

Быстромонтируемые болтовые ростверки для опор ВЛ напряжением 110-750 кВ

5-ая международная научно-практическая конференция: «Опоры и фундаменты для умных сетей: инновации в проектировании и строительстве», Санкт-Петербург, 4-6 июля 2018

Романов П.И. к.т.н., Касаткин С.П., Трухина Т.А.

НИЛКЭС ООО «ПО «Энергожелезобетонинвест»

Свайные фундаменты широко используются для закрепления в грунте опор ВЛ. В строительстве прошлого века использовались только железобетонные сваи, и в 70х годах был создан типовой проект унифицированных металлических ростверков для объединения железобетонных свай для фундаментов опор ВЛ. Однако, в новом веке строительные технологии стремительно развивались и в 2000х годах началось внедрение винтовых металлических свай, в том числе и для фундаментов опор ВЛ. Их применение позволяет использовать более легкую технику и материалы, взамен тяжелых буровых и сваебойных систем. Этот аспект является принципиальным преимуществом винтовых свай, особенно для отдаленных районов строительства, таких как районы Крайнего Севера. Для фундаментов на винтовых сваях в 2008-ом году лабораторией НИЛКЭС был создан проект металлических ростверков.

На Рис. 1 представлен узел соединения винтовой сваи и ростверка. Ростверк выполнен из двух параллельно направленных швеллеров, усиленных ребрами жесткости. Ростверк соединяется со сваем посредством сварки. Разработанная конструкция надежна и широко используется по настоящий момент. Преимуществом конструктивного решения данного проекта является то, что за счёт сварки на пикете есть возможность объединения свай, даже если они имеют максимально допустимые отклонения от проектного положения.

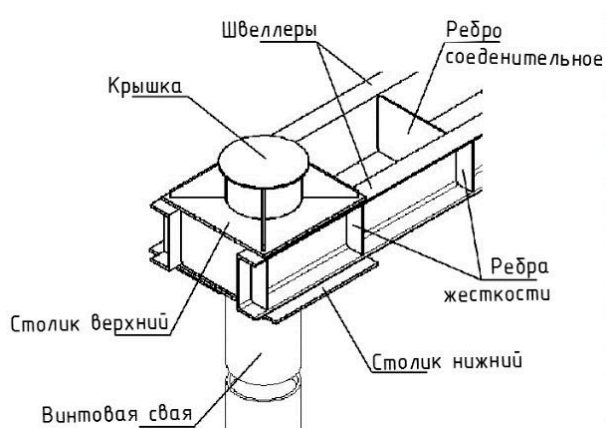


Рис. 1 Сварной узел соединения винтовой сваи с ростверком проекта серии 2000бтм

Техническое решение с применением сварного узла соединения винтовых свай с ростверком безусловно эффективно, но со стороны удобства сборки и монтажа имеет свои недостатки. Основная проблематика рассматриваемого проекта заключается в большом объеме сварных работ на один фундамент. Так как на один ростверк приходится порядка 340 метров сварного шва, то на монтаж одного ростверка необходима целая группа сварщиков, а работы по сборке длятся порядка 3-4 дней, в свою очередь, это значительно увеличивает время сборки и стоимость фундамента в целом. При этом, нужно отметить, что процесс не только долгий, но и очень трудоемкий, особенно, если говорить, о заболоченных и труднопроходимых территориях.



Рис. 2 Монтаж ВЛ 750 кВ «Ангара»-«Камала»

На Рис. 2 представлена линия 750 кВ Ангара-Камала, значительный участок которой проходит по заболоченным территориям. При сборке фундаментов под опоры ВЛ сварщикам приходилось работать в тяжелых условиях и производить сварные работы лежа на вручную возведенных плотах.

С проблемой высоких трудозатрат на монтаж фундаментов столкнулись и при строительстве ВЛ 750 кВ «Белозерская» - «Ленинградская», на линии которой насчитывается 835 опор, а количество фундаментов составляет 3540 штук. В 2017 году инженеры НИЛКЭС начали работу по поиску технического решения по вопросу снижения трудозатрат на монтаж металлических ростверков для винтовых свай.

Идеология нового конструктивного решения (Рис. 3) осталась прежней, балка ростверка также выполнена из параллельно направленных швеллеров, но что является отличительной особенностью нового проекта перед существующим решением? В конструкции фундамента разработан новый узел крепления сваи к ростверку (Рис. 4).

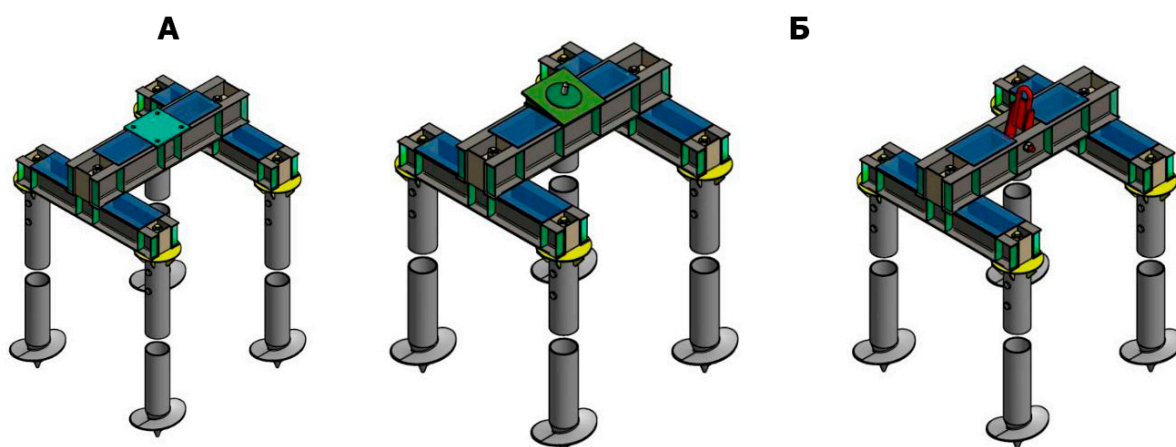


Рис. 3 Конструкция фундаментов для ВЛ 750 кВ «Белозерская» - «Ленинградская» а) – под башенные опоры б) – под опоры на оттяжках

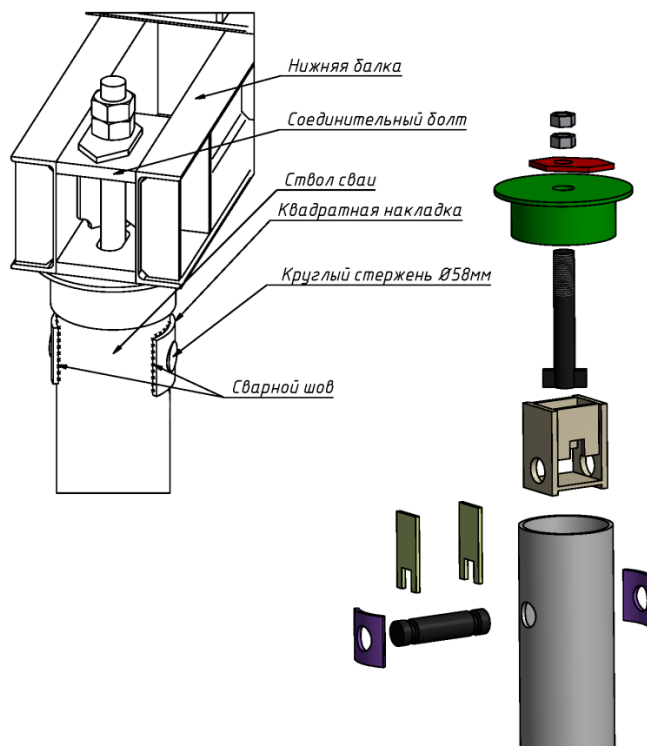


Рис. 4 Узел соединения сваи с ростверком посредством одного болта

В новом проекте свая соединяется с ростверком с помощью одного болта, который закрепляется в теле сваи. В верхний конец сваи устанавливается специальный закладной элемент, который крепится к свае посредством шпильки, шпилька опирается на специальные накладки, которые устраиваются для того, чтобы избежать перекоса шпильки, так как отверстие сваи в полевых условиях может быть сделано неровно (например, газом). Закладной элемент имеет прорези, соответствующие форме головки болта. Свая также снабжена столиком для установки на него балки ростверка.

Рассмотренная конструкция была успешно изготовлена и смонтирована при строительстве опоры №99 ВЛ «Белозерская» - «Ленинградская» (Рис.5). По итогам сборки болтового ростверка в реальных условиях был сделан вывод, что внедрение разработанных фундаментов снизит сроки монтажа ростверка с 3-4 дней до половины-одного дня.



Рис. 5 Сборка фундамента под опору №99 ВЛ 750 кВ «Белозерская» - «Ленинградская»

Идея болтового стыковочного узла металлических свай с ростверком также нашла свое применение при НИОКР по разработке мероприятий по повышению надежности действующих ВЛ АО «Тюменьэнерго». В рамках работы инженерами НИЛКЭС разработаны свайные фундаментные конструкции для надежного закрепления опор в пучинистых грунтах. Тело разработанной сваи представляет собой полую металлическую трубу. На Рис. 6 представлен новый вариант узла крепления сваи к ростверку. Что является отличительной особенностью этого решения? В данном случае, свая соединяется с ростверком специальной опорной частью, которая врезается в тело сваи на пикете и крепится к телу ростверка шестью болтами.

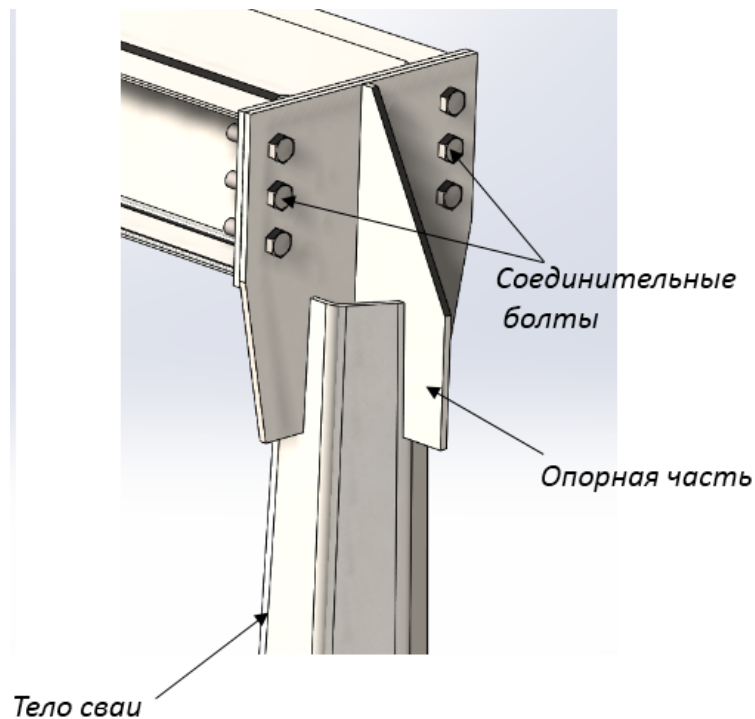


Рис. 6 Узел соединения сваи с ростверком посредством врезки опорной части в тело сваи

Одним из перспективных направлений развития в строительстве, является использование атмосферостойких сталей повышенной прочности. Лаборатория НИЛКЭС активно работает над созданием актуальных проектов с применением этих сталей. Для получения большей экономической выгоды и снижения расхода металла, разработаны проекты с абсолютно новыми расчетными схемами болтовых быстровозводимых ростверков. Модель нового ростверка – каркасная и выполняется из профилей квадратного сечения (Рис. 7). Внедрение нового проекта позволит сократить расход металла более, чем в два раза.

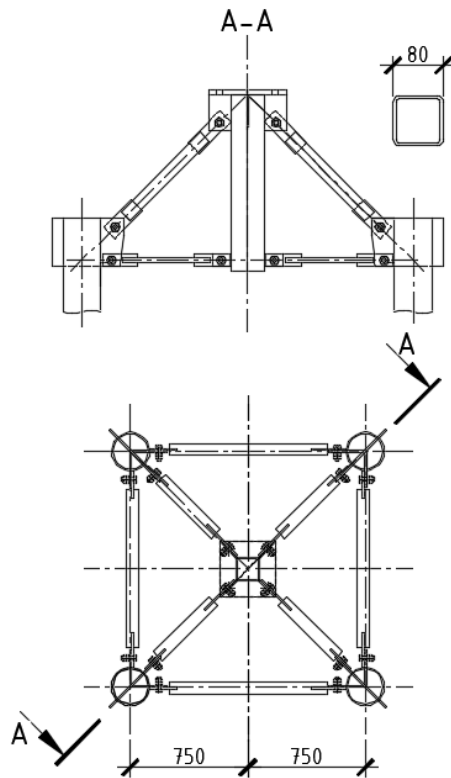


Рис. 7 Проект болтового быстровозводимого ростверка из труб квадратного сечения с применением атмосферостойких сталей повышенной прочности

Результаты работы:

В ходе разработок болтовых быстровозводимых ростверков лабораторией НИЛКЭС были созданы:

- узел объединения винтовой сваи с ростверком посредством одного болта, устанавливаемого в тело сваи с помощью закладного элемента;
- узел объединения металлической полый сваи с телом ростверка посредством врезки опорной части, в тело сваи с последующим соединением с балкой ростверка с помощью болтов;
- перспективный проект фундамента с принципиально новой конструктивной схемой, выполненной из труб квадратного сечения с применением атмосферостойких сталей повышенной прочности.

По итогам разработок была выдана следующая рабочая документация:

- Серия рабочих чертежей конструкций ростверков с болтовым соединением элементов для фундаментов башенных опор и опор на оттяжках для ВЛ 750 кВ «Белозерская - Ленинградская»;
- Серия рабочих чертежей конструкций двухсвайных фундаментов с болтовыми ростверками, выполненных в рамках НИОКР «Разработка мероприятий по повышению надежности действующих ВЛ АО «Тюменьэнерго».

Патентная составляющая работы:

- Получен патент на полезную модель «Многосвайный фундамент опоры линии электропередач» с применением одноболтового узла соединения сваи с ростверком;
- Подготовлены проекты патентов двухсвайного фундамента с применением болтового узла соединения сваи с ростверком посредством врезки специальной опорной части.

Технико-экономическое обоснование внедрения:

- Применение новых болтовых узлов крепления свай с ростверком позволит сократить время сборки фундамента в *4 раза*;
- Внедрение проектов конструкций фундаментов с новыми расчетными схемами, выполненных из атмосферостойких сталей повышенной прочности позволит снизить расход металла *более чем в 2 раза*.

НИЛКЭС ООО «ПО «Энергожелезобетонинвест»

Санкт-Петербург, Невский проспект 111/3

+7(812) 309-39-61

mail: info@nilkes.ru

нилкэс.рф