

# ПРАКТИЧЕСКИЙ МЕТОД ВЫРАВНИВАНИЯ ОСАДОК ЛЕНТОЧНЫХ ФУНДАМЕНТОВ С ВЫПУКЛОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ ОПИРАНИЯ

*Грицук М. С.*

Излагается практический метод расчета ленточных фундаментов с выпуклой подошвой при условии выравнивания их осадок с использованием графических зависимостей ширины плит от нагрузки на условном основании.

**Фундамент, основание, осадка, расчетное сопротивление, реактивное давление, выравнивание.**

Одним из основных вопросов при проектировании фундаментов является определение их осадки, и чтобы они не превышали допускаемых строительными нормами величин. В конечном результате опасным является большая относительная разность осадок отдельных фундаментов, которая может привести к разрушению здания. Применение плит с призматической поверхностью опирания [1] дает не только возможность уменьшить разность осадок отдельных фундаментов, но и теоретически свести их к нулю.

Чтобы выравнивать осадку фундаментов разной ширины, необходимо для широких плит ее уменьшить или для более узких ее увеличить. В первом случае будет значительный перерасход материалов. Чтобы увеличить осадку более узких плит, необходимо уменьшить их ширину. Это приведет к уменьшению расхода материалов, но возрастает давление на грунт по сравнению с расчетным. Поэтому использование второго варианта для плит с плоской подошвой является невозможным в виду невыполнения условия:

$$P_{cp} \leq R, \quad (1)$$

где  $P_{cp}$  - среднее давление под плитой;  $R$  - расчетное давление на грунт.

Однако применение плит с выпуклой (криволинейной или призматической) поверхностью опирания, за счет пригрузки на консолях [1], дает возможность увеличить нагрузку на грунтовое основание за счет уменьшения ширины их подошвы и, тем самым, выравнивать их осадку. При этом будет выполняться условие (1).

Проектирование фундаментов с равной осадкой производится по данным численного решения задачи. При этом первоначально определяется максимальная осадка фундамента. У остальных плит ширина уменьшается до тех пор, пока не будет соблюдаться условие

$$S_i = S_{max}, \quad (2)$$

где  $S_i$  - осадка плит фундамента здания;  $S_{max}$  - максимальная осадка.

Затем устанавливается соответствующая форма опирания плит, определяются реактивные напряжения, внутренние усилия в расчетных сечениях плит, расчетное давление на грунт и проверяется условие (1).

Численные решения показали, что для грунтового основания с  $R=0.15$  МПа при нагрузке 500 кН/м.п. по данным [2] необходимая ширина фундамента 3.2 м. Под нагрузку 240 кН/м.п. - 1.6 м. При этом их осадки соответственно равны 32 мм и

18 мм. Чтобы увеличить осадку второго фундамента необходимо уменьшить его ширину. По расчетным данным установлено, что осадку 32 мм при нагрузке 240 кН/м.п. и модуле деформации 20 МПа будет иметь фундамент шириной 0.85 м. Увеличивая ширину до ближайшего типового размера, получим плиту марки ФЛп 10. Ее осадка при нагрузке 240 кН/м.п. равна 29 мм. При этом высота подъема консолей плиты равна 22 мм.

Таким образом, по данной методике расчета получаем, что разность осадок отдельных фундаментов под нагрузку 500 кН/м.п. и 240 кН/м.п. равна  $S_n = S_{max} - S_i = 32 - 29 = 3$  мм, а разность осадок, вычисленных по данным [2],  $\Delta S = 32 - 18 = 14$  мм. Кроме уменьшения разности осадок отдельных фундаментов получен соответствующий экономический эффект. Так, вместо плиты ФЛп 16 применена плита ФЛп 10. Дальнейшее решение задачи сводится к определению напряженно-деформированного состояния грунтового основания и тела фундамента. На рис. 1 показаны осадка и эпюры реактивного давления для плит с призматической поверхностью опирания: ФЛп 16 (1), ФЛп 32 (2) и ФЛп10( 3).

Проведенные исследования плит с переменным подъемом консолей в диапазоне нагрузок, которые вызывают среднее давление до 1.2 МПа, дали возможность установить закономерности по выравниванию осадок отдельных фундаментов с соответствующей экономической эффективностью. При этом расчет фундаментов с равной осадкой производится в следующем порядке:

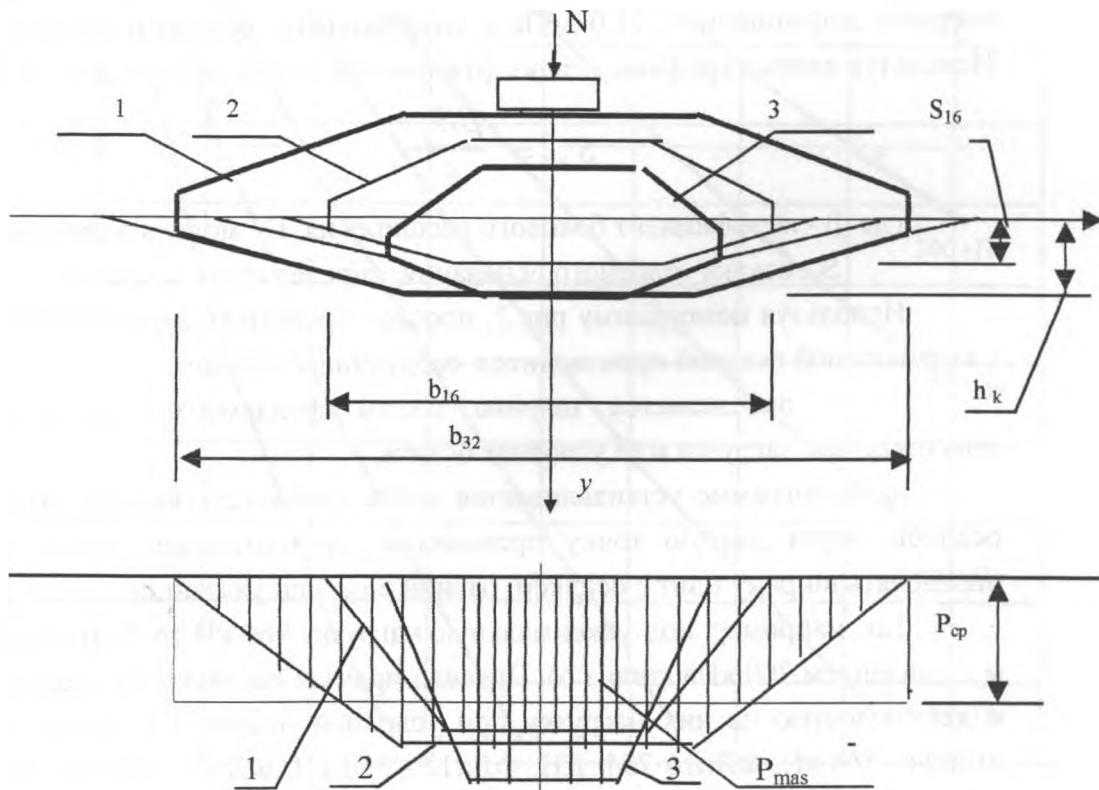


Рис. 1

- определяются марки плит ленточных фундаментов в зависимости от действующей нагрузки и грунтовых условий по существующей методике,  
- определяются их осадки и устанавливается плита с максимальной осадкой  $S_{\max}$ ,

- во всех остальных плитах уменьшается ширина до тех пор, пока не будет выполняться условие (2);

- полученные размеры плит увеличиваются до ближайшего типового размера, вычисляется их осадка, давление под подошвой и проверяется условие  $P_{\max} \leq R_n$ , где  $R_n$  - расчетное сопротивление грунта под фундаментом с призматической подошвой, которое определяется по следующей формуле [1]

$$R_n = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{k} [M_v b \gamma_{II} + M_q (P'_{cp} + \gamma'_{II} d_1) + M_c c_{II}], \quad (3)$$

где  $P'_{cp}$  - среднее давление на консоли, равное  $0.5P_{\max}$ , которое для средней части плиты является пригрузкой. Остальные показатели даны в [2].

Если  $P_{\max} > R_n$ , то увеличивается ширина плит.

Для решения данной задачи составлен алгоритм и рабочая программа, по которой можно определить новые размеры плит ленточных фундаментов с выравненной осадкой. Результаты исследований по указанной программе дали возможность построить графические зависимости между шириной фундамента и его осадкой при различных степенях нагружения для грунтового основания с условным модулем деформации  $E_y = 1.0$  МПа и коэффициенте бокового расширения  $\beta = 1$  (рис.2). Используя данные графики, осадку фундамента можно определить по формуле

$$S_B = \frac{\beta S_y}{E}, \quad (4)$$

где  $\beta$  - коэффициент бокового расширения;  $E$  - модуль деформации основания.

$S_y$  - осадка условного основания, определяемая по рис. 2.

Используя номограмму рис.2, процесс проектирования ленточных фундаментов с выравненной осадкой производится следующим образом:

- определяется ширина плиты фундамента, на которую действует максимальная нагрузка и ее условная осадка;

на номограмме устанавливается точка, соответствующая плите с максимальной осадкой; через данную точку проводится горизонтальная линия, которая и будет определять ширину плит с осадкой, равной  $S_{\max}$  при указанном давлении;

Так, например, под максимальную нагрузку 960 кН требуется плита шириной 3,2 м с давлением 300 кПа (точка b). Проведя прямую ba, получим следующие марки плит и действующую на них нагрузку при условной осадке 1.32 м: ФЛп28 - N=924 кН; ФЛп24 - 864 кН; ФЛп16 704 кН; ФЛп12 - 590 кН; ФЛп8 - 450 кН. Однако по данным [2] под нагрузку 440 кН требуется плита ФЛ16 с давлением по подошве 280 Па.

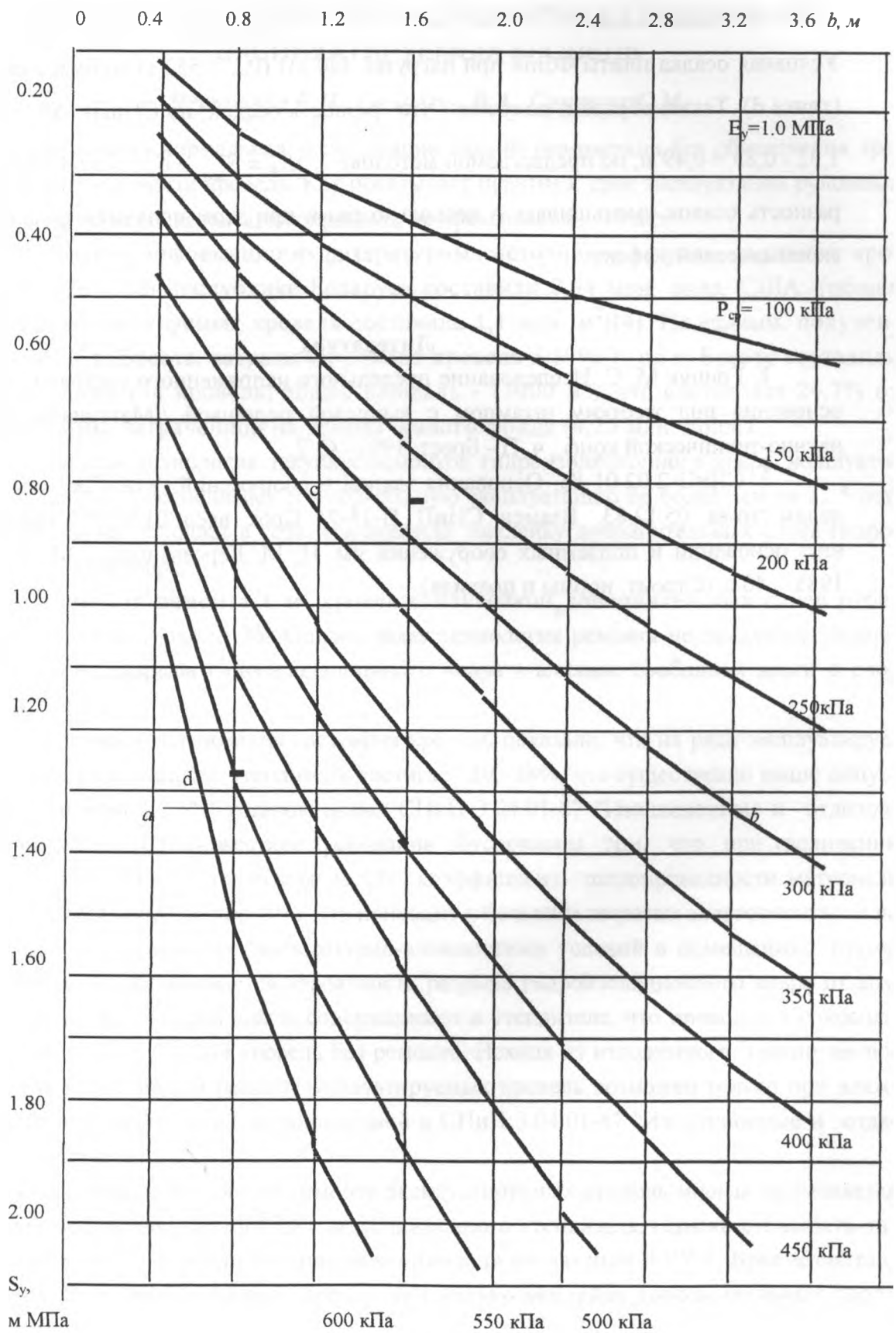


Рис. 2.

Условная осадка для данной плиты по монограмме рис. 2 равна 0,83 м (точка с). Условная осадка плиты ФЛп8 при нагрузке 440 кН ( $P_{cp} = 550$  кПа) будет равна 1.28 м (точка d). Таким образом, получили, что разность осадок: по СНиПу  $\Delta S = S_{max} - S_i = 1,32 - 0,83 = 0,49$  м; по предлагаемой методике  $\Delta S_B = S_{max} - S_i = 1,32 - 1,28 = 0,04$  м, т.е. разность осадок уменьшилась в несколько раз и при этом получили дополнительный экономический эффект.

### Литература

1. Грицук М. С. Исследование предельного напряженного состояния грунтового основания под жестким штампом с выпуклой подошвой //Материалы юбилейной научно-технической конф., ч. II - Брест, 1991.- С. 7.
2. СНиП 2.02.01-83. Основания зданий и сооружений. Утв. Гос. ком. СССР по делам стр-ва 05.12.83. Взамен СНиП П-15-74. Срок введ. 01.01.85 / Научн.-исслед. ин-т оснований и подземных сооружений им. Н. М. Герсеванова. - М.: Стройиздат, 1985. - 40 с. (Строит. нормы и правила).