4. *Саркисян Л. Е., Тер-Мкртчян Д. К.* Исследование процессов получения спеченных термомагнитных сплавов.— Промышленность Армении, 1982, № 9, с. 31—33.
5. *Манукян Н. В., Саркисян Л. Е., Тер-Мкртчян Д. К.* Получение и свойства спеченного сплава ЗОН.— В кн.: Теория и практика порошковой металлургии: Межвуз. тематич. сб. научн. тр. по порошковой металлургии. Ереван, 1982, с. 5—15.
6. *Саркисян Л. Е., Тер-Мкртчян Д. К.* Магнитные свойства порошковых никельжелезомолибденовых сплавов.— В кн.: Усовершенствование технологических процессов в цветной металлургии: Межвуз. тематич. сб. научн. тр. Ереван, 1985, с. 28—32.

Изв. АН АрмССР (сер. ТН), т. XL, № 2, 1987

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

З. Г. ТЕР-МАРТИРОСЯН, Р. Г. МАНВЕЛЯН

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ В ГРУНТОВОМ МАССИВЕ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ПЕРИОДИЧЕСКИ РАСПОЛОЖЕННЫХ НОРМАЛЬНЫХ НАГРУЗОК НА ЕГО ГРАНИЦЕ

В инженерной практике часто встречаются случаи, когда грунтовый массив подвергается действию периодически расположенных равномерно-распределенных нормальных полосовых нагрузок. Так, например, ленточные фундаменты, расположенные на определенном расстоянии друг от друга, создают сложное напряженное состояние в грунтовом основании, которое необходимо прогнозировать для расчета его по предельным состояниям. Аналогичное напряженное состояние возникает также при взаимодействии ряда свай, удерживающих вертикальный откос или оползневой массив.

Существующие теории расчета оснований сооружений [1] в принципе позволяют учитывать взаимное влияние близко расположенных двух или трех конструкций на напряженно-деформированное состояние массива грунта. Однако при периодическом их расположении учет такого влияния традиционными методами связан с большим объемом расчетов.

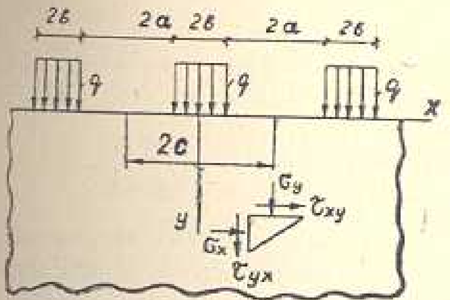

Рис. 1. Расчетная схема распределения напряжений в линейно-деформируемом полупространстве при нормальных нагрузках на его границе.

В настоящей работе в рамках плоской задачи теории упругости дается попытка оценить закономерность распределения напряжений в грунтовом массиве под действием периодически расположенных нормальных полосовых нагрузок на его границе.

Пусть на границе линейно-деформируемого однородного грунтового полупространства (рис. 1) действует периодически расположенная нормальная полосовая нагрузка интенсивностью q на ширину $2b$ с расстоянием между ними $2a$, т. е. с периодом $2c = 2(b + a)$.

В этом случае функция напряжений может быть взята в виде [2]:

$$L(x, y) = q\frac{bx^2}{2c} - \frac{2qc^2}{\pi^3}\sum_{n=1}^{n=\infty}\frac{A_n}{n^3}\frac{\pi nb}{c}\left(1 + \frac{\pi ny}{c}\right)\times$$

$$\times\exp\left(-\frac{\pi ny}{c}\right)\cos\frac{\pi nx}{c}, \tag{1}$$

где A_n — коэффициенты, определяемые из граничного условия для нормальных напряжений, которые можно представить в виде ряда

$$\sigma_y = \frac{\partial^2 L}{\partial x^2} = \frac{2qb}{c}\left[\frac{1}{2} + \frac{l}{\pi a}\sum_{n=1}^{n=\infty}\frac{1}{n}\sin\frac{\pi nb}{c}\cos\frac{\pi nx}{c}\right]. \tag{2}$$

Тогда, воспользуясь граничными условиями (2), функцию напряжений можно представить в виде

$$L(x, y) = q\frac{bx^2}{2c} - q\frac{2c^2}{\pi^3}\sum_{n=1}^{n=\infty}\frac{1}{n^3}\sin\frac{\pi nb}{c}\left(1 + \frac{\pi ny}{c}\right)\times$$

$$\times\exp\left(-\frac{\pi ny}{c}\right)\cos\left(\frac{\pi nx}{c}\right). \tag{3}$$

Компоненты напряжений в грунтовом массиве могут быть определены на основании известных соотношений:

$$\sigma_y = \frac{\partial^2 L}{\partial x^2}; \quad \sigma_x = \frac{\partial^2 L}{\partial y^2}; \quad \tau_{xy} = -\frac{\partial^2 L}{\partial x \cdot \partial y}$$

следующим образом:

$$\sigma_y = q\left[\frac{b}{c} + \frac{2}{\pi}\sum_{n=1}^{n=\infty}\frac{1}{n}\sin\frac{\pi nb}{c}\left(1 + \frac{\pi ny}{c}\right)\exp\left(-\frac{\pi ny}{c}\right)\cos\frac{\pi nx}{c}\right];$$

$$\sigma_x = \frac{2q}{\pi}\sum_{n=1}^{n=\infty}\frac{1}{n}\sin\frac{\pi nb}{c}\cos\frac{\pi nx}{c}\left(1 - \frac{\pi ny}{c}\right)\exp\left(-\frac{\pi ny}{c}\right); \tag{4}$$

$$\tau_{xy} = \frac{2qy}{\pi}\sum_{n=1}^{n=\infty}\frac{1}{n}\sin\frac{\pi nb}{c}\sin\left(\frac{\pi nx}{c}\right)\exp\left(-\frac{\pi ny}{c}\right).$$

Таким образом, поставленная задача о распределении напряжений в грунтовом массиве под действием периодически расположенных нормальных полосовых нагрузок на его границе в рамках теории линейно-деформируемого полупространства решена полностью. Она позволяет в первом приближении и с достаточной для практических расчетов точностью определить все компоненты напряжений в грунтовом массиве и, следовательно, приступить к расчетам по предельным состояниям. Очевидно, что на основании этого решения можно получить и выражения для компонентов деформации на основе обобщенного закона Гука.

На основании формулы (4) были рассчитаны примеры и построены изолинии напряжений и коэффициентов прочности для различных соотношений b/a (рис. 2, 3).

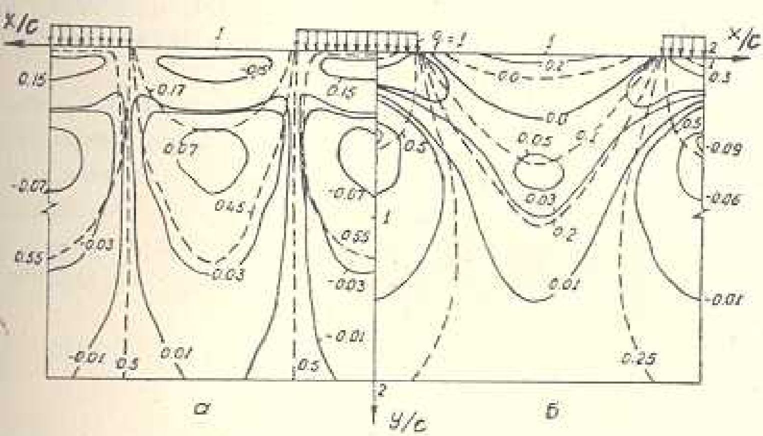

Рис. 2. Изолинии напряжений σ_x (сплошные линии) и σ_y (пунктир) при $b/a = 1$ (а) и при $b/a = 1/3$ (б) в относительных координатах x/c и y/c при $q = 1$ мПа.

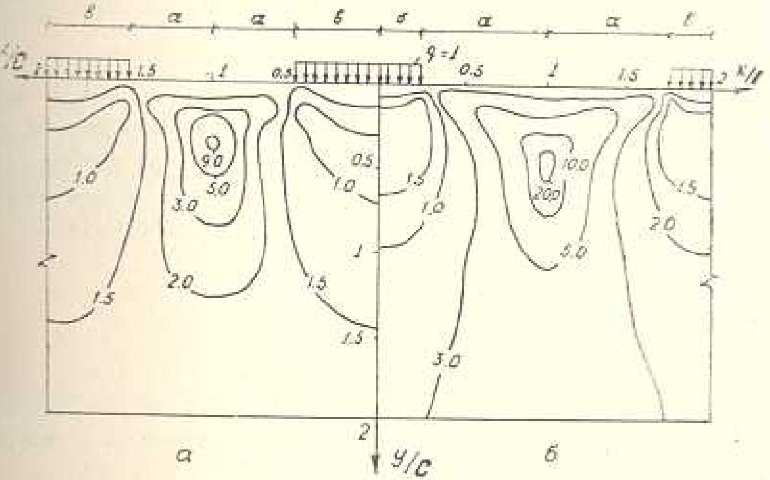

Рис. 3. Изолинии коэффициентов прочности $\eta_п$, рассчитанные по формуле (5) при $b/a = 1$ (а) и при $b/a = 1/3$ (б) для следующих параметров: $q = 0{,}2$ мПа, $2b = 2$ м, $c = 0{,}07$ мПа, $\varphi = 15°$.

Значения коэффициентов прочности грунта рассчитаны по формуле [3]:

$$\eta_п = \frac{2\tau_{max} \cos\varphi}{c + \operatorname{tg}\varphi\,(\tau_1 + \tau_2 - 2\tau_{max} \sin\varphi)}, \qquad (5)$$

где c — сцепление; φ — угол внутреннего трения.

Представленный на рис. 3 пример соответствует случаю, когда $q = 0{,}2$ *мПа*, $c = 0{,}07$ *мПа*, $\varphi = 15°$, $2b = 2$ *м*, $b/a = 1$ (рис. 3а) и $b/a = 1/3$ (рис. 3б).

Как видно из приведенных рисунков, в зависимости от соотношения b/a характер распределения напряжений меняется существенно. С увеличением b/a напряжение σ_x и σ_y увеличивается, τ_{xy} уменьшается, а область пластического течения (при прочих равных условиях) уменьшается. Следовательно, изменяя соотношения b/a и величину q, можно управлять напряженным состоянием массива грунта таким образом, чтобы он находился в допредельном состоянии.

На основании полученного решения можно прогнозировать напряженное состояние в грунтовом полупространстве при периодически расположенных конструкциях в виде ленточных фундаментов или свайного ряда, удерживающего вертикальный откос или оползневый массив и, следовательно, определить оптимальное расстояние между ними из условия отсутствия пластической зоны или из условия заданной глубины развития этой зоны.

Лен. фил. ЕрПИ им. К. Маркса

13. VI. 1985

Զ. Գ. ՏԵՐ-ՄԱՐՏԻՐՈՍՅԱՆ, Ռ. Գ. ՄԱՆՎԵԼՅԱՆ

ԲՆԱՀՈՂԱՅԻՆ ԶԱՆԳՎԱԾՈՒՄ ԼԱՐՎԱԾՈՒԹՅԱՆ ԲԱՇԽՈՒՄԸ ՆՐԱ ՍԱՀՄԱՆՈՒՄ ՊԱՐԲԵՐԱԲԱՐ ՏԵՂԱԲԱՇԽՎԱԾ ՆՈՐՄԱԼ ԲԵՌՆԵՐԻՑ

Ամփոփում

Առաձգականության տեսության հարթ խնդրի շրջանակներում դիտարկվում է հարթ ռելեֆով բնահողային զանգվածի լարվածային վիճակը պարբերաբար տեղաբաշխված նորմալ բեռներից, որոնք ազդում են նրա մակերևույթի վրա։ Ստացված բանաձևերի հիման վրա լուծված են օրինակներ։

ЛИТЕРАТУРА

1. *Цытович Н. А.* Механика грунтов.— М.: 1983.— 288 с.
2. *Надаи А.* Пластичность и разрушение твердых тел.— М.: Т.Г.М., 1969.— 863 с.
3. *Цытович Н. А., Тер-Мартиросян З. Г.* Основы прикладной геомеханики в строительстве.— М.: 1981.— 317 с.