

СОСТАВНЫЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ СВАИ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ОПОР ВЛ 35–500 кВ НА СЛАБЫХ И ПУЧИНИСТЫХ ГРУНТАХ

Научно-исследовательская лаборатория конструкций электросетевого строительства (НИЛКЭС) ООО «ПО «Энергожелезобетонинвест»
Качановская Л. И., к. т. н., заведующая лабораторией
Касаткин С. П., главный специалист

В статье рассматривается вопрос целесообразности использования составных железобетонных свай, разработанных на базе типовых решений для энергетического строительства. Представлен опыт использования таких свай при строительстве переходов ВЛ 220 кВ через Волгу в районе Балаково.

Ключевые слова: свайный фундамент, глубокое заложение, слабый грунт, составная железобетонная свая, сварной стык, сплошное квадратное сечение, ненапрягаемая арматура, стальная опора ВЛ, энергетическое строительство.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

При проектировании ВЛ 35–500 кВ в северных регионах России, отличающихся сложными климатическими и инженерно-геологическими условиями, где стальные опоры подвергаются значительным ветровым и гололедным нагрузкам, для их закрепления в слабых, вечномёрзлых, обводнённых, заболоченных и пучинистых грунтах, а также при организации специальных переходов ВЛ через водные преграды применяются свайные фундаменты. В таких случаях для надёжного закрепления и передачи нагрузки от конструкции на более прочные грунты, залегающие на большой глубине, длина свай может превышать 12 м. Наиболее распространённым конструкторским решением является использование металлических свай, которые изготавливаются из труб диаметром 219, 325 или 426 мм. Глубина забивки свай может превышать 20 м.

Для снижения стоимости и металлоёмкости фундаментов из свай большой длины предлагается в качестве альтернативного варианта использование составных железобетонных свай квадратного сечения, имеющих специальные закладные детали для их соединения.

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ

Для фундаментов под стальные опоры ВЛ 35–500 кВ в настоящее время чаще

всего используются забивные железобетонные сваи квадратного сечения 35×35 см (типовая серия 3.407.9-146). Сваи длиной 6, 8, 10 и 12 м выпускаются в двух вариантах армирования (с большей и меньшей несущей способностью). Типовые решения по наращиванию железобетонных свай для фундаментов опор линий электропередачи (так называемых электротехнических свай) отсутствуют.

Но в промышленном и гражданском строительстве давно используют составные сваи, узел соединения которых известен. Почему же возникает проблема с организацией стыковки электротехнических свай? Почему конструктивное решение стыка для общестроительных свай

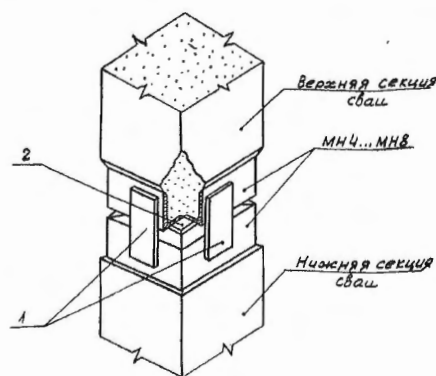


Рис. 1. Типовой узел стыковки свай по серии 1.011.1-10

не может быть напрямую использовано для электротехнических свай?

Ответ — в отличии принципа работы этих свай в грунте.

Забивные железобетонные общестроительные сваи (по серии 1.011.1-10) в основном испытывают сжимающие нагрузки, реже и в меньшей степени — вырывающие нагрузки и изгибающие моменты, т. к. свайные фундаменты под здания обычно полностью погружены в землю. Верхние части свай для опор ВЛ всегда находятся над поверхностью земли, работают как на сжатие, так и на вырывание и принимают на себя существенные изгибающие нагрузки. Высокие свайные ростверки, часто используемые на глубоких болотах, при отсутствии отпора грунта по боковой поверхности испытывают большие изгибающие моменты.

Существенное отличие нагрузок, которые должны быть восприняты сваями сечением 35×35 см, объясняет и разницу в армировании строительных и электротехнических свай.

Например, сваи по серии 1.011.1-10 имеют в каждом углу поперечного сечения по одному стержню АIII диаметром от 10 до 25 мм (от 4d10AIII до 4d25AIII), а сваи по серии 3.407.9-146 по два стержня АIII диаметром 20 или 25 мм (8d20AIII или 8d25AIII). Узел соединения секций свай должен иметь возможность воспринимать те же значения нагрузок, что и тело сваи (для электротехнических свай изгибающий момент достигает 18 тм). Типовой узел стыковки секций по серии 1.011.1-10 (рис. 1) в данном случае не подойдет, поскольку не рассчитан на такие нагрузки, — необходимо изменять как конструкцию закладных деталей, так и их анкерровку (рис. 2).

В НИЛКЭС проведены расчеты и разработан узел соединения железобетонных свай для возможности их удлинения при забивке. Надёжность соединительного узла свай сопоставима с надёжностью свай.

Особенностью составных свай является то, что выбор варианта армирования свай, зависящий от реальных нагрузок на конструкцию и характеристик грунтов

основания, ведется исходя из усилий, возникающих в секциях свай. Нижняя часть свай, в которой возникают меньшие изгибающие усилия, может иметь минимальное для свай этого типа армирование.

Долговечность предлагаемых свай, работающих в зоне переменных нагрузок с постоянным чередованием режимов замораживания и оттаивания, обеспечивается использованием бетонов повышенной морозостойкости без использования средств вторичной защиты. Такой подход (первичной защиты) рекомендуется современными нормативными документами [1].

Сравнение стоимости металлических и железобетонных свай, рассчитанных на одинаковую нагрузку, показывает, что затраты на железобетон до 2 раз ниже.

ВОПРОСЫ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ

Проблемы с пучением свай в северных регионах обостряются в связи с потеплением климата и оттаиванием вечномерзлых грунтов. Талые и пластичномерзлые грунты обладают существенно меньшей несущей способностью, что приводит к необходимости погружения свай на глубины более 12 м.

Использование свай повышенной длины при строительстве ВЛ на слабых и пучинистых грунтах решает вопросы надежного закрепления опор.

При отсутствии решений по стыковке железобетонных свай проектные организации вынуждены использовать составные сваи из металлических труб, обычно диаметром 219, 325 или 426 мм, секции которых объединяются при забивке с помощью сварки. Проблемы с пучением свай обычно ужесточаются, если они не погружены на проектную глубину. Встречаются случаи обрезания верха свай при строительстве, если невозможно достичь необходимой отметки. Тогда длины сваи, которая работает на удержание сил морозного пучения (ниже глубины промерзания), может не хватить, и сваи «выходят наружу», деформируя опоры ВЛ [2].

Наличие специальных оголовков железобетонных свай для их крепления к ростверку или непосредственно к пяте опоры гарантирует забивку свай на проектную величину, не допускает обрезания свай, что случается при использовании металлических труб. Правильный подбор свайного оборудования (в частности, подбор массы молота) позволяет даже в очень плотных грунтах погрузить сваю на необходимую глубину, сократив количество ударов и не повредив голову сваи.

Опыт использования составных свай при устройстве фундаментов одноцепных опор четырех больших переходов ВЛ 220 кВ через Волгу в районе Балаково в 2015 году показал их высокую эффективность. Многодельные сборные фундаменты из грибовидных подножников под переходные опоры высотой более 100 м были заменены на свайные фундаменты

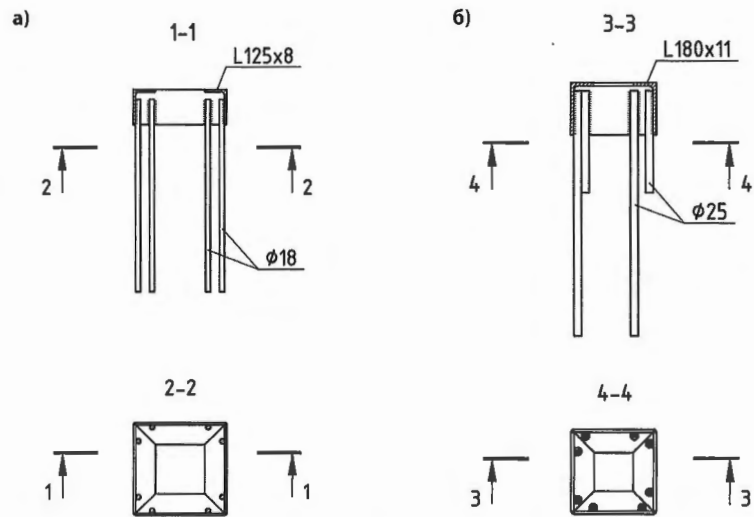


Рис. 2. Закладные детали узла стыковки железобетонных свай при максимальном армировании:

а) закладная деталь для общестроительных свай; б) закладная деталь для электротехнических свай

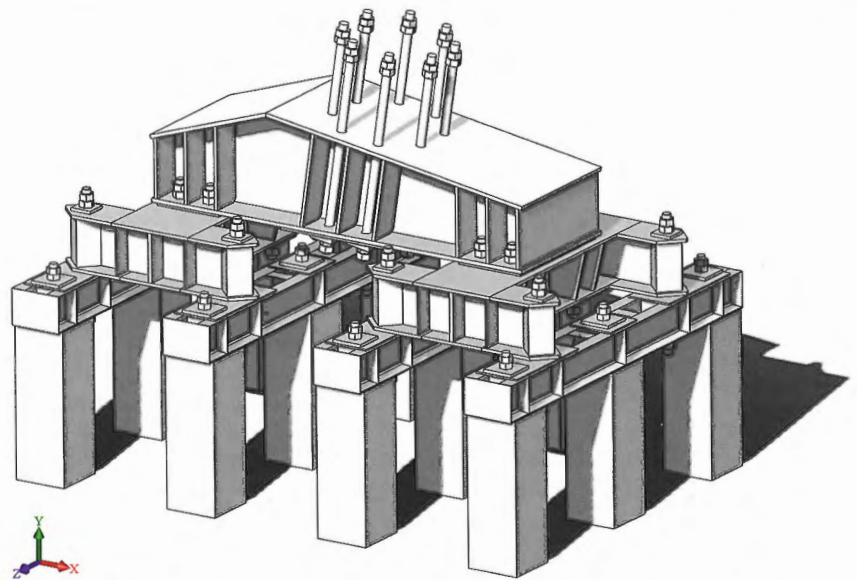


Рис. 3. Фундамент из составных железобетонных свай с металлическим ростверком на переходе ВЛ 220 кВ через Волгу в районе Балаково

с металлическими ростверками. Длина составных свай достигала 14 м. Для объединения свай между собой были предложены металлические ростверки индивидуальной разработки (рис. 3).

Использование составных железобетонных свай вместо металлических трубчатых и облегченных ростверков позволило существенно сократить затраты на строительные работы, обеспечив требуемую надежность четырех больших переходов ВЛ 220 кВ через Волгу в районе Балаково.

В настоящее время заводы ООО «ПО «Энергожелезобетонинвест» в Рыбинске, Волгограде и в Гулькевичах Краснодарского края готовятся к поставке новой продукции — составных железобетонных свай для энергетического строительства на объекты России. ■

Литература

1. СП 28.13330.2017 Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85.
2. Романов П. И. Перестановка опор на поверхностные фундаменты — решение проблем с пучением свайных оснований / V научно-практическая конференция «Опоры и фундаменты для умных сетей: инновации в проектировании и строительстве»: сборник докладов. Санкт-Петербург, 2018. С. 8–13.