

СРАВНЕНИЕ ВЕЛИЧИН НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СВАИ ПО ДАННЫМ СТАТИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ И РАСЧЕТНОМУ МЕТОДУ НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИИ Г. БАРНАУЛА

К. А. Смольская, Б. М. Черепанов

Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

В настоящее время метод зондирования является одним из самых перспективных методов инженерной геологии, так как позволяет анализировать грунтовый массив в условиях естественного залегания на большую глубину при сравнительно небольших материальных затратах. Целью данного исследования в статье является сопоставление значений предельных сопротивлений свай, полученных по данным статического зондирования и несущей способности свай, определенной расчетным методом.

Ключевые слова: свая, несущая способность свай, полевые испытания свай, зонд, статическое зондирование, расчетный метод.

Устройство свайных фундаментов известно с глубокой древности. В ряде стран до сих пор сохранились остатки свайных фундаментов, сооруженных за много веков до нашей эры. Однако многие века устройство таких фундаментов было ограничено материалом свай и способом их погружения. Начиная с конца XIX в. свайные фундаменты завоевывают всё большее признание, как наиболее универсальное решение устройства фундаментов для различных инженерно-геологических условий, и на сегодняшний день рассматриваются как экономичный, надежный, универсальный, сокращающий при своем использовании сроки строительства тип фундамента.

Для повышения степени достоинств, следует углубиться в исследовании данной темы, конечным итогом чего может стать рост актуальности и популярности использования свайных фундаментов в современном строительстве зданий и сооружений.

Как известно, свайные фундаменты применяются в строительстве в следующих случаях: при наличии в верхних слоях грунтового основания слабых грунтов; если достижение прочного основания нецелесообразно (прочное основание находится на большой глубине); если грунты прочные, но использование свай экономичнее.

Для обоснования оптимальности применения в строительстве зданий и сооружений на территории Алтайского края фундаментов свайного типа, следует более подробно рассмотреть инженерно-геологические условия региона. Значительная расчлененность рельефа, непостоянство уровня режима р.

Оби, наличие в составе грунтов просадочных лессовых пород – все это способствует началу природно-техногенных геологических процессов, которые, в свою очередь, приводят к экологическим и социальным ущербам. Грунты очень водопроницаемы, при насыщении водой теряют прочность. Исходя из анализа инженерно-геологических условий нашего региона, можно подтвердить значимость и оптимальность применения свайного фундамента на территории Алтайского края.

Для повышения экономичности устройства данного типа фундаментов, следует большое внимание уделить точности при расчете несущей способности, т.к. большинство расчетов производится с большим запасом прочности, фактическая осадка, как правило, получается меньше допустимой, происходит недоиспользование несущей способности свай. Поэтому анализ, сравнение, поиск более рационального метода расчета свайных фундаментов является одним из важнейших направлений исследований при повышении их экономической эффективности.

Существует четыре основных метода определения несущей способности свай: расчетный метод, метод статических нагрузок, метод динамических нагрузок и метод зондирования.

Расчетный метод является менее точным, по сравнению с остальными, но более простым, экономичным по временному и финансовому фактору. Суть расчетного метода

заключается в определении несущей способности по формуле, представленной в СП 24.13330.2011 «Свайные фундаменты» [3]. Искомое значение зависит от марки сваи, то есть ее длины, формы и размеров сечения, а также от физико-механических характеристик грунтов, лежащих в основании проектируемого объекта.

При статическом методе нагружение испытываемой сваи проводят равномерно, без ударов, ступенями нагрузки, значение которых устанавливается программой испытаний.

Несущую способность методом динамических нагрузок определяют по значению отката сваи.

Данные методы весьма точны, но более дорогостоящи и трудоемки, чем расчетный метод и метод зондирования. Так же сваи, которые используются при статическом методе, после проведения испытаний в большинстве случаев становятся непригодными для дальнейшего использования в строительстве, что не только делает дорожку нулевой цикл работ, но и усложняет его.

Методика зондирования заключается в регистрации нагрузок на основание и боковую поверхность с помощью установленных датчиков.

Испытание грунта методом статического зондирования проводят с помощью специальной установки, обеспечивающей вдавливание зонда в грунт. Несомненным преимуществом данного метода является возможность проведения большого количества испытаний на одной строительной площадке.

Результатом испытания является определение удельного сопротивления грунта под наконечником зонда, общее сопротивление грунта на боковой поверхности. По результатам зондирования составляют таблицы и строят графики изменения этих величин по глубине зондирования и во времени. Пример такого графика приведен на рисунке 1.

Каждый из методов определения несущей способности сваи имеет свои достоинства и недостатки. Один является простым в применении, но неэкономичен, другой, наоборот надёжен, но трудоёмкий и дорогостоящий. Именно эти факты являются первопричиной для проведения исследования и сравнения расчетного и полевых методов на примере многочисленных участков строительства в нашем регионе.

Проанализировав литературу из различных источников по этой теме, можно сделать вывод, о том, что раньше такого исследова-

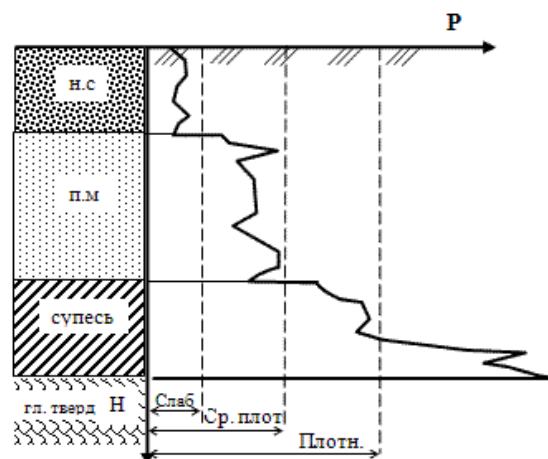


Рисунок 1 – Схема обработки результатов зондирования основания с выделением зон слабого, средней плотности и плотного сложения грунтов

ния именно в Алтайском крае не проводилось. Исследования такого характера проводились в г. Санкт-Петербурге в 2013 году [5]. Инженерно-геологические условия этой области характеризуются слабыми грунтами, что вызывает необходимость применения свайного фундамента. В ходе работы автором были сделаны выводы, что статическое зондирование дает более точные данные по определению несущей способности свай, нежели теоретический метод. Несущая способность сваи при расчете методом зондирования оказалась выше, что говорит о недоиспользовании прочностной способности сваи в ходе ее эксплуатации.

Анализ и сравнение, поиск более рационального метода определения несущей способности сваи в этой области России проводились неоднократно. Так, например, в своей статье Ершов А.В. и Нутрихин В.В. предоставляют данные проведения статического зондирования и проводят сравнение методов расчета. Анализируя результаты сравнения, отмечает, что значения несущей способности свай, полученные расчетным методом и путем полевых испытаний, значительно отличаются и использование параметров статического зондирования позволяет снизить ее чрезмерные запасы и сократить количество свай в составе фундамента [8].

В нашем исследовании было принято решение сравнить несущую способность свай, полученную по данным статического зондирования и расчетному методу.

Метод статического зондирования был выбран по той причине, что является более оптимальным по своим характеристикам

(экономичность, быстрота, универсальность) по сравнению с остальными полевыми методами, а расчетный метод, в свою очередь, обладает, как уже отмечалось выше, простотой и является самым экономичным на фоне остальных методов. Как отмечал М.А. Солодухин [9], «даже трудно назвать какой-либо другой метод, который бы так безоговорочно был принят в практике изысканий, как статическое зондирование».

Несмотря на очевидную эффективность, отношение к методу зондирования различных специалистов неоднозначное. Это связано в первую очередь с тем, что параметры зондирования достаточно трудно связать аналитически с характеристиками грунтов, например, механическими, полученными в результате штамповых или сдвиговых испытаний. Кроме того, существует достаточно большой разброс значений определяемых характеристик из-за больших погрешностей определения параметров зондирования [4].

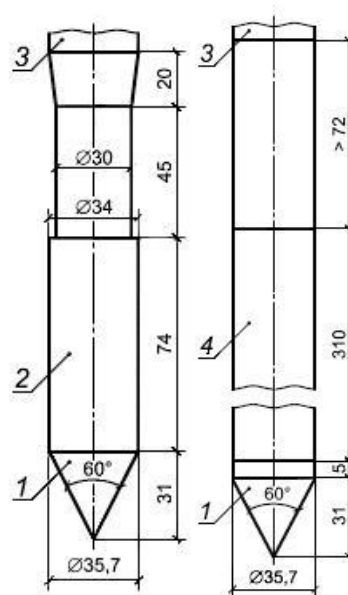
Рассматривая установки, используемые в процессе зондирования, следует отметить, что немаловажную роль играет тип зонда.

Зонд представляет устройство, включающее «штангу» и специальный конический наконечник, который закреплен на конце этой штанги [1].

В зависимости от конструкции зонды могут быть двух типов (рисунок 2): тип I – с наконечником из конуса и кожуха; тип II – наконечником из конуса и муфты трения. Зонды I типа позволяют определять лобовое сопротивление грунта и суммарную величину сопротивления трения по боковой поверхности, но не дают конкретных численных значений сопротивляемости отдельных слоев. Этому недостатка лишены зонды типа II с муфтой трения, позволяющей определять удельное сопротивление грунта на участке боковой поверхности каждого пласта грунта [4].

На исследуемых площадках в данной статье для испытаний использовался механизм для зондирования со II типом зонда, что дает в полной мере определить сопротивляемость грунта лобовую и по боковой поверхности послойно. Следовательно, возможен расчет несущей способности свай расчетным методом при строительстве на этих участках.

Для проведения исследований планируется собрать данные по полевым испытаниям грунтов статическим зондированием для определения несущей способности свай на территории г. Барнаула.



1 – конус; 2 – кожух; 3 – штанга; 4 – муфта трения
Рисунок 2 – Типы зондов

Для исследований такого рода нужны величины бокового и лобового предельного сопротивления.

Далее планируется рассчитать по этим данным несущую способность свай и рассчитать несущую способность по методу согласно СП 24.13330.2011. В итоге сравнить в процентном соотношении разность полученных величин. На данный момент уже обработано несколько результатов. В качестве примера можно привести результаты по трём участкам.

Экспериментальные участки находятся на территории г. Барнаула по адресам: ул. Пушкина, 32; ул. Сизова, 24 и ул. Димитрова, 130. Данные участки имеют разные характеристики грунтовой толщи, а также разные несущие слои для свай.

Первый участок характеризуется преимущественно песчаными грунтами средней плотности и отсутствием просадочных грунтов. Песок средней крупности является отличным несущим слоем для свай, т.к. при увлажнении он не становится пластичным. Учитывая инженерно-геологические условия данной местности, выбираем сваю марки С4-30 и опираем ее на песок средней крупности.

Грунтовую толщу второго участка образуют супеси песчаные лессовидные просадочные и непросадочные. Для обеспечения необходимой и достаточно высокой несущей способности свай должны полностью прорезать просадочные грунты и опираться в подстилающие слои повышенной плотности.

Грунт с такими характеристиками находится на глубине 9 м от уровня планировки (супесь твердая непросадочная). Рассчитав требуемую длину сваи, получили марку сваи С9-30.

Третий участок по адресу ул. Димитрова, 130 сложен песками мелкими и пылеватыми средней плотности. Мелкие и пылеватые пески относятся к сложным для строительства грунтам, особенно, если они расположены на влажных участках с близко расположенными грунтовыми водами. При зондировании по всей длине скважины не было обнаружено грунтовых вод, что является несомненно значимым плюсом при устройстве свайного фундамента в данных грунтовых условиях. В качестве несущего слоя выбираем песок мелкий средней плотности и принимаем сваю марки С5-30.

Рассчитав несущую способность сваи расчётным методом, мы получаем в первом случае 543,68 кН, во втором 492,49 кН и в третьем 428,87 кН. При расчете несущей способности по данным статического зондирования, получаем величины больше ранее приведенных, а именно: 609,96 кН, 637,06 кН, 522,12 кН. Обработав полученные результаты, можно высчитать среднюю разницу между двумя методами, она составила 11%, 23% и 18%. Несущая способность свай при полевых испытаниях грунтов выше несущей способности свай, рассчитанной по СП 24.13330. 2011.

От чего же зависит несущая способность сваи и разница в процентах между сравниваемыми величинами? Можно заметить такую закономерность, что с увеличением длины сваи несущая способность при расчетном методе понижается, а при расчете по данным статического зондирования наоборот, возрастает. Так же, влияющим фактором можно принять инженерно-геологические условия. В первом и третьем случае преобладающими грунтами являются пески разной крупности, и разница между полевым и теоретическим методом оказалась меньше, чем разница величин несущей способности в грунтовой толще, состоящей из супеси. Для более точных выводов, требуется рассмотрение большего количества участков по нашему региону с анализом закономерности увеличения или уменьшения несущей способности свай.

Полученные величины позволяют сделать вывод, что при определении несущей способности свай полевым методом, в част-

ности статическим зондированием, величина несущей способности больше чем при расчетном методе в среднем на 17%. Это говорит о том, что недоиспользование прочности при нагрузке сваи достаточно велико и оказывает непосредственное влияние на финансовые, трудовые и временные ресурсы строительства зданий и сооружений в г. Барнауле. По окончании исследований планируется составление региональной таблицы. Это позволит сократить количество времени и финансовых затрат на полевые испытания, либо отказаться от них вовсе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 19912-2001. Грунты. Методы полевых испытаний статическим и динамическим зондированием.
2. ГОСТ 5686-2012. Грунты. Методы полевых испытаний сваями
3. СП 24.13330.2011. Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85. Минрегион России, 2010. – 86 с.
4. Драновский, А. К интерпретации результатов статического зондирования грунтов оснований / А. Драновский, А. Латыпов // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2010. – № 1 (13).
5. Рыжков, И. Б. Статическое зондирование грунтов / И. Б. Рыжков, О. Н. Исаев. – М. : АСВ, 2010.
6. Черепанов, Б. М. Анализ существующих методов определения несущей способности свай. / Б. М. Черепанов, Д. С. Лазарева // Ползуновский альманах. – № 1. – 2016.
7. Маскалева, В. В. Несущая способность сваи по теоретическому методу, методу статического и динамического зондирования / В. В. Маскалева // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2014. – №3. – С. 105-111.
8. Ершов, А. В. Оценка несущей способности набивных свай с использованием данных статического зондирования / А. В. Ершов, В. В. Нутрихин // Инженерные изыскания. – 2011.
9. Солодухин, М. А. Инженерно-геологические изыскания для промышленного и гражданского строительства / М. А. Солодухин. – М. : Недра, 1975. – 188 с.

Смольская К.А. – магистрант ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: smolsk@rambler.ru.

Черепанов Б.М. – к.т.н., доцент кафедры «Основания, фундаменты, инженерная геология и геодезия» ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: bmcher@mail.ru.