ISSN 2219-5319

ВЛ ОНЛ
Overhead Lines
Воздушные линии

ВОЗДУШНЫЕ ЛИНИИ

Научно-технический журнал

www.overheadlines.ru

№ 2(15)/2014

проектирование | конструкции опор | новые технологии | другие вопросы

10 Проблемы внедрения проводов нового поколения и особенности проектирования ВЛ

16 Устройства для защиты птиц на воздушных линиях электропередачи

48 Smartline — программа для проектирования ВЛ 0,4 и 10 кВ

68 Высокая прочность провода. Нужна ли она?

ЭНЕРГЕТИКА
АВТОМАТИЗАЦИЯ

МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

16 - 18 сентября 2014

Новосибирск, Россия

Энергетика. Светотехника
Электротехника. Автоматизация

ЭНЕРГИЯ СИБИРИ. НОВЫЕ РЕШЕНИЯ

Забронируйте стенд на www.siberiaexpo.ru

Специальные условия при раннем бронировании

Организатор: Сибирь Экспо

Официальная поддержка:

Отраслевые партнеры: Российская ассоциация ветроиндустрии; АСЭ

Информационная поддержка: АНК Deutsch-Russische Auslandshandelskammer Российско-Германская внешнеторговая палата

ВОЗДУШНЫЕ ЛИНИИ
Научно-технический журнал

№ 2 (15), 2014

Издатель журнала — ООО «Издательство «Научные основы и технологии»

Главный редактор
А.Н. Аввакумов

Редакционная коллегия
В.А. Майоров, Генеральный директор ОАО «Центр инжиниринга и управления строительством Единой энергетической системы» (Россия)

В.Т. Жидков, Генеральный директор ОАО «Инженерный центр ЕЭС» (Россия)

В.К. Индан, ООО «Сетьстройпроект» (Россия)

Л.И. Качановская, Директор ПЦ «Севзапэнергосетьпроект» (Россия)

М.Б. Гершкович, Генеральный директор ДЗМК «МЕТАКО» (Россия)

В.В. Лях, Заслуженный энергетик Украины, директор ГП «Укрсельэнергопроект» (Украина)

В.Д. Семенко, Заслуженный энергетик Украины, почетный энергетик СНГ, директор ЦВЭТ «ЭП» (Украина)

В.Ф. Скляров, Председатель украинского НК CIGRE, министр энергетики Украины с 1988 по 2003 гг. (Украина)

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ

М.Ю. Крушинских, И.П. Пальгуев, С.В. Ячменев (ОАО «Стройдормаш»). **Практический опыт оптимизации технологического процесса, увеличения производительности и сокращения затрат при строительстве фундаментов ЛЭП** 3

Н.А. Федоров (ООО «Сим-Росс-Ламифил»). **Проблемы внедрения проводов нового поколения и особенности проектирования ВЛ** 10

КОНСТРУКЦИИ ОПОР

Г.С. Боков, Н.П. Васина (НТО ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС»). **Устройства для защиты птиц на воздушных линиях электропередачи** 16

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

И. Вихристенко (BASF, ДВФО и СФО, отдел «Строительные системы»). **Современные материалы концерна BASF для ремонта железобетонных опор и фундаментов металлических опор ВЛ с учетом обеспечения совместимости материалов** 42

Р. Малютин (Ensto Utility Networks). **Smartline — программа для проектирования ВЛ 0,4 и 10 кВ** 48

Выпускающий редактор
Александр Аввакумов
Верстка
Яна Попова
Корректор
Ольга Камнева

Отдел рекламы:
Корнилова Дарья,
marketdk@yandex.ru
Дедух Наталья,
natalyaoverheadlines@gmail.com
Никитина Светлана,
nikitina@ft-publishing.ru

Подписка:
Лазарева Ольга,
Зыбина Екатерина,
olga@ft-publishing.ru
По каталогу: Агентство
«Роспечать» НТИ индекс — 59975

Адрес
197342, Россия,
Санкт-Петербург, а/я 20
Тел.: +7 (812) 655-08-37, 08-29
Факс: +7 (812) 655-08-37
Эл. почта:
overheadlines@ft-publishing.ru

Содержание и рефераты
статей представлены на сайте
www.overheadlines.ru

При перепечатке ссылка
на журнал «Воздушные линии»
обязательна.

Ответственность за содержание
рекламы несет рекламодатель.

Тираж 2000 экземпляров.

Журнал распространяется
по подписке.
Цена договорная.

Отпечатано в типографии
ООО «Литография СПб»
191119, Санкт-Петербург,
Днепропетровская ул., д. 8

ДРУГИЕ ВОПРОСЫ

Н.А. Сенькин (филиал ОАО «ЦИУС ЕЭС» — ЦИУС Северо-Запада). **Состояние, ремонты и реконструкция заполярной ВЛ 220 кВ «Инта-Воркута»** 53

Н.В. Ярцев (ЗАО «3М Россия»). **Высокая прочность провода. Нужна ли она?** 68

С.В. Иванов, А.А. Белянин (ООО «ИЦ «Бреслер»); *В.Ф. Лачугин* (ОАО «ЭНИН»); *А.В. Буров, В.В. Жуков* (ОАО «Тюменьэнерго»). **Опыт внедрения селективной защиты от замыканий на землю в сети 6–35 кВ в ОАО «Тюменьэнерго»** 73

УДК 621.315.17

ПРАКТИЧЕСКИЙ ОПЫТ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА, УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И СОКРАЩЕНИЯ ЗАТРАТ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ФУНДАМЕНТОВ ЛЭП

М.Ю. Крушинских, директор по маркетингу ОАО «Стройдормаш»;
И.П. Пальгуев, начальник отдела строительных машин службы главного конструктора ОАО «Стройдормаш»;
С.В. Ячменев, главный конструктор ОАО «Стройдормаш»

Введение

Инвесторы знают, что строительство является тем видом бизнеса, который, прежде чем принести прибыль, требует значительных финансовых вложений. Кроме того, строительная отрасль подвержена влиянию множества политических и экономических факторов, в связи с чем каждый инвестор, участвующий в проекте строительства, несет серьезные финансовые риски.

Именно поэтому в строительной отрасли огромное значение придается технике и технологиям, позволяющим достичь максимального снижения себестоимости строительных работ. По опыту специалистов алапаевского завода «Стройдормаш» (разработчика и производителя спецтехники, применяемой для изготовления свайных фундаментов опор ВЛ 10–500 кВ), снижение финансовых и временных затрат при строительстве ВЛ можно получить также за счет правильно подобранной техники и технологии ее использования;

- через улучшение технических и эксплуатационных характеристик машин и их дополнительного оборудования.
- через оптимизацию технологического процесса производства работ с учетом всех возможностей применяемого оборудования.

Практический пример улучшения технических и эксплуатационных характеристик машин и их дополнительного оборудования за счет установки гидравлического сваебойного молота (вместо традиционного трубчатого дизельного молота) в полной мере отражен в разделе, посвященном опыту применения бурильно-сваебойных машин БМ-811 и БМ-831 (в том числе модернизированных вариантов) для строительства вдольтрассовых воздушных линий (ВЛ).

Оптимизация технологического процесса производства работ наглядно продемонстрирована в разделе с описанием бурильно-крановых машин БКМ-2012 и БКМ-2032 для строительства ВЛ 500 кВ с применением безлопастных свай-оболочек Д720 мм.

Опыт эксплуатации бурильно-сваебойных машин БМ-811 и БМ-831 (в том числе модернизированных вариантов) для строительства вдольтрассовых ВЛ, предназначенных для электроснабжения линейных потребителей нефтепроводной системы Ямал

Как правило, вдольтрассовая линия ВЛ-10 кВ выполняется на стальных опорах из гнутого профиля серии С10П, для ВЛ с неизолированными проводами по типовой серии ЭЛ-ТП.010.5 (разработки и производства ГК «ЭЛСИ»).

Закрепление опор осуществляется с применением фундаментов из стальных труб либо стальных винтовых свай диаметром 219 или 325 мм. Глубина погружения и диаметр труб выбираются проектировщиками в зависимости от расчетных нагрузок на опору и физико-механических характеристик грунта.

В нормальных грунтах свая из стальной трубы погружается в грунт забивкой или вибропогружением либо устанавливается в котлован, произведенный бурильной машиной. Винтовая широколопастная свая в зависимости от типов грунтов завинчивается непосредственно в грунт либо в лидерную скважину.

Закрепление опор в мерзлых грунтах достигается необходимым заглублением сваи из стальных труб или стальных винтовых узколопастных свай. При этом сваи из стальных труб в обязательном порядке устанавливаются в сверленные котлованы, а винтовые — завинчиваются в лидерные скважины*.

Для строительства фундаментов ВЛ из стальных труб более 15 лет назад конструкторами алапаевского завода «Стройдормаш» была сконструирована и запущена в серию бурильно-сваебойная машина БМ-811, в настоящее время уже неоднократно модернизированная для улучшения пользовательских свойств и технических характеристик.

Данная машина сочетает в себе две основные функции: возможность непрерывного бурения диаметром до 500 мм и глубиной до 15 м в грунтовых условиях Крайнего Севера и забивания свай весом до 3000 кг.

При этом традиционный сваебойный молот для данной машины являлся дизельный трубчатый молот СП-75А производства ОАО «Строймаш» с массой ударной части 1250 кг. Машины в такой комплектации широко используются для строительства вдольтрассовых ВЛ, предназначенных для электроснабжения линейных потребителей нефтепроводной системы Ямал.

Но, учитывая факторы неустойчивой работы молота в условиях низких температур, повышенного шума, низкой экологичности, а также пожелания клиентов, в службе главного конструктора ОАО «Стройдормаш» реализован проект по установке гидравлического молота с массой ударной части 2000 кг (рис. 1–4).

Таким образом, повышение эффективности в целом достигается за счет преимуществ гидравлического молота, таких как:

- режимы работы молота (частота и энергия удара) регулируются, что позволяет повысить эффективность передачи удара на твердых и упругих грунтах (преодолевать сопротивление скальных и насыпных грунтов), избежать повторных подъемов и сбросов ударной части при погружении сваи в мягкий грунт (безостановочно работать на слабых грунтах);
- работая на высоких частотах, молот способен без предварительного бурения забивать сваи в мерзлый грунт.

Рис. 1. БМ-811М с гидромолотом

* В данной статье вопросы погружения винтовых свай рассматриваться не будут.

Рис. 2. Испытания гидромолота

Рис. 3. Подъем грузоподъемной лебедкой железобетонной сваи (сечение 0,35×0,35 м, длина 8 м)

Рис. 4. Погружение гидромолотом железобетонной сваи (сечение 0,35×0,35 м, длина 8 м)

Проведенные испытания на объекте строительства и при низких температурах (–25 ... –35 °С) прошли успешно и показали высокую производительность по сравнению с дизельным молотом, а также экологическую чистоту.

Опыт применения бурильно-крановых машин БКМ-2012 и БКМ-2032 для строительства ВЛ 500 кВ с применением безлопастных свай-оболочек Д720 мм

Титул проекта «ВЛ-500 кВ «Ростовская АЭС – Тихорецкая № 2» предусматривает строительство линии с использованием фундаментов на сваях-оболочках для стальных многогранных опор ВЛ 35–500 кВ, разработанных филиалом «Севзапэнергосетьпроект — Западсельэнергопроект» ОАО «Северо-западного энергетического инжинирингового центра», согласно техническому заданию в рамках договора № 33Э-60 с ОАО «ФСК ЕЭС» и целевой программы «Унификация фундаментов для электросетевых объектов в связи с внедрением новых индустриальных методов строительства ВЛ и ПС».

Производитель работ — ОАО «УЭСК» в 2013 году заказал в ОАО «Фирма ОРГРЭС» разработку соответствующей типовой технологической карты, параллельно обратившись в ОАО «Стройдормаш» по вопросу приобретения мобильных бурильных установок с возможностью бурения котлованов диаметром до 1000 мм и глубиной до 8 м.

Для сокращения сроков подготовительного периода, машина должна была быть серийной, мобильной, должна бурить котлован, а также для ускорения строительства грузовой лебедкой поднимать сваю-оболочку, опускать ее в пробуренную скважину и позиционировать ее относительно определенных координат.

В результате дополнительных расчетов и доработок некоторых элементов конструкции были выбраны бурильно-крановые машины БКМ-2012 и БКМ-2032, которые наиболее всего удовлетворяли необходимые требования (рис. 5).

При этом специалисты ОАО «Фирма ОРГРЭС» в технологической карте рассмотрели станок класса 220 кН*м, необходимый при устройстве фундамента из свай-оболочек, погружаемых в пробуренный котлован (рис. 6).

В нашем случае определенная ОРГРЭС роторная буровая установка SANY SR 220 C на гусеничном ходу была заменена производителем работ на бурильно-крановые машины производства ОАО «Стройдормаш» БМ-2012 (на пневмоколесном ходу) и БМ-2032 (на гусеничном ходу), которые на данном конкретном объекте по нашему мнению имеют ряд преимуществ.

Мобильность машины

В связи с большой протяженностью ВЛ, существует вероятность не получить в требуемый срок

Рис. 5. Погружение сваи-оболочки Д720 мм

1 — буровая установка
2 — автокран
3 — бульдозер
4 — бригадный автомобиль
5 — котлован для сваи-оболочки
6 — отвал
7 — свая-оболочка

Рис. 6. Машины и механизмы, которые по мнению ОАО «Фирма «ОРГРЭС» необходимы при устройстве фундамента из свай-оболочек

разрешение на проведение работ на определенных участках строительства. В этом случае для исключения простоев требуется передислокация техники на другие участки. Для гусеничной техники необходимо использование тралов, что ведет к временны́м и материальным издержкам. Причем использование трала может быть невозможно при введении ограничений, временных или постоянных, по передвижению по дорогам общего пользования (например, ограничения по разрешенной нагрузке по осям ТС). Таким образом использование колесного внедорожного шасси (КаМаз-65111) в составе БКМ-2012 обеспечивает мобильность машины.

Бурение котлована и установка свай-оболочек

Техкарты устанавливают нормы времени на стадии бурения и установки свай-оболочек. Но соответствовать этим требованиям возможно только при выполнении работ на твердом грунте, который обеспечивает оптимальные условия при бурении и возможность установки сваи-оболочки непосредственно на дно котлована, что облегчает ее позиционирование.

При работе на водонесущих грунтах достижение проектной отметки по глубине бурения при циклическом способе становится невозможным. Например, при требуемой глубине в 7 м, возможно выполнить глубину 5 м, так как далее происходит заполнение скважины грунтовыми водами, что способствует размыванию стенок скважины (обвал грунта) и смыванию грунта с бурильного инструмента при выеме штанги-келли (рис. 7). Работы по бурению на водонесущих грунтах циклическим способом бурения, применяемом в установке БКМ-2012 и также SANY RC220C (рекомендована к использованию ОРГРЭС), возможно производить до проектной отметки с применением технологии бурения с обсадными трубами. При этом время выполнения работ будет увеличено.

На практике (при бурении без обсадных труб), достижение требуемой отметки при установке сваи-оболочки возможно за счет ее задавливания. В этом случае, данная операция должна выполняться бу-

Рис. 7. Плывун на отметке около 5 м (необходимая проектная отметка 7 м)

Рис. 8. Задавливание и позиционирование сваи-оболочки

рильной машиной, т.к. подъем и погружение в котлован осуществляется грузовой лебедкой машины, а усилие задавливания создает гидроцилиндр подачи вращателя. Применение крана, указанного в техкартах, можно исключить.

Развивая тему применения бурильной машины для установки оболочки, рассмотрим ее возможности позиционирования по координатам и выставление по уровню. Данные действия были проведены на практике с использованием машины БКМ-2012. На место установки бурильного инструмента на штанге-келли монтируется переходник для крепления на него сваи-оболочки. Прибор безопасности машины позволяет отслеживать положение в пространстве штанги-келли (соответственно и сваи-оболочки), таким образом для позиционирования требуется произвести корректную установка оболочки относительно следующих параметров:

- вертикальная ось. Угол установки штанги-келли отображается на мониторе прибора безопасности в кабине оператора;
- поперечная и продольная плоскость прохождения ВЛ. При последовательных действиях по вращению поворотной платформы и горизонтальному перемещению подвижной платформы машины, достигается требуемое положения сваи-облочки;
- погружение сваи-оболочки на требуемую глубину достигается за счет перемещения штанги-келли лебедкой.

Кинематическая схема установки мачты, реализованная в БКМ-2012, позволяет производить регулировку по каждому параметру независимо друг от друга (рис. 8).

В связи с реализацией другой кинематической схемы, бурильная машина Sany RC 220C, рекомендованная техкартами ОГРЭС, по данному функционалу имеет отличие. При действии по перемещению мачты в направлениях от кабины оператора или к ней (тоже, что и перемещение подвижной платформы БКМ-2012) будет происходить нарушение заданного положения оболочки по глубине, что потребует дополнительной корректировки.

Таким образом применение БКМ-2012 позволяет произвести точное и более быстрое позиционирование сваи-оболочки при установке.

По результатам работы БКМ-2012 за счет перечисленных выше преимуществ в условиях устойчивых грунтов значение времени бурения и погружения сваи-оболочки составило в 1,5 раза меньше нормированного технологической картой. При этом исключается участие крана для погружения оболочки.

Заключение

На данный момент между технологическими и проектными институтами, разработчиками оборудования и производителями строительных работ в большинстве случаев наблюдается слабое взаимодействие. Для повышения качества работ и сокращения производственных и финансовых издержек необходимо обеспечить более согласованную работу между всеми участниками процесса, в том числе подключая на ранних этапах разработки технологий производителей машин и механизмов.

Коллектив авторов выражает благодарность генеральному директору ОАО «УЭСК» Фадееву Константину Владимировичу за возможность подготовки данного материала.

Литература

1. Каталог продукции ГК «ЭЛСИ», 2014 г.
2. Типовая технологическая карта «Сооружение фундаментов на сваях-оболочках, погружаемых в пробуренные котлованы, для многогранных опор ВЛ напряжением 35–500 кВ» (разработаны ОАО «Фирма ОРГРЭС» по заявке № 2013.114.059 для ОАО «Уральская энергетическая строительная компания»).