b>0.0154</b>	<b>0.0034</b>	-0.0035	-0.0079	-0.0109	-0.0129	-0.1709
<b>0.08</b>	<b>0.2389</b>	<b>0.2574</b>	<b>0.1164</b>	<b>0.0554</b>	<b>0.0268</b>	<b>0.0116</b>	<b>0.0027</b>	-0.0031	-0.0069	-0.0096	-0.1512
<b>0.1</b>	<b>0.1612</b>	<b>0.248</b>	<b>0.1336</b>	<b>0.0696</b>	<b>0.0373</b>	<b>0.0194</b>	<b>0.0086</b>	<b>0.0017</b>	-0.003	-0.0063	-0.1316
<b>0.12</b>	<b>0.1093</b>	<b>0.226</b>	<b>0.1432</b>	<b>0.0811</b>	<b>0.0465</b>	<b>0.0265</b>	<b>0.0142</b>	<b>0.0062</b>	<b>0.0008</b>	-0.0031	-0.1122
<b>0.14</b>	<b>0.0743</b>	<b>0.199</b>	<b>0.1466</b>	<b>0.0897</b>	<b>0.0544</b>	<b>0.033</b>	<b>0.0195</b>	<b>0.0106</b>	<b>0.0044</b>	0	-0.093
<b>0.16</b>	<b>0.0506</b>	<b>0.1715</b>	<b>0.145</b>	<b>0.0957</b>	<b>0.061</b>	<b>0.0388</b>	<b>0.0244</b>	<b>0.0147</b>	<b>0.0079</b>	<b>0.003</b>	-0.0741
<b>0.18</b>	<b>0.0342</b>	<b>0.146</b>	<b>0.1398</b>	<b>0.0992</b>	<b>0.0663</b>	<b>0.0439</b>	<b>0.0289</b>	<b>0.0185</b>	<b>0.0112</b>	<b>0.0059</b>	-0.0554
<b>0.2</b>	<b>0.0227</b>	<b>0.1233</b>	<b>0.1323</b>	<b>0.1006</b>	<b>0.0703</b>	<b>0.0483</b>	<b>0.0329</b>	<b>0.0221</b>	<b>0.0144</b>	<b>0.0087</b>	-0.0371
<b>0.22</b>	<b>0.0144</b>	<b>0.1037</b>	<b>0.1235</b>	<b>0.1002</b>	<b>0.0732</b>	<b>0.0519</b>	<b>0.0365</b>	<b>0.0254</b>	<b>0.0173</b>	<b>0.0114</b>	-0.0192
<b>0.24</b>	<b>0.0085</b>	<b>0.0871</b>	<b>0.1139</b>	<b>0.0985</b>	<b>0.075</b>	<b>0.0549</b>	<b>0.0397</b>	<b>0.0284</b>	<b>0.0201</b>	<b>0.0139</b>	-0.0016
<b>0.26</b>	<b>0.0041</b>	<b>0.073</b>	<b>0.1043</b>	<b>0.0956</b>	<b>0.0758</b>	<b>0.0572</b>	<b>0.0424</b>	<b>0.0312</b>	<b>0.0227</b>	<b>0.0163</b>	<b>0.0156</b>
<b>0.28</b>	<b>0.0009</b>	<b>0.0613</b>	<b>0.0949</b>	<b>0.092</b>	<b>0.0759</b>	<b>0.0589</b>	<b>0.0448</b>	<b>0.0337</b>	<b>0.0251</b>	<b>0.0186</b>	<b>0.0324</b>
<b>0.3</b>	-0.0014	<b>0.0514</b>	<b>0.086</b>	<b>0.0879</b>	<b>0.0753</b>	<b>0.0601</b>	<b>0.0467</b>	<b>0.0358</b>	<b>0.0273</b>	<b>0.0207</b>	<b>0.0487</b>
<b>0.32</b>	-0.0032	<b>0.0432</b>	<b>0.0776</b>	<b>0.0834</b>	<b>0.0741</b>	<b>0.0608</b>	<b>0.0482</b>	<b>0.0377</b>	<b>0.0293</b>	<b>0.0227</b>	<b>0.0646</b>
<b>0.34</b>	-0.0045	<b>0.0363</b>	<b>0.0699</b>	<b>0.0788</b>	<b>0.0724</b>	<b>0.061</b>	<b>0.0494</b>	<b>0.0394</b>	<b>0.0311</b>	<b>0.0245</b>	<b>0.08</b>
<b>0.36</b>	-0.0054	<b>0.0305</b>	<b>0.0629</b>	<b>0.0741</b>	<b>0.0704</b>	<b>0.0608</b>	<b>0.0503</b>	<b>0.0408</b>	<b>0.0328</b>	<b>0.0262</b>	<b>0.095</b>
<b>0.38</b>	-0.0061	<b>0.0257</b>	<b>0.0566</b>	<b>0.0695</b>	<b>0.0682</b>	<b>0.0603</b>	<b>0.0509</b>	<b>0.042</b>	<b>0.0342</b>	<b>0.0278</b>	<b>0.1094</b>
<b>0.4</b>	-0.0066	<b>0.0216</b>	<b>0.0509</b>	<b>0.065</b>	<b>0.0657</b>	<b>0.0596</b>	<b>0.0512</b>	<b>0.0429</b>	<b>0.0355</b>	<b>0.0292</b>	<b>0.1234</b>
<b>0.42</b>	-0.0069	<b>0.0182</b>	<b>0.0458</b>	<b>0.0607</b>	<b>0.0632</b>	<b>0.0586</b>	<b>0.0513</b>	<b>0.0436</b>	<b>0.0366</b>	<b>0.0305</b>	<b>0.1368</b>
<b>0.44</b>	-0.007	<b>0.0154</b>	<b>0.0412</b>	<b>0.0566</b>	<b>0.0606</b>	<b>0.0574</b>	<b>0.0512</b>	<b>0.0442</b>	<b>0.0375</b>	<b>0.0317</b>	<b>0.1498</b>
<b>0.46</b>	-0.0071	<b>0.013</b>	<b>0.0372</b>	<b>0.0527</b>	<b>0.0579</b>	<b>0.0561</b>	<b>0.0509</b>	<b>0.0446</b>	<b>0.0383</b>	<b>0.0327</b>	<b>0.1622</b>
<b>0.48</b>	-0.0071	<b>0.011</b>	<b>0.0335</b>	<b>0.0491</b>	<b>0.0553</b>	<b>0.0547</b>	<b>0.0504</b>	<b>0.0448</b>	<b>0.039</b>	<b>0.0336</b>	<b>0.1742</b>
<b>0.5</b>	-0.007	<b>0.0093</b>	<b>0.0303</b>	<b>0.0458</b>	<b>0.0527</b>	<b>0.0531</b>	<b>0.0498</b>	<b>0.0448</b>	<b>0.0395</b>	<b>0.0345</b>	<b>0.1856</b>
<b>0.52</b>	-0.0069	<b>0.0078</b>	<b>0.0275</b>	<b>0.0426</b>	<b>0.0502</b>	<b>0.0516</b>	<b>0.0491</b>	<b>0.0448</b>	<b>0.0399</b>	<b>0.0352</b>	<b>0.1966</b>
<b>0.54</b>	-0.0067	<b>0.0066</b>	<b>0.0249</b>	<b>0.0397</b>	<b>0.0478</b>	<b>0.05</b>	<b>0.0483</b>	<b>0.0446</b>	<b>0.0402</b>	<b>0.0358</b>	<b>0.2071</b>
<b>0.56</b>	-0.0065	<b>0.0057</b>	<b>0.0227</b>	<b>0.0371</b>	<b>0.0455</b>	<b>0.0484</b>	<b>0.0474</b>	<b>0.0444</b>	<b>0.0404</b>	<b>0.0363</b>	<b>0.2171</b>
<b>0.58</b>	-0.0062	<b>0.0048</b>	<b>0.0207</b>	<b>0.0346</b>	<b>0.0433</b>	<b>0.0468</b>	<b>0.0465</b>	<b>0.044</b>	<b>0.0405</b>	<b>0.0367</b>	<b>0.2266</b>
<b>0.6</b>	-0.0059	<b>0.0042</b>	<b>0.019</b>	<b>0.0324</b>	<b>0.0412</b>	<b>0.0452</b>	<b>0.0455</b>	<b>0.0436</b>	<b>0.0406</b>	<b>0.0371</b>	<b>0.2357</b>
<b>0.62</b>	-0.0056	<b>0.0036</b>	<b>0.0174</b>	<b>0.0303</b>	<b>0.0392</b>	<b>0.0437</b>	<b>0.0445</b>	<b>0.0431</b>	<b>0.0405</b>	<b>0.0373</b>	<b>0.2443</b>
<b>0.64</b>	-0.0053	<b>0.0032</b>	<b>0.0161</b>	<b>0.0285</b>	<b>0.0374</b>	<b>0.0421</b>	<b>0.0435</b>	<b>0.0426</b>	<b>0.0404</b>	<b>0.0376</b>	<b>0.2524</b>
<b>0.66</b>	-0.005	<b>0.0028</b>	<b>0.0149</b>	<b>0.0267</b>	<b>0.0356</b>	<b>0.0407</b>	<b>0.0425</b>	<b>0.0421</b>	<b>0.0402</b>	<b>0.0377</b>	<b>0.2602</b>
<b>0.68</b>	-0.0046	<b>0.0026</b>	<b>0.0138</b>	<b>0.0252</b>	<b>0.034</b>	<b>0.0393</b>	<b>0.0415</b>	<b>0.0415</b>	<b>0.04</b>	<b>0.0378</b>	<b>0.2675</b>
<b>0.7</b>	-0.0042	<b>0.0024</b>	<b>0.0129</b>	<b>0.0238</b>	<b>0.0324</b>	<b>0.0379</b>	<b>0.0405</b>	<b>0.0408</b>	<b>0.0397</b>	<b>0.0378</b>	<b>0.2744</b>
<b>0.72</b>	-0.0039	<b>0.0023</b>	<b>0.0121</b>	<b>0.0225</b>	<b>0.031</b>	<b>0.0366</b>	<b>0.0395</b>	<b>0.0402</b>	<b>0.0394</b>	<b>0.0378</b>	<b>0.2809</b>
<b>0.74</b>	-0.0035	<b>0.0022</b>	<b>0.0114</b>	<b>0.0213</b>	<b>0.0297</b>	<b>0.0354</b>	<b>0.0385</b>	<b>0.0395</b>	<b>0.0391</b>	<b>0.0377</b>	<b>0.2871</b>
<b>0.76</b>	-0.0031	<b>0.0022</b>	<b>0.0108</b>	<b>0.0203</b>	<b>0.0284</b>	<b>0.0342</b>	<b>0.0376</b>	<b>0.0389</b>	<b>0.0387</b>	<b>0.0377</b>	<b>0.2928</b>
<b>0.78</b>	-0.0027	<b>0.0022</b>	<b>0.0103</b>	<b>0.0193</b>	<b>0.0273</b>	<b>0.0331</b>	<b>0.0366</b>	<b>0.0382</b>	<b>0.0384</b>	<b>0.0375</b>	<b>0.2983</b>
<b>0.8</b>	-0.0024	<b>0.0022</b>	<b>0.0099</b>	<b>0.0185</b>	<b>0.0262</b>	<b>0.032</b>	<b>0.0357</b>	<b>0.0376</b>	<b>0.038</b>	<b>0.0374</b>	<b>0.3033</b>
<b>0.82</b>	-0.002	<b>0.0023</b>	<b>0.0095</b>	<b>0.0177</b>	<b>0.0252</b>	<b>0.031</b>	<b>0.0349</b>	<b>0.0369</b>	<b>0.0375</b>	<b>0.0372</b>	<b>0.3081</b>
<b>0.84</b>	-0.0016	<b>0.0024</b>	<b>0.0092</b>	<b>0.017</b>	<b>0.0243</b>	<b>0.0301</b>	<b>0.034</b>	<b>0.0363</b>	<b>0.0371</b>	<b>0.037</b>	<b>0.3125</b>
<b>0.86</b>	-0.0012	<b>0.0026</b>	<b>0.009</b>	<b>0.0164</b>	<b>0.0235</b>	<b>0.0292</b>	<b>0.0332</b>	<b>0.0356</b>	<b>0.0367</b>	<b>0.0368</b>	<b>0.3166</b>
<b>0.88</b>	-0.0008	<b>0.0027</b>	<b>0.0088</b>	<b>0.0159</b>	<b>0.0227</b>	<b>0.0284</b>	<b>0.0325</b>	<b>0.035</b>	<b>0.0363</b>	<b>0.0365</b>	<b>0.3205</b>
<b>0.9</b>	-0.0004	<b>0.0029</b>	<b>0.0086</b>	<b>0.0154</b>	<b>0.022</b>	<b>0.0276</b>	<b>0.0317</b>	<b>0.0344</b>	<b>0.0358</b>	<b>0.0363</b>	<b>0.324</b>
<b>0.92</b>	0	<b>0.0031</b>	<b>0.0085</b>	<b>0.015</b>	<b>0.0214</b>	<b>0.0269</b>	<b>0.0311</b>	<b>0.0338</b>	<b>0.0354</b>	<b>0.036</b>	<b>0.3273</b>
<b>0.94</b>	<b>0.0004</b>	<b>0.0033</b>	<b>0.0084</b>	<b>0.0146</b>	<b>0.0208</b>	<b>0.0262</b>	<b>0.0304</b>	<b>0.0333</b>	<b>0.035</b>	<b>0.0357</b>	<b>0.3303</b>
<b>0.96</b>	<b>0.0008</b>	<b>0.0035</b>	<b>0.0084</b>	<b>0.0143</b>	<b>0.0203</b>	<b>0.0256</b>	<b>0.0298</b>	<b>0.0327</b>	<b>0.0346</b>	<b>0.0355</b>	<b>0.3331</b>
<b>0.98</b>	<b>0.0012</b>	<b>0.0038</b>	<b>0.0083</b>	<b>0.014</b>	<b>0.0198</b>	<b>0.025</b>	<b>0.0292</b>	<b>0.0322</b>	<b>0.0341</b>	<b>0.0352</b>	<b>0.3357</b>
<b>1.0</b>	<b>0.0016</b>	<b>0.004</b>	<b>0.0084</b>	<b>0.0138</b>	<b>0.0194</b>	<b>0.0245</b>	<b>0.0286</b>	<b>0.0317</b>	<b>0.0337</b>	<b>0.0349</b>	<b>0.338</b>

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

Таблица В.1 – Варианты исходных данных

Вариант	Высота стенки, м	Характеристики грунта				Параметры нагрузки		
		$\gamma$ , кН/м <sup>3</sup>	$\varphi$ , град.	$c$ , кН/м <sup>2</sup>	$\mu$	$a$ , м	$b$ , м	$q$ , кН/м <sup>2</sup>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
1	5	17	20	16	0,25	1	3	10
2	5	17	21	17	0,25	1	3	10
3	5	17	22	18	0,25	1	3	10
4	5	17	23	19	0,25	1	3	10
5	5	17	24	20	0,25	1	3	10
6	5	18	25	21	0,25	1,5	2,5	15
7	5	18	26	22	0,25	1,5	2,5	15
8	5	18	27	23	0,25	1,5	2,5	15
9	5	18	28	24	0,25	1,5	2,5	15
10	5	18	29	25	0,25	1,5	2,5	15
11	5	19	30	26	0,25	2	2	20
12	5	19	31	25	0,25	2	2	20
13	5	19	32	24	0,25	2	2	20
14	5	19	33	23	0,25	2	2	20
15	5	19	34	22	0,25	2	2	20
16	5	20	35	21	0,35	2,5	1,5	15
17	5	20	36	20	0,35	2,5	1,5	15
18	5	20	37	19	0,35	2,5	1,5	15
19	5	20	38	18	0,35	2,5	1,5	15
20	5	20	39	17	0,35	2,5	1,5	15
21	5	21	40	16	0,35	3	1	10
22	5	21	41	16	0,35	3	1	10
23	5	21	42	17	0,35	3	1	10
24	5	21	43	18	0,35	3	1	10
25	5	21	44	19	0,35	3	1	10
26	5	18.5	15	19	0,35	3	1	10
27	5	18.5	16	20	0,35	3	1	10
28	5	18.5	17	21	0,35	3	1	10
29	5	18.5	18	22	0,35	3	1	10

Продолжение таблицы В.1

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<b>30</b>	5	18.5	19	23	0.25	3	1	10
<b>31</b>	5	21	25	21	0.25	2.5	1.5	15
<b>32</b>	5	21	26	22	0.25	2.5	1.5	15
<b>33</b>	5	21	27	23	0.25	2.5	1.5	15
<b>34</b>	5	21	28	24	0.25	2.5	1.5	15
<b>35</b>	5	21	29	25	0.25	2.5	1.5	15
<b>36</b>	5	20	30	26	0.25	2	2	15
<b>37</b>	5	20	31	25	0.25	2	2	15
<b>38</b>	5	20	32	24	0.25	2	2	15
<b>39</b>	5	20	33	23	0.25	2	2	20
<b>40</b>	5	20	34	22	0.25	2.5	1.5	20
<b>41</b>	5	19	35	21	0.25	2.5	1.5	15
<b>42</b>	5	19	36	20	0.25	2.5	1.5	15
<b>43</b>	5	19	37	19	0.25	2.5	1.5	15
<b>44</b>	5	19	38	18	0.25	2.5	1.5	15
<b>45</b>	5	19	39	17	0.25	2.5	1.5	15
<b>46</b>	5	18	40	16	0.25	1	3	10
<b>47</b>	5	18	41	16	0.25	1	3	10
<b>48</b>	5	18	42	17	0.25	1	3	10
<b>49</b>	5	18	43	18	0.25	1	3	10
<b>50</b>	5	18	44	19	0.25	1	3	10
<b>51</b>	5	17	16	20	0.35	2.5	1.5	15
<b>52</b>	5	17	17	21	0.35	2.5	1.5	15
<b>53</b>	5	17	18	22	0.35	2.5	1.5	20
<b>54</b>	5	17	19	23	0.35	2.5	1.5	20
<b>55</b>	5	17	20	24	0.35	2.5	1.5	20
<b>56</b>	5	19	15	19	0.35	1	3	30
<b>57</b>	5	19	16	20	0.35	1	3	29
<b>58</b>	5	19	17	21	0.35	1	3	28
<b>59</b>	5	19	18	22	0.35	1	3	27
<b>60</b>	5	19	19	23	0.35	1	3	26
<b>61</b>	6	18	20	21	0.35	1.2	2.4	25
<b>62</b>	6	18	21	22	0.35	1.2	2.4	24
<b>63</b>	6	18	22	23	0.35	1.2	2.4	23

Продолжение таблицы В.1

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<b>64</b>	6	18	23	24	0.35	1.2	2.4	22
<b>65</b>	6	18	24	25	0.35	1.2	2.4	21
<b>66</b>	6	17	25	26	0.35	1.2	1.8	20
<b>67</b>	6	17	26	25	0.35	1.8	1.8	19
<b>68</b>	6	17	27	24	0.35	1.8	1.8	18
<b>69</b>	6	17	28	23	0.35	1.8	1.8	17
<b>70</b>	6	17	29	22	0.35	0.6	1.8	16
<b>71</b>	6	18.5	44	21	0.35	0.6	1.8	15
<b>72</b>	6	18.5	43	20	0.35	0.6	1.8	14
<b>73</b>	6	18.5	42	19	0.35	0.6	2.4	13
<b>74</b>	6	18.5	41	18	0.35	0.6	2.4	12
<b>75</b>	6	18.5	40	17	0.35	0.6	2.4	11
<b>76</b>	6	21	39	16	0.25	0.6	1.8	10
<b>77</b>	6	21	38	16	0.25	1.8	1.8	11
<b>78</b>	6	21	37	17	0.25	1.8	1.8	12
<b>79</b>	6	21	36	18	0.25	1.8	1.8	13
<b>80</b>	6	21	35	19	0.25	2.4	1.2	14
<b>81</b>	6	20	34	20	0.25	2.4	2.4	15
<b>82</b>	6	20	33	21	0.25	2.4	2.4	16
<b>83</b>	6	20	32	22	0.25	2.4	1.8	17
<b>84</b>	6	20	31	23	0.25	1.8	2.4	18
<b>85</b>	6	20	30	24	0.25	1.8	3	19
<b>86</b>	6	17	20	16	0.25	1.8	3	14
<b>87</b>	6	17	21	17	0.25	1.8	2.4	12
<b>88</b>	6	17	22	18	0.25	1.8	3	12
<b>89</b>	6	17	23	19	0.25	1.2	3	12
<b>90</b>	6	17	24	20	0.25	1.2	3.6	14
<b>91</b>	7	18	25	21	0.25	1,4	2,1	17
<b>92</b>	7	18	26	22	0.25	0,7	2,8	17
<b>93</b>	7	18	27	23	0.25	1,4	2,8	18
<b>94</b>	7	18	28	24	0.25	1,4	2,1	18
<b>95</b>	7	18	29	25	0.25	1,4	3,5	18
<b>96</b>	7	19	30	26	0.25	0,7	2,1	19
<b>97</b>	7	19	31	25	0.35	0,7	2,8	19

Продолжение таблицы В.1

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<b>98</b>	7	19	32	24	0.35	0.7	1.4	19
<b>99</b>	7	19	33	23	0.35	2.1	2.1	21
<b>100</b>	7	19	34	22	0.35	2	2	21
<b>101</b>	7	20	35	21	0.35	2.1	1.8	22
<b>102</b>	7	20	36	20	0.35	2.8	2.8	23
<b>103</b>	7	20	37	19	0.35	1.4	2.1	23
<b>104</b>	7	20	38	18	0.35	2.1	0.7	16
<b>105</b>	7	20	39	17	0.35	0.7	1.4	18
<b>106</b>	7	21	40	16	0.35	31.4	1.4	19
<b>107</b>	7	21	41	16	0.35	1.4	1.4	21
<b>108</b>	7	21	42	17	0.35	1.4	1.4	22
<b>109</b>	7	21	43	18	0.35	2.1	2.1	23
<b>110</b>	7	21	44	19	0.35	1.4	1.4	24
<b>111</b>	7	18.5	15	19	0.35	0.7	1.4	25
<b>112</b>	7	18.5	16	20	0.35	0.7	2.1	26
<b>113</b>	7	18.5	17	21	0.35	1.4	2.1	27
<b>114</b>	7	18.5	18	22	0.35	2.1	2.8	25
<b>115</b>	7	20	31	25	0.35	2.1	2.1	19

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ

- 1 СНиП 2.09.03-85. Сооружения промышленных предприятий. – М.: Госстрой СССР, 1986. – 57 с.
- 2 СНиП 2.06.07–87. Подпорные стены, судоходные шлюзы, рыбопропускные и рыбозащитные сооружения. – М.: Госстрой СССР, 1988. – 48 с.
- 3 Цытович Н.А. Механика грунтов. М.: 1951. – 548 с.
- 4 Лучковський І.Я. Взаємодія конструкцій з основою. – Бібліотека ІТЕ. Том 3. – Харків.: ХДАМГ, 2000. – 264 с.
- 5 Клейн Г.К. Расчет подпорных стен. – М.: «Высшая школа», 1964. – 196 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1 Методы определения давления грунта от местных нагрузок на поверхности.....	5
1.1 Методы определения давления грунта от местных нагрузок с использованием решений теории упругости.....	5
1.1.1 Метод зеркального изображения.....	5
1.1.2 Метод упругого слоя конечной ширины .....	7
1.2 Методы определения давления грунта от местных нагрузок с использованием решения теории предельного равновесия.....	8
1.2.1 Метод с одним углом наклона поверхностей скольжения .....	8
1.2.2 Метод с двумя углами наклона поверхностей скольжения.....	9
1.2.3 Нормативный метод СНиП .....	11
2 Примеры определения давления грунта от местной нагрузки на поверхности.....	13
Приложение А.....	23
Приложение Б.....	24
Приложение В.....	26
Список источников информации.....	30

## Навчальне видання

Методичні вказівки щодо визначення тиску ґрунту на огорожуючі конструкції від місцевих навантажень на поверхні із спеціального курсу «Основи механіки ґрунтів» для студентів-іноземців напрямку підготовки 6.092101 «Будівництво»

Укладачі: Самородов Олександр Віталійович  
Лучковський Ілля Якович  
Храпатова Ірина Вікторівна  
Никитенко Веніамін Йосипович

Відповідальний за випуск І.Я. Лучковський

Редактор В.І. Пуцик

План 2009, поз.99.

Підп. до друку

Надруковано на ризографі.

Тираж 50 прим.

Формат 60x84 1/16.

Обл.-вид. арк 1.8.

Умов. друк. арк. 1.6.

Зам. № 1846.

Папір друк. №2.

Безкоштовно.

---

ХДТУБА, 61002, м. Харків-2, вул. Сумська, 40

---

Підготовлено та надруковано РВВ Харківського державного технічного  
університету будівництва та архітектури