

УДК 69.00

ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ СВАЙ С НАКЛОННЫМИ БОКОВЫМИ ГРАНЯМИ И УГЛАМИ СБЕГА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Н. В. Купчикова

Астраханский инженерно-строительный институт (Россия)

Обобщены результаты экспериментальных и теоретических исследований различных конструкций свай с наклонными боковыми гранями и углами сбега в зависимости от изменения геометрии уширения. Выполнен сравнительный анализ и построены графики зависимости осадки различных видов свай с наклонными боковыми гранями и углами сбега на действие вертикальной нагрузки.

Ключевые слова: *угол сбега, грунт, фундамент, вертикальная нагрузка.*

The article considers the results of experimental and theoretical studies of various designs of piles with inclined side edges and run-out angles, depending on the changes in the geometry of broadening. Authors performed comparative analysis and plotted precipitation of various types of piles with inclined side edges and run-out angles effect of the vertical load.

Key words: *runout angle, soil, foundation, vertical load.*

Применение прогрессивных конструктивно-технологических решений по выбору рациональных форм усиливающих элементов у головы свай, на конце или на стволе свай достигается повышением удельной несущей

способности в сочетании со снижением материалоемкости конструкции. В определенных грунтовых условиях строительства классический свайный фундамент не всегда может обеспечить требуемую несущую способность сооружения. В несвязных переувлажненных грунтах актуальным становится применение свай с углами сбега и наклонными боковыми гранями.

Вообще угол сбега граней или коничность сваи в ведущих научных и периодических изданиях по «Основаниям и фундаментам» называется так же сбегом граней, углом сбега конуса, образующей по длине или наклонными боковыми гранями сваи и измеряется углом наклона граней по отношению к оси сваи. К сваям с углами сбега и с наклонными боковыми гранями можно так же отнести сваи с уширениями, распложенными вверху сваи (поверхностными уширениями), которые могут быть выполнены как в сборном, так и монолитном исполнении.

Повышенная несущая способность свай с углами сбега и поверхностными уширениями связана с уплотнением грунта, при их погружении, и со спецификой взаимодействия сваи и грунта под нагрузкой, такие конструкции свай, при погружении, уплотняют грунт в пределах зоны уплотнения, что особенно эффективно в макропористых просадочных грунтах. Таким образом, от характеристик зоны уплотнения в значительной степени зависит несущая способность свай с уширениями наверху.

Опыт применения готовых свай с уширениями вверху или с углами сбега позволил выявить, что несущая способность таких конструкций возрастает не только за счет увеличения площади у оголовка, но и за счет изменения условий работы грунта по боковой поверхности сваи и силы трения, которая реализуется в большей мере.

Экспериментальные исследования зоны уплотнения грунта вокруг погруженных свай поверхностными уширениями и углами сбега проводились учеными в разное время и различными методами: Т. М. Штоль В. И Теличенко [1]; В. И. Хазин, А. С. Головачев, А. А. Орел [3, 4]; А. И. Сапожников, Н. В. Купчикова [5–7], В. Н. Голубков, В. К. Дмоховский, А. И. Моргун [2], Г. М. Смиренский [8] и многие др.

В работе автора [9] уточнена классификация конструкций готовых свай с уширениями вверху в результате анализа экспериментальных лабораторных и натурных исследований, а также результатов теоретических и численных методов расчета.

Исследования напряженно-деформированного состояния конструкций и их взаимодействия с грунтом проводились для типов свай, представленных на рис. 1.

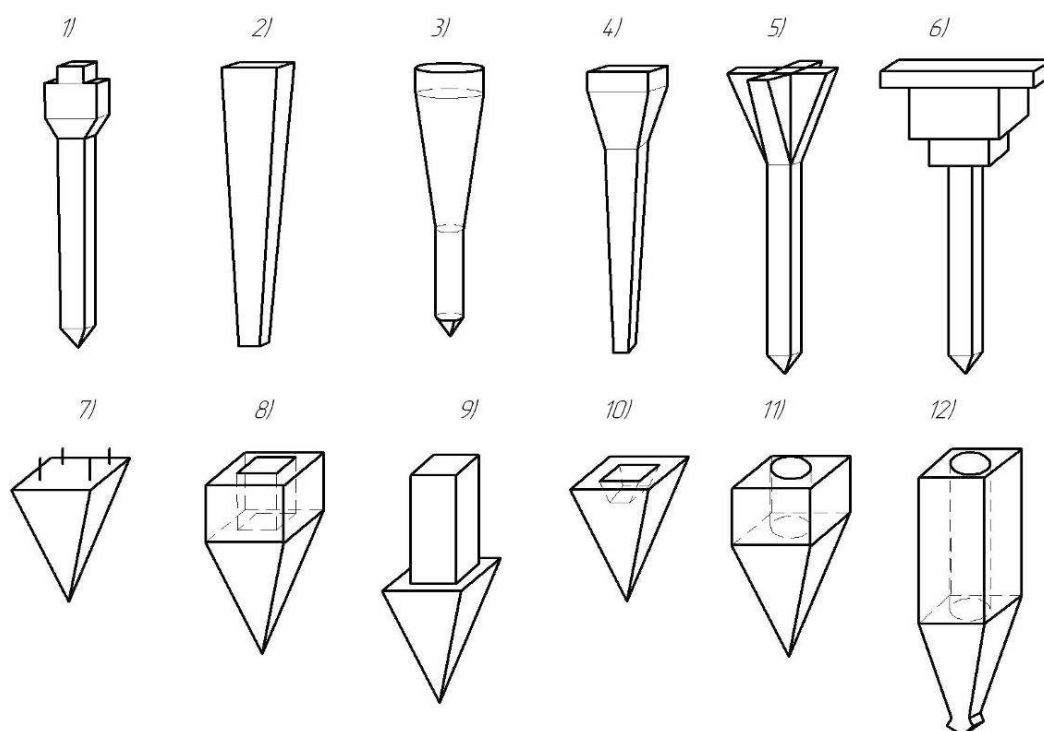


Рис. 1. Виды готовых железобетонных свай с уширениями сверху и углами сбега: 1 – с уширением на верхнем конце (Т. М. Штоль В. И Теличенко); 2 – пирамидальная (В. Н. Голубков, В. К. Дмоховский); 3 – пирамидально-цилиндрическая (А. И. Сапожников, Н. В. Купчикова); 4 – бипирамидальная (А. И. Моргун); 5 – со сборными клиньями (А. И. Сапожников, Н. В. Купчикова); 6 – ступенчатая (В. И. Хазин, А. С. Головачев, А. А. Орел); 7, 12 – короткая пирамидальная свая-колонна; 8, 10 – Короткая пирамидальная со стаканом; 9 – короткая пирамидальная с ростверком; 11 – короткая пирамидальная с заглубленной пирамидой (В. И. Хазин, А. С. Головачев, А. А. Орел).

Анализ показал, что исследования деформации грунта в основании верхнего конца сваи учеными проводились следующими способами:

- определением объемных деформаций в основании сваи по изменению плотности грунта;
- определением характера и величин перемещений грунта в пределах зоны деформаций с помощью закладываемых в грунт фиксаторов;
- визуальном посредством вскрытого основания сваи с фотографированием видимых изменений.
- постановкой глубинных марок;
- отбором образцов грунта режущими кольцами с определением объемной массы скелета грунта;
- статической пенетрацией и зондированием;
- при помощи фиксаторов с последующим фотографированием видимых изменений;
- с помощью приборов неразрушающего контроля, основанных на измерении времени распространения импульсных ультразвуковых колебаний.

Так, например, анализ деформации грунта, характера его уплотнения и изменения плотности в основании сваи с поверхностными уширениями в виде сборных клиньев при вертикальном нагружении был выполнен экспериментально в лабораторных условиях при помощи фиксаторов - окрашенного грунта в лотке со стеклянными боковыми гравнями с последующим фотографированием видимых изменений (уплотнения изолиний), что позволило наиболее полно проанализировать характеристики основания.

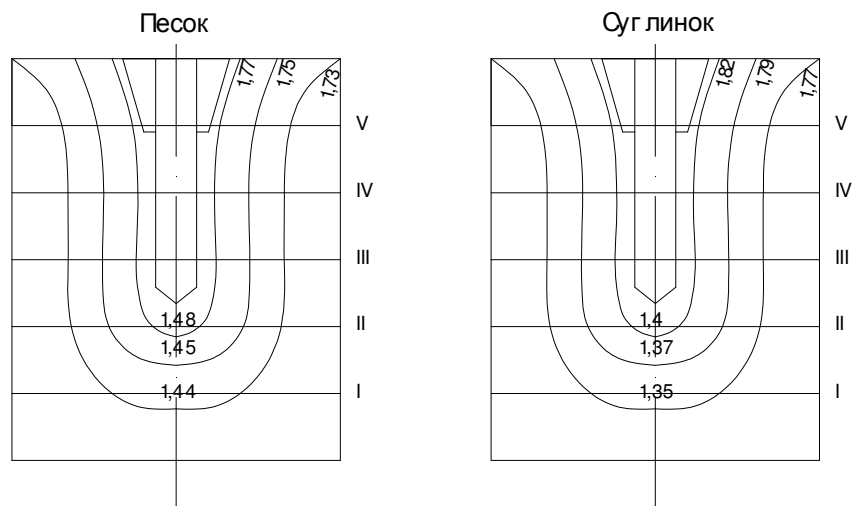


Рис. 2. Изолинии плотности песка и суглинка в лотке при задавливании сваи и сборных клиньев

Свая со сборными клиньями (рис. 1, 5) загружалась последовательно вертикальной нагрузкой, отобранные образцы грунта (песок и суглинок) вдоль плоскости вертикальных и горизонтальных изолиний показали значения плотностей, отличные от испытаний сваи без клиньев (рис. 2). Плотность грунта вдоль клина при его вдавливании увеличилась за счет сокращения расстояний между порами грунта. Так, для песка плотность вдоль поверхности клина по его высоте увеличилась по сравнению с испытанием сваи без клина в 1,2 раза, у суглинка – в 1,3 раза.

Результаты исследований позволили построить график зависимости осадки от вертикального нагружения для пяти видов свай с уширениями вверху и наклонными боковыми гранями: пирамидальной, бипирамидальной, сваи со сборными клиньями, ступенчатой, короткой пирамидальной (рис. 3). С практической точки зрения сваи с уширениями вверху вызывают у строителей большой интерес в качестве фундаментов зданий и сооружений, воспринимающих горизонтальные, динамические, сейсмические нагрузки, а также нагрузки, возникающие от действия изгибающего момента.

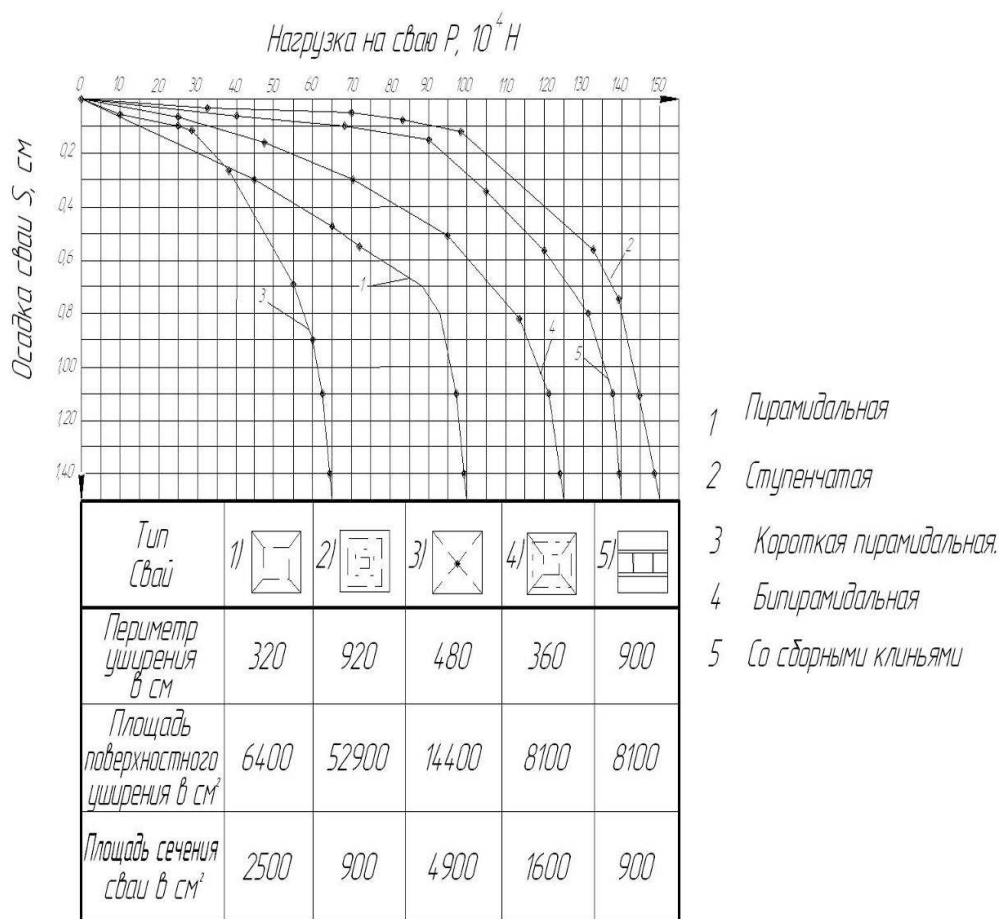


Рис. 3. График зависимости осадки от вертикального нагружения для пяти видов свай с уширениями сверху и наклонными боковыми гранями

Сравнительный анализ показал, что наиболее эффективной является ступенчатая свая (рис. 1, б), ее несущая способность на 15–20 % больше пирамидальной и бипирамидальной и на 20–25 % – призматической. Однако ввиду отсутствия точных и надежных методов расчета напряженно-деформированного состояния ступенчатые сваи не нашли своего применения в строительстве.

Удельное сопротивление бипирамидальных свай по сравнению с пирамидальными в 2,0...2,5 раза выше, расход материала также значительно сокращается.

Сваи с поверхностными уширениями в виде сборных клиньев приводят к увеличению плотности грунта на 20–30 %, и позволяют снизить осадку фундамента в 3–4 раза, по сравнению с призматической, что приводит к увеличению несущей способности фундамента.

Зона изменения плотности грунта вокруг свай с поверхностными уширениями или наклонными боковыми гранями при погружении, определяемые в результате экспериментальных исследований с помощью изолиний показала, что не превышает двух диаметров сваи от ее граней в боковые стороны и трех диаметров сваи в зоне уширения. Значения радиуса

зоны уплотнения грунта, определенные по показателям плотности в шурфах основания, полученные экспериментально, удовлетворительно совпадают с данными теоретических расчетов. График зависимости осадки от вертикального нагружения для пяти видов свай с уширениями сверху и наклонными боковыми гранями позволил выполнить сравнительных анализ работы конструкций и выявить наиболее приемлемые инженерно-геологические условия для эффективной работы каждой в слабых грунтах.

Список литературы

1. Штоль Т. М., Теличенко В. И., Феклин В. И. Технология возведения подземной части зданий и сооружений : учеб. пособие для вузов : спец. : «Пром. и гражд. стро-во». – М. : Стройиздат, 1990. – 288 с.
2. Моргун А. И. Полевые исследования деформаций основания бипирамедальных свай // Свайные фундаменты : сб. Института строительства и архитектуры Госстроя БССР. – Минск, 1975.
3. Хазин В. И. Опыт применения коротких пирамидальных свай. – М. : Оргтрансстрой, 1970. – 12 с.
4. Головачев А. С., Хазин В. И. Вибродинамические испытания призматических и пирамидальных свай в различных грунтовых условиях : труды ЦНИИСа. – Вып. 85. – М. : Транспорт, 1972. – 106 с.
5. Купчикова Н. В. Технологическая эффективность применения свай с поверхностными уширениями в зависимости от изменения геометрии сборных клиньев в просадочных грунтах // Промышленное и гражданское строительство. – 2014. – № 6. – С. 40–43.
6. Купчикова Н. В. Расчет напряженно-деформированного состояния свай с поверхностным уширением в виде клиньев вокруг тела сваи // Наука и устойчивое развитие общества. Наследие В. И. Вернадского : сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф. Тамбовского государственного технического университета. – Тамбов : ТГТУ, 2007.
7. Сапожников А. И. Основы конструирования и обеспечения карсто-сейсмоустойчивости многоэтажных зданий. – Астрахань : АИСИ, 2001.
8. Смиренский Г. М., Нудельман Л. А., Радугин А. Е. Свайные фундаменты гражданских зданий. – М.: Стройиздат, 1970. – 141 с.
9. Купчикова Н. В. Дополнения к классификации конструкций свай с поверхностными уширениями // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2014. – В печати.