

# DETERMINATION OF THE FORCES OF NEGATIVE FRICTION WHEN DECOMING THE NEEDLAND GROUND

Bahromov M.M.<sup>1</sup>, Otakulov B.A.<sup>2</sup>, Rakhimov E.H.<sup>3</sup> (Republic of Uzbekistan)

Email: Bahromov443@scientifictext.ru

<sup>1</sup>Bahromov Mahmud Mamathonovich - Docent;

<sup>2</sup>Otakulov Bahrom Adhamovich - Senior Researcher;

<sup>3</sup>Rakhimov Elbek Hasanboy Ugli - Student,

DEPARTMENT, CONSTRUCTION OF BUILDINGS AND STRUCTURES,  
FERGHANA POLYTECHNIC INSTITUTE,  
FERGANA, REPUBLIC OF UZBEKISTAN

**Abstract:** the article presents the proposed computational method for determining the total negative friction forces, which take into account the stress-strain state of the base soil, also takes into account the state of the side surface of the pile, the depth of the pile and the soil. When determining the radial pressure of the soil, the effects of domestic pressure, stress state caused by the pile immersion, set of tangential stresses along the lateral surface of the pile within the depth of its immersion into the soil and the load transmitting to the pile end are taken into account. It is also accepted that the elementary crushing and normal force causes a stress state in the soil according to Mindlin for a vertical single concentrated force inside a semi-whole. A comparison of the calculation data with the experimental ones is given, and the methodology of the laboratory determination of the mechanical soil characteristics necessary for its realization is substantiated.

**Keywords:** pile, forces of negative friction, thawing of the soil, neutral point, displacement, limit state, radial and tangential stresses, single concentrated force, roughness, normal to the shear plane.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛ НЕГАТИВНОГО ТРЕНИЯ ПРИ ОТТАИВАНИИ ОКОЛОСВАЙНОГО ГРУНТА

Бахромов М.А.<sup>1</sup>, Отакулов Б.А.<sup>2</sup>, Рахимов Э.Х.<sup>3</sup> (Республика Узбекистан)

<sup>1</sup>Бахромов Махмуд Маматхонович - доцент;

<sup>2</sup>Отакулов Бахром Адхамович - старший научный сотрудник;

<sup>3</sup>Рахимов Элбек Хасанбой угли – студент,

кафедра строительства зданий и сооружений,

Ферганский политехнический институт,

г. Фергана, Республика Узбекистан

**Аннотация:** в статье приведен предлагаемый расчетный метод определения суммарных сил негативного трения, учитывающий напряженно-деформированное состояния грунта основания, также учтено состояние боковой поверхности сваи, глубина погружения сваи и виды грунта. При определении радиального давления грунта учтены воздействия бытового давления, напряженного состояния, вызванного погружением сваи, совокупности касательных напряжений по боковой поверхности сваи в пределах глубины погружения ее в грунт и нагрузки, передающей на торец сваи. Также принято, что элементарная касательная и нормальная сила вызывает в грунте напряженное состояние согласно Миндлину для вертикальной одиночной сосредоточенной силы внутри полупространства. Приведено сопоставление данных расчета с опытными и обоснована методика лабораторного определения необходимых для ее реализации механических характеристик грунтов.

**Ключевые слова:** сваи, сил негативного трения, оттаивании грунта, нейтральная точка, перемещение, предельное состояние, радиальное и касательное напряжения, одиночной сосредоточенной силы, шероховатость, нормальное к плоскости сдвига.

Известно, что для определения величины суммарных сил негативного трения определяющее значение имеет длина участка сваи, в пределах которого действуют удельные силы негативного трения. Длина последнего зависит от местоположения нейтральной точки, в которой выполняется условие равенства осадок сваи  $S_p$  и оттаивающего грунта  $S_{ad}$ .

При определении осадки сваи – стойки  $S_p$  при опирании ее на несжимаемые грунты принято, что величина  $S_p$  обусловлена упругим сжатием сваи по материалу  $\delta_p$ , которое складывается из сжатия сваи: под воздействием внешней нагрузки  $\delta_1$ , ее собственного веса  $\delta_2$  и сил негативного трения  $\delta_3$ . Для каждой составляющей получена соответствующая формула и показано на численных примерах (сваи железобетонные сечением 40x40 см, длиной 10, 16, и 20м), что упругое сжатие сваи  $\delta_p$  даже в грунтовых условиях, характеризующихся малосжимаемыми песчаными грунтами ( $A_{th} = 0,001$ ;  $a = 0,0002$  МПа) несопоставимо с величиной осадки грунта  $S_{ad}$ , в связи с чем положение нейтральной точки близко к

уровню нижнего конца сваи. Практически можно принимать, что удельные сил негативного трения при оттаивании грунта действуют в пределах всей глубины погружения сваи в грунт до уровня кровли несжимаемых грунтов.

Для определения удельных сил негативного трения на глубине  $z$  использована известная зависимость

$$f_n(z) = \sigma_p(z) \tan \varphi_{gm} + c_{gm} \quad (1)$$

где  $\sigma_p(z)$  - горизонтальное (радиальное) нормальное напряжение в грунте на глубине  $z$ , определяемое с учетом особенностей, изложенных в главе 4;  $\varphi_{gm}$  - угол трения оттаивающего грунта по материалу сваи, определяемый в зависимости от вида грунта, его плотности-влажности, состояния боковой поверхности сваи, давления грунта на заданной глубине и других факторов, влияющих на его величину;  $c_{gm}$  - сцепление оттаивающего грунта с материалом сваи на рассматриваемой глубине, определяемое в зависимости от тех же факторов, что и  $\varphi_{gm}$ .

В общем случае радиальные напряжения  $\sigma_p(z)$  формируются под воздействием бытового давления, поверхностной нагрузки, напряженного состояния, вызванного погружением сваи, совокупности касательных напряжений по боковой поверхности сваи в пределах глубины погружения ее в грунт и нагрузки, передающей на торец сваи. Для определения  $\sigma_p(z)$  от собственного грунта с удельным весом  $\gamma$  и равномерно распределенной нагрузкой на поверхности  $q$  используется общепринятая зависимость

$$\sigma_p'(z) = (\gamma z + q) \xi_0 \quad (2)$$

где  $\xi_0$  - коэффициент бокового давления грунта в состоянии покоя.

При устройстве свай в оттаивающих их погружение в грунт не вносит изменений в напряженное состояние основания, что позволяет не учитывать влияние погружения сваи на величину  $\sigma_p(z)$ .

При определении радиальных напряжений, обусловленных действием касательных напряжений и нагрузкой на торец, касательные напряжения на глубине  $z$  приняты равномерно распределенными по периметру сечения сваи, а торцевая нагрузка – равномерно распределенной по площади торца. Также принято, что элементарная касательная и нормальная сила вызывает в грунте напряженное состояние согласно Миндлину для вертикальной одиночной сосредоточенной силы внутри полупространства. Воздействие касательных сил на  $\sigma_p(z)$  рассмотрено в общей постановке, когда оттаивание грунта еще не дошло до кровли несжимаемых грунтов, т.е. в пределах оттаивающего грунта действуют касательные силы  $\tau_n(\xi)$ , равные удельным силам негативного трения на соответствующих глубинах, а в пределах мерзлого, еще не оттаявшего, - касательные силы  $\tau(\xi)$ , равные сопротивлениям мерзлого грунта сдвигу также на соответствующих глубинах. Исходя из изложенного радиальные напряжения от касательных сил и нагрузки на торец представлены в виде

$$\begin{aligned} \sigma_p''(z) = \sigma_p(\tau_n, \tau, q_t) = & 2 \int_0^{d_1} \int_0^\pi \tau_n(\xi, f(\xi, z, \theta)) R d\theta d\xi + \\ & + 2 \int_{d_1}^d \int_0^\pi \tau(\xi) f(\xi, z, \theta) R d\theta d\xi + 2 \int_0^R \int_0^\pi q_t f_1(z, \theta) \rho d\rho d\theta \quad (3) \end{aligned}$$

где  $f(\xi, z, \theta)$  и  $f_1(\xi, z, \theta)$  – функции геометрических размеров и коэффициента Пуассона грунта, определяемые ранее упомянутым решением Миндлина соответственно для касательной и нормальной вертикальной силы;  $d_1$  - длина участка сваи, в пределах которого действуют силы  $\tau_n(\xi)$ ;

$d$  – глубина погружения сваи в грунт до кровли несжимаемых грунтов;  $R$  – поперечного сечения сваи (для квадратной сваи эквивалентный).

Таким образом полное радиальное напряжение

$$\sigma_p(z) = \sigma_p'(z) + \sigma_p''(z) \quad (4)$$

По аналогии с (3) можно учесть, что силы  $\tau_n(\xi)$ ,  $\tau(\xi)$  и  $q_t$  вызывает в грунте касательные составляющие напряжений  $\tau_{xz}(\tau_n(\xi))$ ,  $\tau_{xz}(\tau(\xi))$  и  $\tau_{xz}(q_t)$ , которые определяются также по Миндлину. Окончательно условие (1) запишется в виде

$$f_n(z) = (\sigma_p'(z) + \sigma_p''(z)) \tan \varphi_{gm} + c_{gm} + \tau_{xz}(z) \quad (5)$$

Из (5) видно, что для нахождения  $f_n(z)$ , необходимо располагать значениями  $\sigma_p(z)$  и  $\tau_{xz}(z)$ , которые, в свою очередь, зависят от сил  $\tau_n(\xi)$ ,  $\tau(\xi)$  и  $q_t$ , с другой стороны,  $\tau_n(\xi)$  функционально совпадают в рассматриваемой задаче с  $f_n(z)$ , т.е. для определения  $f_n(z)$  необходимо решить интегральное уравнение. Учитывая численные способы вычисления напряжений  $\sigma_p''(z)$  и  $\tau_{xz}(z)$ ,



Воздушно-сухой песок средней крупности и плотности ( $\gamma = 16,5 \text{ кН/м}^3$ )	0,64	0	Выдергивание	323	338	388	357	338	293
То же ( $\gamma = 17 \text{ кН/м}^3$ )									
	0,60	0,1	Вдавливание	3840	4000	3496	3796	3942	4722
То же ( $\gamma = 16,5 \text{ кН/м}^3$ )			Выдергивание	2230	2230	2433	2290	2193	1945
	0,8	0,01	Негативное трение	1160	1200	1318	1230	1170	1023

#### *Список литературы / References*

1. *Абелев М.Ю.* Строительство промышленных и гражданских сооружений на слабых водонасыщенных грунтах. М. Стройиздат, 1983. С. 248.
2. *Голли А.В., Мельников А.В., Тихомирова Л.К.* Учет коэффициента бокового расширения при расчете деформаций. Сб.: Вопросы устройства оснований и фундаментов в слабых и мерзлых грунтах. Л.: ЛИСИ, 1982. С. 88-95.
3. *Бахромов М.М., Умаров Ш.А.* Определения сил трения по боковой поверхности свайных фундаментов. Научно-технический журнал. Фергана. Изд-во ФарПИ. 2016. № 4. С. 57-63.
4. *Теренецкий Л.Н., Кацов К.П., Юркевич О.П.* Снижение трения между грунтами и стальными или бетонными поверхностями путем применения полиэтиленовых покрытий. "Основания, фундаменты и механика грунтов", 1976. № 4. С. 17-19.
- 5.