

ОПЫТ РАЗРАБОТКИ НОВЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ОПОР ВЛ. КООРДИНАЦИЯ РАЗРАБОТЧИКОВ КОНСТРУКЦИЙ, ПРОЕКТИРОВЩИКОВ И СТРОИТЕЛЕЙ ВЛ

НИЛКЭС, ООО «ПО «Энергожелезобетонинвест»
Качановская Любовь Игоревна, к.т.н., заведующая НИЛКЭС

С появлением новых технологий изготовления секционированных центрифугированных стоек и современных подходов к увеличению долговечности железобетона стало возможным решить задачу обеспечения надежности ВЛ при существенном сокращении затрат на строительство.

1. Обеспечение надежности ВЛ при сокращении затрат на строительство

Актуальность вопроса использования опор нового поколения становится очевидной, если учесть, что 70% затрат на строительство ВЛ составляет стоимость опор и фундаментов. Простые в монтаже железобетонные опоры в 2 раза дешевле стальных, рассчитанных на восприятие тех же нагрузок. Стоимость строительства ВЛ с их применением в среднем на 30% ниже, чем при использовании металлических конструкций.

Современные железобетонные опоры, как и прежде выполняются на базе центрифугированных стоек, изготавливаемых в конических или цилиндрических опалубках длиной 26 или 20 метров соответственно. Для сокращения расходов на перевозку длиномерных конструкций стойки при изготовлении делятся на две секции, которые соединяются между собой на строительной площадке при помощи болтов. Конструкция соединительного узла, помещаемого в опалубку перед центрифугированием, позволила обеспечить выпуск полностью готового изделия и отказаться от варианта приварки внешних фланцев после изготовления стоек. Короткие секции обладают повышенной жесткостью, что снижает их повреждаемость при транспортировке, рис. 1.

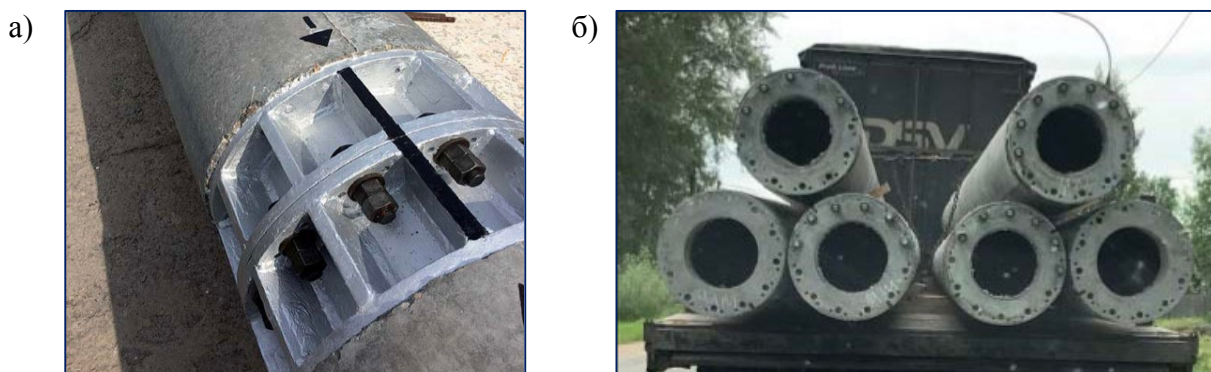


Рисунок 1: Секционированные стойки
а) узел соединения секций, б) перевозка секций длиной по 13 м

Новые конструкции обладают повышенной долговечностью за счет использования современной арматуры, бетона повышенного класса прочности В60 и водонепроницаемости не ниже марки W12.

2. Основные результаты работы по созданию опор из секционированных стоек

- разработаны и испытаны варианты новых опор напряжением 35 - 500 кВ для различных климатических условий, предложены способы закрепления опор на специальные фундаментные секции, в том числе типовая серия опор ВЛ 110 кВ и более 20 типов опор ВЛ35, 220, 330 и 500 кВ в рамках конкретных проектов;
- разработана серия нормативной документации;

– накоплен опыт использования железобетонных опор из секционированных стоек при техническом перевооружении существующих ВЛ и при новом строительстве.

2.1 Серия опор ВЛ 110 кВ

Железобетонные опоры воздушных линий 110 кВ из центрифугированных секционированных стоек» (по заказу ПАО «Россети Ленэнерго»):

Проект включен в Реестр инновационных решений ПАО «Россети» (№18-027-0067/1), является лауреатом национального этапа конкурса 2018 года «Сделано в России» и получил вторую премию на Международном конкурсе «ТЭК-2019».

2.2 Нормативная документация

Совместными усилиями специалистов ПАО «Россети», ПАО «ФСК ЕЭС», ЦИУС ЕЭС, заводов - изготовителей опор из центрифугированных стоек и разработчиков проекта выпущена серия нормативной документации, регламентирующей их применение на электросетевых объектах.

– «НТП ВЛ 35-750 кВ» (СТО 56947007-29.240.55.192-2014) предписывают применение на ВЛ 35-500 кВ железобетонных опор из секционированных стоек.

– «Положение ПАО «Россети» «О единой технической политике в электросетевом комплексе» рекомендуют использование железобетонных опор из секционированных стоек для ВЛ 110-750 кВ.

– СТО 56947007-29.29.120.90.247-2017 «Железобетонные опоры ВЛ 35-750 кВ на базе центрифугированных секционированных стоек. Технические требования».

– СТО ПАО «Россети Ленэнерго» «Руководство по проектированию и применению железобетонных опор ВЛ 110 кВ из центрифугированных секционированных стоек».

– Секционированные стойки заводов ЭЖБИ аттестованы в ПАО «Россети».

– ТУ 5863-003-88398430-2014 (для замены стоек по ГОСТ 22687.0-85).

– ТУ 5863-005-88398430-2016 (новые стойки под опоры по ПУЭ-7).

2.3 Замена старых железобетонных опор на их секционированные аналоги

Для выборочной замены вышедших из эксплуатации опор ПАО «Россети» рекомендуют использовать модификации унифицированных железобетонных опор, изготовленные с применением секционированных конических стоек типа СК22 и СК26.

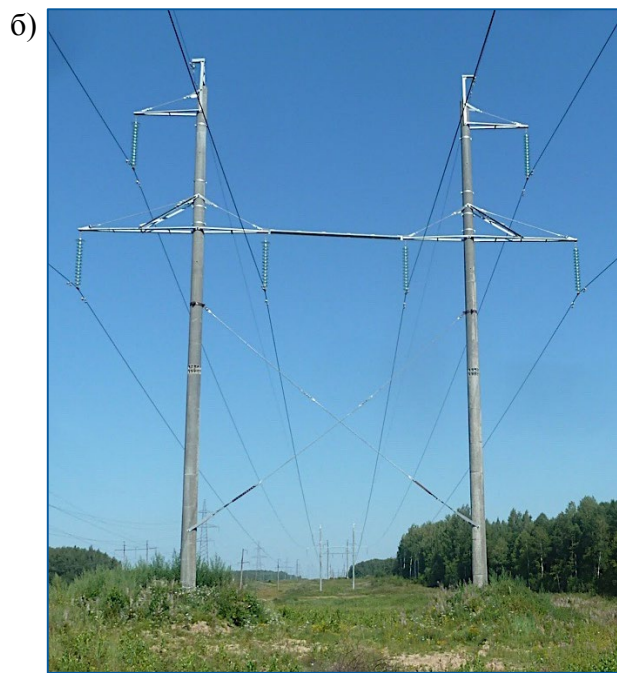
Плановая замена опор в ФСК ЕЭС ведется с 2015 года. Так как на трассах ВЛ эксплуатируются более 2000 типов конструкций опор (34 типоразмера железобетонных стоек), то в процессе работы появилась необходимость найти замену каждой опоре, сохранив расчетные пролеты и исключить, таким образом, необходимость оформления новых землеотводов. В процессе работы был выработан следующий подход к замене опор:

1. Замена железобетонных опор на аналогичные конструкции из секционированных стоек. При этом при заказе к марке заменяемой опоры добавляется буква (С).

2. Замена железобетонных опор старой унификации на типовые секционированные варианты опор более поздней разработки.

3. Замена железобетонных и металлических опор на новые конструкции, разработанные для условий конкретных ВЛ.

В рамках работ по замене старых конструкций выпущен «Альбом железобетонных опор ВЛ 35-500 кВ. Модификации унифицированных опор на базе секционированных стоек» (16.003). Альбом снабжен пояснительной запиской, трактующей общие подходы к замене опор без изменения ее положения и с сохранением ее основных функциональных характеристик. Он содержит общие сведения о секционированных стойках, правила их маркировки, транспортировки, хранения и сборки; монтажные схемы модифицированных опор (с индексом С) и опор-прототипов. Альбом доступен для скачивания на сайте www.nikes.ru. Примеры замены опор на существующих трассах приведены на рис. 2.



Р
 б) ПБД220-2К(с) на ВЛ 220 кВ Костромская ГРЭС – Кострома-2,
 в) ПБ330-7(с) на ВЛ 330 кВ Южная – Садовая,

г) У
) Н

Особый интерес представляет ПБ500-5(с) на ВЛ 500 кВ Тамбовская – Иловайская. Это металлические свободностоящие опоры на фундаментах 2СПБ220-1В, разработанные специально для замены существующих в эксплуатации металлических конструкций, документация на которые не сохранилась. Это металлические опоры с горизонтальной подвеской проводов для ВЛ 220 кВ: типа «Рюмка» (ПВ-1, ПШ-1, ПШ-2) и порталные опоры на оттяжках типа ПМО-1. Опора рассчитана на все условия эксплуатации указанных металлических опор.

а
)
 ПБ220-1(с) на ВЛ 220 кВ Тамбовская – Иловайская,

2.4 Новые опоры из секционированных стоек для ВЛ 220-500 кВ

Известно, что типовые конструкции, разработанные для использования в различных условиях эксплуатации, всегда имеют запасы, которые при установке их на трассу сложно контролировать. Избыточная материалоемкость отдельных опор, к сожалению, не увеличивает надежности ВЛ в целом, являясь платой за скорость проектирования линий электропередачи.

Для получения оптимального, с точки зрения стоимости строительства ВЛ в целом, результата целесообразна разработка индивидуальных конструкций для конкретных условий эксплуатации. Имея проверенные технические решения основных узлов секционированных опор, специалисты НИЛКЭС по заказу проектных организаций разрабатывают современные железобетонные опоры для заданных на ВЛ условий. Такой подход позволяет минимизировать затраты на строительство линий, так как предлагаются конструкции с учетом всех особенностей района прохождения трассы, грунтовых условий и специфики проведения строительных работ. Документация на конструкции, в том числе расчеты опор и нагрузки на фундаменты, предоставляются в объеме, необходимом для прохождения государственной Экспертизы проекта ВЛ. При поставке опор заводы предоставляют сборочные чертежи конструкций, схемы маркировки и сборки стоек, технологические карты на монтаж.

Разработано более 20 марок новых опор для различных объектов.

В 2019 году на ВЛ 500 кВ «Донская АЭС - Старый Оскол 2» наряду с многогранными опорами (2МП500-3В), разработанными НИЛКЭС еще в 2009 году, установлены новые железобетонные порталные опоры с внутренними связями (2СПБ500-3В). За счет использования фундаментных секций высота подвески проводов и пролеты железобетонных и металлических опор практически совпадают, а затраты на строительство отличаются на 50% в пользу железобетонного варианта, рис. 3.



Рисунок 3 – Опора 2СПБ500-3В на ВЛ 500 кВ «Донская АЭС – Старый Оскол 2»

Аналогичные схемы опор разработаны для ВЛ 330 кВ «ГЭС-2 – Машук» (2СПБ330-5ВФ), для ВЛ 220 кВ (2СПБ220-1В) – для замены находящихся в эксплуатации опор с горизонтальной подвеской проводов.

При планировании строительства заходов ВЛ 750 кВ на ЛАЭС-2 была предложена опора 2СПБ750-1Ф, высота до траверсы которой составляла 32 м.

Впервые для тяжелых климатических условий ВЛ 220 кВ «Тамань – Славянская» (до V района по гололеду) разработана одноствоечная двухцепная промежуточная опора **СПБ220-4ФТ**, высота крепления гирлянды на которой составила 14,5 м. Нижняя секция опоры выполнена из цилиндрической стойки диаметром 800 мм, а верхняя – из секционированной конической стойки длиной 22,6 м.

3. Технические и организационные вопросы внедрения новых опор

При внедрении новых опор в реальные объекты идет процесс взаимодействия между Заказчиками строительства ВЛ, разработчиками конструкций, проектировщиками ВЛ и строителями с целью корректировки документации для учета всех особенностей конкретной ВЛ, обеспечения удобства сборки и монтажа опор.

НИЛКЭС сопровождает процессы проектирования и строительства ВЛ, решая вопросы, возникающие при внедрении современных конструкций.

4. Перспективы разработки опор ВЛ 220-500 кВ

Целесообразность разработки опор нового поколения одобрена на заседании Секции №1 «Технологии и оборудование линий электропередачи» НТС ПАО «Россети» (Протокол №1/13 от 23.05.2019).

Технические решения, найденные в процессе разработки современных железобетонных опор и мобильный подход к разработке конструкций с учетом требований конкретного проекта, позволяют использовать такие опоры для всех напряжений ВЛ от 35 до 750 кВ, оперативно получая оптимальные решения:

- возможность увеличения высоты подвески провода за счет установки железобетонных стоек на фундаменте позволяет увеличить пролеты, сократив количество опор на каждый километр трассы;

- повышенная прочность стоек за счет использования современных арматурных канатов и высокопрочных бетонов позволяет опоре воспринимать нагрузки от увеличенных пролетов даже в районах с жесткими климатическими условиями;

- возможность использования различных вариантов закрепления опор гарантирует обеспечение надежной заделки железобетонных опор в любых грунтовых условиях;

- сотрудничество с разработчиками опор в процессе проектирования ВЛ позволяет оперативно получить конструкцию, отвечающую требованиям конкретного проекта, использовать подробные расчеты опор для условий проектируемой линии, в том числе и расчеты на прогрессирующее разрушение, при необходимости;

- наличие заводов, расположенных в различных частях страны, сокращает сроки доставки конструкций на строящийся объект;

- авторская поддержка в процессе разработки проекта и организации стройки помогает обеспечить линии электропередачи долговечными конструкциями, не требующими проведения ремонтных работ в эксплуатации.

Научно-исследовательская лаборатория конструкций
электросетевого строительства (НИЛКЭС)

ООО «ПО «Энергожелезобетонинвест»

Санкт-Петербург, Невский пр. 111/3

8 (812) 309-39-61

info@nilkes.ru

www.nilkes.ru