

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА МЕХАНИЧЕСКОЙ АНИЗОТРОПИИ НА НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОДПОРНОЙ СТЕНКИ

**Сахар В. В., Соловьев Д. А.**

Научный руководитель – Банников С. Н.

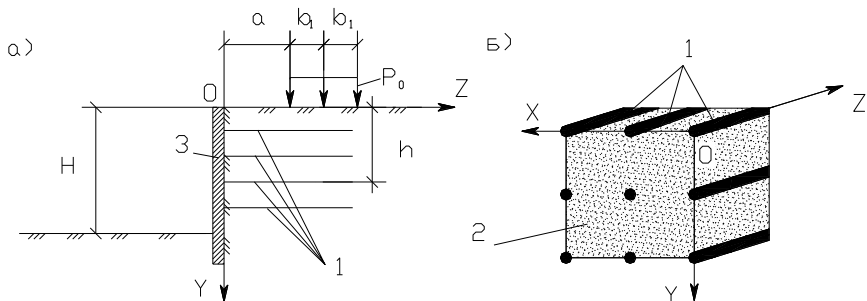
Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

**Аннотация.** В данном докладе рассматривается влияние коэффициента механической анизотропии на напряженное состояние армированной подпорной стенки. По полученным формулам были проведены расчеты, устанавливающие распределение горизонтальных давлений на ограждение котлованов, а также вертикальных напряжений  $\sigma_y$  под подошвой фундамента в зависимости от коэффициента механической анизотропии равного  $n=E_3/E$ .

В результате решения уравнений равновесия и неразрывности нами были получены выражения для определения напряжений в виде:

$$\sigma_z = \frac{P_0 \cdot \gamma_2 \cdot \gamma_1}{\pi(\gamma_2 - \gamma_1)} \left[ \gamma_2 \left( \arctg \frac{z-a}{y \cdot \gamma_2} - \arctg \frac{z-a-b}{y \cdot \gamma_2} \right) - \gamma_1 \left( \arctg \frac{z-a}{y \cdot \gamma_1} - \arctg \frac{z-a-b}{y \cdot \gamma_1} \right) + \right. \\ \left. + \gamma_2 \left( \arctg \frac{z+a+b}{y \cdot \gamma_2} - \arctg \frac{z+a}{y \cdot \gamma_2} \right) - \gamma_1 \left( \arctg \frac{z+a+b}{y \cdot \gamma_1} - \arctg \frac{z+a}{y \cdot \gamma_1} \right) \right] ; \quad (1)$$

$$\sigma_y = \frac{P_0}{\pi(\gamma_2 - \gamma_1)} \left[ \gamma_2 \left( \arctg \frac{z-a}{y \cdot \gamma_2} - \arctg \frac{z-a-b}{y \cdot \gamma_2} \right) - \gamma_1 \left( \arctg \frac{z-a}{y \cdot \gamma_1} - \arctg \frac{z-a-b}{y \cdot \gamma_1} \right) + \right. \\ \left. + \gamma_2 \left( \arctg \frac{z+a+b}{y \cdot \gamma_2} - \arctg \frac{z+a}{y \cdot \gamma_2} \right) - \gamma_1 \left( \arctg \frac{z+a+b}{y \cdot \gamma_1} - \arctg \frac{z+a}{y \cdot \gamma_1} \right) \right] . \quad (2)$$



1 – нагели; 2 – грунт; 3–ограждающая конструкция  
Рисунок 1. – Расчетная схема

Здесь  $\gamma_1$  и  $\gamma_2$  - корни характеристического уравнения, которые для нашего случая определялись по следующим формулам:

$$\gamma_1 = \sqrt{\frac{S_{66} + 2S_{13} - \sqrt{(S_{66} + 2S_{13})^2 - 4S_{11}S_{33}}}{2S_{11}}}, \quad (3)$$

$$\gamma_2 = \sqrt{\frac{S_{66} + 2S_{13} + \sqrt{(S_{66} + 2S_{13})^2 - 4S_{11}S_{33}}}{2S_{11}}}, \quad (4)$$

где

$$S_{11} = \frac{1}{E}(1 - \nu^2); \quad S_{13} = -\frac{\nu_3}{E_3}(1 + \nu);$$

$$S_{33} = \frac{1}{E_3}\left(1 - \nu_3^2 \frac{E}{E_3}\right); \quad S_{66} = \frac{E(1 + 2\nu_3) + E_3}{EE_3}.$$

$E$ ,  $E_3$  – модули деформации соответственно для сжатия-растяжения в направлении плоскости изотропии ( $XOY$ ) и нормальном к ней;

$\nu$  – коэффициент Пуассона, характеризующий отношение относительных поперечных деформаций в плоскости изотропии ( $XOY$ );

$\nu_3$  – коэффициент Пуассона для плоскости ( $YOZ$ ) перпендикулярной плоскости изотропии.

По полученным формулам (1) – (4) были проведены расчеты, устанавливающие распределение горизонтальных давлений на ограждение котлованов, а также вертикальных напряжений  $\sigma_y$  под подошвой фундамента в зависимости от коэффициента механической анизотропии равно  $\mu = E_3/E$  и коэффициентов Пуассона. Результаты счета представлены на рис. 2.

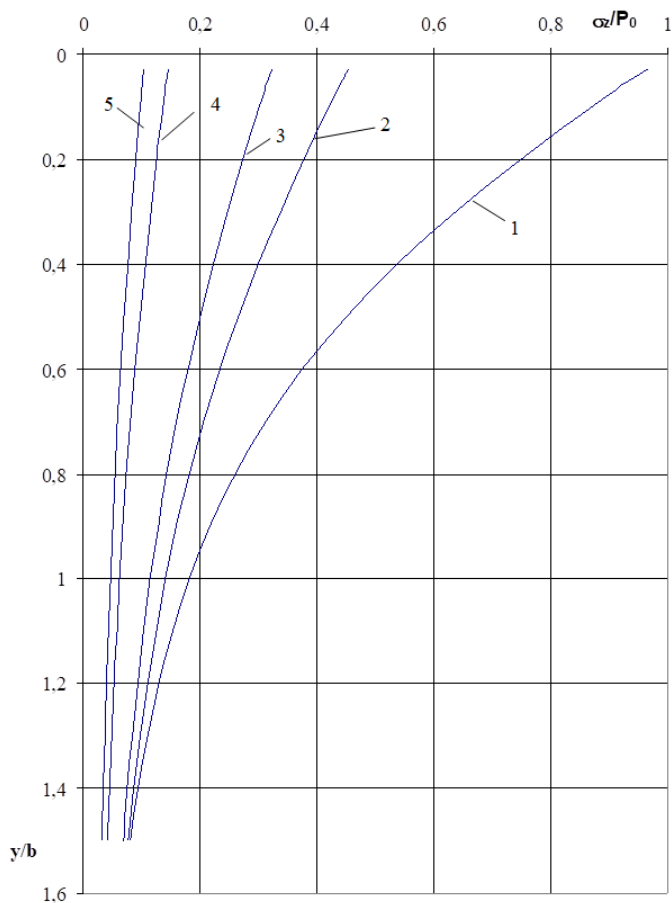


Рисунок 2. – Эпюры давления грунта на ограждающие конструкции при горизонтальном нагельном усилении основания  
(для  $\nu = \nu_3 = 0,3$ ;  $z/b = 0$ ,  $a/b = 0,0$ )  
1–  $E_3/E = 1$ ; 2–  $E_3/E = 5$ ; 3–  $E_3/E = 10$ ; 4–  $E_3/E = 50$ ; 5–  $E_3/E = 100$

Проанализировав наши результаты, можно сделать следующие выводы:

1) давление усиленного грунта на ограждающие конструкции  $\sigma_z$  от дополнительной нагрузки  $P_0$  существенно уменьшается с ростом коэффициента механической анизотропии;

2) вертикальные напряжения  $\sigma_y$  под подошвой фундамента увеличиваются с ростом коэффициента механической анизотропии;

3) изменение коэффициентов Пуассона ( $\nu$ ,  $\nu_3$ ) практически не оказывает влияния на напряженное состояние усиленного основания.

### **Литература**

1. Лехницкий, С. Г. Теория упругости анизотропного тела. – М., 1977.–415 с.
2. Банников, С. Н., Никитенко, М. И., Банников, Н. Д. ТКП 45-5.01-268 Основания и сооружения из армированного грунта //Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь. – 2013.