

Устич А. А., аспирант,
Черныш А. С., канд. техн. наук, проф.

Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова

РЕГУЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ГРУНТА ПРИ УСТРОЙСТВЕ ФУНДАМЕНТОВ МЕЛКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ

gkadastr@mail.ru

Статья о существующих эффективных конструкциях фундаментов мелкого заложения, рассматривается новая конструкция фундаментной плиты ленточного фундамента мелкого заложения и методика её расчета.

Ключевые слова: фундамент мелкого заложения, напряженно-деформированное состояние грунта, расчетное сопротивление, зоны пластических деформаций, ограничители, выступы.

Сегодня в крупных городах нашей страны наблюдается тенденция увеличения этажности жилых зданий. Однако в среднем по регионам этажность составляет - 15 этажей. При наличии сравнительно хорошего основания для жилых зданий с бескаркасной конструктивной схемой наиболее выгодным будет применение ленточного фундамента мелкого заложения. Основным минусом данного фундамента является повышенный расход материала в сравнении с несущей способностью. Для устранения этого недостатка, на наш взгляд, наиболее эффективным является способ регулирования напряженно-деформированного состояния грунта под подошвой фундамента. Разработано уже достаточно много конструкций ленточных фундаментов, в основу работы которых положен этот способ: фундаменты-оболочки, арочные фундаменты, Т-образные фундаменты с расклиниваемыми опорными блоками, прерывистые фундаменты, фундаменты с угловыми вырезами. В качестве основного направления на данный момент положено применение прерывистых фундаментных плит или плит с изменённой формой краевой зоны в

плане [3] (рис. 1). Применение подобных конструкций несомненно приводит к снижению расхода материала, однако при этом в определенной степени снижается жесткость конструкции в целом.

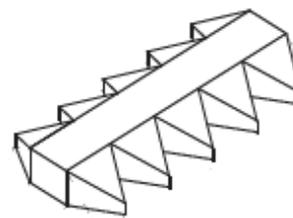


Рис. 1 Фундамент с ломаным очертанием краевой зоны

Несущая способность фундамента характеризуется его осадкой, причем общая осадка складывается из осадки уплотнения и осадки бокового выпирания. Общеизвестно, что с уменьшением ширины подошвы и глубины заложения фундамента, наблюдается увеличение влияния боковой составляющей осадки на её общее значение (рис. 2)[2]. Очевидно, если уменьшим эту составляющую, то снизим величину общей осадки, а как следствие - увеличим несущую способность.



Рис. 2. Схемы влияния боковой составляющей деформации грунта на общую осадку основания, в зависимости от ширины подошвы фундамента

В связи с этим было принято решение о разработке конструкции ленточного фундамента мелкого заложения с регулировкой глубины зарождения зон пластических деформаций, что повысит несущую способность фундамента при одной и той же ширине подошвы. Изначально в основу конструкции было положено применение треугольных выступов по подошве по предложенной модели Кудрявцева, Лекумовича и Лучковского [1] (рис. 3). Но в процессе работы был отмечен один серьёзный недостаток данной кон-

струкции – проблема изготовления фундамента в монолитном исполнении на строительной площадке, и сложность обеспечения проектного положения при монтаже элементов подушки в сборном варианте.

Недостаток устраняется применением подушки с прорезями 1 вдоль боковых сторон (рис. 4), в которые при необходимости вводятся ограничители боковых перемещений грунта под подошвой фундамента из сборных элементов 2, напоминающих шпунт, или нагнетается закреп-

ляющий состав. Пилягин А. В., и Глушков Е. В., в своей работе, посвященной изучению влияния применения шпунтовой обоймы по периметру фундамента, рассматривали зависимость несущей способности основания, от глубины погружения шпунта h , причем минимальная глубина забивки составляла $1.66b$, где b -ширина подошвы фундамента [4]. В рассматриваемом случае выступы погружаются на глубину не более $0,3b$. Несущая способность фундамента при этом увеличивается до 25%, в сравнении с обычной плитой. Немаловажно и то, что можно применять плиту данной конструкции и без выступов, а последние будут вводиться по мере необходимости в процессе эксплуатации или при реконструкции, либо с целью уменьшения неравномерности осадок по длине фундамента.

Был проведен ряд модельных испытаний деревянных штампов на песчаном основании. В результате были получены зависимости осадки от нагрузки в табличном виде. На основании анализа полученных зависимостей получили представление об увеличении несущей способности штампа при применении выступов. Возникает вопрос о том, как определять расчетное сопротивление основания под фундаментом рассматриваемой конструкции.

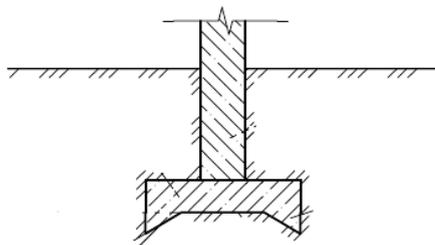


Рис. 3. Поперечное сечение ленточного фундамента мелкого заложения с треугольными выступами

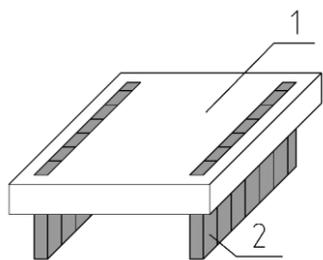


Рис. 4. Эскиз конструкции фундамента мелкого заложения с ограничителями боковых деформаций

В практике строительства основным является расчет оснований по деформациям. Расчетное сопротивление грунта определяется формулой:

$$R = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{k} \left[M_{\gamma} k_z b \gamma_{II} + M_q d_1 \gamma'_{II} + (M_q - 1) d_b \gamma_{II} + M_c c_{II} \right], \quad (1)$$

В формулу входят три коэффициента:

$$M_{\gamma} = \frac{0,25\pi}{ctg \varphi + \varphi - \frac{\pi}{2}}, M_q = \frac{\pi}{ctg \varphi + \varphi - \frac{\pi}{2}}, M_c = \frac{\pi \cdot ctg \varphi}{ctg \varphi + \varphi - \frac{\pi}{2}} \quad (2)$$

Причем связь между величинами может быть выражена равенством:

$$M_{\gamma} = 0,25 \cdot M_q = 0,25 \cdot ctg \varphi \cdot M_c \quad (3)$$

Принимая во внимание то, что с введением выступа, в работу вовлекаются нижележащие слои грунта, можем допустить увеличение глубины развития зон пластических деформаций. В связи с этим увеличивается значение величин M_i , входящих в формулу определения расчетного сопротивления

$$M_i^1 = M_i \cdot K_{e2}, \quad (4)$$

где коэффициент K_{e2} определяется как отношение глубины развития пластических деформаций грунта под фундаментом с выступами ($z_{выст}$) к глубине развития пластических деформаций грунта для плоского фундамента ($z_{плоск}$).

Увеличение глубины развития зон пластических деформаций обуславливается величиной коэффициента K_{e1} , определяющегося как:

$$K_{e1} = \frac{R_{пред}^{выст}}{R_{пред}^{плоск}} \quad (5), \text{ где}$$

$R_{пред}^{выст}$ - предельная критическая нагрузка на основание для фундамента с выступами, $R_{пред}^{плоск}$ - предельная критическая нагрузка для фундамента традиционной конструкции. Коэффициент K_{e1} зависит от соотношения ширины фундамента и глубины погружения выступа-ограничителя. Зависимость может быть представлена в виде:

$$K_{e1} = 1 + 0,49 \left(\frac{h}{b}\right)^{0,5} \text{ или } K_{e1} = 1 + 0,5 \sqrt{\frac{h}{b}}.$$

Коэффициент K_{e1} можно использовать при определении расчетного сопротивления грунта, что позволяет уменьшать размеры фундамента при проектировании или увеличивать нагрузки на фундамент при реконструкции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. А. С. СССР № 1294916, МПК Е 02 D27/00 “Фундамент” БИ № 9, 1987 г.
2. Васильев Б.Д. Основания и фундаменты.- Ленинград: Государственное издательство по строительству и архитектуре, 1955-383 с.
3. Евтушенко С. И., Крахмальный Т. А. Конструирование опорных плит ленточных фундаментов с ломаным очертанием краевой зоны. Научно-технический журнал Вестник МГСУ, №5, 2011, периодическое научное издание. Москва, МГСУ.
4. Пилягин А. В., Глушков В. Е. Усиление оснований фундаментов путем взятия грунта в обойму. Фундаменты и заглублен. сооруж. при реконструкции и в стеснен. условиях стр-ва. Ма-тер. Науч.-техн. конф.. Л., 1988 г.