

Отдельно стоящие фундаменты со ступенчатой подошвой

В.С. Сафарян, В.Ф. Бай, А.Н. Коркишко, М.С. Чухлатый

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: Статья посвящена вопросу эффективности отдельно стоящих фундаментов мелкого заложения. В частности, рассматривается конкретный вариант фундамента с измененной геометрией – ступенями вниз. Фундамент со ступенчатой подошвой имеет большую несущую способность, а также его устройство требует меньших трудозатрат, что делает его эффективнее аналогов с плоской подошвой.

Ключевые слова: фундамент, строительство, фундамент мелкого заложения, столбчатый фундамент, измененная геометрия, неплоская подошва, механика грунтов, эффективность в строительстве, земляные работы, критическое давление.

Основная задача фундамента – это прием и передача нагрузок от зданий и сооружений на основание.

Характер напряженного состояния основания зависит от вида фундамента. В фундаментах неглубокого заложения большое влияние на НДС имеет форма поверхности, которой фундамент опирается на грунт.

Стоимость нулевого цикла при неглубоком заложении фундаментов колеблется в пределах 10-12% от стоимости строительства. Поэтому тип применяемого фундамента определяет его эффективность.

Настоящая работа направлена на исследование фундаментов мелкого заложения, которые в свою очередь подразделяются на:

- Отдельные фундаменты;
- Ленточные фундаменты;
- Сплошные (плитные) фундаменты;
- Массивные фундаменты.

Предметом конкретных исследований является конфигурация отдельных фундаментов с целью изучения влияния формы подошвы фундамента на напряженно-деформированное состояние (далее НДС) грунтового основания.

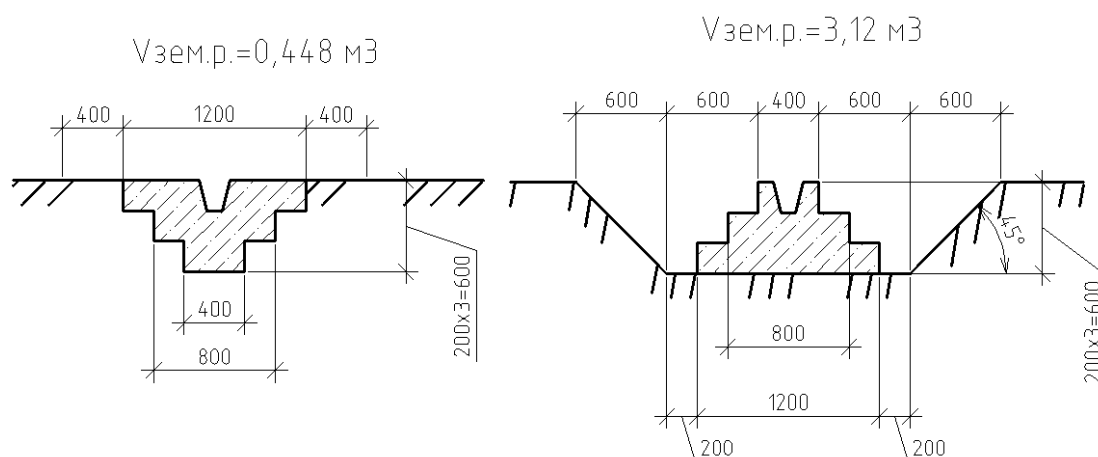


Рис. 1. Отдельно стоящий фундамент со ступенчатой и плоской подошвой.

Предлагается обратить внимание на объем земляных работ по устройству фундамента с измененной геометрией, которая заключается в следующем – фундамент, перевернутый ступенями вниз. В таком положении выемка грунта производится только в том объеме, который необходим для формирования геометрии опалубки. При соответствующем показателе текучести грунта само основание может служить опалубкой.

Основатель советской школы механики грунтов Н.М. Герсеванов в своих работах выделил три фазы НДС:

I – нормальное уплотнение;

II – фаза образования локальных зон пластических деформаций (сдвигов);

III – выпирания грунта.

Далее приведен график зависимости давления и вертикальных перемещений грунта:

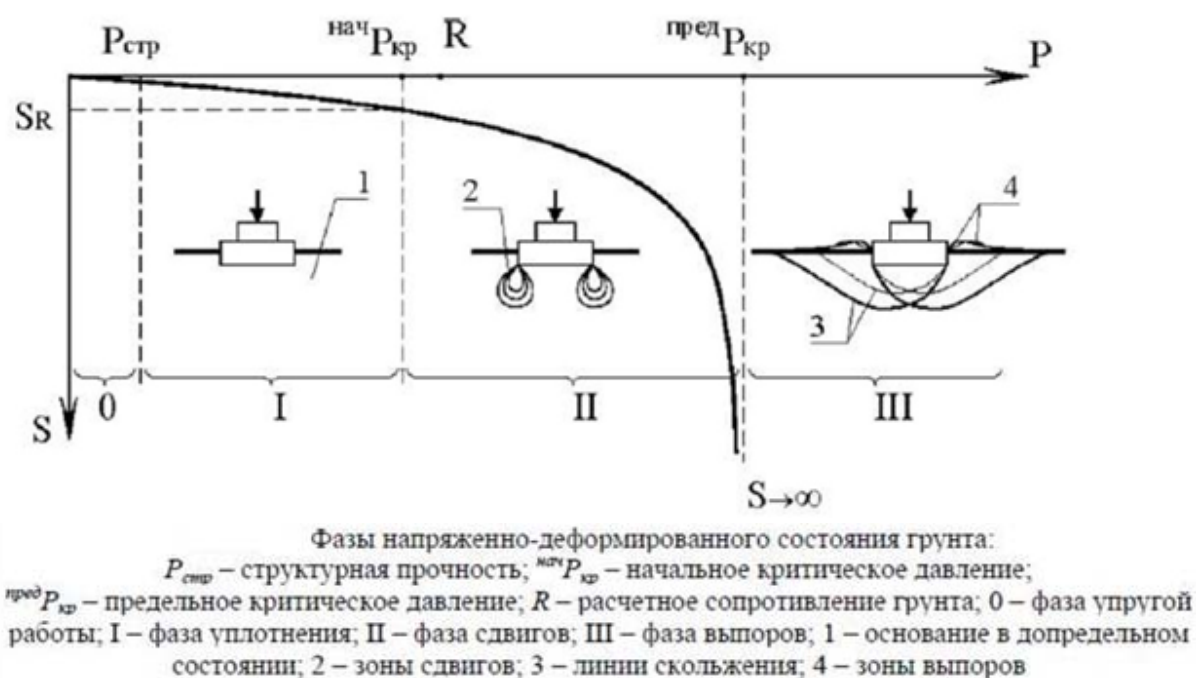


Рис. 2. график Н.М. Герсевича, отображающий перемещения грунта от давления.

Постепенно, с ростом давления, объем пор кончается, вследствие чего дальнейшее уплотнение за их счет становится невозможным. Это приводит к росту напряжений по краям фундамента, что является началом фазы сдвигов. Происходят местные потери устойчивости грунта. Если первый участок имел большой радиус кривизны, и его можно было сравнивать с линейной зависимостью, то по мере роста нагрузок (следовательно и давления) график становится ближе к параболе, что говорит о непропорциональности дальнейшего приращения значений давления к приращению осадки. Дальнейшее увеличение давления приведет к образованию уплотненного ядра под фундаментом, вплоть до исчерпания несущей способности, когда минимальное приращение давления приводит к очень большим осадкам. Это давление является переходным от второй фазы к фазе выпора грунта.

Рассмотрим механику работы грунтов на наглядных примерах, где два фундамента работают во второй фазе:

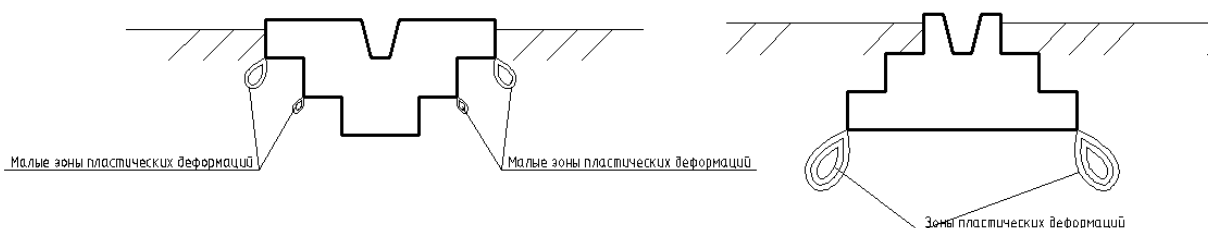


Рис. 3. Развитие зон местной потери устойчивости грунта под фундаментами с разным типом подошвы.

Из представленного на рис.3 примера видно, что у фундамента со ступенчатой подошвой больше зон пластических деформаций, что вполне вероятно, несмотря на меньший размер каждой отдельной зоны относительно зон у фундамента с плоской подошвой, может привести к увеличению значения второго критического давления и несущей способности в целом. Также, у фундаментов с плоской подошвой грунт над ступенями догружает основание собственным весом, что приводит к увеличению давления без роста полезной нагрузки, чего нет в случае использования фундамента со ступенчатой подошвой, передающего на основание только полезную нагрузку.

В данный момент проводятся экспериментальные исследования по вопросу эффективности опирания неплоской подошвы на основание с последующим приведением необходимых расчетных схем и результатов эмпирического исследования. [1 – 6]

На данном этапе работы можно отметить, что фундамент со ступенчатой подошвой обладает следующими преимуществами перед фундаментами с плоской подошвой:

- Во-первых, это минимизация земляных работ, как видно из представленных примеров, выигрыш в объеме вынутого грунта может достигать до 7 раз.

- Во-вторых, анализируя результаты исследований работы ленточных фундаментов со ступенчатой подошвой, можно утверждать об увеличении несущей способности отдельно стоящих фундаментов со ступенчатой подошвой относительно аналогичных с плоской подошвой. [7, 8]

- В-третьих, фундамент с измененной геометрией намного более устойчивый, что обуславливается его работой по боковой поверхности, отдельно стоящие фундаменты с плоской подошвой по боковой поверхности не работают. Крен таких фундаментов, как показали постановочные эксперименты в лаборатории, практически отсутствует в отличие от фундаментов с плоской подошвой.

Литература

1. Архипов Д.Н. Взаимодействие грунтового основания и сборных ленточных фундаментов с геометрически изменяемой формой подошвы. Волгоград: ВГАСУ, 2006. 24 с.

2. Пособие по проектированию фундаментов на естественном основании под колонны зданий и сооружений (к СНиП 2.03.01-84 и к СНиП 2.02.01-83). М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1987. 144 с.

3. Красовицкий М.Ю. Проектирование фундаментов промышленных и гражданских зданий – курс лекций. М.: МГУПС, 2011. 137 с.

4. Чудновская Н.С., Оценка эффективности финансирования строительства в России // Инженерный вестник Дона, 2013, №4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2042

5. Прокопов А.Ю., Акопян В.Ф., Гаптлисламова К.Н., Изучение напряженно-деформированного состояния грунтового массива и взаимного влияния подземных конструкций существующих и вновь возводимых

сооружений в береговой зоне морского порта Тамань // Инженерный вестник Дона, 2013 №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2104

6. Койнов Н.И., Коркишко А.Н. Подходы в экспертизе проектно-сметной документации в СССР и Российской Федерации // Актуальные проблемы архитектуры, строительства, энергоэффективности и экологии - 2016. Тюмень, 2016. с. 182-187.

7. Бай В.Ф., Сохоян М.О. Исследование работы ленточных фундаментов со ступенчатой подошвой // Нефть и газ Западной Сибири – 2017. Тюмень, 2017. с. 106-107.

8. Сохоян М.О. Исследование работы ленточного фундамента со ступенчатой подошвой. Тюмень: ТИУ, 2018. 84 с.

9. Maltseva T.V., Nabokov A., Chernikh A., Reinforced sandy piles for low-rise buildings. Procedia Engineering. 2015. V. 117. pp. 239-245.

10. Maltseva T., Nabokov A., Novikov Y., Sokolov V., The method of calculating the settlement of weak ground strengthened with the reinforced sandy piles. matec Web of Conferences. 2016. V. 73. pp. 01015.

References

1. Arhipov D.N. Vzaimodejstvie gruntovogo osnovaniya i sbornyh lentochnyh fundamentov s geometricheski izmenyaemoj formoj podoshvy [The Interaction of the soil base and precast strip foundations with a geometrically variable shape of the sole]. Volgograd: VGASU, 2006. 24 p.

2. Posobie po proektirovaniyu fundamentov na estestvennom osnovanii pod kolonny zdaniy i sooruzhenij (k SNiP 2.03.01-84 i k SNiP 2.02.01-83) [Manual on the design of foundations on a natural basis for the columns of buildings and structures]. M.: CITP Gosstroya SSSR, 1987. 144 p.

3. Krasovickij M.YU. Proektirovanie fundamentov promyshlennyh i grazhdanskij zdaniy kurs lekcij [Designing the foundations of industrial and civil buildings lecture course]. M.: MGUPS, 2011. 137p.



4. CHudnovskaya N.S., Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2013, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2042
5. Prokopov A.YU., Akopyan V.F., Gaptlislamova K.N., Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2013, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2104
6. Kojnov N.I., Korkishko A.N. Aktual'nye problemy arhitektury, stroitel'stva, energoeffektivnosti i ekologii 2016. Tyumen', 2016. pp. 182-187.
7. Baj V.F., Sohoyan M.O. Neft' i gaz Zapadnoj Sibiri 2017. Tyumen', 2017. pp. 106-107.
8. Sohoyan M.O. Issledovanie raboty lentochnogo fundamenta so stupenchatoj podoshvoj [Research work tape foundation with a stepped base]. Tyumen': TIU, 2018. 84 p.
9. Maltseva T.V., Nabokov A., Chernikh A., Reinforced sandy piles for low-rise buildings. Procedia Engineering. 2015. V. 117. pp. 239-245.
10. Maltseva T., Nabokov A., Novikov Y., Sokolov V., The method of calculating the settlement of weak ground strengthened with the reinforced sandy piles. matec Web of Conferences. 2016. V. 73. pp. 01015.